



## AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

ACCORDO QUADRO DI LAVORI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO –  
OPERE EDILI

---

## Sommario

1. PREMESSA .....	3
2. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - ORDINE A TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	3
2.1 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO .....	4
2.2 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE .....	5
2.3 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO .....	6
2.4 PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE .....	6
2.5 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE .....	21
2.6 PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI) .....	23
2.7 PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI).....	25
2.8 INFISSI.....	26
2.9 PORTE E PORTONI OMOLOGATI REI.....	27
2.10 PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI.....	28
2.11 PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO.....	30
2.12 PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE .....	32
2.13 PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO .....	33
2.14 PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO.....	34
3. SISTEMAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E RACCOLTA DIFFERENZIATA .....	35
4. MOVIMENTI TERRA .....	36
4.1 SCAVI.....	36
4.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI.....	37
4.3 DRENAGGI ED OPERE DI AGGOTTAMENTO .....	40
4.4 RILEVATI E RINTERRI.....	40
4.5 RINTERRI .....	41
4.6 BONIFICA ORDIGNI BELLCI .....	41
5. DRENAGGI VESPAI - INERTI - MASSETTI.....	43
5.1 DRENAGGI, CONTROMURAZIONI, INTERCAPEDINI, VESPAI.....	43
6. MURATURE .....	44
6.1 MURATURE IN LATERIZIO, TERMOLATERIZIO, CALCESTRUZZO .....	44
6.2 MURATURE DA TAMPONAMENTO IN LATERIZIO .....	47
6.3 CARATTERISTICHE DELLE MALTE .....	48
6.4 MESSA IN OPERA DELLE MURATURE IN GENERE .....	53
7. GIUNTI DI DILATAZIONE .....	54
7.1 PROTEZIONE CONTRO LE INFILTRAZIONI D'ACQUA.....	55
7.2 PROTEZIONI PROVVISORIE DURANTE IL CORSO DEI LAVORI.....	55
8. MASSETTI E SOTTOFONDI.....	55

---

8.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	55
8.2	MASSETTI AUTOLIVELLANTI .....	55
9.	PANNELLI DI TAMPONAMENTO PREISOLATI .....	58
10.	ISOLAMENTI.....	60
11.	CONTROSOFFITTI.....	70
11.1	CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO .....	72
11.2	CONTROSOFFITTI IN FIBRA MINERALE.....	72
11.3	CONTROSOFFITTI REL.....	74
11.4	CONTROSOFFITTI IN DOGHE METALLICHE .....	75
11.5	CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO PER ESTERNI.....	75
12.	PARETI E SOFFITTI IN CARTONGESSO.....	77
13.	INTONACI.....	86
14.	TINTEGGIATURE, VERNICIATURE, FINITURE PROTETTIVE DEL C.A., IMPREGNANTI, SOLVENTI, COLLANTI .....	91
14.1	STOCCAGGIO DELLE PITTURE E DILUENTI.....	98
14.2	PULIZIA E PROTEZIONE DELL'OPERA.....	98
14.3	GARANZIA SULLE OPERE ESEGUITE .....	98
15.	PAVIMENTI - RIVESTIMENTI.....	99
15.1	PAVIMENTI E RIVESTIMENTI IN GRES, CERAMICA, KLINKER.....	99
15.2	PAVIMENTI VINILICI.....	102
15.3	PAVIMENTAZIONI INDUSTRIALI .....	104
15.4	PAVIMENTO IN QUADROTTI CON FINITURA IN GHIAIA LAVATA.....	105
15.5	RIVESTIMENTI.....	105
16.	IMPERMEABILIZZAZIONI - LATTONERIE – MANTI DI COPERTURA.....	109
17.	OPERE DA LATTONIERE .....	114
18.	SERRAMENTI ESTERNI .....	115
19.	SERRAMENTI INTERNI E REL.....	137
20.	OPERE IN FERRO .....	146
21.	PARETI PREFABBRICATE.....	148
22.	GIUNTI .....	148
23.	TORRINI DI VENTILAZIONE .....	151
24.	ASCENSORI.....	151
25.	OPERE STRADALI – PAVIMENTAZIONI ESTERNE.....	152
26.	FOGNATURE BIANCHE .....	158
27.	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	181
28.	APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI .....	194
29.	REQUISITI PER I COMPONENTI EDILIZI .....	194

---

# 1. PREMESSA

Il presente disciplinare descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali e delle forniture previste per la realizzazione delle opere civili. All'interno di questo documento vi è una prima parte descrittiva degli **elementi interni e dell'involucro** esterno e un'ultima parte per le **opere di sistemazione esterna** di pertinenza del medesimo fabbricato.

## 2. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - ORDINE A TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

### REGOLE GENERALI

Ai fini contrattuali le varie sezioni od articoli devono intendersi fra di loro correlati ed integrati.

I lavori, descritti nelle diverse sezioni, devono essere fra di loro coordinati, in modo da assicurare un regolare procedere di tutte le lavorazioni oggetto dell'appalto.

Le specifiche relative alle opere di pertinenza di una sezione, ma in essa non menzionate, vanno ricercate in altre sezioni.

Le norme di seguito richiamate devono intendersi come facenti parte integrante dei documenti contrattuali.

Le raccomandazioni dei Produttori sul trasporto, l'installazione e la posa in opera dei materiali e/o manufatti avranno valore di norma.

Le specifiche, nella loro stesura, potrebbero contenere delle frasi incomplete, l'Appaltatore dovrà completarle e interpretarle secondo la logica dell'argomento trattato.

L'errata ortografia, la mancanza di punteggiatura od altri errori simili non potranno modificare l'interpretazione del senso delle frasi intese nel contesto dell'argomento trattato.

In caso di riferimenti a sezioni diverse errati o mancanti, l'Appaltatore dovrà procedere alla loro individuazione secondo la logica dell'argomento trattato.

I lavori descritti nelle specifiche devono intendersi forniti in opera e compiuti in ogni loro parte, comprensivi, cioè, di tutti gli oneri derivanti da prestazioni di mano d'opera, fornitura di materiali, trasporti, noli, ecc..

### QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E LORO ACCETTAZIONE - PROVE E CAMPIONI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. **In generale si applica il riferimento normativo relativo alla Marcatura CE dei prodotti da costruzione, ossia il D.Lgs. 106/2017.**

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, norme U.N.I., C.N.R., C.E.I. anche in corso di emanazione, qualora siano entrate in vigore al momento dell'esecuzione delle opere.

Qualora non sia prevista la "normativa di prodotto" (UNI e CEI o ISO, CEN o CENLEC) si presumono idonei all'impiego i prodotti:

- che recano il marchio CE apposto a cura e con responsabilità del fabbricante
- per i quali è stato rilasciato un benestare tecnico europeo
- che siano accompagnati da un attestato di conformità ai requisiti della specificazione tecnica rilasciata da organismi governativi e no, appositamente riconosciuti.

---

## DEFINIZIONI GENERALI

Fermo restando le disposizioni di carattere generale, tutti i materiali e le forniture da impiegare dovranno osservare le prescrizioni del presente capitolato, dei disegni allegati e della normativa vigente, nonché delle eventuali migliorie offerte in sede di gara.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti, sia nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione del Committente.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- d) da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

In generale i materiali da utilizzare dovranno avere le caratteristiche che seguono.

Tutte le categorie di lavoro indicate negli articoli seguenti dovranno essere eseguite nella completa osservanza delle prescrizioni del presente capitolato, della specifica normativa e delle leggi vigenti nonché delle eventuali migliorie offerte in sede di gara.

Dovrà essere permesso l'accesso al cantiere, in qualsiasi momento, alla direzione lavori e ai tecnici dell'Amministrazione comunale, per effettuare controlli.

### **2.1 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO**

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1995 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1, UNI EN 197-2 e UNI EN 197-4.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondiali da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti

---

degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Materiali in Genere*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.2 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE**

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo- superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Materiali in Genere*", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti) e UNI 10765.

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13139, UNI EN 13055-1, UNI EN 12620.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

---

## **2.3 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

## **2.4 PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE**

1 - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
- b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

*b1)* qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purchè presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purchè presenti su meno del 10% degli elementi;

*b2)* qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purchè presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- piccole fenditure;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

*b3)* qualità III: esenti da difetti che possano compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica); alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

- c) avere contenuto di umidità tra il 10 e il 15%;

---

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;

d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura; per i metodi di misura valgono le prescrizioni delle norme vigenti;

f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggono da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

Nel caso si utilizzino piastrelle di sughero agglomerato le norme di riferimento sono la UNI ISO 3810;

3 - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione di cui alla norma 14411 basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme UNI EN ISO 10545-2 e 10545-3.

a) Le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alla norma UNI EN 14411.

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono all'appendice Q della UNI EN 14411, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

b) Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle greificate" dal Regio Decreto 2234/39, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo;

- resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo;

- coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse, per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alle norme UNI vigenti;

- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori nel rispetto della norma UNI EN ISO 10545-1.

d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

4 - I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista (norma UNI 8272-1);

b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2.

Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi;

c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- rotoli: lunghezza +1%, larghezza +0,3%, spessore +0,2 mm;

- piastrelle: lunghezza e larghezza +0,3%, spessore +0,2 mm;

- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm;
- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A (norma UNI EN ISO 868);
- e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>;
- f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 e s.m.i.;
- h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, inteso come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
- l) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) ad i), si intende effettuato secondo le modalità indicate nel presente articolo in conformità alla norma UNI 8272 (varie parti);
- m) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le indicazioni di cui ai commi da a) ad i).

5 - I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 649.

I criteri di accettazione sono quelli del punto 1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

6 - I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto. I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direzione dei Lavori.

I metodi di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo in conformità alla norma UNI 8298 (varie parti) e UNI 8297.

CARATTERISTICHE	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	I1	I2	F1	F2	A	S

Colore	Identificazione	-	-	+	+	+	-
chimico-fisica	Spessore	+	+	+	+	+	+
Resistenza all'	abrasione	-	-	+	+	+	+
Resistenza al	punzonamento dinamico (urto)	+	+	+	+	+	+
Resistenza al	punzonamento statico	-	+	+	+	+	+
Comportamento all'	acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla	pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Resistenza al	fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla	bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'	invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei	ripristini	-	-	+	+	+	+
+ Significativa - Non significativa							

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

7 - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle seguenti prescrizioni.

a. Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata. I prodotti sopracitati devono rispondere al Regio Decreto 2234/39 per quanto riguarda le

---

caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 1 avendo il Regio Decreto sopracitato quale riferimento.

b. Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla norma UNI EN 1338. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 1 con riferimento alla norma UNI EN 1338.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

8 - I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., fare riferimento alla norma UNI EN 14618.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte); le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al Regio Decreto 2234/39 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm; l'accettazione avverrà secondo il punto 1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

---

9 - I prodotti tessili per pavimenti (moquettes).

a) Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della norma UNI 8013-1;

b) i prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

c) i criteri di accettazione sono quelli precisati nel punto 1; i valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei Lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma UNI 8014 (varie parti);

d) i prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

10 - Le mattonelle di asfalto:

a) dovranno rispondere alle prescrizioni del Regio Decreto 2234/39 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto: 4 Nm (0,40 kgm minimo; resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup> (30 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro: 15 mm massimo per 1 km di percorso;

b) per i criteri di accettazione si fa riferimento al punto 1; in caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

11 - I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date dalle norme vigenti. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

12 - I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche seguenti:

- contenuto di legante misurato secondo la norma UNI EN 12697-1;
- granulometria: misurata secondo la norma UNI EN 12697-2;
- massa volumica massima misurato secondo UNI EN 12697-5;
- compatibilità misurata secondo la norma UNI EN 12697-10;

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica:, UNI EN 1816, UNI EN 1817, UNI 8297, UNI EN 12199, UNI EN 14342, UNI EN 434, UNI ISO 4649.

---

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.5 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE**

1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano in base:

- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:

mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;

asfalti colati;

malte asfaltiche;

prodotti termoplastici;

soluzioni in solvente di bitume;

emulsioni acquose di bitume; prodotti

a base di polimeri organici.

c) La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Membrane

a) Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni. Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

b) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI 9380-2 oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI 9168-2, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai

---

valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380-2 e UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI 9168-2, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380-2 e UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

e) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8, oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

f) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8 oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:

a) - membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);

- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;

- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);

- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;

- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);

- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;

- membrane polimeriche accoppiate. Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.

In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

Classe A membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce. Classe E

membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

---

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purchè rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate UNI EN 13361, UNI EN 13362, UNI EN 13491, UNI EN 13492 e UNI EN 13493.

4 - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono soddisfare le caratteristiche previste dalle norme UNI e devono essere conformi alle norme vigenti.

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori e per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI 8178, UNI 8629-4-6-7-8, UNI 9168-2.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.6 PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI)**

1 - Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alla norma UNI EN 572 (varie parti). I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

- I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

- I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie.

- I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 (varie parti) che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

2 - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

---

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 12150-1 e UNI EN 12150-2 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

3 - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 1279-1-2-3-4-5 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

4 - I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI EN ISO 12543 (varie parti);
- b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 12543;
- c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI EN 1063.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

5 - I vetri piani profilati ad U sono dei vetri grezzi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN 572-7 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

6 - I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI EN 1051-1 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

---

## **2.7 PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

1 - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alla norma UNI ISO 11600 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

2 - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3 - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

---

Il soddisfacimento delle prescrizioni richieste si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.). Per i nontessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 13888, UNI EN 12004, UNI EN 12860.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.8 INFISSI**

1 - Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 ed alla norma armonizzata UNI EN 12519.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono, nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), essere conformi alla norma UNI 7959 ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio più vetro più elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere punto 3, lett. b.); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

---

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti(vedere punto 3).

3 - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

4 - Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

a) La Direzione dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210, UNI EN 12211, UNI EN ISO 10077, UNI EN 179, UNI EN 1125, UNI EN 1154, UNI EN 1155, UNI EN 1158, UNI EN 12209, UNI EN 1935, UNI EN 13659, UNI EN 13561, UNI EN 13241-1, UNI 10818, UNI EN 13126-1, UNI EN 1026 UNI EN 1027.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.9 PORTE E PORTONI OMOLOGATI REI**

Il serramento omologato REI deve essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato e alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento.

La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova.

---

## 2.10 PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

1 - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.);

a seconda della loro collocazione:

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e in genere come da norma UNI 8012.

### 2 - Prodotti rigidi

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981 (varie parti).

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo: prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue.

f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### 3 - Prodotti flessibili.

a) Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali del 1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e, quando richiesto, avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme UNI EN 233, UNI EN 234, UNI EN 266, UNI EN 259-1 e UNI EN 259-2 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

### 4 - Prodotti fluidi o in pasta.

a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

---

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.11 PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO**

1 - Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione tab. 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI EN 824 e UNI EN 825 ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

A) MATERIALI FABBRICATI IN STABILIMENTO: (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

1) Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti "fibre minerali-perlite", calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

5) Materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

La legge 257/92 vieta l'utilizzo di prodotti contenenti amianto quali lastre piane od ondulate, tubazioni e canalizzazioni.

B) MATERIALI INIETTATI, STAMPATI O APPLICATI IN SITO MEDIANTE SPRUZZATURA.

1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

- 
- 2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta
    - composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.
  - 3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta
    - composizione chimica organica: plastici compatti;
    - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
    - composizione chimica mista: asfalto.
  - 4) Combinazione di materiali di diversa struttura
    - composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
    - composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.
  - 5) Materiali alla rinfusa
    - composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
    - composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
    - composizione chimica mista: perlite bitumata.

2 - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- b) spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- c) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alle relative norme vigenti) ed espressi secondo i criteri indicati nelle norme UNI EN 12831 e UNI 10351;
- e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:
  - reazione o comportamento al fuoco;
  - limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
  - compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

3 - Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei Lavori può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamento, ecc. significativi dello strato eseguito.

4 - Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

Se non vengono prescritti valori per alcune caratteristiche si intende che la Direzione dei Lavori accetta quelli proposti dal fornitore: i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

---

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.12 PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE**

1 - Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

2 - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante pressatura o trafilatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI EN 771-1;
- b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI EN 771-1 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;
- c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettate in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

3 - I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoisolometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

---

4 - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

5 - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **2.13 PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO**

1 - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha = \frac{W_a}{W_i}$$

dove:

$W_i$  è l'energia sonora incidente;  $W_a$  è l'energia sonora assorbita.

2 - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

- 1) minerali (fibra di vetro, fibra di roccia) (norma UNI 5958);
- 2) vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari:

- 1) minerali:
  - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
  - laterizi alveolari;
  - prodotti a base di tufo.
- 2) sintetici:
  - poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
  - polipropilene a celle aperte.

3 - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo UNI EN 29053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

4 - Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei Lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

## **2.14 PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO**

1 - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a ridurre in maniera sensibile la trasmissione dell'energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R), definito dall'espressione:  $R = 10 \log \frac{W_i}{W_t}$

$R = 10 \log \frac{W_i}{W_t}$

$W_t$

dove:

$W_i$  è l'energia sonora incidente;  $W_t$

è l'energia sonora trasmessa.

---

2 - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 140 (varie parti), rispondente ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto e per quanto previsto in materia dalla legge 254/95, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

3 - Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei Lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### **3. SISTEMAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E RACCOLTA DIFFERENZIATA**

#### **RIFIUTI DI CANTIERE**

L'Impresa appaltatrice dovrà suddividere i rifiuti di cantiere generati da sfridi, eventuali piccole demolizioni, rimozioni e lavorazioni in genere in un numero di frazioni il più alto possibile, al fine di garantire il recupero delle frazioni riciclabili, riutilizzabili o da destinare alla realizzazione di Materie Prime Seconde. Spetta all'impresa esecutrice l'onere del recupero (selezione, trasporto ed immagazzinamento nelle aree indicate) dei materiali ritenuti dalla DL eventualmente riutilizzabili o riciclabili, da utilizzare nelle successive lavorazioni all'interno dello stesso cantiere, da conferire ai consorzi di raccolta o alle isole ecologiche più vicine. Solo per i materiali ritenuti dalla D.L. non riutilizzabili e quindi di scarto, l'Impresa dovrà provvedere al trasporto a discarica. Non dovranno essere in alcun caso appiccati fuochi per la riduzione del materiale di scarto. Dovrà essere dimostrato il conferimento dei materiali da destinare al recupero e al

---

riciclaggio, mediante apposita ricevuta rilasciata dai consorzi di raccolta o dall'isola ecologica cui il materiale verrà consegnato.

### **SISTEMAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE**

E' previsto l'allestimento di una zona di deposito delle frazioni omogenee dei rifiuti all'interno dell'area di cantiere, al fine di separare i materiali in frazioni omogenee che verranno poi sottoposte ad adeguati trattamenti che ne facilitino il reimpiego e la valorizzazione anche nei lavori oggetto dell'Appalto:

La raccolta in cantiere per frazioni omogenee si effettuerà durante tutta la durata dei lavori, al fine di selezionare gli sfridi previsti dalle lavorazioni.

Tutto questo al fine di ridurre al minimo il ricorso alla discarica, previsto dal Decreto Ministeriale 13 marzo 2003 – Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica alla Tab. 3, ovvero per Rifiuti selezionati da Costruzione e Demolizione definiti come rifiuti contenenti una bassa percentuale di materiali (metalli, plastica, terra, sostanze organiche, legno, gomma ecc.).

In ogni caso le materie depositate non devono essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque superficiali. La D.L. può far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in difformità alle precedenti disposizioni.

## **4. MOVIMENTI TERRA**

### **4.1 SCAVI**

#### **Normativa di riferimento**

D.M. LL.PP. 11.3.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e Circ. Min. LL.PP. 24.9.1988 n. 30483 contenente le istruzioni relative.

L'Impresa dovrà all'occorrenza sostenere gli scavi con convenienti sbadacchiature, puntellature o armature; i relativi oneri sono compresi e compensati nei prezzi degli scavi; in ogni caso resta a carico dell'Impresa ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti dello scavo.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo senza diritto a compenso. Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali. L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli scavi, al fine di limitare i trasporti, dovranno essere accatastati in sito, in luogo idoneo all'interno dell'area di cantiere, e riutilizzati interamente nelle opere di reinterro e livellamento del lotto, ove non siano utilizzabili o non ritenuti adatti dalla DL ad altro impiego in cantiere, dovranno essere trasportati a discarica con onere di pulizia dei residui caduti in sede stradale. In ogni caso le materie depositate non devono essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque superficiali. La D.L. può far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in difformità alle precedenti disposizioni.

Restano a carico dell'Impresa tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di discarica o di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché quelle per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e della sistemazione e regolarizzazione superficiale prima e dopo l'utilizzazione nelle seconde.

---

Gli scavi saranno eseguiti conformi alle prescrizioni di progetto salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla direzione dei lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavo dei canali e dei bacini, nello spianare e sistemare i cigli e le banchine, nel configurare e profilare le scarpate. L'appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi e i riempimenti al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e lo espurgo di manutenzione.

L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi dotati di propulsori funzionanti a gas metano o GPL e con sufficiente mano d'opera in modo da formare scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito dei mezzi d'opera nonché l'attività delle maestranze. Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'Appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi degli argini, delle massicciate stradali ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli.

Egli dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiatura, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano una adeguata protezione.

Qualora durante gli scavi vengano rinvenute opere, canalizzazioni, cunicoli, cavi o tubazioni in genere, ovvero altri ostacoli, previsti ed imprevisi, l'Impresa dovrà provvedere affinché le opere suddette rimangano nella situazione originaria e non vengano danneggiate dai lavori in corso, rimanendo comunque responsabile dei danni che dovessero derivare dalla loro manomissione.

## **4.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI**

### **Diserbo**

Il trattamento di pulizia dei terreni vegetali con l'eventuale presenza di piante infestanti dovrà essere eseguito con un taglio a raso terra della vegetazione di qualsiasi essenza (erbacea, arbustiva e legnosa) ivi includendo l'onere per il conferimento verso l'isola ecologica più vicina allo scopo di destinare gli sfalci di risulta e altri materiali vegetali proveniente dalle rimozioni al compostaggio (non dovranno essere in alcun caso appiccati fuochi per la riduzione del materiale). Dovrà essere dimostrato il conferimento dei materiali, mediante apposita ricevuta rilasciata dai consorzi di raccolta o dall'isola ecologica cui il materiale stesso verrà consegnato.

### **Scavi di sbancamento - Formazione dei piani di posa**

Per realizzare le fondazioni si esegue uno scavo di profondità idonea per contenere le fondazioni stesse. Il primo strato asportato (10-40 cm) contiene terra fertile che può essere utilizzata a fine lavori per la sistemazione del verde intorno all'edificio.

Per poter riutilizzare il terreno fertile asportato è necessario accumularlo, dove possa non ingombrare ed evitando di mischiarlo con terra sterile, in cumuli non più alti di 1-2 m in modo che la pressione e la scarsa ventilazione non la rendano sterile. Nel caso di accatastamento per periodi lunghi (oltre 3 mesi) è preferibile coprire la terra con zolle erbose.

Anche il terreno sterile asportato può essere riutilizzato per la modellazione del terreno e per la creazione di terrapieni antirumore, terrazzamenti ecc. E' buona norma prevedere il riutilizzo del materiale di riporto fin dalle prime fasi della progettazione, ciò consente di razionalizzare il trasporto alla discarica ed è preferibile dal punto di vista ambientale.

Per scavi di sbancamento si intendono quelli eseguiti per la formazione del piano di posa della massicciata, delle sottopavimentazioni, per il raggiungimento delle quote di estradosso delle fondazioni delle costruzioni.

L'impresa è tenuta ad effettuare prove in situ atte a conoscere la portanza del terreno. Il piano di posa sarà preparato nei modi seguenti:

- rimozione dello strato vegetale e/o scarifica del piano stradale;
- taglio degli alberi, estirpazione di radici, ceppaie, cespugli;
- idoneo riempimento o compattazione delle buche derivanti da estirpazioni di radici.

---

Se il terreno appartiene ai gruppi A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, la D.L. potrà indicare, a suo insindacabile giudizio:

- compattazione;
- la stabilizzazione dello strato e la compattazione ad una densità di almeno il 95% della prova Proctor mod.;
- la sostituzione dello strato, per uno spessore stabilito dalla D.L., con idoneo materiale che dovrà essere compattato alla densità prescritta.

L'Impresa dovrà assicurare lo smaltimento delle acque dal piano di posa.

Il sottofondo dovrà essere costipato per una profondità di almeno 30 cm. ad una densità pari al 95% della prova Proctor mod.

La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento dei piani di posa mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_e$ , determinato con piastra da 30 cm. di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317).

Il suddetto controllo eseguito da tecnici specializzati è un onere a carico dell'Impresa Appaltatrice.

Il valore di  $M_e$  misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>:

$$M_e = f_o \frac{p}{s} D \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dove:

$f_o$  = fattore di forma della ripartizione del costipamento (per piastra circol. = 1)  $D$  = diametro della piastra in mm.

$p$  = differenza del peso specif. tra due piani

$s$  = differenza dello spostamento in mm. della piastra di carico, circolare, rigida corrispondente a  $p p$   
= peso specifico in N/mm<sup>2</sup> trasmesso al suolo dalla piastra.

### **Scavi a sezione obbligata**

Nella esecuzione degli scavi in trincea, l'Appaltatore, senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso, dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori.

Pure senza speciale compenso, bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisca in funzione delle varie profondità, l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

#### Scavi in prossimità di edifici

Qualora i lavori si sviluppino lungo strade o zone affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.

Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali, restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore, si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, faranno carico alla Stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi di elenco.

Qualora, lungo le strade o nelle zone adiacenti nelle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza idonee spie.

---

Non è consentito l'uso del martello demolitore nel caso di presenza di roccia, in adiacenza a fabbricati e/o manufatti. Sono consentiti solo sistemi che utilizzano miscele chimiche.

#### Interferenze con servizi pubblici

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), saranno a carico della Stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

#### Materiali di risulta

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali o inerti paragonabili ad A1 - A1a e A1b, o inerti provenienti da demolizioni in calcestruzzo o in laterizio, le cotiche erbose e il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali di interesse prima di approfondire le trincee.

Di norma, il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime, in modo, tuttavia, da non ostacolare o rendere pericolosi l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, alle pubbliche discariche.

In tutti i casi, i materiali eccedenti e quelli che non siano impiegabili nei reinterri necessari a realizzare le quote previste nel progetto, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto all'atto dello scavo ed avviati nella zona della discarica individuata dalla Direzione Lavori, senza alcun compenso aggiuntivo.

#### Scavi in corrispondenza di diaframmi, paratie, opere di sostegno

Durante l'esecuzione degli scavi all'interno di strutture di contenimento del terreno, quali diaframmi, paratie, palancolati, ecc. l'impresa dovrà avere cura di eseguire lo sbancamento per strati di spessore non superiore a m 1.00, verificando di volta in volta, lo stato tensionale degli elementi strutturali di sostegno del terreno.

Una volta giunti alle quote previste dal progetto per la realizzazione di tiranti o cordoli tirantati, l'impresa dovrà sospendere le operazioni di avanzamento dello scavo fino a quando, in accordo con la D.L. non saranno completati i lavori di ancoraggio e le relative verifiche degli stati tensionali degli elementi introdotti. Una volta completati gli scavi fino alla quota prevista si dovrà procedere all'accurata pulizia delle pareti superficiali messe a nudo dallo scavo, per i successivi trattamenti di finitura. Armature e sbadacchiature speciali per gli scavi di fondazione

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Impresa essendo compensato col prezzo di elenco per lo scavo, finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Impresa. Tale disposizione si applica anche agli scavi armati per fognature e taglio aperto.

#### **Scavi per impianti di messa a terra**

Dovrà essere realizzato uno scavo, da eseguirsi con mezzo meccanico (o, per casi particolari, a mano, su esplicita disposizione della DL), con ripristino del terreno, del manto bituminoso o della pavimentazione, per la posa in opera di corda di rame per impianti di dispersione di terra e posa del conduttore ad una profondità minima di 0,50m al di sotto della sistemazione definitiva del terreno.

---

### **4.3 DRENAGGI ED OPERE DI AGGOTTAMENTO**

Le canalizzazioni ed i manufatti saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Perciò, in caso di necessità, si collocherà sotto il piano di fondazione dei manufatti un canaletto o un tubo di drenaggio o una platea formata da file staccate di conci di calcestruzzo, così da ottenere, con l'impiego di pompe l'abbassamento della falda freatica sotto il piano di fondazione. Sopra i tubi di drenaggio si stenderà uno strato di ghiaia; sui conci si collocheranno lastre per la copertura dei relativi canaletti e su queste uno strato di ghiaia; si comincerà quindi la gettata di fondazione dei manufatti.

Gli scavi dovranno, di norma, essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale. L'Appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggotamenti.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, le zone di impianto, lo inizio e la cessazione del funzionamento.

Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa anche le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio - da un punto all'altro dei lavori - dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica, le relative cabine, il noleggio, la posa e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico.

L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Dovendo scaricare nella fognatura stradale le acque di aggotamento, si dovranno adottare gli accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzione dei condotti.

In ogni caso, ad immissione ultimata, l'Impresa dovrà tempestivamente provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggotamento, l'Impresa - a richiesta della Direzione dei Lavori - dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggotamento, nonché del rallentamento dei lavori per tal motivo.

### **4.4 RILEVATI E RINTERRI**

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, cosicché, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.
- Per conseguenza, malgrado ai rinterri si debba, di norma, provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi, non potranno in alcun caso essere impiegati materiali, quali scorie e terreni gessosi, che possano aggredire chimicamente le opere, né voluminosi, quali terreni gelati o trovanti, o di natura organica, quali legno, torba e simili, che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche per essere idoneo a massicciate, argini ecc, o non ne è stato previsto il suo riutilizzo come rinterro, dovrà essere allontanato e steso nelle zone di discarica; tale operazione è un onere già remunerato nelle voci di elenco prezzi inerenti gli scavi. Il corrispettivo per il rinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende invece la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia,

---

massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterrati o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i rinterrati, si dovrà distinguere fra il rinalzo della tubazione, il riempimento di buche, la formazione di massicciate o di argini.

Il rinalzo si estende dal fondo della fossa sino ad un' altezza variabile dai 10 ai 30 cm a secondo delle prescrizioni della Direzione Lavori sopra il vertice del tubo; esso deve essere realizzato con terreno privo di ogni materiale estraneo, ciottoli compresi, suscettibile di costipamento in strati di altezza non superiore a 30 cm. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione, ad evitare il determinarsi di spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, lo spostamento dei condotti, quando essi siano realizzati con elementi prefabbricati.

Subito dopo il rinalzo della canalizzazione, seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Qualora per il riempimento degli scavi il progetto prevedesse l'impiego di materiale inerte (ghiaie, sabbia o stabilizzato) e nel contempo la Direzione Lavori verificasse la non idoneità del materiale proveniente dagli scavi, l'impresa su indicazioni della direzione lavori stessa provvederà al riempimento degli scavi e/o al rinfianco delle tubazioni con i materiali indicati in elenco prezzi e nelle tavole esecutive di progetto. I prezzi stabiliti dall'Elenco per scavi comprensivo di rinterrati remunerano anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle zone in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta.

Essi sono pure comprensivi degli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei rinterrati, e delle prestazioni di mano d'opera e di mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'appalto, o al conseguimento del collaudo.

L'osservanza delle prescrizioni impartite nel presente articolo in ordine alle modalità di esecuzione dei rinterrati e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali non solleva l' Appaltatore da nessuna responsabilità relativa alla buona riuscita dell'operazione.

## **4.5 RINTERRI**

a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

b) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrati e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterrati saranno specificati sui disegni costruttivi.

## **4.6 BONIFICA ORDIGNI BELLICI**

Prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa ha l'obbligo della completa bonifica di quanto eventualmente interferente con gli scavi stessi; in particolare dovrà provvedere alla bonifica da ordigni bellici prima di qualsiasi movimentazione del terreno, alla asportazione dei materiali ferrosi in superficie o interrati, alla bonifica di qualsiasi sostanza chimica eventualmente presente in accordo con le specifiche normative vigenti ed al ricoprimento dei cavi residui con materiale da concordare con la D.L. senza che ciò possa determinare ulteriori compensi da corrispondere all'Impresa stessa, in quanto tutti gli oneri sopradescritti sono già compresi nel prezzo dell'appalto.

La bonifica bellica sistematica terrestre da ordigni esplosivi residuati bellici sul territorio nazionale da effettuare, a scopo precauzionale, da soggetti interessati, mediante ditte iscritte all'albo istituito ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177. A tal fine, l'amministrazione difesa esercita le funzioni di vigilanza e sorveglianza

---

l'esecuzione delle attività ai sensi dell'art. 22 del decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66 – codice dell'ordinamento militare – e del decreto ministeriale 28 febbraio 2017.

La bonifica sistematica terrestre (bst) si prefigge lo scopo di eliminare dal terreno di interesse tutti gli ordigni esplosivi residuati bellici che rappresentano un rischio potenziale per l'utilizzo in sicurezza dell'area, per la pubblica incolumità,

per l'utilizzo futuro del sedime o delle eventuali opere da realizzare ovvero per la sicurezza delle maestranze che dovranno effettuare operazioni di scavo preliminari alla realizzazione delle opere.

La responsabilità delle attività di direzione, coordinamento e controllo sulle attività di bonifica sistematica terrestre condotte mediante impresa specializzata è attribuita dal ministro della difesa alla direzione dei lavori e del demanio (geniodife), la quale si avvale del supporto fornito dagli organi esecutivi periferici (oep) funzionalmente dipendenti, segnatamente dal 5° reparto infrastrutture di padova e dal 10° reparto infrastrutture di napoli, secondo la giurisdizione territoriale, includendo i necessari margini di sicurezza previsti, al fine di ottenere con la massima certezza la totale garanzia di sicurezza per l'incolumità di personale e mezzi.

Come da indicazioni progettuali la superficie interessata dal servizio di bonifica bellica si svilupperà in relazione alle quote di scavo raggiunte ed alle lavorazioni apportate per la realizzazione dell'opera principale, *il parere vincolante dell'autorità militare competente per territorio potrà prevedere:*

**V.00a** – Predisposizione pratica relativa all'ottenimento delle necessarie autorizzazioni da parte delle Autorità Militari Competenti per territorio (**come da DIRETTIVA GEN-BST 001-2017**). Compreso l'iter per l'eventuale parzializzazione dei collaudi per garantire tempestivamente l'accesso all'impresa nelle aree bonificate.

**V. 1a** - Mobilizzo e smobilizzo cantiere, operatori rastrellatori e personale operaio specializzato muniti di brevetto B.C.M., apparati di rilevamento elettronici mod. Ferex e Magnex, mezzi di trasporto, attrezzature speciali di trivellazione e scavo e quanto altro necessario per la conduzione dei lavori a regola d'arte e nel completo rispetto nell'enorme sulla sicurezza.

- Bonifica superficiale (*propedeutica a qualsiasi bonifica profonda*), mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici da eseguirsi su tutte le aree interessate dai lavori principali, comprese le aree di cantierizzazione e/o stoccaggio materiali, con adeguato margine di sicurezza perimetrale (1,5 m) e garanzia di agibilità fino a cm. 100 dal p.c.

- Bonifica in profondità mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici eseguita a mezzo di trivellazioni verticali spinte fino alla quota indicata dall'Amministrazione Militare (*si presume* sino a mt -3.00/-5.00 dal p.c.e);

**a. trivellazioni spinte fino a 3,00 m con garanzia fino a 4,00 m a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 1,00 m e fino a 3,00 m e dove verranno realizzate opere a carattere permanente comprese strade, impianti tecnologici, vialetti e aree di cantiere;**

**b. trivellazioni spinte fino a 5,00 m con garanzia fino a 6,00 m a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 3,00 m e fino a 5,00 m;**

**c. trivellazioni spinte fino a 7,00 m con garanzia fino a 8,00 m a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 5,00 m nonché dove verranno realizzate opere d'arte in profondità, diaframmi, palancole, pali, trattamenti colonnari (jet-grouting), micropali, ecc.**

- Lavori di scavo puntuali eseguiti a macchina ed a mano per avvicinamento e scoprimiento degli ordigni esplosivi residuati bellici e/o masse ferrose rilevate con le operazioni di bonifica superficiale e profonda, compreso rinterro del materiale scavato e vagliato per ripristino sommario delle quote terreno originarie.

---

## 5. DRENAGGI VESPAI - INERTI - MASSETTI

### 5.1 DRENAGGI, CONTROMURAZIONI, INTERCAPEDINI, VESPAI

Si tratta di metodi di eliminazione dell'umidità che normalmente interessano fondazioni e/o muri interrati, in grado di assorbire acqua in fase liquida direttamente dal sottosuolo per capillarità. L'assorbimento si verifica alla base delle fondazioni, sulle pareti laterali e sulle pavimentazioni a diretto contatto con il terreno. L'acqua è in grado di penetrare

anche sottoforma di vapore, a causa delle diverse pressioni di vapore che vengono a verificarsi tra l'aria dei locali dell'edificio interessato ed il terreno; in caso di condensa risulta chiaro che andrà ad incrementarsi il fenomeno della risalita capillare. Le contromurazioni, dove previsto negli elaborati di progetto, sono adottate internamente all'edificio per separare i locali che si trovano a contatto diretto di muri controterra.

#### 5.1.1. Drenaggi

Drenaggi - Esterni, in grado di convogliare lontano dalla muratura le acque di scorrimento e quelle derivanti da falda freatica. Potranno essere disposti in aderenza ai muri oppure distaccati; nel primo caso si porrà, a contatto con il muro, una barriera impermeabile, costituita da guaine od ottenuta mediante pitture impermeabilizzanti.

Quando l'umidità è presente in quantità limitata per l'intercettazione dell'acqua potrà essere sufficiente una semplice trincea in ciottoli, scheggioni di cava sistemati a mano, dietro a muri di sostegno o a pareti controterra. In caso di quantità maggiori o nel caso di terreni impermeabili, sarà opportuno integrare il drenaggio con un tubo forato posto sul fondo della fossa con la funzione, di raccolta ed allontanamento delle acque in fognatura drenante.

Il materiale di riempimento per questo tipo di trincea dovrà essere di granulometria diversificata, sempre più fine man mano che ci si avvicina al tubo. Nel caso in cui si sia obbligati a scendere con lo scavo al di sotto della quota di fondazione sarà certamente opportuno posizionare la trincea ad almeno due metri dalla stessa per evitarne il possibile scalfamento.

Per evitare infiltrazione di acqua piovana bisognerà creare o ripristinare un marciapiede lungo tutto il perimetro dell'edificio. In tal modo l'assorbimento di umidità sarà ridotto al solo piano di appoggio della fondazione. Tale tipo di intervento potrà risultare efficace e risolutivo nei casi in cui la risalita capillare dell'umidità non superi i 40/50 cm, in tal caso bisognerà però predisporre un nuovo piano di calpestio per l'eventuale piano interrato esistente, creando un vespaio areato di altezza logicamente maggiore ai 40 cm.

Nel caso in cui le fondazioni siano immerse in terreni saturi di acqua ed a profondità maggiori siano presenti strati di suolo di tipo assorbente (per esempio un banco di ghiaia sciolta) è possibile procedere al risanamento di locali interrati ricorrendo alla creazione di pozzi assorbenti. Tali pozzi lasciano filtrare al loro interno l'acqua proveniente dal suolo saturo, convogliandola verso il sottostante banco assorbente. Si ottiene in tal modo un abbassamento del livello della falda acquifera ed un rapido prosciugamento delle acque piovane che, per gravità, penetrano nel terreno.

#### 5.1.2. Vespaio areato

Formazione di vespaio areato compresa la soletta in c.a. superiore, mediante il posizionamento, su piano preformato, di elementi plastici in polipropilene tipo CUPOLEX della Pontarolo Engineering S.p.A. o similare con caratteristiche analoghe, delle dimensioni e di altezza come da indicazioni del progetto definitivo, con forma a cupola ribassata e cono centrale con vertice verso il basso. Tali elementi mutuamente collegati, saranno atti a ricevere il getto in calcestruzzo C28/35 e formeranno dei pilastri nei due sensi, con superficie di contatto al terreno di circa 450 cm<sup>2</sup>/mq. L'intercapedine risultante sarà atta all'areazione e/o al passaggio di tubazioni o altro. Le chiusure laterali saranno eseguite con l'adozione dell'accessorio Beton stop per impedire l'ingresso del calcestruzzo nel vespaio e per realizzare tutte le misure di progetto evitando tagli e sfridi.

---

## 6. MURATURE

### 6.1 MURATURE IN LATERIZIO, TERMOLATERIZIO, CALCESTRUZZO

Le murature, così come tutte le grandi superfici, hanno una grossa responsabilità nel determinare le condizioni climatiche interne e quindi il benessere abitativo.

Esse devono avere resistenza meccanica, capacità fonoisolante e buone caratteristiche di separazione tra gli ambienti interessati, anche a livello termico.

#### Riferimenti normativi

- UNI 9269 Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti
- UNI ISO 7892 Prove di resistenza agli urti. Corpi per urti e metodi di prova
- UNI 10355
- Uni 8942/96
- D.M. 16/01/1996 Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circolare M. LL.PP. 4/07/1996, n. 156AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996.
- D.M.LL.PP. 9/01/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- circ.M.LL.PP. 15/10/1996, n.52 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9/10/1996.
- D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare M.LL.PP. 10/04/1997, n.65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.
- Eurocodice 2-UNI ENV 1992-1-1 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo".
- Eurocodice 3-UNI ENV 1993-1-1 "Progettazione delle strutture di acciaio".
- Eurocodice 6-UNI ENV 1996-1-1 "Progettazione delle strutture di muratura".

I materiali impiegati per l'esecuzione delle opere in oggetto, dovranno essere progettati con caratteristiche tecniche atte a soddisfare le seguenti sollecitazioni fisiche, chimiche, termiche.

#### Prescrizioni relative alle sollecitazioni meccaniche

##### Resistenza meccanica

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

- D.M.16/01/1996 Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- circ.M.LL.PP. 4/07/1996, n. 156AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996.
- D.M.LL.PP. 9/01/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- circ.M.LL.PP. 15/10/1996, n.52 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9/10/1996.
- D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- circ.M.LL.PP. 10/04/1997, n.65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.

- Eurocodice 2-UNI ENV 1992-1-1 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo".
- Eurocodice 3-UNI ENV 1993-1-1 "Progettazione delle strutture di acciaio".
- Eurocodice 6-UNI ENV 1996-1-1 "Progettazione delle strutture di muratura".
- D.M. LL.PP. 20.11.1992 (Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche).
- CNR B.U. 84;
- CNR B.U. 89;
- CNR B.U. 107;
- CNR B.U. 117;
- CNR B.U. 118;
- CNR UNI 10011;
- CNR UNI 10022.

Il paramento deve presentare una resistenza meccanica adeguata alle sollecitazioni dovute a:

- pesi propri;
- carichi di servizio;
- sisma;
- azioni del vento;
- variazioni di temperatura;
- urti;
- vibrazioni;
- movimenti della struttura portante dell'edificio.

### **Pesi propri e carichi di servizio**

I pesi propri saranno quelli dovuti ai materiali impiegati, così come rappresentati sui disegni, tenuto conto dei pesi per unità di volume riportati dal DM 16/01/1996, integrato, ove necessario dai valori contenuti nelle norme CNR 10012/81.

Andrà verificata la possibilità di accumulo di neve, ghiaccio e depositi eolici in accordo con il DM 16/01/96 e le relative istruzioni.

### **Sisma**

L'azione sismica ortogonale alla parete sarà rappresentata da un carico distribuito pari al peso della parete moltiplicato per i parametri  $\beta_c$  (riferimento a D.M. 16/01/96 – Norme tecniche per le costruzioni sismiche). L'effetto flessionale dell'azione sismica ortogonale alla parete sarà valutato nell'ipotesi di comportamento lineare a sezione interamente reagente. La  $\sigma$  massima di trazione deve essere inferiore al valore  $\sigma_{rt} = \tau_k$  si vede tabella 1 circolare 21745 30/7/81

Nel caso di muri a cassetta le due pareti devono essere collegate da connettori metallici. I tamponamenti esterni di altezza superiore a 3.5 ml o di superficie maggiore a 15 mq devono essere collegati alle strutture portanti mediante nervature verticali di interasse non superiore a 3.0 ml. Le aperture nei tamponamenti, in edifici da realizzare in zone con grado di sismicità  $S \geq 9$ , devono essere delimitate da un'intelaiatura i cui montanti devono essere prolungati fino a collegarsi con la struttura portante.

### **Urti**

Riferimenti normativi:

- UNI 9269P
- UNI ISO 7892

$\gamma_M$  è il fattore di sicurezza parziale per i ferri di ancoraggio

Il numero dei connettori deve comunque essere superiore a 2 per mq. Le pareti perimetrali devono resistere all'azione di urti applicati secondo la norma UNI 9269P.

Sottoposte alle azioni sulla faccia esterna e su quella interna le pareti devono conservare la loro integrità strutturale, non devono essere attraversate né fuoriuscire dalla loro cornice. Non devono inoltre cadute di frammenti che possano causare ferite a persone.

### Sicurezza al fuoco

I materiali adottati ed il progetto definitivo dei paramenti e del raccordo con le solette dovranno essere tali da rispondere alle specifiche dei Vigili del Fuoco e Comunali vigenti nel luogo di realizzazione delle opere.

### Resistenza agli agenti chimici, fisici e biologici

Il paramento, ivi compresi i componenti ed i materiali che lo costituiscono, deve resistere alle normali aggressioni chimiche, biologiche e fisiche derivanti dalle condizioni della zona in cui è ubicato, identificata come urbana non industriale. Non deve essere attaccabile dai roditori e dagli insetti in genere e dovrà essere adottato ogni accorgimento per non consentire nidificazioni di insetti, volatili, ecc... Oltre alle protezioni specificate nei disegni allegati, sarà cura del fornitore della facciata prendere tutte le precauzioni necessarie quando vi è contatto di materiali metallici diversi al fine di evitare corrosioni elettrochimiche. Il paramento, ivi compresi tutti i suoi componenti, non dovrà subire alcuna rilevante alterazione dovuta alla luce solare, a fenomeni di gelo, a variazioni termiche cicliche ed a vibrazioni.

## MURATURE IN CALCESTRUZZO ALLEGGERITO

Le pareti in calcestruzzo alleggerito prevedono l'utilizzo di blocchi di spessore 15-20-25 cm con argilla espansa a diminuire la densità e a migliorare la resistenza al fuoco dell'elemento. La densità del calcestruzzo, la percentuale di foratura, la forma e la disposizione delle camere d'aria sono studiate in modo da poter conferire alla muratura ottimi valori rispetto a tale parametro.

La densità deve essere compresa tra 1400 e 1600 kg/m<sup>3</sup>.

La parete deve essere realizzata con blocchi con Marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 771-3, prodotti da Aziende dotate di Sistema Qualità certificato da Ente accreditato secondo le norme UNI EN ISO 9001.

	Facciavista	Da intonaco
Densità del calcestruzzo	$1400 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1600 \text{ kg/m}^3$	$\rho \leq 1500 \text{ kg/m}^3$
Resistenza a compressione media normalizzata	$f_{bm} \geq 4,5 \div 8,0 \text{ N/mm}^2$	$f_{bm} \geq 2,5 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$
Spessore delle costole perimetrali del blocco	$\geq 28 \text{ mm}$ per blocchi cavi con spessore $> 160 \text{ mm}$ $\geq 22 \text{ mm}$ per blocchi cavi con spessore $< 160 \text{ mm}$ $\geq 20 \text{ mm}$ per blocchi multicamera	
Tolleranze dimensionali	p	LeS: -1+2; H±1,5mm LeS: -1+3; H±2,5mm
Conducibilità termica a secco del calcestruzzo Leca	$0,42 \text{ W/mK} \leq \lambda \leq 0,54 \text{ W/mK}$	$\lambda \leq 0,47 \text{ W/mK}$

## MURATURE IN CALCESTRUZZO AREATO AUTOCLAVATO

Realizzazione di tramezzature a giunto sottile con blocchi in calcestruzzo areato autoclavato tipo gasbeton evolution 500 o simile con analoghe caratteristiche tecniche, con dichiarazione di prestazione DOP e marcatura CE conforme a UNI EN 771-4, materiale naturale a basso impatto ambientale, lisci/maschiati, densità nominale 480 kg/mc,  $\lambda_{10D} = 0,110$  (sp), abbattimento acustico  $R_w = 40/43/45/48 \text{ dB}$ , reazione al fuoco A1, Resistenza al fuoco EI 120/180, legati con apposito collante tipo Maltacolla Gasbeton Ekoru o simile di categoria M5 a giunto sottile sp.1-3 mm, consumo medio 25 kg/mc c.a., steso con apposita cazzuola dentata in senso orizzontale e verticale, primo corso posato con apposita malta ancorante tipo Multimat gasbeton ekoru o simile di categoria M10 previa stesura di barriera impermeabile o di strato in blocchi idro taglia muro se in presenza di umidità di risalita capillare, da intonacare con finitura a piacere su intonaco premiscelato di sottofondo tipo Multicem Gasbeton Ekoru o simile dato dello spessore minimo di 10 mm all'interno.

## 6.2 MURATURE DA TAMPONAMENTO IN LATERIZIO

Muratura in blocchi forati tipo Poroton P700 o similare con analoghe caratteristiche tecniche, caratterizzati da una massa volumica lorda di circa 700-760 kg/m<sup>3</sup>, idonei all'impiego per la realizzazione di *murature di tamponamento*.

Le caratteristiche fisico-geometriche sono conformi ai requisiti stabiliti dalle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14/01/2008) e rientrano tra gli *elementi in laterizio* classificati come *forati* (percentuale di foratura 45% < φ ≤ 55%).

CARATTERISTICHE DEI BLOCCHI	
Range di spessori in produzione	15 + 45 (cm)
Classificazione del blocco	forato
Peso specifico apparente del blocco	~ 700 + 760 (kg/m <sup>3</sup> )
Percentuale di foratura, φ	≤ 55%
Resistenza caratteristica in direzione dei carichi verticali, f <sub>bk</sub>	> 5,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Res. caratt. in dir. ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro, f <sub>bk</sub>	> 1,0 (N/mm <sup>2</sup> )

CARATTERISTICHE DELLA MURATURA	
<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE<sup>1</sup></b>	
Resistenza caratteristica a compressione, f <sub>k</sub>	> 3,5 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a taglio, f <sub>vk0</sub>	> 0,1 (N/mm <sup>2</sup> )
Modulo di elasticità longitudinale, "E"	~ 3000 (N/mm <sup>2</sup> )
Modulo di elasticità tangenziale, "G"	~ 1200 (N/mm <sup>2</sup> )
<b>CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE<sup>2</sup></b>	
Conducibilità termica equivalente, λ	0,13 + 0,23 (W/m K)
Calore specifico medio equivalente della parete, c <sub>p</sub>	1000 (J/kg K)
Permeabilità al vapore, δ	20x10 <sup>-12</sup> (kg/msPa)
Resistenza al vapore, μ	10 (adim.)
Coefficiente di dilatazione termica lineare, α	~ 5x10 <sup>-6</sup> (m/m°C)
Dilatazione per umidità	~ 300 (μm/m)
<b>CARATTERISTICHE ACUSTICHE<sup>2</sup></b>	
Indice di valutazione Rw - Parete spessore 20 cm	50 (dB)
Indice di valutazione Rw - Parete spessore 25 cm	52 (dB)
Indice di valutazione Rw - Parete spessore 30 cm	52 (dB)
<b>COMPORTAMENTO AL FUOCO<sup>2</sup></b>	
Resistenza al fuoco EI (non portante - spessore ≥ 15 cm)	240 (min.)
Resistenza al fuoco REI (portante - spessore ≥ 28 cm)	180 (min.)
Resistenza al fuoco REI (portante - spessore ≥ 33 cm)	240 (min.)
Classe di reazione al fuoco	Euroclasse A1

<sup>1</sup> In relazione al tipo di malta impiegato

---

## 6.3 CARATTERISTICHE DELLE MALTE

Le malte da impiegare dovranno essere conformi alle classi M1/M2/ (per murature portanti) M3 (per murature di tamponamento) del D.M. 20.11.1987 ed, inoltre dovranno rispondere alle seguenti normative di unificazione e leggi:

- UNI Gruppo 399 Gessi, cementi - Malte, calcestruzzi
- UNI Gruppo 400 Aggregati, agenti espansivi ed additivi per impasti cementizi - Prodotti filmogeni di protezione del calcestruzzo
- R.D. n. 2231, 16 novembre 1939 (prescrizioni sulle calce).
- Legge n. 595, 26 maggio 1985 e D.M. 31 agosto 1972 (norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici).
- Circolare Ministeriale n. 1769 del Ministero dei Lavori Pubblici dell'anno 1964.
- Circolare Ministeriale n. 3150 del Ministero di Lavori Pubblici del 22 maggio 1967.
- Classificazione agli artt. 40 e 41 del c.S.T.

Le malte impiegate per murature con paramento a vista dovranno essere additivate con idrofughi plastificanti conformi alle normative UNI.

### Prescrizioni generali

Le malte da utilizzarsi per le opere di conservazione dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti. Per questo motivo si dovranno effettuare una serie di analisi fisico chimico , quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati. Tali analisi saranno a carico dell'Appaltatore dietro espressa richiesta della D.L. Ad ogni modo, la composizione delle malte, l'uso particolare di ognuna di esse nelle varie fasi del lavoro, l'eventuale integrazioni con additivi, inerti, resine, polveri di marmo, coccio pesto, particolari prodotti di sintesi chimica, etc., saranno indicati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio oggetto di intervento.

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.

L'impasto delle malte dovrà effettuarsi manualmente o con appositi mezzi meccanici, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati sia a peso che a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione riesca semplice ed esatta.

Tutti gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e possibilmente in prossimità del lavoro. I residui di impasto non utilizzati immediatamente dovranno essere gettati a rifiuto fatta eccezione per quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

### Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla D.L. e/o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni; in caso di utilizzo di malte premiscelate preconfezionate, la composizione dei materiali forniti dovrà essere preventivamente sottoposta ad approvazione della D.L.

#### a) Malta comune

Calce spenta in pasta                    mc 0,25 - 0,40

Sabbia                                        mc 0,85 - 1,00

#### b) Malta comune per intonaco rustico (rinzafo)

Calce spenta in pasta                    mc 0,20 - 0,40

---

Sabbia	mc 0,90 - 1,00
c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura)	
Calce spenta in pasta	mc 0,35 - 0,45
Sabbia vagliata	mc 0,800
d) Malta grassa di pozzolana	
Calce spenta in pasta	mc 0,22
Pozzolana grezza	mc 1,10
e) Malta mezzana di pozzolana	
Calce spenta in pasta	mc 0,25
Pozzolana vagliata	mc 1,10
f) Malta fina di pozzolana	
Calce spenta in pasta	mc 0,28
Pozzolana vagliata	mc 1,05
g) Malta idraulica	
Calce idraulica	q.li (1)
Sabbia	mc 0,90
h) Malta bastarda	
Malta di cui alle lettere a), e), g)	mc 1,00
Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li 1,50
i) Malta cementizia forte	
Cemento idraulico normale	q.li (2)
Sabbia	mc 1,00
l) Malta cementizia debole	
Agglomerato cementizio a lenta presa	q.li (3)
Sabbia	mc 1,00
m) Malta cementizia per intonaci	
Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li 6,00
Sabbia	mc 1,00
n) Malta fina per intonaci	
Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo staccio fino	
o) Malta per stucchi	
Calce spenta in pasta	mc 0,45
Polvere di marmo	mc 0,90
p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana	
Calce comune	mc 0,15
Pozzolana	mc 0,40
Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
q) Calcestruzzo in malta idraulica	
Calce idraulica	q.li (4)
Sabbia	mc 0,40
Pietrisco o ghiaia	mc 0,80

---

(1) Da 3 a 5, secondo l'impiego che si dovrà fare della malta

(2) Da 3 a 6, secondo l'impiego

(3) Da 2,5 a 4, secondo l'impiego che dovrà farsi della malta, intendendo per malta cementizia magra quella dosata a 2,5 q.li di cemento e per malta cementizia normale quella dosata a q.li 4 di cemento

(4) Da 1,5 a 3 secondo l'impiego che dovrà farsi del calcestruzzo

Quando la D.L. ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima.

I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla D.L., che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione. La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

### **Malte additivate**

Gli additivi utilizzati per ottenere migliori prestazioni dalle malte, sono prodotti a base chimica, spesso dannosi alla salute e che richiedono particolari precauzioni da parte di chi deve utilizzarli, per cui è da limitarne il loro uso allo stretto indispensabile e comunque previa autorizzazione della D.L.

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorarne le caratteristiche meccaniche, migliorare la lavorabilità e ridurre l'acqua di impasto. L'impiego degli additivi negli impasti dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L., in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità. Dovranno essere conformi alle norme UNI 7101-72 e successive, e saranno dei seguenti tipi: aeranti, ritardanti, acceleranti, fluidificanti-aeranti, fluidificanti-ritardanti, fluidificanti-acceleranti, antigelo, superfluidificanti. Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dalla D. L. l'impiego di additivi reoplastici.

Acceleranti - Possono distinguersi in acceleranti di presa e in acceleranti di indurimento. Gli acceleranti di presa sono di norma soluzioni di soda e di potassa. Gli acceleranti di indurimento contengono quasi tutti dei cloruri, in particolare cloruro di calcio. Per gli additivi a base di cloruro, per il calcestruzzo non armato i cloruri non devono superare il 4/5% del peso del cemento adoperato; per il calcestruzzo armato tale percentuale non deve superare l'1%; per il calcestruzzo fatto con cemento alluminoso non si ammette aggiunta di cloruro.

Ritardanti - Anch'essi distinti in ritardanti di presa e ritardanti di indurimento. Sono di norma: gesso, gluconato di calcio, polimetafosfati di sodio, borace.

Fluidificanti - Migliorano la lavorabilità della malta e del calcestruzzo. Tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendone l'attrito nella fase di miscelazione. Gli additivi fluidificanti sono a base di resina di legno o di ligninsolfonati di calcio, sottoprodotti della cellulosa. Oltre a migliorare la lavorabilità sono in grado di aumentare la resistenza meccanica. Sono quasi tutti in commercio allo stato di soluzione; debbono essere aggiunti alla miscela legante-inerti-acqua nelle dosi indicate dalle ditte produttrici: in generale del 2,3 per mille rispetto alla quantità di cemento. Plastificanti - Sostanze solide allo stato di polvere sottile, di pari finezza a quella del cemento. Tra i plastificanti si hanno: l'acetato di polivinile, la farina fossile, la bentonite. Sono in grado di migliorare la viscosità e la omogeneizzazione delle malte e dei calcestruzzi, aumentando la coesione tra i vari componenti. In generale i

---

calcestruzzi confezionati con additivi plastificanti richiedono, per avere una lavorabilità simile a quelli che non li contengono, un più alto rapporto A/C in modo da favorire una diminuzione delle resistenze. Per eliminare o ridurre tale inconveniente gli additivi in commercio, sono formulati con quantità opportunamente congegnate, di agenti fluidificanti, aereanti e acceleranti.

Aeranti - In grado di aumentare la resistenza dei calcestruzzi alle alternanze di gelo e disgelo ed all'attacco chimico di agenti esterni. Sono soluzioni alcaline di sostanze tensioattive (aggiunte secondo precise quantità da 40 a 60 ml per 100 kg di cemento) in grado di influire positivamente anche sulla lavorabilità. Le occlusioni d'aria non dovranno mai superare il 4/6% del volume del cls per mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili.

Agenti antiritiro e riduttori d'acqua - Sono malte capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per la creazione di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare screpolature, lievi fessurazioni superficiali che spesso favoriscono l'assorbimento degli agenti atmosferici ed inquinanti.

I riduttori d'acqua che generalmente sono lattici in dispersione acquosa composti da finissime particelle di copolimeri di stirolo-butadiene, risultano altamente stabili agli alcali e vengono modificati mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensionattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L. La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando:

- il quantitativo d'acqua contenuto nel lattice stesso;
- l'umidità degli inerti (è buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti);
- la percentuale di corpo solido (polimetro).

La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo di applicazione potrà oscillare, in genere, dai 6 ai 12 lt di lattice per ogni sacco da 50 kg di cemento.

Per il confezionamento di miscele cemento/lattice o cemento/inerti/lattice si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano.

Per la preparazione delle malte sarà necessario miscelare un quantitativo di cemento/sabbia opportunamente calcolato e, successivamente aggiungere ad esso il lattice miscelato con la prestabilita quantità d'acqua.

In base al tipo di malta da preparare la miscela lattice/acqua avrà una proporzione variabile da 1:1 a 1:4. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con acqua o con miscele di acqua/lattice al fine di riutilizzarla.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto. La superficie su cui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi.

Se richiesto dalla D.L. l'Appaltatore dovrà utilizzare come imprimitore un'identica miscela di acqua, lattice e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con lattici riduttori di acqua poiché induriscono lentamente, dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

Malte espansive - Malte additivate con prodotti in grado di provocare aumento di volume all'impasto onde evitare fenomeni di disgregazione. L'utilizzo di questi prodotti sarà sempre utilizzato dietro indicazione della D.L. ed eventualmente autorizzato dagli organi competenti per la tutela del manufatto oggetto di intervento. L'espansione dovrà essere molto moderata e dovrà essere sempre possibile arrestarla in maniera calibrata tramite un accurato dosaggio degli ingredienti. L'espansione dovrà essere calcolata tenendo conto del ritiro al quale l'impasto indurito rimane soggetto.

Si potrà ricorrere ad agenti espansivi preconfezionati, utilizzando materiali e prodotti di qualità con caratteristiche dichiarate, accompagnati da schede tecniche contenenti specifiche del prodotto, rapporti di miscelazione, modalità di confezionamento ed applicazione, modalità di conservazione.

---

Potranno sempre effettuarsi tests preventivi e campionature di controllo. Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice eventualmente ricorrendo alla consulenza tecnica del produttore.

Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche - Si potranno utilizzare solo dietro specifica prescrizione progettuale o richiesta della D.L. comunque dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Si potrà richiedere l'utilizzo di riempitivi che hanno la funzione di modificare e plasmare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.

Si potranno utilizzare fibre in metallo, poliacrilonitrile, nylon o polipropilene singolarizzato e fibrillato che durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente. Le fibre di metallo saranno comunque più idonee a svolgere compiti di carattere meccanico che di contrasto al ritiro plastico.

Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente resistenti con diametri da 15 a 20 micron, una resistenza a trazione di 400-600 MPa, un allungamento a rottura dal 10 al 15% e da un modulo di elasticità da 10.000 a 15.000 MPa.

Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea in grado di ripartire e ridurre le tensioni dovute al ritiro, tali malte in linea di massima saranno confezionate con cemento pozzolanico 325, con dosaggio di 500 Kg/m<sup>3</sup>, inerti monogranulari (diam.max.20 mm), additivi superfluidificanti. Le fibre potranno essere utilizzate con differenti dosaggi che potranno essere calibrati tramite provini (da 0,5 a 2 Kg/m<sup>3</sup>). Le fibre impiegate dovranno in ogni caso garantire un'ottima inerzia chimica in modo da poter essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini, facilità di utilizzo, atossicità.

### **Malte preconfezionate**

Malte in grado di garantire maggiori garanzie rispetto a quelle dosate manualmente spesso senza le attrezzature idonee. Risulta infatti spesso difficoltoso riuscire a dosare in maniera corretta le ricette inerti/legante idraulico, il dosaggio di particolari inerti, rinforzanti, additivi.

Si potrà quindi ricorrere a malte con dosaggio controllato confezionate con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie vengano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati.

Tali malte sono in grado di garantire un'espansione controllata. Espansioni eccessive a causa di errori di miscelazione e formatura delle malte potrebbero causare seri problemi a murature o strutture degradate. Anche utilizzando tali tipi di malte l'Appaltatore sarà sempre tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle stesse, su richiesta della D.L., a prelevare campioni rappresentativi per effettuare le prescritte prove ed analisi, che potranno essere ripetute durante il corso dei lavori od in sede di collaudo. Le malte preconfezionate potranno essere usate per stuccature profonde, incollaggi, ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori previsti dal progetto, prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.

In ogni fase l'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso prescritte dalle ditte produttrici che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto. Dovrà altresì utilizzare tutte le apparecchiature più idonee per garantire ottima omogeneità all'impasto (miscelatori elicoidali, impastatrici, betoniere, ecc.) oltre a contenitori specifici di adatte dimensioni.

Dovrà inoltre attenersi a tutte le specifiche di applicazione e di utilizzo fornite dalle ditte produttrici nel caso dovesse operare in ambienti o con temperature e climi particolari.

Sarà in ogni modo consentito l'uso di malte premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da specifiche schede tecniche relative al tipo di prodotto, alle tecniche di preparazione e applicazione oltre che da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Nel caso in cui il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

---

## **6.4 MESSA IN OPERA DELLE MURATURE IN GENERE**

La costruzione di murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni di cui alla Legge del 2 Febbraio 1974, n. 64, al D.M. 24 Gennaio 1986 ed alla relativa Circolare del Ministero LL.PP. 19 Luglio 1986 n. 27690 per quanto riguarda le costruzioni sismiche, ed al D.M. 20 Novembre 1987 per gli edifici in muratura e il loro consolidamento.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile canne di stufa e camini, vasi, orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni, di illuminazione, ecc....;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, inferriate, ringhiere, davanzali ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, con i piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nel periodo di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'origine degli archi e delle volte a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani, di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sopracarico.

Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entroterra e la parte fuori terra, sarà interposto un foglio di vetroresina, posato come al successivo punto F) nell'intera larghezza del muro e sporgente 1 cm sui 2 lati del muro, con funzione di isolamento dalla risalita capillare dell'umidità.

In tutti i fabbricati a più piani dovranno eseguirsi ad ogni piano e su tutti i muri portanti cordoli di conglomerato cementizio per assicurare un perfetto collegamento e l'uniforme distribuzione dei carichi. Tale cordolo in corrispondenza delle aperture sarà opportunamente rinforzato con armature di ferro supplementari in modo da formare architravi portanti, ed in corrispondenza delle canne, fori ecc. sarà pure opportunamente rinforzato perché presenti la stessa resistenza che nelle altre parti. In corrispondenza dei solai con putrelle, queste, con opportuni accorgimenti, saranno collegate al cordolo.

---

## 7. GIUNTI DI DILATAZIONE

I giunti di dilatazione, di ripresa, ecc. dovranno essere dimensionati in modo che la massa sigillante, che in essi verrà inserita, possa sopportare gli allungamenti o gli accorciamenti che le vengono imposti. La formazione della gola e la sua apertura dovranno essere tali da consentire il lavoro in profondità. Nelle murature esterne la massa sigillante dei giunti sarà collocata ad una profondità non inferiore a 5 cm, in modo che la quasi totalità dell'acqua venga drenata prima del contatto con la massa sigillante stessa.

### **Giunto strutturale murature esterne**

Giunto di dilatazione in metallo (rame, alluminio), con guarnizione elastica resistente agli agenti atmosferici, per chiusura dei giunti di dilatazione in verticale delle pareti esterne in mattoni dei fabbricati. Il profilo avrà un sottostrato di neoprene cellulare per compensare eventuali irregolarità del piano di appoggio.

### **Sigillatura dei giunti**

Ultimata la posa, si procederà alla sigillatura dei giunti come segue:

- messa in opera di aerofill, nella forma, dimensione e posizione indicata dagli elaborati tecnici (solo nel caso di murature esterne);
- posizionamento di compriband autoadesivo di dimensioni atte al tipo di giunto (fondo-giunto);
- sigillatura superficiale esterna dei giunti realizzata con adesivi o guarnizioni a coda di rondine non degradabili né sublimabili, aventi un elevato coefficiente di dilatabilità ed elasticità.

### **Caratteristiche fisico-meccaniche del materiale di fondo-giunto**

#### Tenuta dell'acqua:

compresso a 3/4 della sezione dovrà risultare a cellula chiusa e perfettamente stagno sotto una colonna d'acqua di 100 mm; compresso a 9/10 dovrà resistere ad una pressione di acqua compresa tra 10 e 12 Kg/cmq

#### Influenza della temperatura

Dovrà resistere a shocks termici compresi tra - 35° C e + 120° C, mantenendo invariate le sue caratteristiche meccaniche e di tenuta.

#### Combustibilità

Sarà del tipo autoestinguente secondo la definizione della norma ASTM D 635.44; compresso a 2/3 fra due pareti, si ammorbidirà al contatto della fiamma.

Potrà fondere se libero da compressione.

#### Elasticità

Compresso al 90% riprenderà la propria forma iniziale.

#### Schiacciamento sotto carico

Sottoposto ad un carico di 1.2 Kg/cmq subirà una deformazione pari al 90%.

#### Resistenza chimica

Resisterà agli acidi ed alle basi in soluzione del 2%; la resistenza sarà verificata sotto una compressione di 1.2 Kg/cmq; sarà tollerata una leggera penetrazione dopo 24 ore di immersione.

#### Invecchiamento

Le caratteristiche fisico-chimiche dovranno risultare immutate dopo le seguenti prove di invecchiamento:

- invecchiamento al calore: 240 ore a 70°C;
- invecchiamento accelerato a 25 cicli di 24 ore cadauno suddiviso come segue:
  - 2 ore ai raggi ultravioletti a 40°C sotto lampada a vapori di mercurio;
  - 2 ore di refrigerazione a -15/20°C;

- 
- 16 ore di umidità a 20<sup>^</sup>c.

## **7.1 PROTEZIONE CONTRO LE INFILTRAZIONI D'ACQUA**

Nella esecuzione delle murature dovranno essere realizzati tagli contro l'umidità nascente dal terreno e di percolamento dalle pareti contro terra, mediante spalmatura di malta idrofugata su tutta la superficie di appoggio, successivo strato in fogli di resina acrilica armata con fibre di vetro dello spessore minimo di 3 mm. Qualora le murature fossero esposte e del tipo a cassa-vuota, in corrispondenza degli appoggi, dovranno essere predisposti scarichi in lamiera di rame oppure in malta idrofuga con successiva posa di membrana autocollante, per allontanare l'eventuale percolamento delle acque di condensa sulla faccia interna della muratura stessa. Lo spazio interno alle murature dovrà essere opportunamente ventilato mediante la non sigillatura con malta di alcuni corsi alla base ed alla testa della muratura.

## **7.2 PROTEZIONI PROVVISORIE DURANTE IL CORSO DEI LAVORI**

Le murature dovranno essere adeguatamente protette con teli, sacchi, stuoie, ecc. nei confronti delle azioni generate dagli agenti atmosferici (acqua, gelo, calore, ecc.).

Se le murature sono ancora fresche, si dovrà procedere alla loro protezione nei confronti del rischio di dilavamento da parte delle precipitazioni atmosferiche.

Nei periodi di temperatura elevata, le facce delle murature dovranno essere tenute bagnate per rallentare il processo di presa della malta entro valori compatibili.

# **8. MASSETTI E SOTTOFONDI**

## **8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI Gruppo 538 Prodotti di conglomerato cementizio per l'edilizia
- Norme, leggi, decreti e prescrizioni richiamati alle Sottosezioni 3.1 (Casseforme), 3.2 (Armature di acciaio), 3.3 (Calcestruzzi) che devono intendersi strettamente correlate alla presente specifica per la realizzazione delle opere in essa descritte.
- Normativa DIN di seguito richiamate
- Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2234 - Appendice 1 - Norme per l'accettazione dei materiali da pavimentazione.

## **8.2 MASSETTI AUTOLIVELLANTI**

### **Operazioni preliminari alla posa**

Verificare che il supporto sia:

- secco
- resistente

- stabile

Pulire eliminando corpi estranei.

Stendere accuratamente un foglio impermeabile sul sottofondo. Sovrapporre i fogli almeno 25 cm in direzione della posa. Fare rimontare il foglio sulle pareti per lo spessore del massetto da applicare. Fissare lungo le pareti perimetrali ed i pilastri un nastro di materiale comprimibile dello spessore minimo di 5 mm.

#### Caratteristiche minime

- Densità del massetto indurito (dopo essiccazione): 2.000 Kg/m<sup>3</sup>
- PH (dell'impasto) = 9
- Tempo di inizio presa: 6 ore
- Tempo di fine presa: 9 ore
- Resistenza a compressione a 7 gg.: 230 Kg/cm<sup>2</sup>
- Resistenza a compressione a 28 gg.: 250 Kg/cm<sup>2</sup>
- Resistenza a flessione a 7 gg.: 45 Kg/cm<sup>2</sup>
- Resistenza a flessione a 28 gg.: 60 Kg/cm<sup>2</sup>
- Coefficiente di conducibilità termica:  $\lambda = 1,1 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$
- Coefficiente di dilatazione termica: 0,016 mm/m  $^\circ\text{K}$
- Comportamento al fuoco: classe MO

#### Messa in opera

- Stendere uniformemente, iniziando dalle zone a maggior spessore, per uno spessore non inferiore a 3 cm curando la regolazione ottimale dell'acqua di impasto.
- Subito dopo, favorire la fuoriuscita delle bolle d'aria utilizzando apposite spazzole.
- Proteggere da una eccessiva ventilazione sia durante l'applicazione che immediatamente dopo. Arieggiare quindi i locali per favorire l'essiccazione.
- Applicare il massetto a temperature comprese tra 5°C e 35°C. Proteggere il massetto dal gelo per i primi 3 giorni.

#### Verifiche a massetto ultimato

Verificare il tasso di umidità residua del massetto (mediante igrometro a carburo) in funzione del tipo di pavimento scelto da posare (vedi tab. 1)

Levigare leggermente la superficie indurita del massetto per eliminare la pellicola superficiale, aspirando la polvere formatasi. Tempo approssimativo di essiccazione per ottenere valori di umidità residua di 0,5 e 1% (a 20 °C e 65% U.R.)

SPESSORE	35 mm	50 mm	60 mm	70 mm
UMIDITA' RESIDUA				
0,5%	4 sett.	7 sett.	9 sett.	12 sett.
UMIDITA' RESIDUA				
1,0%	3 sett.	5 sett.	7 sett.	9 sett.

#### Livellamento del pavimento

Qualora non risultasse di planarità idonea al tipo di pavimento da posare dovranno essere utilizzate le seguenti lavorazioni:

- Levigare con disco abrasivo se le imperfezioni sono minime.
- Eseguire il seguente trattamento per imperfezioni sino a 1 cm:

- verificare che l'umidità residua del massetto sia inferiore a 0,5%
- applicare uno strato di Primer apposito in ragione di 200 gr/mq ca
- dopo essiccazione del Primer, applicare l'autolivellante nello spessore necessario.

Tipo di pavimentazione	Umidità residua accettabile	Tipo di adesivo	Ciclo di posa dopo preparazione sottofondo	Avvertenze
Piastrelle ceramiche	1%	Adesivo flessibile a leganti misti	Applicazione Primer acrilico Stesura adesiva con spatola dentata Posa piastrelle Sigillatura fughe	Attendere l'essiccazione del Primer prima di procedere alla stesura dell'adesivo Attendere l'essiccazione dell'adesivo (2/3 giorni) prima della sigillatura dei giunti
Parquet in legno	0,5%	Poliuretano e/o epossidico esente da acqua	Stesura adesivo con spatola dentata Posa del legno Finitura	Spalmare l'adesivo pressandolo sul sottofondo per favorire l'adesione Condizionare il legno nelle condizioni ambientali di posa
Pavimenti vinilici	0,5%	Acrilico in dispersione acquosa	Livellatura sottofondo Applicazione Primer Stesura adesivo con spatola dentata Posa della pavimentazione	Attendere l'essiccazione del livellante (se applicato) Usare Primer indicato dal fabbricante dell'adesivo Dare tempo all'adesivo di "gommare" prima di posare (per ridurre l'umidità) Prima dell'eventuale saldatura dei giunti, attendere l'essiccazione completa dell'adesivo
Pavimenti in gomma	0,5%	Poliuretano e/o epossidico esente da acqua	Come sopra	Come sopra
Pavimenti in moquette	0,5% per moquette con sottofondo in gomma 1,0% per moquette senza sottofondo in gomma	In soluzione alcolica	Stesura adesivo con spatola dentata Posa della pavimentazione	Arieggiare i locali durante la posa, proteggendo comunque dalla pioggia
Pavimenti sopraelevati	Come per pavimenti vinilici	-	Applicazione di prodotto antipolvere Verifica della planarità ed eventuale livellatura del sottofondo	

---

## 9. PANNELLI DI TAMPONAMENTO PREISOLATI

Pannello metallico autoportante coibentato in lana di roccia destinato alle pareti e alle compartimentazioni interne che richiedono elevate prestazioni di fono assorbimento e buone prestazioni di fono isolamento.

Costituito da due supporti metallici leggermente profilati in acciaio zincato e preverniciato. Uno dei due lati è realizzato con lamiera forata.

Fra i due supporti è interposto uno strato isolante in lana di roccia a fibre orientate disposte ortogonalmente rispetto al piano delle lamiere e posizionato in listelli a giunti sfalsati longitudinalmente e compatti trasversalmente, che rendono perfettamente monolitico questo pannello. Questo strato è incollato alle lamiere con colla di tipo poliuretano.

- Spessore lamiera esterna: 0,6 mm
- Spessore lamiera interna: 0,6 mm (forata)
- Tolleranza sullo spessore lamiera secondo EN 10143:2006
- Sviluppo lamiera esterna: 1080 mm interna : 1080 mm

- Finiture : micro nervato (lato esterno) – liscio e forato (lato interno)

Acciaio zincato preverniciato con colorazioni a scelta della Direzione Lavori, conforme alla normativa UNI EN 10346 e UNI EN 10143.

**Fissaggio**

Da effettuare con viti 6,3 mm.

**Caratteristiche minime dello strato isolante:**

- lana di roccia a fibre orientate.
- Conduttività termica dichiarata = 0,043 Watt/m K (conduttività termica rilevata longitudinalmente alle fibre).
- Coefficiente di trasmittanza termica U calcolato in conformità alla norma UNI-EN 14509:2006

Spessore (mm)	50	80	100	120	150
Coefficiente U (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,85	0,52	0,42	0,35	0,28

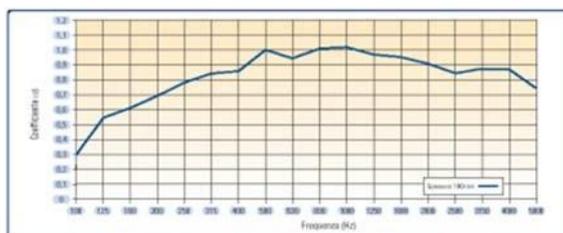
Densità dell'isolante in lana di roccia: 100 kg/m<sup>3</sup> ± 2

**Valori minimi di fonoassorbimento**

Indici di assorbimento del livello sonoro DELTA La :

Spessore - mm	50	80	100
DELTA La – dB(A)	<b>11,70</b>	<b>11,87</b>	<b>10,91</b>

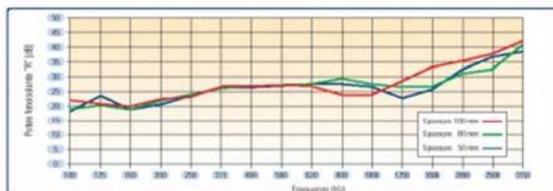
Si riporta l'andamento dei coefficienti di assorbimento alle varie frequenze relativi allo spessore 100 mm



**Valori minimi di fonoisolamento**

Indici di valutazione del potere fono isolante R<sub>w</sub> :

Spessore (mm)	50	80	100
Indice di valutazione R <sub>w</sub> (db)	<b>31,5</b>	<b>30,0</b>	<b>30,5</b>



Su richiesta possono essere forniti i rapporti di prova delle misure del potere fono isolante per le frequenze di suono comprese fra 100 e 3150 Hz

## Portate

S		larghezza efficace appoggio = 120 mm											
		lamiere spessore nominale 0,6 mm + 0,6 mm											
mm	l = m	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,50	3,75	4,0	4,5
50	p = daN/m	185	155	130	100	80	65	55					
80		300	255	210	165	135	110	90	80	65	60	50	
100		375	320	265	210	170	140	115	100	85	75	65	50
120		455	390	320	250	205	170	140	120	105	90	80	60
150		570	485	400	315	255	210	175	150	130	110	100	75

S		larghezza efficace appoggio = 120 mm											
		lamiere spessore nominale 0,6 mm + 0,6 mm											
mm	l = m	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,50	3,75	4,0	4,5
50	p = daN/m	165	135	100	80	60	50						
80		260	195	150	120	95	75	65	55				
100		295	225	175	140	115	95	80	65	55	50		
120		310	245	195	155	130	105	90	75	65	55	55	
150		315	265	220	180	150	125	105	90	80	70	60	

S		larghezza efficace appoggio = 120 mm											
		lamiere spessore nominale 0,6 mm + 0,6 mm											
mm	l = m	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,50	3,75	4,0	4,5
50	p = daN/m	160	130	100	80	65	55						
80		240	185	145	115	95	80	65	55	50			
100		270	210	165	135	110	95	80	70	60	50		
120		295	230	185	150	125	105	90	75	65	60	55	
150		320	255	205	170	140	120	105	90	80	70	60	50

## 10. ISOLAMENTI

I materiali da impiegare per l'isolamento termico ed acustico degli edifici e dei relativi impianti devono essere naturali, rispondere alle norme vigenti, avere un basso coefficiente di conduttività termica, costante nel tempo, adempiere in modo ottimale alla funzione cui sono destinati. Per alcuni materiali di origine naturale, quali perlite espansa ( $\lambda = 0.059$ ), pomice espansa ( $\lambda = 0.20$ ), vermiculite espansa ( $\lambda = 0.059$ ), sono necessarie indagini accurate prima della posa in opera, che definiscano il loro livello di radioattività naturale.

L'Impresa, nell'eseguire le opere di isolamento, dovrà impiegare i materiali prescritti negli elaborati di Progetto ovvero disposti dalla DL, secondo gli elementi da isolare ed in funzione dei requisiti e delle caratteristiche di ognuno. Qualora documentate necessità o imprevisti lo richiedano, l'Impresa può proporre per approvazione alla DL la sostituzione dei materiali isolanti previsti con altri aventi analoghi requisiti.

Si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- Norme UNI gruppo 91.120.10 sugli isolanti termici per edilizia.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di

conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI EN 822:1995, UNI EN 823:1995, UNI EN 824:1995, UNI EN 825:1995 e, in loro mancanza, quelli della letteratura tecnica.

## PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO

Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione tab. 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

Rientra tra gli oneri contrattuali a carico dell'Impresa, senza diritto ad alcun compenso aggiuntivo, il rigoroso rispetto delle norme vigenti in materia di contenimento del consumo energetico negli edifici. Dovranno, in particolare, essere garantiti i valori di K previsti dal progetto definitivo per l'intero involucro (primo solaio contro terra, pareti verso l'esterno e coperture).

### Calcolo dell'isolamento termico

I coefficienti di conduttività termica dei materiali isolanti, da usare nel calcolo dell'isolamento termico, sono tabulati nella norma di unificazione

- UNI 7357 Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici e successiva tabella di aggiornamento del progetto di norma sciti 1/121.

I metodi per la loro determinazione sono contenuti nelle norme di unificazione:

- UNI 7745 Materiali isolanti - Determinazione della conduttività termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia.
- UNI 7891 Id. - Con il metodo dei termoflussimetri.

In relazione al valore percentuale del coefficiente di resistenza termica dei materiali isolanti rispetto alla resistenza termica totale di un paramento, il coefficiente di trasmissione termica K dello stesso paramento deve essere aumentato di un valore delta K, come indicato nella seguente tabella.

- Valore della resistenza termica lastre isolanti espresso in per cento della resistenza termica totale	Aumento valore K in $W / mq^{\circ}C$
	0,08
5,1 – 20	0,06
20,1 - 40	0,04
40,1 - 60	0,02
oltre 60	0,00

### Isolamento a cappotto in lana di roccia

**Il sistema dovrà essere realizzato in base alle norme ETAG.** Dovranno essere confezionate in pannelli o altri manufatti, mediante apprettatura con resine termoindurenti di tipo irreversibile.

I pannelli avranno densità subordinata alle condizioni pratiche di impiego valutate dal progettista. Non dovranno essere soggette ad insaccamenti che generino di conseguenza dei ponti termici.

Le ditte fornitrici dovranno far pervenire alla D.L. i certificati, al fine di attestare le caratteristiche chimico fisiche del materiale, quali: densità, resistenza al fuoco; stabilità dimensionale in relazione alle variazioni termiche e di umidità; la curva della conducibilità termica; ritorno elastico alla compressione con variazione massima consentita più o meno del 10%; esenzione da zolfo libero, alcali, sali di zolfo e che siano quindi chimicamente inerti.

Per i manufatti in lana di roccia è tollerato un contenuto massimo di sali di zolfo dello 0,005%.

Il pannello utilizzato in progetto è un pannello rigido in lana di roccia a doppia densità, per isolamento termico ed acustico, specialmente concepito per sistemi termoisolanti a cappotto e rivestito esternamente con uno strato di intonaco armato con rete in fibra minerale ed un trattamento superficiale di finitura.

Il pannello viene sottoposto ad un trattamento specifico nel processo produttivo che lo rende idoneo alle severe condizioni di utilizzo tipiche dell'isolamento dall'esterno. Formato 1200x600 mm.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.

Il prodotto dovrà essere accompagnato dalla Dichiarazione ambientale di prodotto EPD (ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION), redatta in conformità alla EN 15804.

Dati tecnici di riferimento:

Proprietà	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 7,5 \text{ kPa}$	UNI EN 1607
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 15 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$	UNI EN ISO 10456
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	UNI EN 12667, 12939
Densità nominale	$\rho_D = 78 \text{ circa (120/70) kg/m}^3$	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico puntuale)	$F_p \geq 200 \text{ N}$	UNI EN 12430
Coefficiente di dilatazione termica lineare	$2 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$	
Temperatura di fusione (lana di roccia)	$t_f > 1,000 \text{ }^\circ\text{C}$	

Al fine di garantire le elevate prestazioni dei sistemi a cappotto, è necessario porre particolare attenzione nella posa in opera.

Riferimenti normativi:

ETAG 004 Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco ETAG 014

Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto EN 13162 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13163 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica – Specifiche EN 13499 Isolanti termici per edilizia – Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di polistirene espanso – Specifiche

EN 13500 Isolanti termici per edilizia – Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di lana minerale – Specifiche

Prima di iniziare la posa del sistema isolante a cappotto è opportuno eseguire un controllo del supporto sul quale verrà installato, verificando l'idoneità della superficie e l'assenza di crepe, efflorescenze, supporti polverosi ed infestazioni. La posa del cappotto deve essere eseguita realizzando le seguenti fasi: ,,

- Incollaggio dei pannelli ,,
- Tassellatura del sistema ,,
- Rasatura armata ,,
- Finitura

---

Durante l'intera lavorazione del sistema, la temperatura ambientale, del supporto e dei materiali deve essere di almeno 5°C e non superare i 30°C.

### **Incollaggio**

L'incollaggio dei pannelli isolanti al supporto deve essere realizzato con malte adesive (collanti), concepite specificatamente per sistemi a cappotto in lana di roccia. In caso di pannelli a doppia densità, la malta adesiva deve essere applicata sul lato a densità inferiore (lato in cui non sono presenti scritte).

Successivamente i pannelli devono essere posati sulla superficie da isolare avendo cura di accostarli perfettamente tra loro e sfalsando i giunti.

Si raccomanda di installare il sistema su superfici asciutte e quanto più possibile regolari e stabili.

L'elevata stabilità dimensionale dei pannelli (coefficiente di dilatazione termica lineare pari a  $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ), che non genera tensioni di espansione-ritiro, consente l'esecuzione di due diversi schemi di disposizione del collante: "a cordoli e punti" o "a tutta superficie".

Incollaggio "a cordoli e punti": questo schema è indicato in caso sia necessario correggere difetti di planarità del supporto. La malta deve essere disposta sul retro del pannello lungo tutto il perimetro, per una larghezza di 5-10 cm, ed al centro dello stesso in uno o più punti di diametro di 10-15 cm. La superficie di contatto tra pannello/collante e collante/muratura non deve mai essere inferiore al 40% della superficie del pannello.

Incollaggio "a tutta superficie": questo schema è indicato in caso di supporto sufficientemente regolare e planare. Con una cazzuola dentata (dentatura dipendente dalla planarità del supporto) si stende il collante su tutta la superficie del pannello.

In entrambi i casi, la malta non deve essere applicata sulla superficie laterale del pannello, per garantire la continuità e la perfetta aderenza dell'isolamento ed evitare l'insorgenza di ponti termici. Affinché l'incollaggio sia efficace, è necessario che il collante-rasante penetri tra le fibre superficiali del pannello.

### **Fissaggio meccanico**

Il fissaggio meccanico deve contrastare le forze orizzontali dovute all'azione del vento ed assicurare la stabilità del sistema nel tempo. I tasselli devono preferibilmente essere del tipo "a vite" con anima metallica e devono avere una lunghezza sufficiente ad attraversare lo spessore dell'isolante e penetrare nella muratura retrostante fino a raggiungere uno strato meccanicamente "affidabile".

I tasselli devono essere concepiti specificatamente per sistemi a cappotto e la tipologia varia a seconda del tipo di supporto. I tasselli vanno applicati dopo l'indurimento della malta, in numero variabile in funzione delle caratteristiche del supporto, dell'altezza dell'edificio e della ventosità. Lo schema di fissaggio prevede due varianti, a T e a W. È preferibile adottare lo schema di tassellatura a W, poiché le prove di laboratorio dimostrano una maggiore efficacia dell'ancoraggio; tale schema risulta applicabile grazie all'elevata stabilità dimensionale della lana di roccia che non subisce variazioni dimensionali al modificarsi delle condizioni termoigrometriche. In entrambi i casi i tasselli vanno sempre posti in corrispondenza della porzione di pannello incollata al supporto.

### **Rasatura armata**

La rasatura dei pannelli isolanti dello spessore di 3-4 mm deve essere effettuata con malte adesive ad elevata permeabilità al vapore, specificamente concepite per sistemi a cappotto in lana di roccia (solitamente si tratta dello stesso prodotto utilizzato per l'incollaggio). Perché la rasatura sia efficace, è necessario che il collante/ rasante penetri tra le fibre superficiali del pannello. A malta ancora bagnata si procede all'applicazione della rete di armatura ed in seguito all'applicazione della seconda mano di rasante, in modo che la rete risulti annegata nella rasatura. La rete di armatura ha la funzione di sopportare le tensioni che si generano nello strato di rasatura a causa degli sbalzi termici: è indispensabile per prevenire la formazione di fessure nell'intonaco. La rete, come tutte le componenti del sistema, deve essere specificamente concepita per sistemi a cappotto e deve essere costituita da fibra minerale resistente agli

---

alcali. Gli spigoli devono essere protetti con angolari (generalmente in polimero con rete) applicati con malta adesiva. Per quanto riguarda lo spessore degli strati, tempistiche e condizioni climatiche di installazione, si rimanda alle indicazioni del produttore del rasante

### ***Finitura***

La finitura esterna deve resistere alle intemperie ed agli sbalzi di temperatura. Inoltre deve essere impermeabile all'acqua ma permeabile al vapore proveniente dall'interno dell'edificio. Può essere colorata in pasta: in tal caso deve essere caratterizzata da un indice di riflessione superiore al 20%; in caso venga tinteggiata in seguito, la pittura deve avere le medesime caratteristiche di riflessione.

### ***Raccordo ad angolo***

In corrispondenza di angoli e spigoli è necessario utilizzare pannelli interi o dimezzati posati sfalsati tra loro. I pannelli vanno accostati tra loro assicurando una posa regolare che rispetti la perpendicolarità della geometria. La malta collante non deve mai essere presente tra le fughe delle lastre. Nello strato rasante deve essere annegato il profilo per la protezione degli spigoli con rete in fibra minerale, raccordandolo alla rete di armatura con una sovrapposizione di almeno 10 cm.

### ***Raccordo a terra***

In considerazione delle sollecitazioni maggiori dovute a spruzzi d'acqua, sporcizia ed eventuali azioni meccaniche, per le zone di zoccolatura è necessario utilizzare un idoneo profilo di partenza. Il profilo metallico di partenza deve essere adeguatamente dimensionato sullo spessore del pannello isolante e fissato meccanicamente al supporto murario, con l'utilizzo di raccordi per le giunzioni tra parti di profilo. Eventuali non planarità del supporto possono essere corrette mediante l'utilizzo di specifici distanziatori.

### **Finestra inserita in muratura**

Il dettaglio di raccordo del cappotto al serramento montato all'interno della muratura deve essere progettato ed eseguito realizzando la continuità dell'isolamento anche in corrispondenza delle spallette, al fine di evitare il formarsi di ponti termici.

Il sistema a cappotto deve essere completato mediante l'utilizzo di apposite guarnizioni autoespandenti poste in corrispondenza di serramento e davanzale, profili in rete per la protezione degli spigoli e reti di armatura diagonali da posare sugli angoli delle finestre con inclinazione di circa 45°

### **Isolamento facciata ventilata**

Dovranno essere confezionate in pannelli o altri manufatti, mediante apprettatura con resine termoindurenti di tipo irreversibile.

I pannelli avranno densità subordinata alle condizioni pratiche di impiego valutate dal progettista. Non

dovranno essere soggette ad insaccamenti che generino di conseguenza dei ponti termici.

Le ditte fornitrici dovranno far pervenire alla D.L. i certificati, al fine di attestare le caratteristiche chimicofisiche del materiale, quali: densità, resistenza al fuoco; stabilità dimensionale in relazione alle variazioni termiche e di umidità; la curva della conducibilità termica; ritorno elastico alla compressione con variazione massima consentita più o meno del 10%; esenzione da zolfo libero, alcali, sali di zolfo e che siano quindi chimicamente inerti.

Per i manufatti in lana di roccia è tollerato un contenuto massimo di sali di zolfo dello 0,005%.

Il pannello utilizzato in progetto è un pannello rigido in lana di roccia a media densità, rivestito su un lato con velo minerale nero, avente funzione estetica, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di facciate ventilate.

Il pannello viene sottoposto ad un trattamento specifico nel processo produttivo che lo rende idoneo alle severe condizioni di utilizzo tipiche dell'isolamento dall'esterno. Formato 1000x600 mm.

Il prodotto sarà inoltre accompagnato dal Marchio EUCEB o RAL a garanzia della biosolubilità e del rispetto della nota Q della direttiva Europea 97/69/CE.

Proprietà	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$	UNI EN ISO 10456
Conducibilità termica dichiarata	$\lambda_D = 0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	UNI EN 12667, 12939
Densità nominale	$\rho_a = 75 \text{ kg/m}^3$	UNI EN 1602

Al fine di garantire le elevate prestazioni del sistema, è necessario porre particolare attenzione nella posa in opera.

---

Prima di iniziare la posa del sistema isolante a cappotto è opportuno eseguire un controllo del supporto sul quale verrà installato, verificando l'idoneità della superficie e l'assenza di crepe, efflorescenze, supporti polverosi ed infestazioni. La posa del cappotto deve essere eseguita realizzando le seguenti fasi: ,,

- Incollaggio dei pannelli ,,
- Tassellatura del sistema ,,

Durante l'intera lavorazione del sistema, la temperatura ambientale, del supporto e dei materiali deve essere di almeno 5°C e non superare i 30°C.

### ***Incollaggio***

L'incollaggio dei pannelli isolanti al supporto deve essere realizzato con malte adesive (collanti), concepite specificatamente per sistemi a cappotto in lana di roccia. In caso di pannelli a doppia densità, la malta adesiva deve essere applicata sul lato a densità inferiore (lato in cui non sono presenti scritte).

Successivamente i pannelli devono essere posati sulla superficie da isolare avendo cura di accostarli perfettamente tra loro e sfalsando i giunti.

Si raccomanda di installare il sistema su superfici asciutte e quanto più possibile regolari e stabili.

L'elevata stabilità dimensionale dei pannelli (coefficiente di dilatazione termica lineare pari a  $2 \times 10^{-6}$  °C<sup>-1</sup>), che non genera tensioni di espansione-ritiro, consente l'esecuzione di due diversi schemi di disposizione del collante: "a cordoli e punti" o "a tutta superficie". ,,

Incollaggio "a cordoli e punti": questo schema è indicato in caso sia necessario correggere difetti di planarità del supporto. La malta deve essere disposta sul retro del pannello lungo tutto il perimetro, per una larghezza di 5-10 cm, ed al centro dello stesso in uno o più punti di diametro di 10-15 cm. La superficie di contatto tra pannello/collante e collante/muratura non deve mai essere inferiore al 40% della superficie del pannello. ,,

Incollaggio "a tutta superficie": questo schema è indicato in caso di supporto sufficientemente regolare e planare. Con una cazzuola dentata (dentatura dipendente dalla planarità del supporto) si stende il collante su tutta la superficie del pannello.

In entrambi i casi, la malta non deve essere applicata sulla superficie laterale del pannello, per garantire la continuità e la perfetta aderenza dell'isolamento ed evitare l'insorgenza di ponti termici. Affinché l'incollaggio sia efficace, è necessario che il collante-rasante penetri tra le fibre superficiali del pannello.

### ***Fissaggio meccanico***

Il fissaggio meccanico deve contrastare le forze orizzontali dovute all'azione del vento ed assicurare la stabilità del sistema nel tempo. I tasselli devono preferibilmente essere del tipo "a vite" con anima metallica e devono avere una lunghezza sufficiente ad attraversare lo spessore dell'isolante e penetrare nella muratura retrostante fino a raggiungere uno strato meccanicamente "affidabile".

I tasselli devono essere concepiti specificatamente per sistemi a cappotto e la tipologia varia a seconda del tipo di supporto. I tasselli vanno applicati dopo l'indurimento della malta, in numero variabile in funzione delle caratteristiche del supporto, dell'altezza dell'edificio e della ventosità. Lo schema di fissaggio prevede due varianti, a T e a W. È preferibile adottare lo schema di tassellatura a W, poiché le prove di laboratorio dimostrano una maggiore efficacia dell'ancoraggio; tale schema risulta applicabile grazie all'elevata stabilità dimensionale della lana di roccia che non subisce variazioni dimensionali al modificarsi delle condizioni termoigrometriche. In entrambi i casi i tasselli vanno sempre posti in corrispondenza della porzione di pannello incollata al supporto.

### ***Raccordo ad angolo***

In corrispondenza di angoli e spigoli è necessario utilizzare pannelli interi o dimezzati posati sfalsati tra loro. I pannelli vanno accostati tra loro assicurando una posa regolare che rispetti la perpendicolarità della geometria. La malta collante non deve mai essere presente tra le fughe delle lastre. Nello strato rasante deve essere annegato il profilo per la protezione degli spigoli con rete in fibra minerale, raccordandolo alla rete di armatura con una sovrapposizione di almeno 10 cm.

---

### **Raccordo a terra**

In considerazione delle sollecitazioni maggiori dovute a spruzzi d'acqua, sporcizia ed eventuali azioni meccaniche, per le zone di zoccolatura è necessario utilizzare un idoneo profilo di partenza. Il profilo metallico di partenza deve essere adeguatamente dimensionato sullo spessore del pannello isolante e fissato meccanicamente al supporto murario, con l'utilizzo di raccordi per le giunzioni tra parti di profilo. Eventuali non planarità del supporto possono essere corrette mediante l'utilizzo di specifici distanziatori.

### **Finestra inserita in muratura**

Il dettaglio di raccordo del cappotto al serramento montato all'interno della muratura deve essere progettato ed eseguito realizzando la continuità dell'isolamento anche in corrispondenza delle spallette, al fine di evitare il formarsi di ponti termici.

Il sistema deve essere completato mediante l'utilizzo di apposite guarnizioni autoespandenti poste in corrispondenza di serramento e davanzale, profili in rete per la protezione degli spigoli e reti di armatura diagonali da posare sugli angoli delle finestre con inclinazione di circa 45°

### **Isolamento a pavimento**

Pannello isolante in polistirene espanso rigido tipo Stirodur 2500 C o similare per applicazioni che necessitano una buona resistenza a compressione, basso assorbimento, d'acqua e ottimo isolamento termico.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE**

Lastra a spigolo vivo e con finitura superficiale liscia con pelle. Lambda:

da 0,032 a 0,038

Spessori come da progetto

### **Posa in opera**

Le lastre devono essere poste in opera a quinconce e ben accostate.

In corrispondenza dei corpi emergenti, tipo attici e parapetti, le lastre devono venire opportunamente adattate al raccordo d'angolo, onde diminuire gli stress ed evitare i ponti termici.

Per l'incollaggio possono venire impiegati bitume fuso, collanti ad acqua per l'edilizia, o colle speciali per espansi a base polistirenica.

Su pareti verticali dovrà essere eseguito anche il fissaggio mediante idonei agganci metallici tassellati

### **Lavorazione**

Supporto e lavorazione: Il supporto deve essere planare, portante, pulito e asciutto. Occorre inoltre assicurare l'ombreggiamento della facciata su cui sono state incollate le lastre.

Preparazione del supporto: Verificare se i supporti preesistenti sono portanti o meno ed eliminare i supporti non portanti.

Preparazione del sottofondo secondo le indicazioni di lavorazione della malta tecnica di incollaggio.

Proprietà	Unità di misura	Codifica secondo EN 13164	2500 C	2500 CNL	2800 C	2800 CS	3035 CS	3035 CNE	4000 CS	5000 CS	Norma
Finitura perimetrale											
Superficie			liscia	liscia	goffrata	goffrata	liscia	liscia	liscia	liscia	
Lunghezza x larghezza	mm		1250 x 600	2850 x 615*	1250 x 600	1265 x 615	1265 x 615	2515 x 615*	1265 x 615	1265 x 615	
Conducibilità termica	$\lambda_b$ [W/(m·K)]		$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	$\lambda_b$	UNI EN 13164
Resistenza termica	$R_b$ [m²·K/W]		$R_b$	$R_b$	$R_b$	$R_b$	$R_b$	$R_b$	$R_b$	$R_b$	
Spessori											
	20 mm	-	0,032	0,60	-	-	0,032	0,60	-	-	-
	30 mm	-	0,032	0,90	0,032	0,90	0,032	0,90	0,032	0,90	-
	40 mm	-	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	-
	50 mm	-	0,034	1,45	0,034	1,45	0,034	1,45	0,034	1,45	-
	60 mm	-	0,034	1,75	0,034	1,75	-	-	0,034	1,75	0,034
	80 mm	-	0,035	2,30	0,035	2,30	-	-	0,035	2,30	0,035
	100 mm	-	0,035	2,85	-	-	0,035	2,85	0,035	2,85	0,035
	120 mm	-	0,036	3,30	-	-	0,036	3,30	-	-	0,036
	140 mm	-	0,038	3,60	-	-	0,038	3,70	-	-	0,038
	160 mm	-	0,038	4,20	-	-	0,038	4,20	-	-	0,038
	180 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% <sup>1)</sup>	kPa	CS(10/Y)	200 (20-50 mm)	200 (30-50 mm)	200 (20-60 mm)	200 (30-50 mm)	300 (80-160 mm)	250	500	700	UNI EN 826
Consentita resistenza a compressione dopo 50 anni con schiacciamento $\leq 2\%$ <sup>2)</sup>	kPa	CC (2/1,5/50)	-	-	-	-	130	-	180	250	UNI EN 1606
Certificazione di resistenza a compressione sotto fondazioni <sup>3)</sup>	f <sub>cr</sub> (kPa)	-	-	-	-	-	185 (30-120 mm) 140 (140-160 mm)	-	255	355	DIBT Z-23-34-1325
Aderenza al calcestruzzo	kPa	TR	-	-	200	200	-	-	-	-	UNI EN 1607
Modulo elastico a compressione (kPa)											
	A breve termine	E	10.000	10.000	15.000	15.000	20.000	15.000	30.000	40.000	DIBT Z-23-34-1325
	A lungo termine	E <sub>sp</sub>	-	-	-	-	6.500	-	10.000	14.000	
Stabilità dim. 70 °C 90 % um. rel.	%	DS (70, 90)	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	UNI EN 1604				
Comportamento alla deformazione: carico 40 kPa; 70 °C	%	DLT(2)5	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	UNI EN 1605				
Coeff. di dilatazione termica lineare: Longitudinale	mm/(m·K)	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	DIN 53752
	Trasversale	-	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Reazione al fuoco	Classe	-	E	E	E	E	E	E	E	E	UNI EN 13501-1
Absorbimento d'acqua per immersione	Vol.-%	WL(T)0,7	0,7	0,7	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 12087
Absorbimento di umidità per diffusione e condensazione	Vol.-%	WD(V)	3	3	-	-	3	3	3	3	UNI EN 12088
Resistenza alla diff. del vapore acqueo (in funzione dello spessore)		MU	200 - 50	150 - 100	200 - 50	150 - 80	150 - 50	150 - 100	150 - 50	150 - 80	UNI EN 12086
Comportamento al gelo (300 alternanze gelo/disgelo)	Vol.-%	FTCD	-	-	-	-	1	1	1	1	UNI EN 12091
Temperatura limite di utilizzo	°C	-	75	75	75	75	75	75	75	75	UNI EN 14706
Percentuale media celle chiuse	%	CV	95	95	-	-	98	-	98	98	ISO 4590

### Isolamento su copertura piana

Sistema isolante per l'isolamento termico e la realizzazione di pendenze costituito da pannelli in poliuretano espanso rigido accoppiati ad una base in polistirene espanso sinterizzato - EPS - sagomata su misura in funzione della pendenza necessaria a garantire il corretto deflusso delle acque meteoriche.

Il pannello è formato da pannelli in poliuretano espanso (schiuma polyiso - PIR), accoppiati ad una base in EPS (classe 150 o 200) sagomata, su misura dello specifico cantiere, in funzione della pendenza necessaria. Ogni elemento del sistema è contrassegnato da un codice alfanumerico corrispondente alla distinta di progettazione ed installazione. La scelta tra i pannelli in poliuretano, sarà effettuata in funzione del tipo di membrana impermeabile adottata dall'impresa e della sua modalità applicativa.

Il sistema dovrà avere resistenza a compressione 200 kPa. Spessori come da progetto

PRINCIPALI CARATTERISTICHE PANNELLO POLIURETANO ESPANSO				UNI EN 13165					
Caratteristica	Codice	RFR		RF7		RF8		unità di misura	
Massa volumica pannello - valore medio comprensivo dei rivestimenti	$\rho$	36 ± 1,5		35 ± 1,5		44 ± 1,5		kg/m <sup>3</sup>	
Conducibilità termica dichiarata [EN 13165 Annessi A e C - T media 10 °C]	$\lambda_D$	mm 20 a 70	0,023		0,028		0,028		W/mK
		mm 80 a 110			0,026		0,026		
		≥ 120 mm			0,025		0,025		
Resistenza e Trasmissione Termica	d spessore mm	$R_D$	$U_D$	$R_D$	$U_D$	$R_D$	$U_D$	$R_D = d / \lambda_D$ m <sup>2</sup> K/W  $U_D = \lambda_D / d$ W/m <sup>2</sup> K	
	20	0,87	1,15	0,71	1,40	-	-		
	30	1,30	0,77	1,07	0,93	1,07	0,93		
	40	1,74	0,58	1,43	0,70	1,43	0,70		
	50	2,17	0,46	1,79	0,56	1,79	0,56		
	60	2,61	0,38	2,14	0,47	2,14	0,47		
	70	3,04	0,33	2,50	0,40	2,50	0,40		
	80	3,48	0,29	3,08	0,33	3,08	0,33		
	90	3,91	0,26	3,46	0,29	3,46	0,29		
	100	4,35	0,23	3,85	0,26	3,85	0,26		
	110	4,78	0,21	4,23	0,24	4,23	0,24		
	120	5,22	0,19	4,80	0,21	4,80	0,21		
	130	-	-	5,20	0,19	5,20	0,19		
140	-	-	5,60	0,18	5,60	0,18			
160	-	-	6,40	0,16	6,40	0,16			
Resistenza alla compressione al 10% di schiacciamento [EN 826]	CS (10/Y) in funzione dello spessore	150		150-160		150-175		kPa	
Reazione al fuoco [EN 13501-1]	euroclasse	F		E		F			
Calore specifico		1453		1464		1458		J/kg K	
Assorbimento d'acqua a 28 gg. di immersione [EN 12087]	WL (T)	< 1		< 1		< 2		% peso	
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo [EN 12086]	MU	148 ± 24		56 ± 2		33 ± 2		μ	

CARATTERISTICHE PANNELLO POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO				UNI EN 13163	
Caratteristica [norma]	Codice	EPS 150	EPS 200	unità di misura	
Conducibilità termica dichiarata - T media 10 °C [EN 13163]	$\lambda_D$	0,033	0,033	W/mK	
Resistenza a compressione 10% di schiacciamento [EN 826]	CS(10/Y)	≥ 150	≥ 200	kPa	
Resistenza al fuoco [EN 13501-1]	euroclasse	E	E	-	
Resistenza alla diffusione del vapore [EN 12086]	MU	30-70	40-100	μ	

## PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO

Isolamento acustico dai rumori di calpestio ottenuto mediante la realizzazione di un pavimento galleggiante su un idoneo strato di disaccoppiamento in materiale elastico –resiliente appoggiato direttamente sul solaio prima della realizzazione degli impianti.

L'elemento elastico in questione è composto da una guaina in granuli di elastomero legati da resine poliuretaniche polimerizzate in massa, di densità 750 kg/m<sup>3</sup>, spessore 6 mm, accoppiata ad uno strato in agglomerato poliuretanicco flessibile riciclato di densità 90 kg/m<sup>3</sup> spessore 5 mm, con indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio  $\Delta L_w = 33$  dB e rigidità dinamica assoluta pari a 10 MN/m<sup>3</sup>.

Il sistema grazie ai bordi con cimosa di sormonto, non richiede ulteriori elementi di giunzione tra i rotoli, se questi vengono posati con cura in perfetta adiacenza gli uni agli altri; rimane indispensabile il completo disaccoppiamento dalle partizioni verticali per la realizzazione della vasca del pavimento galleggiante.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UDM	VALORE	RIFERIMENTI NORMATIVI	NOTE
Rigidità dinamica assoluta	(s')	MN/m <sup>3</sup>	10	UNI EN 29052-1	Cert. n°AE-086004-MG-B-2010
Frequenza di risonanza	(f <sub>0</sub> )	Hz	35	UNI EN 29052-1	Cert. n°AE-086004-MG-B-2010
Resistenza al flusso d'aria		kPa*s/m <sup>2</sup>	108	UNI EN 29053	Cert. n°439.11UN0010/11
Attenuazione del livello di calpestio	( $\Delta L_w$ )	dB	34	UNI EN 12354-2	Peso massetto soprastante 115 Kg/m <sup>2</sup>

Si ritiene idoneo un materassino avente rigidità dinamica s' (non apparente) inferiore a 35 MN/m<sup>3</sup>, certificata con prova di laboratorio accreditato secondo la norma UNI EN 29052-1.

### **Posa in opera**

Sul solaio nudo prima di installare gli impianti idraulici ed elettrici.

1. Sopra al solaio grezzo, dopo aver eseguito le pareti perimetrali, prima delle pareti interne, stendere l'isolante acustico su tutto il solaio.
2. Sigillare le congiunzioni tra i materassini mediante sovrapposizione delle cimose dei bordi dei rotoli e nastrare con apposito nastro.
3. Realizzare direttamente sul pannello elastico le partizioni verticali (pareti) interne.
4. Realizzare direttamente sul pannello elastico gli impianti idraulici ed elettrici
5. Realizzare il completo disaccoppiamento delle partizioni verticali perimetrali tramite risvolti con fascia

## **11. CONTROSOFFITTI**

### **Normativa di riferimento**

I controsoffitti e le velette in cartongesso devono essere dimensionati conformemente alle norme di sicurezza per quanto riguarda i carichi statici.

Dovranno essere rispettate tutte le normative nazionali e locali concernenti i disperdimenti energetici, le normative per l'abbattimento acustico e tutte le normative vigenti in materia di sicurezza antincendio – in particolare il DM 15/03/2005 "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo", il D.Min. Int. 16 febbraio 2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" ed il D. Min. Int. 9 marzo 2007 "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del corpo nazionale dei Vigili del Fuoco".

Il controsoffitto deve soddisfare, unitamente a tutti gli elementi costituenti la stratigrafia in cui è inserito, tutte le prescrizioni e requisiti definiti dagli elaborati progettuali. Inoltre, tutte le opere devono essere conformi alle ultime edizioni delle norme applicabili per i materiali in oggetto e, in particolare, le seguenti:

┆ UNI 10718:1999 Lastre di gesso rivestito – Definizioni, requisiti, metodi di prova.

- 
- ┆ UNI EN 520:2009 Lastre di gesso - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI 11424:2011 Gessi - Sistemi costruttivi non portanti di lastre di gesso rivestito (cartongesso) su orditure metalliche - Posa in opera.
  - ┆ UNI EN 13963:2005 Sigillanti per lastre di gesso rivestito - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 13964:2007 Controsoffitti - Requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 13950:2006 Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolanti termo/acustici - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - UNI EN 14195:2005 Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 14246:2006 Elementi di gesso per controsoffitti - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 14496:2006 Adesivi a base di gesso per pannelli accoppiati termo/acustici e lastre di gesso rivestito - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 14353:2010 Profili metallici per impiego con lastre di gesso - Definizioni, requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 573-1-2-3-4-5 Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati.
  - ┆ UNI EN 12020-1:2008 Alluminio e leghe di alluminio - Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW- 6060 e EN AW-6063 - Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura.
  - ┆ UNI EN 12020-2:2008 Alluminio e leghe di alluminio - Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW- 6060 e EN AW-6063 - Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma.
  - ┆ UNI 4529:1990 Ossidazione anodica e verniciatura dell'alluminio e delle leghe di alluminio. Metodo di controllo accelerato della resistenza alla luce degli strati di ossido anodico colorati e di film di vernici utilizzando luce artificiale.
  - ┆ UNI 10681: 2010 Alluminio e leghe di alluminio - Caratteristiche generali degli strati di ossido anodico per uso decorativo e protettivo.
  - ┆ UNI EN ISO 11963:2013 Materie plastiche - Lastre di policarbonato - Tipi, dimensioni e caratteristiche.
  - ┆ UNI EN 16153:2013 Lastre traslucide piane multistrato di policarbonato (PC) per coperture, pareti e soffitti interni ed esterni - Requisiti e metodi di prova.
  - ┆ UNI EN 13501-1:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
  - ┆ UNI 9714:1990 Pannelli a base di legno. Pannelli di lana di legno. Tipi, caratteristiche e prove.
  - ┆ UNI EN 10346 Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo – Condizioni tecniche di fornitura
  - ┆ EN 10169 Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti)
  - ┆ UNI EN 10169:2012 Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico
  - ┆ UNI EN 13964:2007 Controsoffitti - Requisiti e metodi di prova
  - ┆ UNI EN 10142:2002 Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo

### **Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali per controsoffitti dovranno essere certificati in “ex-classe 1” di reazione al fuoco ai sensi del D.M. 26 Giugno 1984 “Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi”, a meno di diverse prescrizioni riportate sugli elaborati di progetto.

---

L'Appaltatore dovrà eseguire la progettazione costruttiva delle opere da realizzare ed ottenere l'approvazione della D.L.. Dovrà altresì predisporre a sua cura e spese la campionatura di ogni singola tipologia di controsoffittatura da realizzare.

Le campionature saranno accompagnate dalla documentazione comprovante la rispondenza dei materiali ai disegni costruttivi di progetto ed alle specifiche tecniche, da schede tecniche del Produttore e dalle raccomandazioni di quest'ultimo in merito agli idonei sistemi di montaggio.

Le lastre in cartongesso dovranno generalmente corrispondere alla classe di resistenza al fuoco come indicato negli elaborati grafici di prevenzione incendi allegati e nel progetto ed approvati dal Comando VVF competente.

Tutti i materiali e prodotti da costruzione da installarsi saranno comunque rispondenti al sistema di classificazione europeo di cui al decreto del Ministro dell'Interno 10 marzo 2005 (Gazzetta Ufficiale n. 73 del 30 marzo 2005) e successive modifiche ed integrazioni e seguano le prescrizioni e le limitazioni previste, tenendo conto delle corrispondenze tra classi di reazione al fuoco stabilite dal decreto del Ministro dell'Interno 15 marzo 2005 (Gazzetta Ufficiale n. 73 del 30 marzo 2005) e successive modifiche ed integrazioni.

### ***Criteri di esecuzione delle opere***

Prima dell'esecuzione dei controsoffitti si dovranno presentare alla D.L. campionature e disegni costruttivi.

Prima del montaggio della pendinatura si dovranno verificare la posizione e gli ingombri dell'impiantistica che potrebbe interferire con il controsoffitto, non soltanto mediante rilievo delle parti già montate, ma anche mediante accurato esame degli elaborati progettuali relativi agli impianti.

Il controsoffitto dovrà risultare del tutto indipendente dall'impiantistica, intendendosi che la pendinatura del controsoffitto dovrà essere separata da quella degli impianti.

Dovrà quindi essere possibile smontare corpi illuminanti, anemostati e quant'altro interferente con il controsoffitto con l'eventuale rimozione di pannelli, ma senza smontaggio o rinforzi di pendinature.

Solo per scavalco di impianti sarà consentito l'uso di bilancini comuni a controsoffitto e impiantistica; le pendinature dovranno comunque restare indipendenti.

I controsoffitti dovranno essere completati con tutte le forature e i pezzi speciali necessari per l'inserimento di corpi illuminanti, bocchette lineari di mandata e/o ripresa aria, anemostati ed apparecchi in genere; in particolare dovranno essere forniti in opera gli elementi di chiusura dei giochi fra i fori nel controsoffitto e l'impiantistica.

Detti elementi di chiusura saranno realizzati con gli stessi materiali dei pannelli o dei profili perimetrali.

Si dovrà provvedere alla messa a terra di tutte le parti metalliche assicurando inoltre la perfetta continuità elettrica di tutti gli elementi, se necessario anche realizzando opportuni cavallotti.

Si dovrà evitare il contatto fra materiali diversi ove ciò potesse causare fenomeni di corrosione elettrostatica; se impossibile si dovranno interporre strisce di materiale isolante. A posa ultimata i controsoffitti dovranno risultare perfettamente piani, con profili e bordi allineati, privi di sbavature, graffiature, ondulazioni o altri difetti.

L'Appaltatore dovrà farsi carico del coordinamento anche per la posa di tutti i corpi illuminanti, nonché del coordinamento delle operazioni di posa di controsoffitti con la parte impiantistica. Questo per poter permettere un corretto allineamento e regolarità nella posa dei vari elementi interessati.

Il controsoffitto dovrà essere in generale considerato ed installato come un elemento "galleggiante", cioè non dovranno essere previsti vincoli rigidi con: strutture dell'edificio, corpi incassati, elementi perimetrali, etc. Questo al fine di consentire la compensazione di eventuali movimenti. Inoltre saranno realizzati giunti di dilatazione laddove opportunamente valutato e comunque non oltre i 15 m.

Dove necessario per le operazioni di ispezione e manutenzione impianti verranno installate botole di ispezione con struttura non apparente e sistema di apertura "premi e apri".

## 11.1 CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO

### **Qualità dei materiali**

I gessi dovranno essere di prima qualità, di recente cottura, perfettamente asciutti, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio 0,8 (UNI 2332/1), scevri da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea.

I gessi dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

└ gesso comune: massima durezza con 60% di acqua in volume; resistenza alla trazione dopo tre giorni 15 kg/cm<sup>2</sup>

└ gesso da stucco: massima durezza 60% di acqua in volume; resistenza alla trazione dopo tre giorni 20 kg/cm<sup>2</sup>; alla compressione dopo tre giorni 40 kg/cm<sup>2</sup>

└ gesso scagliola: dovrà corrispondere per caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza a trazione, flessione e compressione), chimiche (tenore di solfato di calcio, tenore di sostanze estranee) alle prescrizioni di cui alle norme UNI 8376 e UNI 8377.

Il gesso dovrà essere introdotto in cantiere confezionato in sacchi integri di carta o materia plastica, di caratteristiche tali da non alterarne la qualità, sui quali dovrà essere indicato il nominativo della Ditta produttrice e la qualità del gesso contenuto.

### **Velette e setti acustici**

In corrispondenza di salti di quota nel controsoffitto, di raccordi con i lucernari, ecc. saranno realizzate delle velette in cartongesso su sottostruttura metallica.

Le lastre dovranno essere perfettamente complanari ed allineate, a giunti accostati, sigillate in corrispondenza delle congiunzioni con l'interposizione di una banda armata, protette su tutti gli angoli da paraspigoli, rasate a gesso, dotate all'intradosso di profili atti a contrastare la spinta delle pareti mobili.

Le velette a vista dovranno essere scurettate e sigillate in corrispondenza dell'intersezione con strutture in c.a. a vista, nonché provviste di giunti sigillati e mascherati da coprifili in lamiera di alluminio preverniciato in corrispondenza dei giunti strutturali.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante setti acustici deve garantire una prestazione non inferiore a quella della sottostante parete.

### **Criteri di accettazione delle opere**

A soffitto montato non si dovranno riscontrare dislivelli maggiori di  $\pm 2$  mm su 2,00 m di luce misurata in qualsiasi punto della superficie a vista.

In ogni caso rispetto alla quota nominale saranno accettati in ogni punto tolleranze non superiori a  $\pm 7$  mm. Nel montaggio a giunti rasati il controsoffitto dovrà apparire del tutto monolitico.

In caso di prescrizioni REI dovranno essere forniti certificati del materiale fornito e dichiarazioni di corretta posa in opera secondo normativa vigente VV.F.

Si rimanda alla relazione tecnica specialistica di competenza

## 11.2 CONTROSOFFITTI IN FIBRA MINERALE

I controsoffitti utilizzati in ambienti ad alto tasso di umidità dovranno essere del tipo ad alta densità con caratteristiche di resistenza a condizioni di umidità relativa fino al 100%, le strutture di sostegno dovranno essere del tipo anticorrosivo.

Particolare attenzione andrà posta agli ambienti sterili, nei quali si prevede l'utilizzo di un controsoffitto in fibra sottoposto ad adeguati trattamenti antimicrobici.

Saranno utilizzati quadrotti in fibra minerale 60 x 60 cm e spessore non inferiore a 15 mm; tali quadrotti avranno i bordi opportunamente smussati per consentire l'alloggiamento sul profilato, con caratteristiche di appoggio a vista.

### **Controsoffitti per ambienti sanitari**

Le lastre costituenti i controsoffitti dovranno avere la superficie inferiore ricoperta da una pellicola in poliestere, lavabile sul posto.

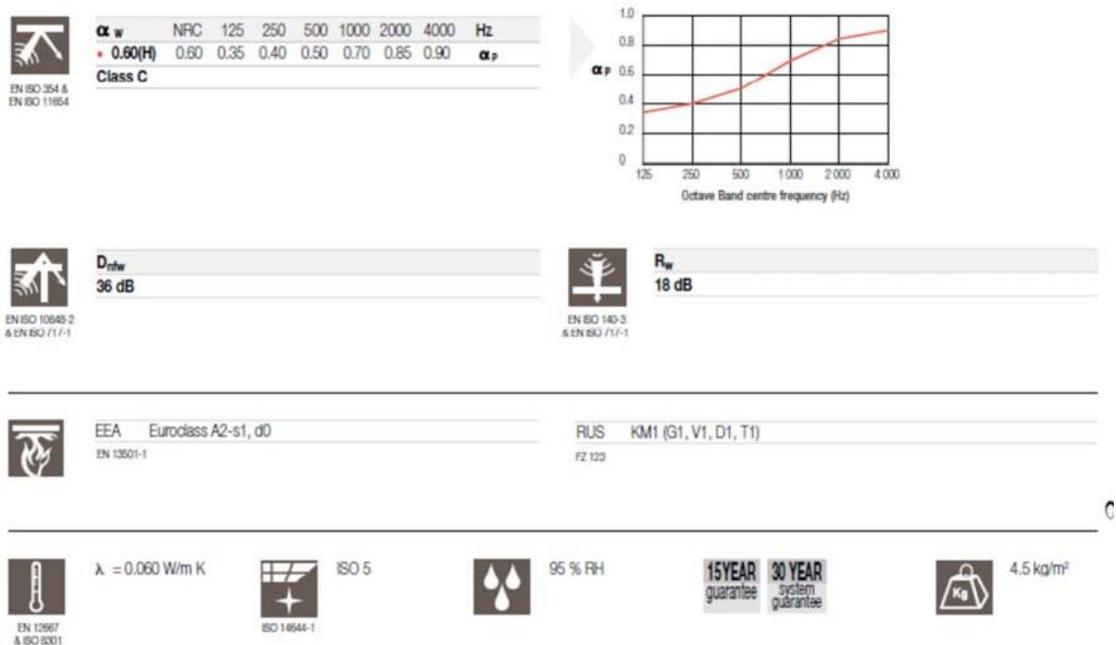
Dovrà inoltre essere previsto un trattamento specifico anti-microbico e fungicida, tale trattamento dovrà mantenere inalterati nel tempo i propri principi attivi, anche in seguito ai periodici lavaggi.

Il trattamento dovrà essere idoneo a respingere la crescita di funghi e batteri e prevenire contaminazioni se richiesto dalla D.L.. I controsoffitti dovranno essere sigillati alla orditura di sostegno costituendo così una efficace barriera al vapore e tenuta stagna all'aria.

Si riportano sotto le caratteristiche-tipo considerate:



### Controsoffitti ad alto coefficiente di assorbimento acustico



## **Struttura di sostegno**

La struttura di sostegno sarà costituita da una doppia orditura di profili a T in vista di larghezza mm 24. In particolare l'orditura sarà costituita da una maglia regolare di 60 x 60 cm.

Essa verrà realizzata con una orditura principale monodirezionale di profili ad interasse 120 cm, una orditura secondaria di elementi distanziatori ortogonali ai precedenti, interasse 60 cm, e una terza orditura di traversine rompitratta paralleli al profilo principale ad interasse di 60 cm.

Tutti i profilati saranno in acciaio zincato dello spessore non inferiore a 6/10 mm, di 38 m di altezza e 15 mm di larghezza.

I profilati, rimanendo in vista, saranno verniciati in tinte conformi con le tonalità dell'arredo. In particolare tutte le strutture in vista verranno preventivamente verniciate con opportuno trattamento, a fuoco, con vernice atta ad uniformare il più possibile la struttura con le pannellature (ad esempio tipo supewhite stesa a spruzzo con granulometria simile a quella dei pannelli).

Per i profili a vista deve essere previsto trattamento superficiale analogo a quello delle lastre.

L'aggancio di tali profilati alla struttura del solaio avverrà a mezzo di appositi pendini di sospensione in acciaio, dotati di molla di regolazione.

Saranno inoltre forniti i pezzi di raccordo per consentire la giunzione dei profilati all'incrocio degli stessi e la giunzione in longitudinale.

Saranno inoltre impiegati dei profili perimetrali ad L in acciaio zincato lungo il bordo delle pareti.

La struttura di sostegno dovrà essere idonea a sopportare il peso proprio e quello di plafoniere di tipo standard, sarà comunque onere dell'Impresa assicurare adeguato fissaggio alle plafoniere.

Inoltre il controsoffitto dovrà essere montato in modo tale da consentire il posizionamento dei corpi illuminanti incassati in asse ad ogni locale.

## **Fissaggi**

Per il fissaggio dell'orditura metallica all'intradosso del solaio si utilizzeranno pendini con dispositivi di regolazione a molla e relativa barra di collegamento alla struttura di solaio.

Il collegamento della guida perimetrale ad U o L alla parete avverrà, a mezzo di tassello, per le murature rustiche in e a mezzo di viti fosfatate con punta filettata fornite nelle lunghezze variabili tra i 25 ed i 140 mm. per il collegamento con pareti in cartongesso.

Il fissaggio delle lastre, infine, alla orditura metallica, avverrà per semplice appoggio del bordo sull'ala del profilo. Questo tipo di connessione consentirà una facile asportazione del pannello e successiva ispezionabilità dell'intercapedine sovrastante.

Saranno inoltre utilizzati dei sistemi di aggancio antisismici, in grado di garantire le caratteristiche funzionali del controsoffitto anche in caso di eventi sismici.

## **11.3 CONTROSOFFITTI REI**

Controsoffitto indipendente per la protezione EI 120 al fuoco dal basso costituito da:

- struttura metallica principale e secondaria realizzata in profili metallici con sezione ad U di dimensioni 60x27x0,6 mm posta ad interasse 600 mm;
- sospensione realizzata tramite pendini rigidi  $\varnothing$  6 mm ad interasse di 1000 mm ca;
- cornice perimetrale metallica con sezione a C di dimensioni 30x45 mm e spessore minimo 0,5 mm e striscia in lastra in silicato di spessore 10 mm, ancorata alle murature a mezzo di tasselli metallici ad espansione.
- Rivestimento realizzato in duplice strato di lastre in silicato di calcio di densità 875 kg/m<sup>3</sup> circa, incombustibile in classe A1 secondo le Euroclassi e denominata di dimensioni 1200x2500 mm e spessore 25 mm cad.

---

Tali lastre saranno poste a giunti sfalsati e fissate tra loro ed alle strutture mediante viti autofilettanti di lunghezza 35 mm poste ad interasse 250 mm (1° lastra) e viti autofilettanti di lunghezza 65 mm poste anch'esse ad interasse 250 mm (2° lastra).

## **11.4 CONTROSOFFITTI IN DOGHE METALLICHE**

Controsoffitto realizzato in profili metallici (acciaio galvanizzato) con perforazione regolare e inserto in lana di vetro per incrementare le prestazioni acustiche.

Superficie a vista verniciata in Bianco RAL 9010 post-laccato o con colore indicato dalla D.L. Entrambi i lati verticali sono microperforati Rd 1522 con circa 12 mm di bordo liscio.

Materassino acustico in lana di vetro spesso 25mm, 25 kg/m<sup>3</sup> con tessuto non tessuto su entrambi i lati.

## **11.5 CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO PER ESTERNI**

Fornitura e posa in opera di controsoffitto interno ribassato ad orditura metallica e rivestimento in lastre di cemento rinforzato per esterni tipo Knauf Aquapanel Outdoor o similare.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio, a norma UNI EN 10215, rivestito con lega di zinco e alluminio Aluzink, resistenti alla corrosione, spessore 0,6 mm, delle dimensioni di :

- guide a "U" 27x30 mm (25x25 mm), isolata dalle strutture perimetrali con nastro vinilico monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di mm 3,5.
- montanti a "C" 50x27 mm (60x25 mm), sia per l'orditura primaria fissata al solaio tramite un numero adeguato di ganci a molla regolabili e pendini, che per l'orditura secondaria vincolata alla primaria mediante appositi ganci.

Il rivestimento dell'orditura sarà realizzato con uno strato di lastre in cemento rinforzato per esterni, dello spessore di 12,5 mm. Le lastre saranno avvitate all'orditura metallica con viti speciali in acciaio resistente alla corrosione categoria C4 a norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 150 mm.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti da eseguirsi con stucco e nastro in rete resistente agli alcali, in modo da ottenere una superficie pronta per la successiva rasatura. Rasatura di tutta la superficie esterna eseguita per uno spessore pari ad almeno 5 mm con stucco, rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali per ottenere una superficie pronta per la finitura con intonachino/pittura o successivo rivestimento ceramico.

La modalità per la messa in opera saranno conformi alle prescrizioni del produttore.

### **Generalità**

I soffitti sono realizzati con orditura metallica a norma UNI EN 14195 in acciaio zincato e da un rivestimento con lastre di cemento per esterni tipo Knauf Aquapanel o similare

L'orditura metallica viene collegata agli elementi portanti adiacenti e costituisce la struttura portante per i rivestimenti. Il dimensionamento e la stratificazione dei soffitti è da stabilire in funzione delle prestazioni in relazione alla statica, l'igrotermia e l'acustica.

Nell'intercapedine realizzata dall'orditura possono essere inseriti materiali isolanti per conferire più alte prestazioni di isolamento termico ed acustico. Trovano idoneo alloggiamento nelle intercapedini anche le installazioni impiantistiche elettriche, sanitarie, etc..

E' necessario realizzare giunti di dilatazione di 15-20 mm: - ogni 7,20 m di lunghezza e larghezza del soffitto, in ambiente esterno; - ogni 7,20 m di lunghezza e larghezza del soffitto, in ambiente interno.

Occorre comunque prestare attenzione alle disomogeneità dei materiali portanti nei rivestimenti esterni, con la possibilità di realizzare maglie più piccole.

### **Orditure**

Le orditure metalliche si compongono di profili guida a "U", fissati alle pareti perimetrali, e di profili montanti a "C". Prima della posa dei profili guida a "U" è consigliabile applicare il nastro monoadesivo di guarnizione isolante.

Fissare i profili guida agli elementi strutturali adiacenti con idonei sistemi di fissaggio.

---

Interasse massimo dei fissaggi: 50 cm, da verificare in funzione del tipo di supporto. Interasse di

fissaggio delle sospensioni: 750 mm fino a 30 kg/m<sup>2</sup> ; 600 mm fino a 50 kg/m<sup>2</sup> .

Sistemi di sospensione: gancio con molla e pendino; gancio Nonius; gancio dritto con o senza riga asolata; gancio semplice con vite di congiunzione.

Orditura: profili perimetrali a “U” 30x27x0,6 mm, o 25x25x0,6 mm profili primari e secondari incrociati a “C” 50x27x0,6 mm o 60x25x0,6 mm.

Per soffitti in esterno e, in genere, sottoposti a spinte di pressione del vento, è consigliabile usare il sistema di sospensione tipo Knauf Nonius.

### **Montaggio**

Collegamento orditura primaria e secondaria mediante ganci di unione ortogonale. Interasse orditura: primaria 1000 mm fino a 30 kg/m<sup>2</sup> ; 750 mm fino a 50 kg/m<sup>2</sup> ; secondaria 400 mm.

Procedura di montaggio: Tracciare a parete, fissare la guida perimetrale a “U”, appoggiare l’orditura primaria a “C” sul perimetrale e vincolarla con il sistema di sospensione scelto; inserire i secondari nelle guide perimetrali e vincolarli ai primari con ganci di unione ortogonali.

Note particolari: la distanza del primo punto di sospensione dalla parete deve essere ca. pari ad 1/3 dell’interasse delle sospensioni; eseguire l’orditura leggermente concava verso l’alto al centro del locale; le congiunzioni dei profili a “C” devono essere eseguite con gli appositi giunti lineari e tra loro sfalsate.

### **Rivestimento**

Dopo la posa delle orditure, l’inserimento di reti impiantistiche e dell’eventuale materiale isolante, rivestire con lastre incemento. Posare le lastre trasversalmente ai profili ai quali vengono fissate. Le lastre devono essere posate sfalsate: i giunti di testa devono essere sfalsati di almeno 400 mm e devono corrispondere ad un profilo dell’orditura. Per il fissaggio della lastre all’orditura metallica utilizzare le viti speciali

Collegamento orditura primaria e secondaria mediante ganci di unione ortogonale.

Interasse orditura: primaria 1000 mm fino a 30 kg/m<sup>2</sup> ; 750 mm fino a 50 kg/m<sup>2</sup> ; secondaria 400 mm.

Procedura di montaggio: Tracciare a parete, fissare la guida perimetrale a “U”, appoggiare l’orditura primaria a “C” sul perimetrale e vincolarla con il sistema di sospensione scelto; inserire i secondari nelle guide perimetrali e vincolarli ai primari con ganci di unione ortogonali.

Note particolari: la distanza del primo punto di sospensione dalla parete deve essere ca. pari ad 1/3 dell’interasse delle sospensioni; eseguire l’orditura leggermente concava verso l’alto al centro del locale; le congiunzioni dei profili a “C” devono essere eseguite con gli appositi giunti lineari e tra loro sfalsate.

La lunghezza delle viti deve superare di 1 cm lo spessore del rivestimento. Regolare l’avvitatore in modo che le viti siano alla giusta profondità (testa vite a filo lastra) e porle alla giusta distanza dai bordi (1,5 cm). Porre prima le viti vicine alla costola dei montanti affinché le ali non si pieghino.

### **Stuccatura e rasatura della superficie**

La stuccatura deve essere effettuata solo quando le lastre si siano adattate alle condizioni climatiche dell’ambiente. La temperatura del materiale, dell’ambiente e del sottofondo non deve scendere sotto +5°C.

I giunti tra le lastre devono essere stuccati con lo stucco per esterni. La stuccatura si applica in una sola mano, per uno spessore di 2-3 mm, con armatura mediante nastro di rinforzo resistente agli alcali. La successiva rasatura dovrà essere effettuata entro 6-12 ore.

Procedere quindi alla rasatura della superficie con lo stesso materiale utilizzato per la stuccatura dei giunti per uno spessore di 5 mm. La rasatura dovrà essere rinforzata con la rete per esterni, resistente agli alcali.

- Qualora la rasatura non possa essere effettuata in successione alla stuccatura, i giunti dovranno essere sigillati con stucco a base cementizia. Prima della successiva stuccatura attendere ca 4 gg quindi stuccare i giunti con lo stucco rinforzando il giunto con il nastro di rinforzo resistente agli alcali.

Rasatura: Su un letto di rasatura di 5 mm di spessore stendere la rete con una sovrapposizione di 10 cm dei teli. Per ottenere una superficie particolarmente liscia è necessaria una seconda mano di rasatura. Attendere circa un giorno e quindi posare un secondo strato di rasante e frattazzare.

- 
- Miscelare il contenuto del sacco, ca 25 kg di rasante, con circa 6.3 l di acqua fredda e pulita. Si consiglia di usare unaggitatore a circa 600 giri/min. Tempo di lavorabilità: ca. 2 ore (secondo condizioni climatiche).

### **Finitura superficiale**

Attesi 8 gg dalla rasatura, sulle lastre potranno essere applicati i seguenti prodotti di rivestimento:

- Pitture sintetiche a dispersione lavabili e resistenti all'abrasione, pitture ad effetto policromo, tinte a calce, tinte al silicato ed al silicato di potassio, pitture al silicato a dispersione, pitture a olio, pitture a smalto opache, pitture acriliche, pitture a smalto poliuretaniche (PUR), pitture a smalto epossidiche (EP), a seconda della destinazione d'uso e dei requisiti prescritti.
- Le pitture alchidiche non sono indicate. Attenersi alle raccomandazioni ed alle istruzioni del fabbricante dei prodotti vernicianti. Si raccomanda di applicare una mano di prova su più lastre.

Per la posa di rivestimenti ceramici si consiglia l'applicazione di un idoneo adesivo elastico

## **STAFFAGGI**

Gli staffaggi dovranno essere verificati nel rispetto delle prescrizioni relative agli spostamenti della relazione strutturale ed in conformità con le prescrizioni del DM 14/01/2008, al capitolo "Criteri di progettazione di elementi strutturali "secondari" ed elementi non strutturali".

## **POSA IN OPERA**

La posa in opera del controsoffitto avverrà dapprima collocando la struttura di sostegno.

I profili portanti, posizionati ad un interasse di 120 cm, saranno sospesi alla struttura del solaio a mezzo di appositi pendini posizionati ad un interasse massimo di 120 cm.

La distanza massima tra profilo portante e parete ad esso parallela sarà non superiore a 60 cm sul profilo portante la distanza massima tra il perimetro ed il primo punto di sospensione sarà non maggiore di 45 cm.

I distanziatori, della lunghezza di 120 cm, saranno installati ortogonalmente al profilo principale ad un interasse di 60 cm, mentre i profili rompitratta, lunghi 60 cm, saranno installati tra le mezzerie dei distanziatori.

Sarà inoltre posto in opera lungo il perimetro un profilo ad L che consente la posa delle lastre lungo il perimetro dibordo.

Quindi si eseguirà la posa in opera dei quadrotti per semplice appoggio degli stessi lungo il bordo sull'ala del profilato. Tali elementi dovranno essere immagazzinati in cantiere in luogo al riparo da agenti atmosferici e dall'umidità.

L'eventuale taglio dei quadrotti avverrà mediante l'uso di adeguati strumenti in modo da non lesionare il pannello nè compromettere la regolarità dei bordi.

Saranno inoltre eseguiti a mezzo di frese tutti i fori necessari all'inserimento di gruppi ottici, di bocchette del condizionamento e degli sprinklers.

# **12. PARETI E SOFFITTI IN CARTONGESSO**

## **CARATTERISTICHE GENERALI**

Le lastre da impiegare dovranno essere prefabbricate, del tipo cartonato e di larghezza costante pari a 120 cm; salvo particolari esigenze esposte all'interno degli elaborati progettuali come l'abaco pareti, dovranno essere impiegate lastre con bordi assottigliati, di produzione standard presso i principali produttori.

Il taglio delle lastre, qualora richiesto da ragioni compositive delle tramezzature, dovrà essere eseguito in modo da non pregiudicare la resistenza del pannello stesso, né le successive operazioni di posa e finitura. Il taglio potrà essere eseguito a mano con apposito coltello o segaccio.

Se il taglio delle lastre viene eseguito a mano, in corrispondenza del taglio si inciderà il cartone sulla faccia che risulterà in vista, con un coltello affilato ed un regolo metallico; quindi, con un colpo secco, si piegherà la lastra tenendola saldamente e uniformemente su un solido sostegno; infine, si procederà al taglio del cartone sull'altra faccia. Il nuovo bordo, così ottenuto, non dovrà presentare sbavature e screpolature.

Se invece il taglio delle lastre viene eseguito con segaccio, si procederà prima al tracciamento con regolo metallico, e quindi al taglio.

Per le modalità di posa in opera, si dovrà fare riferimento alla Norma UNI 9154 parte I ed alle prescrizioni del produttore.

In generale, il fissaggio delle lastre di gesso cartonato alle strutture di sostegno, costituite da orditura in profilati di acciaio zincato, sarà eseguito con viti autoperforanti in acciaio fosfatato a testa piana e svasata. Le viti dovranno essere avvitate nella lastra e non dovranno sporgere dal filo esterno di questa, né affossarsi, per non tagliare il cartone alla base della testa. Le operazioni di avvitamento non dovranno provocare danneggiamenti di sorta. Le viti in corrispondenza dei bordi dovranno essere avvitate ad una distanza non inferiore a 10 mm dal bordo stesso.

Nel caso in cui, per esigenze derivanti dal lay-out architettonico dei locali, dovesse essere necessario ridurre la larghezza standard delle lastre, il bordo non assottigliato di tali lastre dovrà sempre essere rivolto verso le estremità delle pareti.

I giunti tra lastra e lastra saranno rasati con stucchi adesivi speciali e con applicazione di speciale nastro di carta microforata. Gli spigoli vivi dovranno essere protetti con paraspigoli in nastro di carta armata con lamine metalliche, oppure con speciale paraspigolo antiurto in acciaio zincato.

A posa in opera completata, si dovrà procedere alla rasatura delle teste delle viti con adeguati stucchi, in modo da rendere le superfici pronte alle opere di finitura successive.

Nella tabella seguente sono indicati i requisiti minimi richiesti per i materiali

<b>LASTRE IN GESSO CARTONATO</b> <b>(Spessori d'impiego standard: 12,5 mm – 15 mm – 18 mm)</b>	
<i>Tipo</i>	<i>Requisiti</i>
Standard	Y Resistenza al fuoco: <b>Classe 1</b> secondo <b>UNI EN 1363 Pt. 1-2:2001</b>
	Y Durezza superficiale: l'impronta lasciata da una sfera d'acciaio da 500 g con energia di 2,5 J deve essere $\delta$ 13 mm
Resistenti al fuoco	Y Resistenza al fuoco: <b>Classe 1</b> secondo <b>UNI EN 1363 Pt. 1-2:2001</b>
	Y Durezza superficiale: l'impronta lasciata da una sfera d'acciaio da 500 g con energia di 2,5 J deve essere $\delta$ 13 mm
Resistenti al fuoco e di classe 0	Y Resistenza al fuoco: <b>Classe 0</b> secondo <b>UNI EN 1363 Pt. 1-2:2001</b>
	Y Durezza superficiale: l'impronta lasciata da una sfera d'acciaio da 500 g con energia di 2,5 J deve

	essere $\delta$ 13 mm
Resistenti all'umidità	Y Resistenza al fuoco: <b>Classe 1</b> secondo <b>UNI EN 1363 Pt. 1-2:2001</b>
	Y Durezza superficiale: l'impronta lasciata da una sfera d'acciaio da 500 g con energia di 2,5 J deve essere $\delta$ 13 mm
	Y Dopo 2 ore di immersione in acqua, l'assorbimento d'acqua deve essere inferiore al 10% del peso a secco
	Y ASTM C 630/78E1 - ASTM C 79 - BS 1230

#### PROFILI IN ACCIAIO PER STRUTTURA

Spessore minimo 0,6 mm (6/10 mm)

<i>Tipo</i>	<i>Requisiti</i>
Guida a pavimento	Y Acciaio zincato Z200 secondo ex UNI 5744
	Y Profilo a "U" con sviluppo minimo 135 mm
Guida a soffitto	Y Acciaio zincato Z200 secondo ex UNI 5744
	Y Profilo a "U" con sviluppo minimo 135 mm
Montanti	Y Acciaio zincato Z200 secondo ex UNI 5744
	Y Profilo a "C" sviluppo minimo 155 mm

#### VITI PER FISSAGGI

<i>Tipo</i>	<i>Requisiti</i>
Assemblaggio profili	Y Autoperforanti con punta a trapano
	Y Acciaio
	Y Testa tonda con impronta a croce
Fissaggio lastre	Y Autoperforanti con punta a chiodo
	Y Acciaio fosfatato
	Y Testa svasata con impronta a croce
	Y Lunghezza pari allo spessore delle lastre

maggiorato di 10 mm

Nella fase di fissaggio e montaggio della struttura metallica, devono essere previsti idonei accorgimenti per il successivo montaggio dei serramenti. In particolare, va previsto, in corrispondenza degli stipiti del serramento, il fissaggio di montanti verticali e traversi orizzontali con il lato chiuso verso la luce del serramento, come pure l'introduzione, nei profilati degli stipiti, di correnti di legno di sezione adeguata, fermati sugli stessi con le medesime vitidi fissaggio delle lastre di gesso.

Le pareti in cartongesso installate negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, indipendentemente dal valore di resistenza al fuoco (REI/EI) dovranno essere in classe italiana 0 (classe Europea A1) di reazione al fuoco.

La tabella seguente indica le caratteristiche geometriche delle tramezzature

<b>PROFILI</b>		<b>Spessore lastre [mm]</b>	<b>Spessore totale [mm]</b>	<b>Peso totale [kg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Interasse montanti [cm]</b>	<b>Altezza max parete [cm]</b>
<b>Guide</b>	<b>Montanti</b>					
40 	50 	12,5	100	48	60	340
		15	110	54	40	420
	50	50	18	122	67	30
40 	50 	12,5	105	48	60	370
		15	115	54	40	450
	55	55	18	127	67	30
40 	50 	12,5	125	48	60	470
		15	135	54	40	580
	75	75	18	147	67	30
40 	50 	12,5	150	49	60	590
		15	160	56	40	720
	100	100	18	172	68	30

#### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere dovranno essere conformi alle seguenti normative e direttive comuni per l'Agrément tecnico dei tramezzi leggeri:

- UNI 8201 Resistenza agli urti
- UNI 8326 Resistenza al fissaggio di attrezzature pensili
- UNI 8327 Resistenza al calore per irraggiamento
- UNI 9154 Esecuzione di pareti in lastre di gesso rivestito su orditura metallica
- Nome ICITE - UEA.T.C. Direttive comuni per l'agrément tecnico dei tramezzi leggeri
- Norme CEN Lastre di gesso
- DIN 18180 Sistema di produzione lastre di cartongesso
- DIN 18183 E Esecuzione e montaggio parete
- UNI 7678 Metodi e criteri di prova resistenza fuoco
- D.M. 26.6.84 Prove di reazione al fuoco
- ISO 140/111 Potere fonoisolante

- ISO 140/IV Sistema di misura dell'isolamento ISO 717 acustico - indici di valutazione della prestazione acustica
- ASTM C 630/78 E1 Prestazioni delle lastre ad alta
- ASTM C 78 Resistenza all'umidità
- BS 1230

## MATERIALI

### Lastre in cartongesso

Si utilizzeranno lastre di gesso rivestito dello spessore di 12,5 mm. Tali lastre avranno i bordi smussati e un peso di circa 10 kg/mq.

Le lastre in cartongesso sono fabbricate in tipi diversi, in funzione delle prestazioni richieste:

- Tipo normale in gesso rivestito con cartoni speciali.
- Tipo con caratteristiche idrorepellenti a basso tasso igroscopico, adatte per bagni, cucine e zone umide.
- Tipo con barriera al vapore realizzate con l'applicazione di un foglio di alluminio.
- Tipo resistente al fuoco, omologato in classe 1 secondo D.M. del 26.6.84, se non diversamente specificato e costituito da gesso pregiato eventualmente rinforzato con fibre di vetro od additivato con vermiculite;
- Tipo resistente al fuoco, omologato di classe 0 secondo DM del 26.06.1984, ove specificato sulle tavole di progetto e costituito da gesso pregiato rinforzato con fibre di vetro od additivato con vermiculite.

Di norma le lastre di cartongesso sono commercialmente prodotte nei seguenti spessori: mm 9,5; 12,5; 15; 18; 23.

Le dimensioni delle lastre sono diversificate in funzione delle esigenze d'uso; la produzione standard per rivestimento di tramezzi o controtamponamenti prevede una larghezza di cm 12,5 con bordi longitudinali assottigliati per agevolare il trattamento dei giunti. L'altezza è variabile da cm 250 a 350.

### Caratteristiche dei materiali isolanti (valori medi)

CARATTERISTICHE E STANDARD	METODO	DESCRIZIONE	MISURA	VALORI
CARTONGESSO				
SPESSORE		Nominale	Mm	10
PESO		Standard	Kg/mq	8,5
CONDUTTIVITA' DICALCOLO " $\lambda$ "	UNI - CTI 7357	Tabella 7.1.2 - F.A.101	W/mK Kcal/mh°C	0,21 0,18
RESISTENZA TERMICA "R"	$R = S/\lambda$	In funzione della conduttività di calcolo	MqK/W Mqh°C/Kcal	0,05 0,06
TRASMITTANZA "K"	$K = 1/(S\lambda)$	In funzione della conduttività di calcolo	W/mqK Kcal/mqh°C	20,0 18,01
ISOLANTE				
CONDUTTIVITA' TERMICA " $\lambda_m$ "	UNI 7891	Misurata a +20°C dopo 100 giorni dalla produzione	W/mK Kcal/mqh°C	0,022 0,019
CONDUTTIVITA' DICALCOLO " $\lambda$ "	UNI - CTI 7357	" $\lambda_m$ " + coefficiente "m" 40% tabella 7.1.2. - F.A. 101 (1)	W/mK Kcal/mh°C	0,031 0,027
SPESSORE			mm	20 11,0

RESISTENZA TERMICA "R"	$R = S/\lambda$	In funzione della conduttività di calcolo	m <sup>2</sup> K/W mqh°Kcal	0,65 0,74	0,21 0,18		
TRASMITTANZA "K"	$K = 1/(S/\lambda)$	In funzione della conduttività di calcolo	W/m <sup>2</sup> K Kcal/mqh°K	1,55 1,35	0,06 0,07		
REAZIONE A LFUOCO	CSE RF 2 CSE RF 3	Secondo D.M. 26/06/84	Classi	Schiuma standard classe 3	16,6 13,85		

### Inserimento di schermature in lastre di piombo.

Nelle pareti indicate negli elaborati di progetto verranno inserite lastre in piombo dello spessore variabile ricavata da pani vergini di 1° fusione aventi titolo 99,9%; si dovranno eseguire le seguenti lavorazioni:

- perfetta esecuzione dei giunti, eventualmente anche con sovrapposizione delle lastre al fine di garantire la perfetta tenuta alle radiazioni della parete;
- rinforzo della struttura, attraverso l'impiego di profili in acciaio zincato di spessore maggiorato rispetto a quello standard;
- Realizzare la penetrazione della lastra di piombo nello spessore dei massetti fino a raggiungere l'estradosso dei solai;
- onere per la sigillatura anti-rx di tutte le forometrie impiantistiche, così da garantire la perfetta tenuta alle radiazioni della parete.

### POSA IN OPERA

Controllare che il supporto, muratura o altro, sia compatto, pulito, asciutto e senza tracce di disarmanti, perché ne potrebbero compromettere l'incollaggio.

Verificate queste condizioni procedere al trattamento delle superfici con prodotti fissativi, senza solventi; è comunque sempre consigliabile l'impiego di qualche tassello ad espansione per un più sicuro fissaggio.

I pannelli possono essere tagliati con un segaccio, con una sega circolare o con un'apposita lama.

Posa su supporti grezzi: applicare il collante senza solventi sugli spigoli esterni e sul centro a punti, sempre sulla parte dell'isolante. In seguito il preaccoppiato è appoggiato alla parete e pressato, in particolare lungo il perimetro.

Posa su supporti lisci: (intonaci, c.a.) utilizzare stucco e spalmare con una spatola su tutta la superficie.

I pannelli devono essere ben accostati e al fine di evitare "ponti termici" il collante o lo stucco non devono penetrare nelle fughe. La rifinitura dei giunti rastremati avviene secondo la tecnica di posa delle lastre di cartongesso.

Procedere quindi alla finitura, tinteggiatura o altro.

### Struttura metallica

La struttura portante è costituita da profili in acciaio zincato di spessore non inferiore a 0,6 mm:

- acciaio di qualità Fek POG a norma UNI5753/84 con zincatura a caldo passivata all'acido cromico Z200g/mq;
- guide ad U a pavimento e soffitto per i tramezzi;
- montanti in profilati nervati a C per tramezzi;
- correnti ad omega aperti o chiusi o profili a C per controsoffitti e rivestimenti;
- angolari per rivestimenti;
- viti autofilettanti testa a croce.

La larghezza della struttura portante è in relazione alle tipologie produttive delle ditte. In linea di massima si possono indicare i seguenti spessori:

mm (48-50; 54-55; 60) 75; 100.

---

Le pareti divisorie possono essere realizzate anche con doppia struttura parallela ed il rivestimento può essere costituito da una sola lastra per lato, oppure da due o più lastre in funzione delle esigenze e settori d'impiego.

L'interasse dei montanti previsto in progetto è normalmente di cm 60, ma può essere variato come indicato sulle tavole di progetto.

A supporto degli apparecchi sanitari devono essere predisposti appositi telai in acciaio zincato da comporre in opera, completi di bulloni di fissaggio degli apparecchi e traversine.

Deve inoltre essere prevista parziale possibilità di fissaggio dei tubi di alimentazione e scarico.

Tutte le tubazioni di adduzione e di scarico, sia verticali che orizzontali, devono essere rivestite con materiale isolante termoacustico e fissate alle strutture metalliche mediante collari e traversine fissatubi.

I fori per l'attraversamento delle lastre devono essere eseguiti con apposite frese a tazza di diametro superiore a 10 mm rispetto al diametro esterno del tubo, al fine di consentire la sigillatura perimetrale con pasta elastica idrorepellente.

I supporti per sanitari vengono classificati in base alla portata:

supporti con portata fino a Kg. 130 (lavabi)

supporti con portata fino a Kg. 200 (lavabi)

supporti con portata fino a Kg. 300 (Wc pensile) (bidet pensile)traversina

con portata massima Kg. 200 (supporto cassetta WC)

### **Mastici e/o collanti**

Si utilizzano per la messa in opera di lastre a rivestimento di strutture tradizionali senza l'ausilio di sottostrutture metalliche.

I prodotti da impiegare sono generalmente costituiti da miscele di gesso resine e acqua, oppure da malte adesive già preparate in contenitori a secco e devono essere conformi alla norma 5371 + FA170.

L'uso corretto di detti prodotti ricade sotto la totale responsabilità del posatore il quale dovrà garantirne l'idoneità e compatibilità con il rivestimento da applicare. A tale fine dovranno essere fornite alla D.L. certificazioni e/o assicurazioni scritte da parte del produttore delle lastre di gesso.

### **Modalità di montaggio su struttura metallica**

Le modalità di montaggio devono essere conformi alla norma UNI 9154. Si

indica, sinteticamente, la seguente sequenza di operazioni:

- tracciare a pavimento ed a soffitto la posizione delle pareti con filo a piombo e bolla magnetica ed applicare guarnizioni in materiale anelastico isolante sui profili metallici perimetrali (sia ad U che a C) fissandoli con tasselli, viti, chiodi a sparo;
- controllare il piombo, l'allineamento ed il buon adattamento della guarnizione; se l'applicazione della guida a pavimento è su solaio grezzo (pavimentazione da eseguire) oppure a perimetro di locali destinati a bagni e cucine, inserire sotto la guida una protezione di feltro bitumato o pellicola di polietilene risvolti in verticale per almeno 2 cm, in modo da rivestire la guida stessa e la base delle lastre, nell'eventualità di infiltrazioni d'acqua;
- inserire i profili a C (predisposti della lunghezza di circa 1 cm inferiore alla distanza tra la base delle guide ad U), tutti orientati nello stesso senso, posizionando prima quelli attigui a telai di porte o situati alla intersezione di altre pareti (a T o a L) e vincolandoli alle guide con viti, in corrispondenza degli interassi prestabiliti;
- posare le lastre (di altezza pari a quella dell'ambiente meno 1 cm dal suolo) con la congiunzione tra lastra e lastra in mezz'aria del montante; i giunti di una faccia del tramezzo vanno sfalsati rispetto a quelli dell'altra e, nel caso di tramezzi a doppia lastra per lato, i giunti del secondo strato vanno sfalsati rispetto a quelli del primo. Eventuali giunti orizzontali devono essere sfalsati sia su una faccia che sull'altra;
- fissare le lastre con viti a distanza non inferiore a cm 1 dai bordi longitudinali e cm 1,5 da bordi trasversali; l'interasse tra le viti sarà di circa cm 30 con una lastra per ciascun lato del telaio; con due lastre per lato, le prime si fisseranno con viti ad interasse di circa cm 80, le seconde, in vista, con viti ad interasse di circa cm 25;
- inserire, se previsti, i materassini di materiale isolante (lana di roccia, si veda il capitolo relativo);

- eseguire la stuccatura dei giunti spalmando con spatola lo stucco sui bordi assottigliati delle lastre, in corrispondenza della loro congiunzione; sullo stucco ancora fresco, a cavallo della congiunzione, applicare il nastro d'armatura stendendolo per tutta la lunghezza del giunto, indi ricoprirlo con un nuovo strato di stucco in modo da riempire l'assottigliamento dei bordi e, allo stesso tempo, mascherare tutte le teste di chiodi o viti;
- a completa asciugatura coprire il giunto con un primo strato di finitura debordando da ciascun lato di almeno cm 5; applicare quindi l'ultimo strato rasante che deve andare oltre il precedente strato per una larghezza totale di circa cm 30; infine, ad asciugatura ultimata, scarteggiare le superfici trattate con uno smerigliatore.
- le lastre potranno essere tinteggiate secondo le specifiche di cui al paragrafo 14.3 della sezione 14.

### **ACCESSORI PER IL FISSAGGIO**

Si utilizzeranno diversi tipi di viti a seconda del tipo di giunzione:

- guida - impalcato tasselli o viti ad espansione
- lastra montante metallico viti fosfatate a testa svasata piana e punta filettata con lunghezze variabili
- lastra - lastra viti a testa svasata e punta filettata a passo lungo
- accessorio metallico-accessori viti a testa tonda autofilettante

### **MODALITÀ DI MONTAGGIO CON MASTICI E/O COLLANTI SU STRUTTURE TRADIZIONALI (MURATURA GREZZA)**

Una volta preparato il supporto che dovrà presentare una superficie pulita (priva di macchie d'olio o grassi), sufficientemente piana e consistente, ma allo stesso tempo scabra per favorire l'aggancio del prodotto per l'incollaggio (la superficie del supporto è bene che venga rinzaffata con malta di cemento), ed essere asciutto, ma non troppo assorbente (in tale caso inumidire il supporto), si può procedere alla seguente sequenza di operazioni:

- preparare le lastre, possibilmente per un'intera parete, tagliandole in orizzontale con un franco di almeno 1 cm per facilitare il montaggio e l'essiccazione del prodotto per l'incollaggio;
- preparare l'impasto e stenderlo sul retro della lastra in strisce lungo i fianchi ed in mucchietti nella zona centrale (ogni 30 cm circa);
- alzare ed appoggiare la lastra al supporto, comprimendola e controllando attentamente la planarità e l'allineamento del rivestimento;
- ad essiccazione avvenuta procedere alla stuccatura dei giunti come già descritto al punto precedente.

### **PROTEZIONE DEGLI SPIGOLI E DEGLI ANGOLI INTERNI**

Tutti gli spigoli e gli angoli interni dovranno essere rinforzati e protetti con apposito nastro d'armatura o banda metallica per tutta la loro lunghezza.

Gli spigoli più esposti dovranno essere inoltre protetti con opportuno paraspigolo metallico.

### **GIUNTI**

In corrispondenza delle connessioni dei tramezzi e/o rivestimenti con strutture tradizionali adiacenti, oppure quando la geometria e dimensione del tramezzo raggiunge valori rilevanti (lunghezze > di 15,0 mq, irregolarità dimensionale della parete per l'interposizione di serramenti od altri elementi discontinui) dovranno essere realizzati distacchi netti e precisi (scuretti) di larghezza pari ad 1/1.5 cm per tutta la lunghezza e di profondità pari a tutto lo spessore degli elementi in accostamento.

Il fondo del giunto (scuretto) dovrà essere opportunamente sigillato in profondità (non a vista) con adeguato materiale elastico.

Per l'esecuzione dei giunti potranno essere impiegati:

- stucco in polvere a presa rapida ed essiccamento veloce;

- 
- stucco in pasta pronto all'uso.

Per gli accessori di sostegno dei sanitari appesi si prevederanno sistemi di ancoraggi idonei.

### **RESISTENZA AL FUOCO**

Per i tramezzi e/o i rivestimenti con caratteristiche di resistenza al fuoco, saranno usate idonee lastre come altrove specificato ed essi saranno realizzati in modo conforme alle istruzioni del fornitore con l'eventuale interposizione di pannelli isolanti in lana di roccia, lana di vetro a fibra lunga e/o altro materiale idoneo.

I tramezzi ed i rivestimenti dovranno corrispondere alla classe di resistenza al fuoco, REI richiesta, ed in merito il fornitore dovrà presentare il relativo certificato di omologazione.

### **ISOLAMENTO ACUSTICO**

Esso è strettamente correlato al potere fonoisolante del tramezzo e varia in ragione del peso del tramezzo stesso, oltre che delle caratteristiche fonoisolanti del materiale insonorizzante interposto.

Ciò premesso, si precisa che i valori di isolamento acustico con indice di valutazione riferito al valore dell'ordinanza a 500 Hz del tramezzo non dovranno essere inferiori ai seguenti.

Isolamento acustico di strutture divisorie interne  $I = 40$  dB

I valori riscontrati sperimentalmente dovranno essere superiori a quelli prescritti a meno della seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello fra i valori richiesti e quelli riscontrati non deve superare 12 dB ed inoltre lo scarto max per una frequenza non deve essere superiore a 5 dB.

### **PRESTAZIONI IDROREPELLENTI**

Per la costruzione di tramezzi in ambienti normalmente umidi dovranno essere usate lastre con anima e le due facce di rivestimento idrofughe.

Tali lastre dovranno essere corredate di opportune certificazioni atte a dimostrare il loro corretto impiego nelle condizioni previste in progetto.

Gli sbalzi di umidità relativa dell'ambiente in cui verranno montate non dovranno provocare variazioni dimensionali alle lastre stesse, nè provocare alcun degrado al materiale con cui sono formate.

Nel caso di impieghi in ambienti particolarmente umidi nei quali risulta necessario l'utilizzo di lastre ad alta resistenza all'umidità, il fornitore potrà fare riferimento alle norme ASTM precedentemente richiamate ed ai tests in esse prescritti (test di flessione in atmosfera umida, test di assorbimento in acqua, test di assorbimento in acqua attraverso una faccia).

### **RESISTENZA AGLI URTI**

Le pareti dovranno resistere ad una serie di 3 urti di corpo molle con energia di impatto di 250 J (circa 25 Kg<sub>m</sub>) e di corpo duro con energia di impatto 10 J, conservando la loro integrità strutturale, impedendo l'attraversamento del corpo d'urto, non fuoriuscendo dalla cornice e non provocando cadute di frammenti che possano causare ferite accidentali a persone. Le modalità di prova dovranno essere conformi alle norme ICITE-UEATC o, in alternativa, alla norma UNI 8201.

### **RESISTENZA AL FISSAGGIO DI ATTREZZATURE PENSILI**

Il dispositivo di fissaggio e la parete stessa devono poter resistere, senza deformazioni e alterazioni permanenti e senza danni visibili, ad un carico di 100 kg agente parallelamente alla superficie della parete, applicato ad una

---

distanza da essa di 30 cm e distribuito su una lunghezza di 50 cm in direzione longitudinale, secondo le prescrizioni della norma UNI 8326.

Il dispositivo di fissaggio delle attrezzature pensili alle quali può essere applicato il carico limite suddetto deve essere indicato dal produttore (UNI 8326).

### **RESISTENZA AL CALORE PER IRRAGGIAMENTO**

La parete ultimata deve resistere senza deformazioni apparenti e alterazioni permanenti, nonché danni visibili scollamenti, alterazioni di forma e di aspetto, fessurazioni al calore per irraggiamento provocato da una lampada di 250 W secondo le modalità della norma UNI 8327.

## **13. INTONACI**

### **INTONACI**

L'intonaco deve assolvere a tre funzioni:

- proteggere le strutture sulle quali viene applicato;
- essere traspirabile in modo da regolare in parte l'umidità del clima interno;
- realizzare una finitura regolare delle murature su cui viene applicato.

Gli intonaci appartengono alla categoria delle malte, essi sono materiali di finitura utilizzati internamente ed esternamente agli edifici che hanno il compito di proteggere le murature e di assorbire l'umidità superficiale pertanto devono necessariamente essere igroscopici e traspiranti. In rapporto alla quantità di materiale, l'intonaco può anche contribuire all'isolamento termoacustico.

Le malte per intonaci presentano di solito uno o più leganti (gesso, calce aerea, calce idraulica) e miscelati a secco con gli aggregati. La quantità di acqua aggiunta sarà proporzionale alla quantità di materie prime impiegate in modo da non creare danni dovuti al successivo ritiro del materiale durante il periodo di asciugatura.

Gli inerti aggiunti all'impasto possono essere di diverso tipo: sabbia, polvere di marmo, pozzolana e cocciopesto (ottenuto da cocci di mattoni e di tegole frantumate).

L'omogeneità della miscela è indispensabile per garantire al prodotto posato gradevolezza estetica, facilità di posa e durabilità.

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti. Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed uguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

L'ideale supporto dovrà presentare una superficie ruvida e fortemente porosa, con capacità di assorbimento media e nessuna traccia di contaminazione da oli, sali solubili, materiali disciolti o malfermi, strati superficiali incompatibilmenteaggiunti.

Gli intonaci dovranno essere costituiti da malte a base di calci o argilla di buona qualità che, poste a contatto con il supporto, devono aderire sia meccanicamente (per compressione) che chimicamente (combinandosi con elementi quali silice, allumina, ossidi di ferro, ecc.) formando un corpo unico e continuo con il supporto stesso. Gli impasti da utilizzare nei dovuti rapporti tra componenti (calce-sabbia-pozzolana-cocciopesto-acqua) dovranno avere un legante

---

con spiccate affinità chimiche con il supporto e manifestare proprietà di adesione maggiori di quanto non sia il loro potere di coesione.

### **Normativa di riferimento**

Tutti i materiali componenti gli intonaci dovranno corrispondere alle seguenti normative di unificazione e leggi:

- UNI Gruppo 399 Gessi, cementi - Malte, calcestruzzi
- UNI Gruppo 400 Aggregati, agenti espansivi ed additivi per impasti cementizi - Prodotti filmogeni di protezione del calcestruzzo.
- R.D. n. 2231, 16 novembre 1939 (prescrizioni sulle calce)
- Legge n. 595, 26.5.1965 e D.M. 31.8.1972
- Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici)
- Circolare Ministeriale n. 1769 del Ministero dei Lavori Pubblici del 1964
- Circolare Ministeriale n. 3150 del Ministero dei Lavori Pubblici del 22.5.1967
- Classificazione agli artt. 40 e 41 del c.S.T.

### **Inerti**

Potranno essere costituiti da sabbia silicea, polvere di marmo, pozzolana, ecc.

### **Sabbia**

Dovrà provenire dal letto dei fiumi oppure da banchi in profondità, depositata da remote alluvioni oppure da rocce frantumate; dovrà essere accuratamente lavata in modo da eliminare ogni traccia di sostanze organiche. E' preferibile l'impiego di sabbia costituita da granuli spigolosi.

La granulometria della sabbia, passata al setaccio, sarà:

- sabbia fine: per intonaci con finitura liscia, con granuli da 0 a 0.5 mm
- sabbia media: per intonaci con finitura grezza, con granuli da 0.5 a 2 mm
- sabbia grossa: per intonaci con finitura rustica con granuli da 2 a 5 mm

### **Polvere di marmo**

Ottenuta dalla frantumazione di rocce calcaree; la granulometria è normalmente non superiore a 0.5 mm.

### **Laterizi frantumati**

Ottenuti da un'argilla composta chimicamente da silicato di alluminio, cotta e frantumata.

### **Pozzolana**

Ottenuta dalla frantumazione di rocce di origine vulcanica e vagliata con la medesima granulometria della sabbia.

### **Acqua**

Dovrà essere pulita, esente da contenuti organici, priva di sali, con una temperatura da 14 a 20°C.

### **Calce spenta e grassa (Grassello)**

Ottenuta dalla cottura di pietra calcarea con un contenuto di sostanze diverse dal carbonato di calcio inferiore al 10% e del successivo trattamento con acqua per dare origine al processo di idratazione e spegnimento. Il grassello viene normalmente commercializzato in sacchi allo stato semiliquido.

---

### **Calce idrata in polvere**

Ottenuta dalla idratazione della calce viva, dopo la cottura e frantumazione delle zolle di pietra calcarea, con la sola quantità d'acqua necessaria alla idratazione stessa. Successivamente si procede alla macinazione per ottenere il prodotto in polvere.

### **Calce idraulica**

Ottenuta dalla cottura a 1100°C di pietra calcarea contenente dal 6 al 20% di argilla. In relazione al rapporto argilla- calcare, si avranno calci debolmente idrauliche, (indice di idraulicità 0,10-0,16), mediante idrauliche (0,10-0,31), propriamente idrauliche (0,31-0,42), eminentemente idrauliche (0,42-0,52). Il processo di idratazione è analogo a quello delle calci.

### **Gesso**

Disidratando il gesso naturale (solfato di calcio budrato) a 250-300°C si ottiene il gesso cotto, composto prevalentemente di anidride solubile e suscettibile di fare presa. La miscela di gesso cotto, piccole quantità di selenite, ed anche colla, viene comunemente denominata "scagliola". Per malte, intonaci e stucchi viene commercializzato il "gesso semidrato", ottenuto assoggettando ad opportuno trattamento termico e quindi a macinazione fine la pietra da gesso unita a selenite.

### **Vermiculite**

Ottenuta sottoponendo a trattamento termico una particolare variazione morfologica della mica.

Il minerale, espandendosi, dà origine a granuli chimicamente inerti, incombustibili, imputrescibili. La conduttività termica media della vermiculite granulare è pari a 0,06 W/m<sup>c</sup>. La dimensione dei granuli varia in relazione all'impiego (da 3 a 12 mm).

### **Perlite**

Ottenuta da un minerale di origine vulcanica (riolite), macinato, vagliato, essiccato e quindi espanso ad alta temperatura. E' incombustibile e imputrescibile. Si presenta in granuli fini.

## **INTONACI A CALCE**

La calce può essere utilizzata per diverse applicazioni in edilizia. Essa presenta diverse caratteristiche fisiche importanti: il comportamento capillare ad esempio, fa sì che l'acqua in forma liquida o di vapore riesca ad attraversare il materiale molto facilmente. L'umidità dell'ambiente pertanto può essere regolata dalle proprietà intrinseche del materiale.

La calce è un legante idraulico naturale adatto per la preparazione di intonaci e malte tradizionali.

Gli intonaci a base di calce, per garantire tenuta nel tempo, hanno sempre bisogno di fondi molto assorbenti e ruvidi, inoltre devono essere privi di polveri, oli e parti non ben aderenti. La forte alcalinità della calce fa sì che i microrganismi come funghi e muffe non possano sopravvivere al suo interno.

Grazie al buon potere termoisolante che caratterizza il materiale con l'applicazione di Intonaci a base di calce si annulla il rischio di formazione di condensa. Inoltre, la completa assenza di Sali solubili evita la formazione di efflorescenze sulla superficie.

L'intonaco può essere applicato manualmente o a macchina, i singoli strati di intonaco non dovrebbero superare nel loro spessore, la grandezza del più grande granello di sabbia utilizzato, moltiplicato per tre. Per una corretta posa del materiale, i singoli strati di intonaco devono essere lasciati parzialmente asciugare prima di procedere all'applicazione di uno strato successivo, e gli strati di intonaco diventati troppo asciutti dovrebbero essere inumiditi.

---

La temperatura di applicazione è compresa tra i +5°C/+35°C, è comunque preferibile non applicare su supporti gelati in via di disgelo o con rischio di gelata nelle 24 ore successive.

### **RINZAFFO PER INTONACI NUOVI O RIPRISTINI, INTERNO ED ESTERNO**

Verrà utilizzata una malta premiscelata preconfezionata da rinzaffo consolidante con funzione di ponte di aderenza, composta di malta a base calce e inerti silico-calcarei.

Per garantire la miglior aderenza ed il corretto processo di presa, si consiglia di bagnare adeguatamente le cortine murarie sulle quali la malta sarà applicata. Si segua inoltre l'antica regola di stendere singoli strati di un centimetro per volta sino al raggiungimento dello spessore desiderato, avendo cura di accertarsi di stendere il successivo strato non prima che il precedente sia ben fermo.

#### **Modo d'uso**

La malta va mescolata e diluita con sola acqua pulita, a mano, in betoniera o con appositi mescolatori forzati. Si consiglia di posare la malta su mattoni porosi adeguatamente bagnati, lanciandola sui supporti in modo aperto, al fine di produrre un sottile strato scabro che garantisca il consolidamento delle parti decoese e formi un ponte di aderenza per il successivo strato. Il rinzaffo non va stagiato e va ricoperto con il primo strato di malta da intonaco solo dopo aver dato segno di essersi sufficientemente asciugato ed esser fermo.

#### **Malta per intonaci, interni ed esterni**

La malta da utilizzare sarà del tipo preconfezionato per intonaci civili a base di calce idraulica naturale dello spessore di cm 2 circa, su pareti verticali od orizzontali, interne od esterne.

Gli intonaci saranno tirati a frattazzo e rifiniti con tintecci o intonachini (laddove precisato nel progetto) che non abbiano minor potere di traspirazione.

#### **Modo d'uso**

La malta preconfezionata va impastata con sola acqua pulita. Per garantire la miglior aderenza ed il corretto processo di presa, si consiglia di bagnare adeguatamente le cortine murarie sulle quali la malta sarà applicata. Si segua inoltre l'antica regola di stendere singoli strati di un centimetro per volta sino al raggiungimento dello spessore desiderato, avendo cura di accertarsi di stendere il successivo strato non prima che il precedente sia ben fermo.

#### **Finitura dell'intonaco**

Sullo strato di intonaco, previa lamatura e pulitura della superficie, stendere uno strato di malta preconfezionata, per finitura civile, in uno strato fine di circa 3mm. Ad asciugamento completo bagnare e lavorare con frattazzo di spugna.

L'intonaco in generale deve essere applicato secondo la metodologia tradizionale degli intonaci a base di calce idraulica: preparazione preliminare delle pareti e dei soffitti per ottenere l'eliminazione di fango, polveri, salnitro, macchie olio, bitume, ecc. nel caso di pareti e soffitti particolarmente assorbenti o secchi e nei casi di climi caldi, occorre bagnare abbondantemente i medesimi subito prima dell'applicazione dell'intonaco.

Nel caso di pareti e soffitti a forte assorbimento o nel caso di calcestruzzi tradizionali assorbenti, è necessario un trattamento preliminare dei medesimi con una mano di primer tale intonaco non può essere applicato su superfici in calcestruzzo liscio o prefabbricato. Occorre evitare l'applicazione su superfici esterne sottoposte a forte azione solare durante le prime 24 ore. Nel caso di climi particolarmente caldi si impone una bagnatura a spruzzo delle pareti già intonacate, per lo meno durante le prime 24 ore. Può essere applicato, in una sola mano nello spessore massimo di 1 cm. Per spessori maggiori, occorre procedere a più mani, con l'avvertenza di lasciare passare un tempo minimo di 48 ore tra la prima e la seconda mano. Occorre evitare di applicare l'intonaco su giunti di dilatazione. In corrispondenza delle linee di contatto di sottofondi di natura diversa (es. calcestruzzo – laterizio) occorre applicare preventivamente strisce di rete porta-intonaco in juta di almeno 20 cm di larghezza, immerse nello spessore dell'intonaco.

---

L'intonaco, applicato a macchina, viene portato a livello, mediante riga (staggia) di alluminio entro mezz'ora al massimo dall'applicazione a spruzzo. Entro un tempo minimo di 4 ore e massimo di 8 ore, l'intonaco deve essere energicamente frattazzato con strumento di spugna o di plastica (frattazzo di plastica circa 30x20 cm con superficie zigrinata) previa abbondante bagnatura di acqua.

L'intonaco deve essere applicato a diretto contatto della muratura o della soletta senza interposizione di "rinzaffi". La finitura può essere applicata solo dopo un numero di / giorni dall'applicazione dell'intonaco premiscelato adeguato. Quanto sopra per neutralizzare l'effetto di eventuali screpolazioni per ritiro plastico ed idraulico, nonché di eventuali cedimenti della struttura ecc. sono idonei come finiture i prodotti a base calce-sabbia per interni. Indicativamente il periodo minimo che deve intercorrere tra l'esecuzione dell'intonaco e l'applicazione della successiva finitura è di un numero di giorni pari allo spessore complessivo dell'intonaco espresso in millimetri. Tale indicazione potrà aumentare qualora le condizioni ambientali lo impongano ( a discrezione della D.L.). Occorre evitare superfici monolitiche di intonaco di grandi dimensioni; viene suggerito di rispettare i marcapiani. Nell'ipotesi che questi mancassero, si rende necessario creare dei tagli di giunzione.

### **Prescrizioni particolari**

Le caratteristiche essenziali del l'intonaco variano a seconda delle condizioni termoigrometriche ambientali. Non può essere applicato a temperature uguali od inferiori a + 5°C (nell'arco delle 24 ore). In particolare il tempo di lavoro varia a seconda della temperatura ambientale. Il tempo da noi indicato si riferisce a temperature ambientali di 20°C. Nel caso di temperature inferiori, il tempo si allunga; viceversa, nel caso di temperature superiori, il tempo si accorcia. Per temperature ambientali superiori a 30°C, l'applicazione richiede precauzioni particolari per impedire la rapida totale evaporazione dell'acqua di impasto, bagnando a rifiuto le pareti subito prima dell'applicazione e mantenendo l'intonaco molto umido con spruzzi d'acqua, dalla fine della frattazzatura in poi, per almeno 24 ore.

### **Trattamento di stabilizzazione di intonaci esistenti**

Per il ripristino degli intonaci esistenti verrà applicato di uno strato di stabilitura di malta su intonaco rustico esistente, steso in due mani a ferro e livellato a fratazzino, rifinita con il colore proprio naturale, con malta premiscelata descritta nel punto precedente.

### **ESECUZIONE DEGLI INTONACI - CRITERI GENERALI**

Gli intonaci, sia interni che esterni, non dovranno essere eseguiti prima che le malte, allestite le murature su cui andranno applicati, abbiano fatto conveniente presa e comunque mai prima di benestare da parte della D.L.. Gli intonaci non dovranno essere eseguiti in periodi di tempo con temperature troppo rigide od elevate. Prescrizioni, in tale senso, saranno emanate dalla D.L.

Le operazioni di intonacatura dovranno essere precedute dalla rimozione, dalle strutture da intonacare, della malta poco aderente, raschiando le connessioni fino a conveniente profondità, ed, inoltre, dalla ripulitura e bagnatura delle superfici, affinché si verifichi la perfetta adesione fra le stesse e l'intonaco che dovrà esservi applicato. Nei locali, nei quali verranno installate rubinetterie, accessori, ecc. si dovrà tener conto dello spessore dell'intonaco, in modo da evitare, in sede di esecuzione, sporgenze o affossamenti delle rubinetterie e degli accessori.

Gli intonaci potranno essere applicati a spruzzo, mediante intonacatrici meccaniche, solo previo benestare della D.L. che dovrà non solo autorizzare il metodo di posa, ma anche accertarsi della possibilità di applicazione a macchina nei confronti di eventuali rischi di danni a persone ed a cose.

### **DIFETTI DEGLI INTONACI**

Gli intonaci, di qualunque tipo essi siano, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, nei piani, nei piombi, distacchi dalle murature, scoppietti, sfioriture e screpolature, ecc. Qualora ciò si verificasse, essi dovranno essere demoliti e rifatti a cura dell'Appaltatore, restando a suo carico ogni e qualsiasi onere conseguente.

---

## PROTEZIONE DEGLI INTONACI

L'Appaltatore dovrà avere la massima cura nel proteggere con teli, sacchi, stuoie gli intonaci dall'azione dei raggi solari e, se necessario, provvedere a successive bagnature delle pareti intonacate; dovrà anche avere la massima cura nel proteggere gli intonaci dall'azione di dilavamento della pioggia e dal gelo, ancorché questi si verifichino improvvisamente, perché, come già precedentemente prescritto, gli intonaci dovranno essere eseguiti in periodi di tempo idonei.

## 14. TINTEGGIATURE, VERNICIATURE, FINITURE PROTETTIVE DEL C.A., IMPREGNANTI, SOLVENTI, COLLANTI

Per la terminologia, classificazione, strati funzionali, analisi dei requisiti, caratteristiche e metodi di prova si fa riferimento alle norme UNI 8752-8753-8754.

### REQUISITI DEI MATERIALI

Le pitture, che hanno una funzione principalmente protettiva e decorativa, sono composte da leganti, solventi, pigmenti ed altre sostanze additive. I leganti incollano i pigmenti tra loro e la pittura sul supporto; i solventi rendono le pitture lavorabili (facilmente stendibili); i pigmenti danno il colore e gli additivi conferiscono particolari caratteristiche.

I leganti più comuni sono la calce, le colle (cесеina, amido), gli olii (olio di lino), le resine naturali (dammar, gommalacca); i solventi possono essere acqua, alcoli e idrocarburi naturali (olio di trementina, olio citrico, alcool); i pigmenti possono essere terre colorate e pigmenti vegetali.

Gli additivi sono sostanze che facilitano la formazione della pellicola (pellicolanti), che migliorano la lavorabilità (plastificanti, emulsionanti), impediscono la formazione di muffe (conservanti) ed accelerano l'essiccazione (siccativi).

Molti dei componenti le vernici comunemente usati nella produzione industriale causano problemi ambientali in termini di emissioni di composti organici volatili (VOC) nei solventi e di metalli pesanti nei pigmenti.

I VOC sono composti che evaporano durante e dopo l'applicazione causando problemi di irritazione alle mucose; alcuni di loro sono neurotossici e cancerogeni.

Per questa ragione, particolare cura deve essere posta nella scelta di pitture da utilizzare per interni ed esterni che, per essere compatibili con l'ambiente, devono avere le seguenti caratteristiche:

- tinteggiature naturali a base di calce, tempera, gesso e pitture per esterni a base di calce e silicati che siano traspiranti, igieniche e normalmente esenti da effetti collaterali;
- vernici bio-ecologiche a base vegetale e minerale in dispersione naturale (emulsionate in olii vegetali ed acqua), di composizione biodegradabile e fornite di schede tecniche complete della formula dei componenti.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D.L. I materiali da pittura o formanti sistemi protettivi devono sempre essere della migliore qualità bio-ecompatibile, provenire da ditte che offrano garanzie di ecologicità ed essere forniti nei loro recipienti originali sigillati. In ogni caso i componenti devono essere sempre chiaramente esplicitati sulle confezioni e su schede tecniche redatte dal produttore e distribuite dal fornitore.

La composizione di colori e vernici deve derivare da sostanze minerali, vegetali ed animali (ricavate dal latte, da uova ecc) per garantire la compatibilità ecologica ed il basso impatto ambientale. L'esclusione di elementi artificiali e di sintesi petrolchimica, è necessaria per non determinare effetti negativi sulla salute dell'uomo e dell'ambiente.

Fondi, pitture, idropitture, vernici e smalti dovranno essere di recente produzione, non dovranno presentare fenomeni di sedimentazione o di addensamento, peli, gelatinizzazioni. Verranno approvvigionati in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto nonché la data di scadenza. I recipienti andranno aperti solo al momento dell'impiego e in presenza della D.L. I prodotti dovranno essere pronti all'uso fatte salve le diluizioni previste dalle ditte produttrici nei rapporti indicati dalle stesse;

---

dovranno conferire alle superfici l'aspetto previsto dal prodotto utilizzato nel progetto e mantenerlo nel tempo. Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti ed in particolare:

- UNI 4715, UNI 8310 e 8360 (massa volumica)
- 8311 (PH)
- 8306 e 8309 (contenuto di resina, pigmenti e cariche)
- 8362 (tempo di essiccazione)
- Metodi UNICHIM per il controllo delle superfici da verniciare: MU 446, 456-58, 526, 564, 579, 585.
- Le prove tecnologiche da eseguirsi prima e dopo l'applicazione faranno riferimento alle norme UNICHIM, MU 156, 443, 444, 445, 466, 488, 525, 580, 561, 563, 566, 570, 582, 590, 592, 600, 609, 610, 611; sono prove relative alle caratteristiche del materiale: campionamento, rapporto pigmenti-legante, finezza di macinazione, consumo, velocità di essiccamento, spessore; oltre che alla loro resistenza: agli agenti atmosferici, agli agenti chimici, ai cicli termici, ai raggi UV, all'umidità.

In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto, garantendogli buona traspirabilità laddove richiesta. Tali caratteristiche risultano certamente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

I prodotti principalmente utilizzati per il trattamento di superficie di cui alla presente sezione sono:

**OLIO DI LINO COTTO** - Consente il trattamento di superfici in legno, con poro ancora aperto, permettendone la traspirabilità, mantenendo la naturalezza del materiale, fornendo una media protezione e facilitandone la pulizia.

Non deve lasciare alcun deposito, né essere rancido; disteso sopra una lastra di vetro o di metallo deve essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore; ha acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1% ed alla temperatura di 15°C presenta una densità compresa tra 0.91 e 0.93.

Deve essere conservato in luogo fresco, ma non a temperatura al di sotto dello zero, in modo tale da rimanere inalterato fino alla scadenza riportata generalmente sulla confezione.

L'impregnante a base di olio di lino deve contenere solventi vegetali e siccativi privi di piombo, dev'essere ben depurato, di colore chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc; l'additivazione con oli essenziali di origine naturale favorisce la penetrazione e l'adesione al supporto.

**LATTE DI CALCE** - dovrà essere preparato con calce grassa naturale perfettamente bianca, spenta per immersione, e resine naturali in modo da consentire traspirabilità e lavabilità della superficie trattata e produrre anche effetto antisettico del locale.

**TINTE A CALCE** - Costituite da una emulsione di calce idrata o di grassello di calce in cui vengono stemperati pigmenti inorganici che non reagiscono con l'idrossido di calcio. L'aderenza alle malte viene migliorata con colle artificiali, animali e vegetali.

Si potranno applicare anche su pareti intonacate di fresco utilizzando come pigmenti terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi potranno essere utilizzate velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.

**COLORI AD ACQUA, A COLLA, AD OLIO** - Le terre coloranti di origine naturale destinate alle tinte ad acqua, prive di sostanze di sintesi chimica derivanti dal petrolio, a colla naturale o ad olio, dovranno essere finemente macinate, scevre di sostanze eterogenee, perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli. Le paste pigmentate dovranno contenere pigmenti minerali puri, oli vegetali ed essenziali, cera d'api, caseina, colofonia (pece greca, residuo solido della distillazione da resina di conifere), sali di boro, terpeni (idrocarburi da oli essenziali e resine naturali), e dovranno essere prive di siccativi al piombo, riempitivi, acrilati (sale dell'acido acrilico) o cariche di alcun genere. Le idropitture saranno traspiranti e non dovranno produrre emissioni dannose in caso d'incendio. La velatura, pittura a base di olio di resine naturali o di colla e terre, dovrà risultare impermeabile, traspirante, resistente agli agenti atmosferici ed alla luce solare, eventualmente anche mediante aggiunta di pigmenti colorati per evitare la scoloritura delle superfici trattate, non deve emettere vapori nocivi e non caricarsi elettrostaticamente.

**SMALTI** - Gli smalti da impiegare nelle verniciature sia per interni che per esterni dovranno essere ad alta aderenza e composti da pigmenti naturali con veicolo legante di resine sempre naturali.

---

**TRATTAMENTI PROTETTIVI DI SUPERFICI METALLICHE** - Il trattamento dovrà essere effettuato con prodotti naturali privi di piombo. Tali procedimenti dovranno dare un prodotto dielettrico (a bassissima conducibilità elettrica) ed antistatico resistente alla corrosione, al calore, agli agenti chimici, ai comuni solventi, alla deformabilità ed all'abrasione. Per la protezione dal fuoco e dal calore i prodotti impiegati dovranno essere intumescenti ed atossici, sia in fase di applicazione che in fase di esercizio. Si prevede l'utilizzo di antiruggini a base di zinco, poiché il minio contenente piombo e cromati è tossico.

**SALI DI BORO** - Il trattamento protettivo delle superfici lignee potrà essere realizzato con prodotti a base di sodio borato che le preservino dall'attacco di funghi e tarli ed abbiano effetto parzialmente ignifugante.

**CERE** - Impiegate nel trattamento delle superfici lignee, dovranno essere trasparenti e traspiranti, consentire l'impermeabilizzazione temporanea delle superfici, fornire proprietà antistatiche.

Saranno a base di cera d'api nazionale e cera carnauba (cera vegetale estratta da foglie di palma brasiliana), olio di lino, resine naturali ed altre sostanze quali terre, scorze d'agrumi e propoli. Non dovranno contenere solventi petrolchimici e neppure conservanti di sintesi.

**TEMPERE** - Dovranno essere costituite da gesso, colofonia (pece greca, residuo solido della distillazione da resina di conifere) o caseina quali collanti naturali, terre colorate. L'aggiunta dei collanti dovrà permettere la traspirabilità, evitare sfaldamenti della tempera e la sua fermentazione.

**MARMORINI** - Dovrà essere a base di calce con aggiunta di polvere di marmo, elementi impermeabilizzanti quali olio, sapone, cera e pigmenti. Dovrà risultare traspirante, lavabile e non dilavarsi con l'acqua meteorica (idrorepellente).

**COLORAZIONI AI SILICATI** - Sono ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (silicati di sodio e di potassio) pigmenti inorganici o polveri di caolino, talco o gesso. Dovranno assicurare uno stabile legame con il supporto che andrà opportunamente preparato eliminando completamente tracce di precedenti tinteggiature. Non si potranno applicare su superfici precedentemente tinteggiate con pitture a calce; dovranno garantire una superficie lavabile, traspirante, idrorepellente.

**SOLVENTI** - Dovranno essere a base di terpeni (idrocarburi da oli essenziali e resine naturali), oli essenziali (lavanda), trementina vegetale. Non dovranno contenere prodotti sintetici, aromatici, clorurati. Avranno potere solvente su oli, grassi, cere, resine. Saranno completamente biodegradabili.

**COLLANTI** - In relazione al materiale da applicare ed al tipo di supporto dovranno avere come componenti base la caseina, la colla di pesce (ittiocolla), il lattice naturale, il glutine (proteine da cereali).

**PITTURE INTUMESCENTI** - Sono in grado di formare pellicole che si gonfiano in caso di incendio, producendo uno strato isolante poroso in grado di proteggere dal fuoco e dal calore il supporto su cui sono applicate.

Dovranno essere della migliore qualità, fornite nelle confezioni originali sigillate e di recente preparazione. Da utilizzarsi solo esclusivamente dietro precise indicazioni della D.L.

## **PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI**

Tutte le superfici da verniciare dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento atto a rimuovere completamente ossidi, scorie, sbavature, grassi, residui di vernici, altri depositi. Le cavità dovranno essere riempite e stuccate con materiali e mastici adeguati, le asperità e le protuberanze eliminate in modo tale che le superfici da verniciare risultino uniformi e lisce. In particolare:

- sulle *superfici in legno* dovranno essere battuti e scalpellati i nodi, stuccati i fori e le connessioni con stucco ben costipato, bruciate le resine;
- prima dell'applicazione delle vernici si dovrà accertare che le superfici da trattare (compresi gli *intonaci*) siano debitamente *asciutte*;
- nella *tinteggiatura a calce degli intonaci* dovrà essere preventivamente eseguita una raschiatura e spolveratura delle superfici, stuccatura a gesso e colla, levigatura con carta vetrata, applicazione di due mani di calce densa naturale (scialbatura);

- le superfici e gli elementi in *cemento faccia a vista* dovranno essere sempre trattati con una *vernice protettiva*, trasparente o colorata, che reagisca con il sottofondo consolidandolo, idrorepellente, traspirante e che realizzi una efficace barriera alla penetrazione di anidride carbonica evitando la carbonatazione del cemento con il conseguente ammaloramento del cls e l'ossidazione dei ferri.

## **CICLI DI APPLICAZIONE E MATERIALI**

Il metodo deve portare ad una applicazione uniforme della pittura, in modo che essa sia soddisfacente da un punto di vista tecnico ed estetico. Prima di dar corso alla verniciatura, si dovrà dare avviso alla D.L. per concordare le date delle ispezioni. Le pitture che al momento dell'apertura dei contenitori si mostrassero coagulate, gelatinose o in qualche modo deteriorate dovranno essere scartate. Se in superficie si fosse formata una pelle sottile la pittura potrà essere utilizzata previa rimozione della pelle.

L'applicazione delle pitture potrà essere fatta a pennello, a spruzzo, con o senza aria, con una combinazione di questi metodi secondo le istruzioni del fabbricante delle pitture.

L'Applicazione delle pitture dovrà essere fatta da operatori esperti, lo spessore delle varie mani di pittura dovrà essere uniforme e la superficie pitturata dovrà essere esente da segni di pennello, colature, discontinuità ed altri difetti. Dovrà essere posta particolare cura per mantenere non pitturate tutte le opere già eseguite quali: serramenti, controsoffitti, pavimenti, impianti, etc.

Tutte le pitture eventualmente depositatesi su tali parti dovranno essere rimosse.

Nel corso dell'applicazione delle pitture dovrà essere posta particolare cura agli spigoli, scuretti e zone difficilmente accessibili. La prima mano di pittura andrà applicata entro le 24 ore dopo la preparazione delle superfici. Se la superficie è stata sabbiata sarà preferibile applicare la pittura entro 6 ore. L'applicazione della prima mano andrà comunque effettuata prima che si alteri lo standard di pulizia prescritto.

Condizioni atmosferiche

Le pitture non andranno applicate quando piove, nevica, in presenza di nebbia o eccessiva polvere. Le pitture non andranno applicate in condizioni atmosferiche che favoriscono la condensazione piuttosto che l'evaporazione dell'umidità delle superfici da pitturare.

Tracce di umidità devono evaporare dalla superficie entro 5 minuti. La pitturazione non dovrà essere eseguita se l'umidità relativa dell'aria è superiore all'85%. Quando la temperatura è inferiore a 5° C e superiore a 45° C l'applicazione delle pitture dovrà essere approvata dal fabbricante delle pitture.

Applicazione delle mani successive alla prima

Prima di applicare ogni successiva mano di pittura la mano precedente dovrà essere completamente essiccata o indurita.

Prima dell'applicazione di ogni successiva mano di pittura dovrà essere riparato ogni eventuale danneggiamento delle mani già applicate, utilizzando lo stesso tipo di pittura usato in precedenza.

Il colore di ogni mano di pittura dovrà essere diverso da quello della mano precedente per evitare di lasciare zone non pitturate e per facilitare l'ispezione.

## **Cicli di applicazione di fondi e tinteggiature per esterni su superfici intonacate**

### **Ciclo 1 fondo a base acril-silossanica per esterni.**

Preparazione delle superfici già intonacate con una mano di fondo isolante e consolidante applicato su superficie perfettamente stagionata di base acril-silossanica (tipo Alphasoxan Primer della Akzo Nobel Sikkens o similare) diluito con acqua secondo le percentuali dettate dalla casa produttrice e dato a pennello. Il consumo minimo di prodotto dovrà essere di 11/10-12 mq di superficie da trattare. Il prodotto da impiegarsi dovrà essere a base resina acrilica, silicato di potassio e additivo polisilossanico. Tale prodotto dovrà inoltre possedere requisiti atti a diminuire l'assorbimento e consolidare le superfici minerali mantenendo inalterate le caratteristiche di traspirabilità. I fondi idonei sono intonaci di calce idraulica, intonaci misti di calce, sabbia e cemento.

## Caratteristiche:

Uso	Fondo tinteggi esterni
Forma	Liquido
Colore	Secondo progetto e cartella
Tempo di essiccazione	Specificato dalla ditta produttrice
Confezione	Latte da 25 Kg
Diluizione	Specificato dalla ditta produttrice
Resa	10-12 mq con litro di prodotto (a seconda dell'assorbimento del supporto)
Avvertenza	Non applicare a temperature inferiori a 5°C

## Ciclo 2 con idropittura acril –silossanica opaca

Tinteggiatura su tutti gli intonaci civili esterni a base intonaco premiscelato di malta bastarda di idropittura acril- silossanica opaca (tipo Alphasoxan Farbe della Akzo Nobel-Sikkens o similare), a due mani, data a pennello o a rullo.

Il prodotto da impiegarsi dovrà essere a base di resine acriliche e silossaniche in dispersione acquosa, farina di quarzo e di pigmenti selezionati resistenti alla luce.

Consumo minimo 1 l = 4÷5 mq.

Altre caratteristiche principali dell'idropittura:

-  Spessore medio del film essiccato: non inferiore a 120 microns (per finiture lisce)
-  Resistenza all'abrasione umida: 15000 cicli Gardner
-  Insaponificabile
-  Ottima permeabilità al vapore acqueo
-  Ottima resistenza all'esterno

Il tutto eseguito in colori chiari o scuri come da specifiche da elaborati di progetto ed a scelta della D.L. (la tessitura superficiale ed il tono cromatico dovrà essere concordato con la D.L. previa anche l'esecuzione di campionature in cantiere come, per esempio, effetto coprente, semicoprente, finitura liscia, rasata fine, velatura o rustico fine, ecc).

La tinteggiatura deve essere applicata sul supporto stagionato da almeno 1 mese ed a una temperatura compresa tra i 5 e 30°C.

Con la stessa pittura ed effetto devono essere tinteggiati anche gli eventuali sportelli dei vani contatori o altro (anche mediante l'utilizzo di idonei aggrappanti, ecc...). Si ricorda che l'Impresa dovrà fornire tutte le certificazioni dei materiali impiegati e dovrà fornire una garanzia scritta di durata minima decennale del trattamento.

Attenersi scrupolosamente alle schede tecniche di modalità di posa della ditta fornitrice ed eventualmente alla consulenza ed assistenza tecnica dei tecnici preposti dalla ditta stessa per seguire le procedure di realizzazione in cantiere.

## Cicli di applicazione di fondi e tinteggiature per interni – pitture a calce

Una delle pitture naturali più comuni e naturali è quella a base di calce. Questa contiene acqua e grassello di calce invecchiato, filtrato e macinato, carbonati di calcio amorfi e/o cristallini, talco, mica, caolino, baritina, borace, addensanti come bentonite, multicellulosa, amido o farina di guar, leganti organici animali come uovo(tuorlo e/o albume), latte, cera d'api, grassi vegetali, olio di lino ed infine oli essenziali.

La calce funge nello stesso tempo da legante, da pigmento e da disinfettante in quanto l'elevata acidità del materiale ha un effetto battericida ed antimuffa.

Questa pittura presenta una notevole resistenza all'umidità, è in grado di assorbire gli odori, ma è poco durevole e richiede di essere applicata ciclicamente una volta ogni 2-3 anni.

La sua applicazione è preferibile su superfici non troppo lisce in modo che sia garantita la sua aderenza al sottofondo. L'aderenza può essere inoltre migliorata aggiungendo un legante come la caseina nell'impasto.

---

Anche se molto fine la pittura a calce conserva una ruvidità che non la rende molto adatta ad essere utilizzata su superfici perfettamente lisce come il cartongesso.

Per colorare le pitture devono essere utilizzate esclusivamente terre naturali.

### **Cicli di applicazione di fondi e tinteggiature per interni - Pittura a base di latte**

Sono diverse le materie prime agricole utilizzate per la produzione di vernici murarie. La caseina, ad esempio, è una proteina del latte che viene utilizzata nelle vernici come adesivo e fissativo per il colore. Questa si ottiene tramite un processo di acetificazione che avviene miscelando latte fresco con succo di limone o aceto, poi decantata e solubilizzata con una soluzione di acqua e di calce.

Durante l'essiccazione del prodotto verniciante la caseina si contrae e ad essiccazione avvenuta il prodotto risulta resistente all'acqua. Una pittura muraria alla caseina può, pertanto, essere applicata sia su pareti interne sia esterne. Le vernici alla caseina sono normalmente costituite da acqua, il legante (la caseina), inerti e un pigmento, normalmente la calce spenta.

Le pitture alla caseina si prestano ad essere posate su fondi murali assorbenti, su cartongesso, su intonaci a base di cemento o anche su preesistenti pitture a calce tramite utilizzo di pennello.

La pittura murale naturale opaca per interni è a base di latte, a ciclo produttivo biofisico naturale, con l'impiego di materie prime componenti, completamente dichiarate, esenti da sostanze petrolchimiche.

Le caratteristiche della pittura sono le seguenti: forte potere coesivo, non pellicolante, applicazione a rullo o pennello in due o più mani, con diluizione 5-15% con acqua. Colorabile con coloranti naturali a base di terre, di ossidi e di pigmenti vegetali, colorazione a scelta della D.L. La preparazione del fondo sarà effettuata utilizzando prodotti naturali a base d'acqua o a solvente naturale, la rasatura con stucco naturale in polvere delle lastre in fibra di gesso.

### **Cicli di applicazione di fondi e tinteggiature per interni - Pittura strutturata d'argilla**

La "pittura strutturata" d'argilla è composta da polveri premiscelate prodotte da terra cruda e argille colorate, sabbia, fibre vegetali fini e finissime, cellulosa, additivi minerali, gesso vegetale, gomma arabica. La pittura dovrà essere applicata previa posa di fondo impregnante granulare senza solventi. Trattandosi di miscela di materie prime naturali è possibile ottenere qualsiasi pigmentazione, pertanto la colorazione dovrà essere stabilita in accordo con la D.L. su almeno tre campioni di prova. La preparazione del fondo sarà effettuata utilizzando prodotti naturali a base d'acqua o a solvente naturale, la rasatura con stucco naturale in polvere delle lastre in fibra di gesso.

La pittura strutturata in argilla si compone di due strati: fondo impregnante e pittura di argilla. Fondo impregnante:

Conservare il prodotto in luogo asciutto e fresco ma privo di gelo, richiudere ermeticamente i bidoni una volta aperti. La resa di questo prodotto varia a seconda delle marche in commercio ma indicativamente è di circa 1 kg per 8mq, se si tratta di superfici molto assorbenti effettuare una prova per determinare la quantità esatta di materiale necessario. Il fondo deve essere pulito, sgrassato, asciutto e privo di efflorescenze. Rimuovere le parti allentate dal fondo.

Mescolare bene il prodotto con la quantità di acqua indicata dal produttore, acqua che dovrà

essere pulita e rispondente alle indicazioni generali sui materiali. Durante miscelare nuovamente per impedire stratificazioni di elementi e distribuzioni disomogenee. Il fondo verrà applicato uniformemente con la pannellessa e steso in tutte le direzioni; se diluito e se contemplato dal produttore può essere applicato anche a spruzzo. Avere cura di pulire bene gli utensili immediatamente dopo l'uso con acqua calda. Applicare il prodotto miscelato con acqua entro 24ore. Il tempo di essiccazione sarà indicato dal produttore e in ogni caso è da considerare sempre una possibile variazione dei tempi in funzione delle condizioni atmosferiche. Essendo un prodotto naturale e a basso impatto ambientale gli eventuali residui di prodotto andranno lasciati seccare e smaltiti in seguito come normali rifiuti.

Pittura di argilla:

Conservare il prodotto in luogo fresco e asciutto, ma privo di gelo.

Per la preparazione del prodotto attenersi a quanto riportato dal produttore come quantità in percentuale di acqua per kg di prodotto e al sistema di miscelazione (vedi ad esempio se previsto l'uso dell'elettromiscelatore).

---

Applicare uniformemente una mano di prodotto con pennellata e se ciò non risultasse sufficiente alla resa cromatica sarà necessario applicarne una seconda mano una volta che la prima risulti asciutta. Applicare il prodotto miscelato entro 24 ore e comunque non oltre i tempi indicati dal produttore. La pittura colorata in argilla è un prodotto naturale per cui non è possibile escludere variazioni di colore. Per evitare la più possibile le variazioni cromatiche è opportuno pertanto mescolare il contenuto di diverse confezioni. Prima di partire con il lavoro, effettuare delle piccole prove per valutare il fondo e l'effetto cromatico ottenuto. Si ricorda che per un buon risultato del lavoro finito è strettamente necessario attenersi alle indicazioni del produttore.

### **Cicli di applicazione di fondi e tinteggiature per interni – Smalto privo di solventi**

**Ciclo 1 Trattamenti impermeabilizzanti a base di bitume e caucciù (solo nei locali in cui si verifica forte umidità)**  
Realizzazione di trattamento impermeabilizzante eseguito su superfici interne in gesso rivestito, applicato a rullo o a pennello in tre mani, eseguito con emulsione a base di bitume e caucciù tipo (tipo Knauf "Flachendicht" o similare) atto a proteggere la superficie del cartongesso nelle zone a forte dilavamento (es. locali docce), completo in opera per dare una superficie finita pronta per la pittura o il rivestimento in piastrelle di ceramica, incluso il nastro di rinforzo autoadesivo per angoli interni o spigoli esterni in bitume e caucciù su armatura in tessuto.

### **Ciclo 2 Fissativo traspirante dato a pennello non tossico**

Preparazione di superfici murarie interne (intonacate o cartongesso) eseguita con una mano di fissativo acrilico traspirante dato a pennello.

Il prodotto impiegato dovrà essere conforme alle norme DIN 52615 e DIN ISO 4624. Inoltre dovrà essere inodore, non tossico e non infiammabile (tipo Crilux della Oikos o similare) diluito secondo quanto previsto dalla ditta produttrice.

### **Ciclo 3 Tinteggiatura per interni a base di smalto privo di solventi**

Tinteggiatura per interni data a pennello o a rullo a due mani a perfetta copertura, in colori chiari o scuri (come risultante dagli elaborati di progetto e a scelta della D.L.) previa esecuzione di campionature, di smalto murale acrilico all'acqua (senza solventi) ad effetto lucido, satinato o opaco (come risultante dagli elaborati di progetto o a scelta della D.L.), del tipo lavabile al 100%, supercoprente, autodilatante, idrorepellente, smacchiabile, fortemente resistente all'abrasione e massima resistenza all'ingiallimento, alla presa di sporco, agli alcali (soluzioni ammoniacali e sodiche), agli alcoli e ai detergenti chimici.

Prodotto di alta qualità conforme alle norme DIN 53778 S-W-M. Inoltre dovrà essere inodore, non tossico e non infiammabile (tipo Ultrasaten della Oikos o similare).

Ulteriori caratteristiche del prodotto:

- assenza di sostanze nocive, pigmenti o altri componenti contenenti metalli pesanti quali cromo e piombo;
- assenza di solventi tossici, aromatici, clorurati;
- non dovranno verificarsi polimerizzazioni pericolose;
- viscosità pari a 14.500 CPS Brookfield (RVT 20 giri/minuto a 25°C);
- effetto pulizia: conforme alla norma DIN 53 778 (mano di vernice liberata dalle impurità con meno di 800 cicli abrasivi);
- resistenza al lavaggio: conforme alla norma DIN 53 778 (resistenza ad almeno 1.000 cicli abrasivi);
- resistenza ad abrasione: conforme alla norma DIN 53 778 (resistenza a più di 5000 cicli abrasivi);
- traspirazione (SD): Lucido = 1,9m. Satinato = 1,7m. Opaco = 1,2m;
- diluizione: 20 ÷ 25 % di acqua potabile;
- resa: 9 ÷ 11 m<sup>2</sup>/lt in due mani;
- temperatura di applicazione: +5°C ÷ +36°C (con umidità relativa non superiore a 80%);
- tempo di essiccazione al tatto: 1 ÷ 1,5 h (temperatura = 20°C con umidità relativa a 75%);
- tempo di essiccazione al lavaggio: 4 giorni (temperatura = 20°C con umidità relativa a 75%);
- lavabilità: superiore a 60.000 colpi di spazzola.

---

## **14.1 STOCCAGGIO DELLE PITTURE E DILUENTI**

Tutte le pitture ed i diluenti andranno stoccati in aree ben ventilate, lontani da fiamme e scintille e protetti dai raggi diretti del sole e da eccessivo calore.

Sui contenitori delle pitture e dei diluenti dovranno essere conservate intatte le targhette ed etichette del fabbricante. I contenitori delle pitture e dei diluenti non dovranno essere aperti fino al momento dell'uso.

## **14.2 PULIZIA E PROTEZIONE DELL'OPERA**

Alla fine di ogni singolo lavoro, si dovrà procedere ad una accurata pulizia degli ambienti. Le opere dovranno essere protette da urti accidentali e da aggressioni fisico-chimiche.

## **14.3 GARANZIA SULLE OPERE ESEGUITE**

La durata della garanzia non è intesa come un limite reale protettivo del rivestimento applicato, ma come il periodo di tempo entro il quale il garante od i garanti sono tenuti ad intervenire per effettuare quei ripristini che si rendessero necessari per cause da loro dipendenti.

La garanzia concerne esclusivamente la protezione (intendendosi per corrosione l'alterazione del supporto metallico o quello cementizio) non comprende la normale degradazione delle caratteristiche estetiche del film (punto di colore, brillantezza, etc).

Le condizioni di garanzia vengono espresse nelle seguenti parti:

- garanzia qualità del prodotto;
- garanzia qualità dell'applicazione;
- garanzia di durata del rivestimento.

### **Garanzia qualità del prodotto**

Il Produttore garantisce quanto segue:

- le pitture sono idonee agli impieghi per le quali sono proposte;
- sono conformi alle schede tecniche ed ai campioni forniti;
- sono esenti da difetti di produzione.

### **Garanzia qualità applicazione**

L'Impresa applicatrice garantisce quanto segue:

- una corretta preparazione del supporto;
- una perfetta applicazione a regola d'arte e nella scrupolosa osservanza delle istruzioni fornite dal Produttore;
- che il prodotti sono stati applicati nelle condizioni termoigrometriche del supporto ed ambientali prescritte.

### **Garanzia durata del rivestimento**

In base a quanto precisato ai precedenti capoversi, il Produttore delle pitture e l'Impresa applicatrice accettano di sottoscrivere congiuntamente un impegno di garanzia di durata del rivestimento definita dal contratto. L'impegno comprende l'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni del rivestimento in caso di degradazione del medesimo, causata da deficienza ed inosservanza degli impegni di qualità ed applicazione definiti ai precedenti capoversi. Il periodo di garanzia decorre dalla data di accettazione del lavoro da parte del Committente (o di ciascun lotto se il lavoro non è continuo). Il rivestimento protettivo sarà giudicato soddisfacente in durata se al termine del periodo fissato si verificherà quanto segue:

- inalterata l'efficacia dei rivestimenti in funzione dello scopo contrattuale per cui sono stati applicati;
- sulla loro totalità non presentino tracce di degradazione eccedenti a quelle di riferimento del contratto;

- 
- sui materiali ferrosi non vi sia presenza di ruggine fra il supporto ed il film di pittura, sia esso perforante che visibile attraverso il rivestimento senza che ne sia stata compromessa la continuità. Per tali materiali si farà riferimento ai vari gradi della "SCALA EUROPEA DI arrugginimento".

Nell'arco del periodo di garanzia i garanti dovranno procedere ad una o più ispezioni generali dell'intera opera, ed apportare quei ritocchi ritenuti necessari. Ciò anche a seguito di segnalazione del Committente. L'impegno di garanzia si considera decaduto qualora il Committente eseguisse altri trattamenti applicati senza il benestare scritto dei garanti.

## **15. PAVIMENTI - RIVESTIMENTI**

### **15.1 PAVIMENTI E RIVESTIMENTI IN GRES, CERAMICA, KLINKER**

#### **Normativa di riferimento**

- UNIEN 87-163-121-159-176-177-178-186-187-188-98-99-100-101-102-103-104-105-106-122-154-155-202  
BCRA REP
- UPEC - NF - CSTB
- Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2234 - Appendice 1.

#### **Generalità**

Tutti i pavimenti dovranno essere realizzati con materiali e metodologie di costruzione corrispondenti alla normativa di unificazione richiamata ai capitoli successivi, relativi ai rispettivi tipi di pavimenti.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere campionati e sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori, anche in relazione alle scelte cromatiche definitive. Dovranno essere altresì impiegati materiali di medesima composizione, periodo di fabbricazione, provenienza e qualità.

Durante le operazioni di posa in opera i pavimenti, le pareti e tutti i manufatti ad essi adiacenti, dovranno essere protetti con cura affinché non vengano arrecati danni alle opere di pavimentazione in corso di esecuzione, oppure non vengano danneggiati materiali ed altri lavori già realizzati in zone limitrofe.

Per il periodo necessario alla completa maturazione della pavimentazione e comunque per almeno 10 giorni dall'avvenuta conclusione delle lavorazioni, l'Appaltatore dovrà predisporre tutte le opere provvisorie di sbarramento atte ad impedire il transito di chiunque, sulla pavimentazione appena realizzata e non ancora pedonabile.

I pavimenti resilienti, tessili e/o duri, ma levigati e lucidati, dovranno essere protetti fino alla consegna al Committente con materiali (teli, tavolati di legno, cartoni, segatura, etc...) atti ad impedire il danneggiamento della finitura superficiale della pavimentazione ormai completata.

Una volta terminata la lavorazione e prima della consegna al Committente, le pavimentazioni dovranno essere lavate, asciugate e lucidate con prodotti appositi, secondo le istruzioni del Produttore dei materiali stessi. Non si dovrà fare uso di detergenti ad elevata concentrazione o solventi che non siano stati consigliati ed autorizzati dal Produttore e dalla Direzione dei Lavori.

Altrettanta cura dovrà essere riposta dall'Appaltatore nella realizzazione e protezione di pavimentazioni, che dovessero essere esposte all'azione di dilavamento da parte delle acque meteoriche, oppure all'azione del gelo, oppure all'azione del calore e dell'irraggiamento solare. Ogni tipo di pavimentazione richiede tempi di maturazione dei sottofondi e di aggancio della finitura superficiale adeguati e non riducibili oltre certi limiti se non a discapito delle caratteristiche di resistenza della pavimentazione nel suo complesso. Qualora le condizioni meteorologiche fossero particolarmente ostili, oppure venissero ritenute non idonee al tipo di lavorazione da eseguire, l'Appaltatore dovrà procedere alla protezione della pavimentazione con tettoie, teli, stuoie, etc e, nel caso ciò non fosse sufficiente, a sospendere i lavori, previo benestare della Direzione dei Lavori.

In climi particolarmente caldi la pavimentazione dovrà essere tenuta bagnata per evitare l'essiccazione troppo accelerata dei sottofondi.

Procedure e metodologie, in tale senso, dovranno essere coordinate ed approvate dalla Direzione Lavori, perché un quantitativo troppo elevato di acqua potrebbe causare la segregazione della miscela di sottofondo e quindi la caduta di resistenza della pavimentazione, con fenomeni di distacco nel tempo.

Durante la posa in opera della pavimentazione su malta non è ammesso aumentare il contenuto in acqua del sottofondo, per evitare fenomeni di essiccazione accelerata, oppure per rendere la miscela più plastica e lavorabile.

Nei locali bagnati (ad es. servizi igienici, cucine) o dove è previsto che i pavimenti debbano essere lavati con quantità abbondanti di acqua, il piano di posa dovrà essere ricoperto con un manto impermeabile, costituito da una guaina prefabbricata impermeabile da 3 mm di spessore, risvoltata sulle pareti per almeno 15 cm.

Laddove prescritto in progetto, ed al fine di isolare gli ambienti adiacenti e/o sottostanti dal rumore di calpestio prodotto in ambiente, il piano di posa dovrà essere rivestito per tutta la superficie, con un feltro antiacustico, risvoltando i lembi sulle pareti per almeno 10 cm, (e comunque per un'altezza non inferiore a quella complessiva della pavimentazione, sottofondo + finitura superficiale).

Laddove prescritto in progetto, ed in corrispondenza di soglie, gradini, zone discontinue, cambi di tipologia e di pavimenti, ecc., i bordi e gli spigoli delle pavimentazioni e/o dei sottofondi dovranno essere protetti contro il rischio di sbrecciature con l'installazione di adeguati profili di giunzione in PVC, gomma, acciaio normale o speciale, oppure in ottone, oppure in pietra, con caratteristiche di resistenza idonee a sopportare le sollecitazioni causate dal traffico previsto.

I massetti ed i sottofondi delle pavimentazioni dovranno essere realizzati con inerti e leganti adatti al tipo di pavimentazione richiesta ed alle prestazioni a cui essa dovrà rispondere.

I massetti ed i sottofondi dovranno presentare una superficie asciutta, perfettamente livellata oppure scabra (in relazione al tipo di finitura superficiale che verrà realizzata), compatta, senza cavillature né fessurazioni e dimensionalmente stabile.

I pavimenti dovranno risultare di colore uniforme, secondo le tinte e le qualità prescritte nel progetto, e privi di macchie o difetti per tutta la loro estensione.

Lo stesso dicasi per la planarità della superficie, che dovrà essere priva di discontinuità per tutta l'estensione della stessa.

### **Pavimenti in gres ceramico porcellanato**

Le piastrelle da utilizzarsi saranno in gres fine porcellanato, classificabili nel gruppo B1 conformemente alla norma UNI EN 87 e rispondente a tutti i requisiti richiesti dalla norma UNI EN 176, costituite da una massa unica, omogenea e compatta, non smaltata o trattata superficialmente, ottenute per pressatura a secco di impasto atomizzato derivante da miscele di minerali caolinici, feldspati e inerti a bassissimo tenore di ferro.

I colori aggiunti negli impasti devono risultare privi di radioattività. Qualora non sia possibile eseguire indagini strumentali, sono in genere da evitare le colorazioni blu cobalto ed i rossi.

Temperatura di cottura	1200°C	
Assorbimento H <sub>2</sub> O	≤ 0,05%	UNI EN 99
Resistenza a flessione	45-55 N/mm <sup>2</sup>	UNI EN 100
Durezza superficiale	7/8 Mohs	UNI EN 101
Resistenza attacco chimico	conforme	UNI EN 106
Resistenza al gelo	conforme	UNI EN 202
Resistenza sbalzi termici	conforme	UNI EN 104
Stabilità colori alla luce e ai raggi U.V.	conforme	DIN 51094
Resistenza abrasione profonda	125-140 mm <sup>3</sup>	UNI EN 100
Ininfiammabile		

### **CARATTERISTICHE TECNICHE**

Classificazione secondo norme CEN Gruppo B1 EN 176					
Caratteristica		Norma o metodo di misura	Unità di misura	UNI EN 176	Valori minimi
Assorbimento d'acqua in %		UNI EN 99	%	δ 0,5	δ 0,05
	Lunghezza e larghezza ( B )	UNI EN 98	%	± 0,6	± 0,3
Dimensioni ( A )	Spessore	UNI EN 98	%	± 0,5	± 3,0
	Rettilinearità degli spigoli	UNI EN 98	%	± 0,5	± 0,3
	Ortogonalità	UNI EN 98	%	± 0,6	± 0,3
	Planarità ( C )	UNI EN 98	%	± 0,5	± 0,2
Resistenza alla flessione		UNI EN 100	N/mm <sup>2</sup>	ε 27	45-55
Carico di rottura	cm 20x20 spessore mm 8,5	UNI EN 100	Kg	Non previsto	200-220
	cm 20x20 spessore mm 12	UNI EN 100	Kg	Non previsto	420-460
	cm 20x20 spessore mm 15	UNI EN 100	Kg	Non previsto	680-720
Resistenza all'abrasione profonda		UNI EN 102	mm <sup>3</sup>	δ 205	125-140 mm
Durezza superficiale		UNI EN 101	Scala MOHS	ε 6	7/8
Coefficiente di dilatazione termica lineare		UNI EN 103	Mk <sup>-1</sup>	δ 9	6,5
Resistenza agli sbalzi termici		UNI EN 103		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
Resistenza all'attacco chimico	Prodotti chimici per uso domestico	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
	Additivi per piscina	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
	Resistenza agli acidi ed alle basi	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
Resistenza al gelo		EN 202		Nessun campione deve presentare alter. Appr. Sulla sup.	Conforme
Resistenza dei colori alla luce		DIN 51094		Non devono presentare apprezzabili alterazioni di colore	Conforme

( A ) Formato di riferimento cm 30x30

( B ) Deviazione ammissibile della media, in %, per piastrella dalla dimensione di fabbricazione

( C ) Curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione

## Posa in opera

---

I criteri di posa devono essere tali da salvaguardare quelle caratteristiche che il prodotto in sé è in grado di dare potenzialmente al pavimento; in generale si può dire che una buona esecuzione di posa tradizionale può essere sufficiente a garantire un risultato ottimale.

La posa delle piastrelle avverrà a colla, utilizzando idonei collanti naturali a base di calce idraulica, o collante bianco idrosolubile a base cementizia, adatto anche in presenza di riscaldamento a pavimento, composto da sabbia quarzifera e cemento bianco.

Posare le piastrelle bordo contro bordo nel caso di posa a fuga stretta o utilizzare gli appositi distanziatori nel caso di posa a fuga larga: questo secondo metodo di posa è sicuramente preferibile poiché aiuta nel caso di assestamento delle strutture e consente di sopperire alle differenze tollerabili nelle dimensioni delle piastrelle per garantire così un perfetto allineamento delle fughe.

Battere le piastrelle con apposito vibratore a rullo gommatto. Avere cura di tenere i rulli gommati accuratamente puliti per evitare il danneggiamento della superficie di esercizio delle piastrelle. Stuccare le fughe con prodotti a base di boiaccadimalta bianca colorata o vero con mastice naturali.

Le fughe da riempire devono essere pulite in tutto il loro spessore fino all'adesivo di posa e la stuccatura deve essere effettuata dopo la presa dell'adesivo (3-4 ore).

La pulizia dei rivestimenti e dei pavimenti dai residui della stuccatura deve essere fatta seguendo le prescrizioni dei fabbricanti dei prodotti utilizzati prima che essi induriscano definitivamente, poiché un intervento tardivo richiederebbe l'uso di soluzioni acide che, per contatto diretto o per effetto dei loro vapori, potrebbero deteriorare le fughe stesse o oggetti metallici o cromati eventualmente presenti. Eventuali efflorescenze calcaree affiorate per l'asciugamento dell'acqua del sottofondo dell'impasto, assieme agli accidentali residui delle malte cementizie, potranno essere rimosse quando il fenomeno sarà cessato, con il cauto utilizzo di acidi organici a bassa concentrazione previa imbibizione con acqua pulita della superficie e con abbondanti risciacquature finali.

Dovranno essere previsti giunti di dilatazione, estesi parzialmente al sottofondo, per campi di superficie non superiore a 30 mq. Inoltre dovranno essere rispettati gli eventuali giunti strutturali propri della struttura di supporto. Piccoli spostamenti rispetto ai giunti già preesistenti nel supporto potranno essere realizzati mediante l'interposizione di un cuscinetto di materiale elastico che permetta i movimenti relativi previsti senza il rischio di rotture e/o fessurazioni, e purché lo spostamento sia contenuto entro una dimensione non superiore ad un quinto del lato a sbalzo della piastrella.

Non saranno ammesse ondulazioni nella planarità del pavimento superiori a 2 mm per metro lineare di lunghezza, misurati con l'apposizione sul pavimento di un regolo metallico lungo almeno 2,50 m.

## **15.2 PAVIMENTI VINILICI**

I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 649.

I criteri di accettazione sono quelli del presente articolo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

Le pavimentazioni in materiali resilienti dovranno essere realizzate con le modalità prescritte nel presente articolo. Esse sono previste per le applicazioni indicate negli elaborati grafici di progetto.

Per quanto utile si fa riferimento alle definizioni ed alle prescrizioni di cui alla UNI 7071 e UNI 7072. Prima dell'esecuzione delle pavimentazioni resilienti l'Appaltatore è tenuto a:

- un'accurata osservazione del prodotto prima della posa per l'individuazione di:
  - fessurazioni;
  - irregolarità superficiali;

- 
- planarità e regolarità morfologica verificando il prodotto, ove utile, secondo le norme:

- ⌚ UNI 8272/1, per l'esame dell'aspetto (per analogia verrà utilizzata la norma propria per le pavimentazioni in gomma);
- ⌚ UNI EN 426, per la planarità e regolarità morfologica;
- ⌚ UNI EN 428, per la determinazione dello spessore totale;
- ⌚ UNI EN 429, per la determinazione dello spessore degli strati;
- ⌚ UNI EN 430, per la determinazione della massa areica.

L'Appaltatore dovrà osservare inoltre tutte le prescrizioni indicate dal Produttore per quanto riguarda:

- collocazione del prodotto
- azioni da evitare nell'uso del prodotto
- materiali non compatibili col prodotto
- stoccaggio del prodotto
- modalità di posa del prodotto.

Per quanto riguarda le colle e/o prodotti equivalenti, l'Appaltatore è tenuto a compilare una scheda di sicurezza per ogni tipo di materiale usato, in cui dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- identificazione del preparato, del Produttore e dell'impiego previsto;
- composizione e/o informazioni sugli ingredienti;
- identificazione pericoli;
- misure di primo soccorso;
- misure antincendio;
- misure in caso di fuoriuscita accidentale del prodotto dai contenitori;
- manipolazione e stoccaggio;
- controllo dell'esposizione e protezione individuale;
- proprietà fisiche e chimiche;
- stabilità e reattività;
- informazioni tossicologiche;
- informazioni ecologiche;
- informazioni sul trasporto;
- informazioni sulla regolamentazione in conformità alle direttive CEE 88/379 e CEE 91/155.

Inoltre l'Appaltatore è tenuto a verificare che la consegna dei prodotti avvenga in contenitori sigillati e chiaramente etichettati.

Al momento dell'apertura dei contenitori l'Appaltatore dovrà verificare per accettazione del prodotto l'assenza di:

- sedimentazioni irreversibili
- formazioni di pelle
- gelatinizzazione
- galleggianti non disperdibili
- impolmonimenti
- presenza di mucillagine.

La pavimentazione dovrà essere eseguita utilizzando i seguenti materiali:

- Pavimentazione in PVC:
  - vinilico, omogeneo, pressocalandrato e fresato;
  - trattato con poliuretano puro tale da avere una superficie non porosa, ma perfettamente sigillata e non richiedere alcuna ceratura per tutta la durata del pavimento;
  - con decori e/o colorazione passanti a tutto spessore, ottenuti mediante miscela di granuli di PVC puro trasparente e PVC colorato con pigmenti a 6 affinità;
  - di aspetto superficiale semilucido, non riflettente, non poroso;
  - prodotto da aziende munite di Sistema di Qualità, secondo UNI EN ISO 9001.

---

Nella realizzazione della pavimentazione PV1, l'Appaltatore dovrà provvedere a completare la posa con apposito risvolto a sguscia nel medesimo materiale per un'altezza minima di 90 mm.

Nell'esecuzione dei pavimenti in materiali vinilici, l'Appaltatore dovrà provvedere alla posa secondo le seguenti disposizioni:

- Preparazione dei punti di livello, e, ove sia necessario posare pavimenti di diverso spessore, disponendo che non risulti la benché minima differenza di quota tra di essi.
- Realizzazione di non meno di due mani di rasatura del sottofondo.
- Realizzazione di una superficie in piano mediante livellanti cementizi idonei.
- Fornitura e posa di collanti idonei in rapporto al tipo di pavimento
- Saldatura a caldo dei giunti, realizzata con cordolo in PVC della stessa qualità e colore del pavimento.
- Realizzazione di chiusini e di pozzetti sottostanti il pavimento, realizzati su telaio metallico e finiti in superficie con il tipo di pavimentazione in cui verranno inseriti. Ove utile i chiusini saranno multipli dei moduli degli elementi costituenti la pavimentazione di riferimento.
- Nei bagni, ove siano previste docce a pavimento, l'Appaltatore dovrà prevedere speciali pilette di scarico a tenuta d'acqua. Le pilette di scarico dovranno essere posate prima del pavimento secondo le particolari modalità del Produttore, ed in particolare:
  - posando le pilette prima del pavimento;
  - livellando la flangia esterna della piletta con il sottofondo del pavimento già livellato;
  - rasando la superficie di inserimento;
  - tagliando di misura il pavimento con speciale attrezzo, e lasciando una adeguata sbordatura del telo che verrà pressato contro le pareti della piletta mediante lo speciale anello di chiusura (a tenaglia) a tenuta d'acqua.

Le pilette avranno le seguenti caratteristiche:

- flangia esterna Ø 220
- bordo contro foro Ø 172
- tubo di scarico Ø 75, capacità 3 litri/sec.
- griglia e sifone asportabili.

L'Appaltatore, per la formazione della "zona doccia" a pavimento, dovrà prevedere un materiale con caratteristiche antiscivolo adeguate ed un idoneo raccordo dello stesso con un abbassamento del piano bordo della piletta di circa 3 cm rispetto al livello del pavimento del bagno. Tale raccordo dovrà essere formato abbassando opportunamente il piano di sottofondo. La "zona doccia" a pavimento dovrà avere dimensioni non inferiori a 100 x 100 cm di lato. La zona di raccordo non dovrà essere inferiore a 12 cm e/o formare un angolo, rispetto all'orizzontale,  $\geq 18^\circ$ .

Per la formazione di pilette a pavimento in altri locali, qualora richieste, si dovranno adottare gli stessi accorgimenti, per quanto utile.

La superficie del locale bagno (in corrispondenza della doccia a pavimento) dovrà essere impermeabilizzata.

### **15.3 PAVIMENTAZIONI INDUSTRIALI**

Le pavimentazioni industriali indicate in progetto saranno eseguite in conglomerato cementizio a prestazione garantita secondo le norme UNI EN 206-1, UNI 11104 in conformità al DM 14/09/2005 con classe di esposizione XC1-XC2 e resistenza caratteristica minima Rck 30. Avranno spessore minimo di 6 cm, armate con rete elettrosaldata costituita da tondini in acciaio FeB44k (acciaio 05 B450C - NTC 2008 di cui al D.M. 14.01.2008) di diametro 6 mm e maglia 20x20 cm e con strato superficiale antiusura costituito da aggregato minerale al quarzo corindone, additivi speciale ed ossidi coloranti in ragione di 5 kg/m<sup>2</sup> nel colore a scelta della D.L.. Il pavimento inoltre dovrà essere in possesso di un coefficiente di attrito conforme a quanto previsto dal DPR 24 luglio 1996, n°503 recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici. Necessario prevedere anche la formazione di giunti elastici di frazionamento in pvc formanti riquadri da 4.00x4.00 m e comunque non superiori a 20.00 m<sup>2</sup>, l'isolamento

---

perimetrale contro le murature eseguito con strisce di polistirene espanso dello spessore di 10 mm, l'ideale protezione delle pareti perimetrali per un'altezza fino a 1.00 m, la formazione delle pendenze, la posa di profilo angolare in acciaio in corrispondenza delle soglie e la levigatura finale. Da prevedere infine il rispetto della marcatura CE per i prodotti da costruzione prevista dalla Direttiva 89/106/CEE recepita dal DPR 21.04.93, n. 246.

## **15.4 PAVIMENTO IN QUADROTTI CON FINITURA IN GHIAIA LAVATA**

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e puliti, senza macchia di sorta. Le performances acustiche dovranno rispondere alle esigenze d'isolamento acustico definito per la normativa di riferimento. La superficie di posa dovrà essere piana, liscia, asciutta, consistente, priva di grassi e di fessure e mantenere durante l'utilizzo della struttura queste caratteristiche.

Prima della posa di qualsiasi pavimento dovrà essere realizzata una campionatura per ottenere la preventiva approvazione dell'Amministrazione e della DL.

Per la copertura delle terrazze piane al piano +5 verrà utilizzata una tipologia di pavimento in quadroni prefabbricati pressati di conglomerato cementizio vibrato delle dimensioni di 50x50x4 cm e con finitura superficiale in ghiaio di fiume lavato, posati accostati su supporti a pianta circolare in materia plastica compatibile con il fondo di appoggio. Il pavimento inoltre dovrà essere in possesso di un coefficiente di attrito conforme a quanto previsto dal DPR 24 luglio 1996, n°503 recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

## **15.5 RIVESTIMENTI**

Le prescrizioni del presente articolo si applicano a tutti i rivestimenti esterni e/o interni previsti in Appalto.

Ove non meglio precisato si definisce, in senso esemplificativo ma non limitativo, rivestimento il complesso dei rivestimenti di ogni tipo, comprensivi di ogni componente e lavorazione accessoria, utile alla loro esecuzione a regola d'arte ed in rapporto al loro utilizzo.

### **PRESCRIZIONI GENERALI**

Tutti i tipi di rivestimenti di cui al presente articolo dovranno osservare le prescrizioni di cui al presente CSA e le caratteristiche prestazionali indicate, nonché le norme UNI di settore e quante altre. L'Appaltatore dovrà tenere conto delle condizioni derivanti dall'esistenza di strutture già edificate e/o in opera, e/o in corso di edificazione. Inoltre dovrà tenere conto delle condizioni derivanti dall'esigenza, in alcuni casi, di terminare le opere in modo provvisorio garantendo comunque la perfetta funzionalità delle stesse e la loro futura interfacciabilità per il completamento.

Nella programmazione degli interventi l'Appaltatore, a proprio esclusivo onere e rischio, stabilirà l'ordine delle operazioni e di tutti gli interventi correlati con l'esecuzione delle opere di cui al presente articolo.

A tal fine dovranno essere previste e programmate tutte le operazioni e le forniture da effettuarsi su altri sub-sistemi edilizi di interfaccia con le opere del presente articolo e che in via esemplificativa ma non limitativa sono qui di seguito elencate:

- programmare e stabilire l'ordine di esecuzione dei rivestimenti rispetto alla posa dei serramenti, esterni ed interni, dei pavimenti e delle opere da pittore;
- programmare e stabilire l'ordine di esecuzione di interventi impiantistici e/o di arredo fisso (idraulici, sanitari, elettrici, attrezzature varie, ecc.) affinché non vengano danneggiati i rivestimenti.

Qualora risultassero necessarie demolizioni anche parziali e/o rifacimenti, a causa di danni subiti dalle opere eseguite, tutti gli oneri relativi si intendono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è tenuto a posare i rivestimenti e tutte le opere accessorie anche in assenza di opere di interfaccia e comunque non comprese nell'Appalto. Tuttavia egli dovrà tener conto delle loro esigenze, dei loro ingombri e della loro futura messa in opera.

---

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla DL i campioni di rivestimenti, dei materiali accessori e dei componenti che sono prescritti nel presente articolo, ai fini dell'accettazione degli stessi, sulle finiture e rivestimenti di facciata ha l'obbligo di coinvolgere il Comune di Gavardo e sottomettere i campioni per approvazione come da CDS.

L'Appaltatore ha l'obbligo di impedire l'accesso di qualsiasi persona non autorizzata nei locali ove sono in fase di realizzazione i rivestimenti; ove gli stessi risultassero in tutto e/o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e/o per altre cause.

Secondo le prescrizioni dettate dalle norme UNI 8289 e UNI 8012, i rivestimenti dovranno assolvere in particolare alle funzioni di:

- sicurezza;
- fruibilità;
- aspetto;
- gestione.

Pertanto per i rivestimenti sono richiesti i seguenti requisiti, in base alla UNI 8290/2:

- per quanto concerne la sicurezza:
- reazione al fuoco tale da non presentare effetti dannosi inammissibili ai fini della sicurezza richiesta all'edificio e/o all'ambiente (per es. alimentare l'incendio, propagare la fiamma, produrre gas o vapori nocivi);
- per quanto concerne la fruibilità:
- protezione: capacità di proteggere adeguatamente il supporto dalle aggressioni dovute ad agenti esterni quali: umidità, luce, polvere, agenti chimici, ecc.;
- impermeabilità: doti di tenuta all'acqua e di impermeabilità adeguate agli ambienti specifici in cui sono previsti;
- per quanto concerne l'aspetto:
- gradevolezza alla vista ed al tatto, e adeguatezza all'immagine architettonica dell'edificio e/o dell'ambiente;
- per quanto concerne la gestione:
- durabilità: i rivestimenti dovranno presentare caratteristiche di resistenza alle azioni meccaniche, al deterioramento ed all'invecchiamento adeguate alla durata della vita utile prevista;
- manutenibilità: i rivestimenti dovranno avere caratteristiche di bassa e/o nulla manutenibilità in rapporto alle loro caratteristiche di durata e durabilità;
- igiene: i rivestimenti dovranno essere pulibili, lavabili, smacchiabili, disinfettabili;
- i rivestimenti non dovranno essere soggetti a macchie causate da sostanze usate nell'ambiente e/o dall'atmosfera.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

I rivestimenti, di qualsiasi natura e tipo, dovranno essere realizzati secondo le modalità appresso specificate, e dovranno conseguire le caratteristiche prestazionali richieste.

L'Appaltatore, nell'esecuzione del lavoro, dovrà rispettare tutte le indicazioni operative e dimensionali prescritte da norme riferite alla categoria di lavoro in oggetto, dalle istruzioni tecniche del prodotto scelto e/o dalle specifiche indicazioni contenute nel presente CSA.

L'Appaltatore, prima della posa in opera, dovrà provvedere ad eseguire un tracciamento e ad elaborare disegni costruttivi di cantiere. Tali elaborati costruttivi di cantiere dovranno essere rispondenti alle indicazioni degli elaborati esecutivi architettonici di cui al Progetto d'Appalto e dovranno essere approvati dal DL. Le indicazioni di cui agli elaborati di Progetto definitivo d'Appalto si intendono essere esemplificative ma non limitative e pertanto potranno essere modificate in sede di intervento, in rapporto allo stato dei luoghi, senza che l'Appaltatore possa chiedere compenso alcuno. L'intervento costruttivo, tuttavia, dovrà restare fedele agli obiettivi progettuali originari del Progetto definitivo d'Appalto; pertanto i disegni costruttivi di cantiere dovranno essere sottoposti all'attenzione della DL per approvazione, che ne verificherà la rispondenza a tutte le prescrizioni riportate nel presente articolo.

In particolare tali disegni dovranno evidenziare:

- la disposizione geometrica dei rivestimenti e della loro composizione in rapporto alle dimensioni dei locali e/o degli spazi ove sono previsti;

- 
- la disposizione geometrica dei rivestimenti in rapporto a locali e/o spazi ove sono previsti, in funzione delle scelte cromatiche e/o di quant'altro necessario;
  - l'accostamento e le condizioni di interfaccia tra i diversi elementi che compongono i rivestimenti e:
  - i raccordi con i serramenti e le pavimentazioni;
  - i raccordi con gli elementi di arredo fisso (sanitari, radiatori, ecc.);
  - i raccordi con pavimenti e sgusci.

Tali disegni dovranno essere conservati in copia approvata dalla DL.L'Appaltatore nella fase di posa dovrà curare in particolare:

- la pulizia delle superfici di applicazione;
- la consistenza e la regolarità delle superfici di applicazione;
- la scelta e la modalità di utilizzo dei prodotti di allettamento e/o applicazione, quali collanti e/o malte.I

rivestimenti dovranno:

- avere superficie piana con le seguenti tolleranze di planarità:
  - tolleranza della planarità assoluta < 3 mm verificata muovendo un regolo di 200 cm in tutte le direzioni;
  - in corrispondenza dei giunti, applicando un regolo di 20 cm di lunghezza, lo scarto tra i dislivelli non potrà essere maggiore di 1 mm;
  - la tolleranza di verticalità, misurata su un'altezza di 250 cm, non dovrà essere superiore a 5 mm;
- risultare puliti ed esenti da increspature, corrugamenti, macchie e/o sbavature di collanti, adesivi, malte e/o altro;
- risultare regolari e lineari nelle connessioni, nelle saldature dei giunti e nelle fughe.

L'Appaltatore inoltre, nella scelta del Produttore, è tenuto ad esaminare attentamente le capacità realizzative di quest'ultimo al fine di conseguire la qualità voluta; non potranno essere ammesse variazioni e/o modifiche derivanti da limitazioni produttive del Produttore.

### **RIVESTIMENTI VINILICI PER INTERNI**

I rivestimenti vinilici per interni dovranno essere realizzati con le modalità prescritte nel presente articolo. Per le definizioni relative ai rivestimenti si fa riferimento alla UNI EN 235 per quanto utile.

Prima dell'esecuzione dei rivestimenti R1 l'Appaltatore è tenuto a:

- un'accurata osservazione del prodotto prima della posa per l'individuazione di:
  - fessurazioni
  - irregolarità superficiali
  - difetti di planarità e regolarità morfologica

verificando il prodotto, ove utile, secondo le norme:

- UNI EN 233: specifiche per i rivestimenti murali in rotoli
- UNI EN 259: specifiche per i rivestimenti murali per uso intenso.

L'Appaltatore dovrà osservare inoltre tutte le prescrizioni indicate dal Produttore per quanto riguarda:

- collocazione del prodotto
- azioni da evitare nell'uso del prodotto
- materiali non compatibili col prodotto
- stoccaggio del prodotto
- modalità di posa del prodotto.

Per quanto riguarda le colle e/o prodotti equivalenti, l'Appaltatore è tenuto a compilare una scheda di sicurezza per ogni tipo di materiale usato, in cui dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- identificazione del preparato, del Produttore e dell'impiego previsto;
- composizione e/o informazioni sugli ingredienti;

- 
- identificazione pericoli;
  - misure di primo soccorso;
  - misure antincendio;
  - misure in caso di fuoriuscita accidentale del prodotto dai contenitori;
  - manipolazione e stoccaggio;
  - controllo dell'esposizione e protezione individuale;
  - proprietà fisiche e chimiche;
  - stabilità e reattività;
  - informazioni tossicologiche;
  - informazioni ecologiche;
  - informazioni sul trasporto;
  - informazioni sulla regolamentazione in conformità alle direttive CEE 88/379 e CEE 91/155.

Inoltre è tenuto a verificare che la consegna dei prodotti avvenga in contenitori sigillati e chiaramente etichettati. Al momento dell'apertura dei contenitori l'Appaltatore dovrà verificare per accettazione del prodotto l'assenza di:

- sedimentazioni irreversibili
- formazioni di pelle
- gelatinizzazione
- galleggianti non disperdibili
- impolmonimenti
- presenza di mucillagine.

### **Rivestimento vinilico**

Il rivestimento dovrà essere eseguito utilizzando i seguenti materiali:

- Rivestimento vinilico, stampato e pressocalandrato, impermeabile, con superficie protetta da una pellicola in PVC trasparente di spessore 0.10 mm, non porosa; altamente resistente ad oli, grassi, acidi e prodotti chimici.
- Prodotto da aziende munite di Sistema di Qualità secondo UNI EN ISO 9001.

Nell'esecuzione dei rivestimenti in PVC l'Appaltatore dovrà provvedere a completare la fornitura e la posa secondo le seguenti disposizioni:

- Verifica e preparazione delle superfici, disponendo che non risulti la benché minima differenza di quota nei giunti delle pareti.
- Stesura di uno strato uniforme di primer del tipo in sospensione acquosa.
- Stesura di uno strato uniforme di collante, su fondo piano, liscio ed asciutto, in quantità tale da assicurare la totale bagnatura del rovescio del rivestimento, utilizzando spatole dentate di standard europeo A3, e/o a rullo e/o a spruzzo. Il collante dovrà essere del tipo a dispersione acrilica, non infiammabile, di classe di reazione al fuoco 1.
- Posa del rivestimento R1, a teli orizzontali e/o verticali, in rapporto alle condizioni di impiego.
- Saldatura a caldo dei giunti, con cordolo in tinta. I giunti non dovranno essere eseguiti negli spigoli.

L'Appaltatore, al fine di ottenere le caratteristiche prestazionali richieste dal presente articolo, dovrà rispettare tutte le indicazioni del presente CSA; a tal fine dovrà predisporre le prove ed i collaudi previsti. Egli sarà comunque ritenuto responsabile qualora non fossero raggiunti gli obiettivi.

### **Sicurezza - Reazione al fuoco**

I rivestimenti ed i loro componenti dovranno essere rispondenti alle caratteristiche di reazione al fuoco previste.

### **Fruibilità -Caratteristiche geometrico-fisico-meccaniche e di resistenza**

---

I rivestimenti dovranno essere rispondenti alle caratteristiche prestazionali previste.

### **Aspetto superficiale**

Le condizioni delle superfici dei rivestimenti dovranno essere adeguate all'uso a cui sono state preposte. Le superfici dei rivestimenti in genere dovranno essere esenti da:

- fessurazioni
- discontinuità della superficie
- scagliature

e quanto altro indicato dalle norme appropriate. Verranno utilizzate per analogia le norme SS UNI U32.10.241.1, SS UNI U32.10.241.2, SS UNI U32.10.241.3.

Per i limiti di accettazione relativi all'aspetto superficiale ed ai requisiti dimensionali, si farà riferimento, per quanto utile, alle:

- UNI EN 259: specifiche per rivestimenti murali in rotoli per uso intenso;
- UNI EN 233, specifiche per rivestimenti murali in rotoli, per i rivestimenti R-VIN;
- UNI 8272/1, per analogia, per i rivestimenti R-VIN;

### *Deviazioni angolari*

Per quanto concerne l'ortogonalità dei pannelli R-SF1 (rif. p.to 3.2.1 della UNI 9053/1) la tangente degli angoli ( $\beta$ ) di scostamento dall'ortogonalità assoluta ( $\alpha = 90^\circ$ ) dovrà essere:  $\text{tg } \beta \leq 4 \times 10^{-4}$ .

Il parallelismo tra i lati  $\Delta = |\Delta 1 - \Delta 2|$  su base  $b$  (rif. UNI 9053/1) dovrà risultare  $\Delta < 2$  mm.

La rettilineità di ogni bordo dovrà garantire uno scostamento massimo di 0 mm su 5 punti di misura allineati ed equidistanti (distanza dei punti di misura: 50 mm).

## **RIVESTIMENTI IN GRES PORCELLANATO**

Il rivestimento in gres fine porcellanato sarà costituito da piastrelle di dimensioni 20X20 o 30x60 cm.

Le piastrelle saranno poste in opera con collanti speciali in pasta in dispersione acquosa a spessore privi di cemento in grado di sopportare elevate flessioni del supporto e senza la necessità di applicazione di primer sulle superfici da rivestire. La larghezza delle fughe dovrà essere di mm 2,00 e la successiva stuccatura dovrà essere realizzata con sigillante bicomponente antiacido resistente all'aggressione chimica e batteriologica, curando che le profondità delle fughe siano libere da collante di posa del rivestimento e abbiano la profondità almeno pari alla larghezza della fuga (2,00 mm). Da prevedere la posa di elementi speciali in PVC di raccordo a "sguscia" verticale di raggio circa 2,00 cm negli spigoli concavi e di profili tondi in PVC sia di raccordo dello spessore delle piastrelle negli spigoli convessi verticali che, orizzontalmente, in sommità del rivestimento per il raccordo con la parete. La colorazione sarà a scelta della Direzione dei Lavori.

## **16. IMPERMEABILIZZAZIONI - LATTONERIE – MANTI DI COPERTURA**

### **16.1 IMPERMEABILIZZAZIONI**

I materiali impiegati per l'esecuzione delle opere di impermeabilizzazione, con particolare riferimento a quelli che verranno utilizzati per i manti di copertura, dovranno presentare caratteristiche tecniche atte a soddisfare le seguenti sollecitazioni fisiche, chimiche, termiche.

#### **Sollecitazioni fisiche**

- azione battente dell'acqua e della grandine;
- abrasione conseguente alla formazione di ghiaccio ed all'azione del vento;
- azione dinamica del vento;

- depressione provocata dal vento (kg/m<sup>2</sup>) calcolata con la formula:  

$$P = c \cdot SQR(V^2/16)$$

dove:

- C = coefficiente relativo alle singole zone
- zona angoli C = 2.8
- zona perimetrale C = 1.4
- zona centrale C = 0.4
- SQR = radice quadrata
- V<sup>2</sup> = velocità del vento (m/sec) elevata al quadrato;
- eventuali sottopressioni provocate dalle strutture prefabbricate;

### **Sollecitazioni chimiche**

- azione provocata dall'ossigeno e dai composti inquinanti tra cui i solforosi, contenuti nell'aria;
- effetto delle radiazioni solari, con particolare riguardo a quelle relative al campo degli ultravioletti;
- azione provocata dalla rottura dei legami molecolari tra idrogeno e carbonio;
- effetti conseguenti allo scadimento delle caratteristiche elastiche, ed alle contrazioni dovute a perdite di componenti che potrebbero causare fessurazioni negli strati e quindi perdita di impermeabilità.

### **Sollecitazioni termiche**

- effetti termici dovuti all'insolazione;
- sollecitazioni meccaniche e deformazioni derivanti dal tormento termico (variazione della temperatura nel tempo);
- effetti conseguenti alla temperatura massima di esercizio in funzione del coefficiente di assorbimento della superficie esposta;
- effetti conseguenti alla temperatura minima di esercizio tenuto conto che la superficie esposta assume durante il periodo notturno un valore di temperatura inferiore rispetto a quello dell'aria circostante.

### **Coefficiente di assorbimento**

Il coefficiente di assorbimento dei materiali impiegati dovrà essere pari ad 1. Protezione contro l'accumulo di umidità dovrà essere realizzata mediante l'installazione di torrini per l'evacuazione dell'umidità, formantesi nell'ambito del pacchetto di copertura, in ragione di 1 ogni 40/50 mq.

### **Piano di posa**

Il manto dovrà essere idoneo alle caratteristiche del supporto sul quale dovrà essere posato: solai in c.a., latero cemento, prefabbricati, lamiere grecate etc...; pendenze inferiori al 3%, dal 3 all'8%, dall'8 al 100%, oltre il 100% (verticali); sovrapposizione a manti già esistenti; presenza di materassini isolanti e/o barriere al vapore; ricopertura o meno con strati protettivi (verniciature, ghiaietto, lastre di calcestruzzo, graniglia, lamine metalliche, etc....) ecc...

Per quanto riguarda la pendenza si precisa in linea generale che per coperture con pendenze minori dell'8% il PBB (peso base bitume del manto escluso strati di aggancio e/o di protezione) non dovrà essere superiore a 6 Kg/mq, mentre per coperture con pendenze maggiori dell'8% non dovrà essere superiore a 5 Kg/mq.

### **Traffico**

Il manto dovrà essere idoneo alle azioni meccaniche generate dal traffico pedonale e/o carrabile previste. Ad esempio: assenza di transito; transito pedonale discontinuo oppure continuo; deposito di oggetti pesanti; transito di veicoli; etc.

---

## **Azione dell'acqua**

Il manto dovrà essere idoneo agli effetti dell'azione dell'acqua a cui sarà soggetto una volta posto in opera. Ad esempio: agenti meteorici normali; acqua corrente; acqua stagnante; acqua in pressione.

## **Caratteristiche tecniche dei materiali e normativa di riferimento**

### **ELASTOMERI**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI 5613 Elastomeri - Prove su crudi e vulcanizzati - Determinazione del tenore di ceneri
- UNI 7992 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Acido steorico per mescolanze di controllo - Requisiti e prove
- UNI 7993 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Ossido di zinco per mescolanze di controllo -Requisiti e prove
- UNI 7994 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - N - terz - butil 2 - benzotiazilsulfenammiide (TBBS)per mescolanze di controllo - Requisiti e prove
- UNI 7995 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Gomma stirene/butadiene 1500 EST (European Standard Type) per mescolanze di controllo - Requisiti
- UNI 8035 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Nerofumo - Determinazione della resistenza allarottura dei singoli grani
- UNI 8036 Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Nerofumo - Determinazione della distribuzione granulometrica
- UNI 8002 Elastomeri - Prove su crudi - Gomma stirene - butadiene (SBR) - Determinazione del tenore diacidi organici
- UNI 8003 Elastomeri - Prove su crudi - Gomma stirene - butadiene (SBR) - Determinazione del tenore di saponi
- UNI 8004 Elastomeri - Prove su crudi e vulcanizzati - Determinazione del tenore di zinco.

### **BITUMI DA SPALMATURA**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI 4157 Impermeabilizzazione delle coperture - Bitumi da spalmatura - Nomenclatura, tipi, requisiti, campionatura
- UNI 4163 Id. - Bitumi da spalmatura - Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

### **ASFALTI COLATI**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI 5654 Impermeabilizzazione delle coperture - Asfalti colati - Caratteristiche e prelievo dei campioni
- UNI 5659 Id. - Trattamento di termo-ossidazione

### **MALTE ASFALTICHE**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI 5660 Impermeabilizzazione delle coperture - Malte asfaltiche - Caratteristiche e prelievo di campioni
- UNI 5665 Id. - Trattamento di termo-ossidazione

### **MEMBRANE PER IMPERMEABILIZZAZIONE**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 8202/parti 1÷35 Membrane per impermeabilizzazione
- UNI 8629/1° Id. - Significatività delle caratteristiche
- UNI 8629/2° Id. - Limiti di accettazione membrane APP
- UNI 8818 Id. - Classificazione descrittiva del prodotto.
- Certificazioni da parte ICITE, UEATC od altri Enti Internazionali ufficialmente riconosciuti.

### **SPRUZZATI**

---

Il materiale utilizzato sarà un'emulsione bituminosa e lattice di gomma messa in opera senza armatura. Il materiale dovrà essere spruzzato contemporaneamente nei suoi due componenti (emulsione e precipitante). La miscelazione avverrà in aria.

Caratteristiche fisiche dell'emulsione bitume - lattice di gomma:

- 1. forma: liquida
- 2. colore: nero
- 3. peso specifico: 1.03
- 4. temperatura di messa in opera: superiore a 5°C
- 5. solubilità: in benzina ed in soda in soluzione liquida
- 6. contenuto in solidi: 60% circa
- 7. P.H.: 11.5 circa
- 8. consumi: 1.72 Kg/mq per 1 mm di spessore
- 9. stoccaggio: max 6 mesi
- 10. precauzioni: conservare al riparo dal gelo e mescolare prima dell'uso

Caratteristiche fisiche del precipitante:

- 1. forma: liquida
- 2. colore: giallo
- 3. peso specifico: 1.42-1.43 circa
- 4. solubilità: solubile nell'acqua
- 5. azione fisiologica: neutra
- 6. P.H.: 6.6 circa
- 7. consumo: per una soluzione al 13% vaporizzata nella proporzione di dieci parti per ogni parte, 20 g/mq per millimetro di spessore.

Caratteristiche principali del prodotto:

1. lavorabilità:
  - tempo fuori acqua: istantanea;
  - tempo di eliminazione dell'acqua: qualche ora
2. fisiche:
  - ceneri (secondo DIN 1995): 0.35% circa
  - rammollimento alla biglia ed anello: 130°C circa
3. meccaniche:
  - allungamento su provette: (25x80 - 20°C) 250%: 0.8 Pascal 500%: 0.9 Pascal 1000%: 1.25 Pascal
  - ripresa elastica riferita all'allungamento del 100% 90%

### **CARTONFELTRI BITUMATI**

Dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma di unificazione:

- UNI 3682 Cartongfello destinato ad essere impregnato con prodotti bituminosi - Requisiti e prove.

### **Guaina impermeabile traspirante multistrato**

Le guaine impermeabili traspiranti hanno la caratteristica di garantire l'impermeabilità all'acqua e contemporaneamente di non bloccare la migrazione di vapore acqueo. Composte da un filato di fibre in polipropilene, protetto esternamente da un velo speciale, a base poliuretanic, che la rende idrorepellente e resistente ai raggi UV. Il potere traspirante permette la fuoriuscita del vapore presente nell'abitazione senza il rischio di condensa. Oltre a questa caratteristica, il velo protettivo rende la guaina idrorepellente agli agenti atmosferici, quali pioggia e neve. Inoltre, nonostante, la struttura particolarmente fine del filato la guaina deve avere:

- notevole resistenza allo strappo e al calpestio
- traspirabilità:  $\geq 1000 \text{ g/m}^2/24\text{h}$

- 
- temperatura di applicazione: da -40°C a 120 °C
  - impermeabilità:  $\geq 1500$  mm H<sub>2</sub>O (DIN 20811)
  - resistenza al fuoco: classe 2B, DIN4102-1

L'indice di traspirabilità viene spesso indicato anche attraverso il parametro Sd che deve essere inferiore a 0,2 metri. Il telo viene steso parallelamente alla gronda, procedendo dal basso verso l'alto e fissato con una sovrapposizione di min. cm. 10. Per ottenere l'impermeabilità contro aria e vento deve essere effettuata la sigillatura delle sovrapposizioni del telo e di tutte le interruzioni (camini, sfiati ecc.) con idoneo nastro adesivo acrilico o in gomma butilica.

### **Guaina impermeabile per coperture piane**

Il supporto dovrà essere consegnato liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli regolari.

Strato di compensazione - Strato di compensazione realizzato con tessuto non tessuto di polipropilene 100% isotattico, ottenuto mediante coesione meccanica per agugliatura, stabilizzato termicamente con esclusione di colle, termocoesionato, del peso di 300 g/m<sup>2</sup>. Imputrescibile, resistente ai microorganismi ed ai roditori, avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione media 400 N/5cm secondo norma EN ISO 10319
- allungamento medio a carico massimo 60-100%. Posa a secco con sovrapposizione dei teli di 10 cm.

---

## 17. OPERE DA LATTONIERE

### Materiali e normativa di riferimento

#### **Lamiera di rame normale e/o stirata.**

Dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma di unificazione UNI 5649/1° e 2° - Tipi di rame non legato - Qualità, prescrizioni e prove; UNI 3310/2° - Semilavorati di rame e sue leghe - Lamiere, nastri, bandelle e piattine di rame; UNI 9328 - Semilavorati di rame e leghe di rame, lamiere e bandelle laminate a freddo, dimensioni tolleranze e condizioni di fornitura; UNI 9329 - Semilavorati di rame e leghe di rame, nastri laminati a freddo, dimensioni tolleranze e condizioni di fornitura.; UNI EN 1172 - Rame e leghe di rame - Lastre e nastri per l'edilizia.

#### **Accessori**

Gli elementi di supporto, i distanziatori, le viti, etc., dovranno essere di materiale compatibile al fine di evitare processi di elettrolisi o fenomeni corrosivi ed approvati dalla Direzione Lavori. Gli elementi per la realizzazione dei bocchettoni dei pluviali dovranno essere dello stesso materiale in rame di spessore adeguato ai fini della lavorabilità degli elementi. La dimensione, geometria e tipo delle lamiere stirate per pareti continue installate in verticale sono riportate sugli elaborati di progetto e seguiranno le indicazioni fornite dalla D.L. sulla particolare opera.

#### **Posa in opera**

Gli spessori da usare non dovranno essere inferiori a 6/10 mm. Le giunzioni dei canali di gronda, converse etc., saranno eseguite con sovrapposizione di almeno 10 cm, con giunzioni eseguiti con metodo dell'aggraffatura semplice o con saldatura a stagno oppure con fissaggi meccanici; in tal caso dovranno essere previsti opportuni cappellotti per la sigillatura. Le parti di lattoneria aderenti alle murature, saranno sigillate con mastice speciale tipo Tiokol o similare, applicato a pressione con sovrapposizione eventuale di nastri di tenuta. Tutte le scossaline dovranno essere giuntate prevedendo fori di fissaggio più larghi al fine di consentire le dilatazioni ed evitare che movimenti differenziati fra gli edifici causino deformazioni delle lamiere.

#### **Lamiera di acciaio zincata**

Si userà lamiera tipo Fe Z 3; la zincatura in continuo per immersione a caldo sarà del tipo medio-pesante con ricopertura di zinco pari a 350 gr/mq. Si fa riferimento alla norma UNI 5753 - Prodotti finiti, piatti di acciaio non legato, rivestiti - Lamiere sottili e nastri larghi di spessore < 3 mm zincati in continuo per immersione a caldo. I manufatti verranno protetti superficialmente come di seguito specificato: gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti inorganici del tipo composto da polimeri inorganici con l'aggiunta di zinco metallico.

Ove prescritto nel progetto definitivo, i manufatti saranno consegnati in cantiere già preverniciati, con il seguente ciclo di verniciatura:

- una mano di primer bicomponente epossidico (40/50 micron) quale ancoraggio per gli strati successivi;
- uno strato intermedio di resine epossidiche bicomponenti (60/80 micron);
- una mano a finire di resine poliuretatiche bicomponenti non ingiallenti, né sfarinanti (30/40 micron). L'Appaltatore

dovrà fornire una garanzia decennale sulle qualità dei materiali impiegati e sulla durata nel tempo della protezione superficiale adottata..

#### **Accessori**

Gli elementi di supporto, i distanziatori, le viti, etc., dovranno essere di materiale compatibile con l'opera da realizzare ed approvati dalla Direzione Lavori. I profili utilizzati per gli imbotti degli infissi esterni dovranno essere trattati con strato isolante antirombo sul lato a contatto con le murature.

#### **Posa in opera**

Gli spessori da usare non dovranno essere inferiori a 6/10 mm. Le giunzioni dei canali di gronda, converse etc., saranno eseguite con sovrapposizione di almeno 5 cm, chiodate con rivetti oppure perfettamente saldate. Le parti di lattoneria aderenti alle murature, saranno sigillate con mastice speciale tipo Tiokol o similare, applicato a pressione con sovrapposizione eventuale di nastri di tenuta. Tutte le scossaline destinate a tamponare i giunti fra gli edifici dovranno essere posate su sottostante strato isolanti in pannelli coibenti; il fissaggio delle lamiere dovrà avvenire su di

---

un lato, mentre sul lato libero la scossalina dovrà avere un gioco di almeno 3-4 cm. Questo al fine di evitare che movimenti differenziati fra gli edifici causino deformazioni delle lamiere.

## 18. SERRAMENTI ESTERNI

Il benessere e la qualità degli ambienti indoor è influenzata anche dalla scelta dei serramenti. Le porte e le finestre devono garantire diverse prestazioni quali:

- controllo della condensazione superficiale;
- controllo dell'illuminazione naturale;
- permeabilità all'aria;
- potere fonoisolante ai rumori aerei;
- resistenza alle aggressioni chimiche;
- resistenza ai carichi (resistenza al vento, resistenza meccanica);
- resistenza al fuoco;
- sicurezza alle intrusioni;
- tenuta all'acqua;
- trasmittanza lineare;
- trasmittanza termica.

Le prestazioni di un serramento dipendono dal profilo che si decide di utilizzare per la sua realizzazione (legno, alluminio, legno-alluminio) e dal tipo di vetro che si decide di inserire nel profilato. E' possibile ottenere moltissime tipologie di vetrocamera variando le caratteristiche della lastre interna od esterna per sfruttarne le differenti prestazioni ed esaltare le doti di isolamento termico ed acustico.

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI 3569 Lega alluminio - magnesio- silicio primaria da lavorazione plastica (Mg 0,7% - Si 0,4%)
- UNI 3571 Lega alluminio - silicio - magnesio - manganese primaria da lavorazione plastica
- UNI 3812 Laminati di alluminio - Tolleranze dimensionali
- UNI 3813 Laminati di leghe di alluminio - Tolleranze dimensionali
- UNI 3879 Profili estrusi di alluminio e di leghe di alluminio - Classificazione e tolleranze
- UNI 4879 Profilati estrusi di alluminio e leghe di alluminio - Classificazione e tolleranze
- UNI 3952 Serramenti in alluminio e sue leghe per l'edilizia - Norme per la scelta, l'impiego ed il collaudo dei materiali
- UNI 4522 Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e delle sue leghe - Classificazione, caratteristiche e collaudo
- UNI 4529 Trattamenti superficiali dei materiali metallici - Metodi di controllo della resistenza alla luce distratti anodici colorati su alluminio e sue leghe
- UNI 7518 Metodi di prova sui serramenti esterni - Norme basate sulla esigenza delle utenze Metodi
- UNI 7519 di prova su serramenti esterni - Controllo delle richieste di prestazioni Metodi di prova su
- UNI 7520 serramenti esterni - Criteri, definizione prove delle prestazioni
- UNI 7521 Metodi di prova su serramenti esterni - Definizione prove e controlli delle prestazioni
- UNI 7524 Metodi di prova su serramenti esterni - Resistenza sollecitazioni utenza normale
- UNI 7525 Metodi di prova su serramenti esterni - Esecuzione prove funzionali
- UNI 7959 Edilizia - Chiusure esterne verticali - Analisi dei requisiti
- UNI 7979 Edilizia - Serramenti esterni verticali - Classificazione in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento
- UNI 8204 Edilizia - Serramenti esterni - Classificazione in base alle prestazioni acustiche
- UNI 8370 Edilizia - Serramenti esterni - Classificazione dei movimenti di apertura delle ante
- UNI EN 12207 Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione

- UNI EN 12208 Finestre e porte – Tenuta all’acqua – Classificazione
- UNI EN 12210 Finestre e porte – Resistenza al carico del vento - Classificazione
- EN 24 Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di planarità dei battenti
- EN 25 Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di perpendicolarità dei battenti
- EN 42 Finestre - Prova permeabilità all'aria
- EN 43 Metodi di prova delle porte - Comportamento alle variazioni di umidità dei battenti delle porte in climi uniformi successivi
- EN 77 Finestre - Prova di resistenza al vento
- EN 86 Metodi di prova delle finestre - Prova di tenuta all'acqua sotto pressione statica
- UNI EDL 145
- (UNI 9158) Accessori per porte e finestre - Limiti di accettazione per prove meccaniche sull'insieme serramento ed accessori
- UNI EDL Guarnizioni per serramenti - Limiti 111 1°/2° di accettazione, classificazione e (UNI 9122 collaudo 1°/2°)
- UNCSAAL
- ICITE UEATC Direttive per l’agreement tecnico delle finestre
- ICITE UEATC Direttive per l’agreement tecnico delle finestre
- ASTM C

## **SERRAMENTI IN ALLUMINIO**

Gli infissi sono previsti in alluminio a taglio termico, secondo le caratteristiche sottoelencate.

Requisiti generali: alto isolamento termico, assenza di manutenzione, facilità di apertura, conformità alle normative sui disabili.

La soluzione tecnologica prevista a progetto è l’installazione di finestre tipo AWS 75 SI o soluzioni alternative con caratteristiche simili, "a giunto aperto" e con profili a taglio termico ad alte prestazioni e doppio vetro, realizzati nel rispetto delle disposizioni normative previste dalla norma UNI 10680.

Vengono riportate di seguito e caratteristiche tecniche relative al sistema considerato prese come riferimento qualitativo:

La finitura dei profili è verniciata nella gamma colori RAL standard. E’

compreso il controtelaio isolante in multistrato fenolico.

E’ compresa la banchina in lamiera di alluminio coibentata spessore mm. 15/10 Sono

comprese le imbotti perimetrali in lamiera di alluminio spessore mm. 15/10

E’ compreso il vetro camera basso emissivo costituito da lastra esterna stratificata 66.2 con PVB acustici, intercapedine da mm. 20 con gas argon e canalino a bordo caldo, lastra interna stratificata 44.2 con PVB acustici e trattamento basso emissivo Guardian 1.0 (valori energetico luminosi di riferimento Trasmissione Luminosa = 67%, Fattore Solare 46%, Riflessione Luminosa 19%, Trasmittanza termica valore  $U_g=1.1$  W/mqK, Indice di riduzione acustica  $R_w=49$  dB)

Dimensioni del serramento preso in esame : L=1700 mm H= 2400 mm (700 parapetto fisso+1700 finestra superiore) Apertura in due ante indipendenti.

### **Struttura**

I profili metallici saranno estrusi in lega primaria di alluminio EN AW-6060.

Il trattamento superficiale sarà realizzato presso impianti omologati secondo le direttive tecniche del marchio di qualità QUALICOAT per la verniciatura e QUALANOD, EURAS-EWAA per l’ossidazione anodica. Le vernici dovranno soddisfare i requisiti fondamentali degli standard Internazionali come AAM2603, BS6496, UNI EN 12206 e alcune gamme anche l’approvazione GSB.

L’ossidazione anodica dovrà possedere le proprietà previste dalla UNI 10681.

---

La larghezza del telaio fisso sarà di 75 mm mentre l'anta a sormonto (all'interno) misurerà 85 mm. Tutti i profili, sia di telaio che di anta, dovranno essere realizzati secondo il principio delle 3 camere, costituiti cioè da profili interni ed esterni tubolari e dalla zona di isolamento, per garantire una buona resistenza meccanica e giunzioni a 45° e 90° stabili e ben allineate.

Le ali di battuta dei profili di telaio fisso (L,T etc.) saranno alte 25 mm.

I semiprofilo esterni dei profili di cassa dovranno essere dotati di una sede dal lato muratura per consentire l'eventuale inserimento di coprifili per la finitura del raccordo alla struttura edile.

Dovrà essere possibile realizzare se necessario, finiture e colori diversi sui profili interni ed esterni.

### **Isolamento termico**

Il collegamento tra la parte interna e quella esterna dei profili sarà realizzato in modo continuo e definitivo mediante listelli di materiale sintetico termicamente isolante (Polythermid o Poliammide).

Il valore  $U_f$  di trasmittanza termica effettiva varierà in funzione del rapporto tra le superfici di alluminio in vista e la larghezza della zona di isolamento.

Il medesimo verrà calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo le norme UNI EN ISO 12412-2 e dovrà essere compreso tra  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_f \leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

I listelli isolanti dovranno essere dotati di due inserti in alluminio, posizionati in corrispondenza della zona di accoppiamento, per aumentare la resistenza allo scorrimento del giunto ed inoltre saranno dotati di inserto in schiuma per la riduzione della trasmittanza termica per irraggiamento e convezione..

I listelli avranno una larghezza di almeno 37,5 mm per le ante e 42,5 mm per i telai fissi, e saranno dotati di inserto in schiuma per ridurre la trasmissione termica per convezione e irraggiamento.

Il listello di battuta sull' anta sarà realizzato con triplice tubolarità.

### **Drenaggio e ventilazione**

Su tutti i telai, fissi e apribili, verranno eseguite le lavorazioni atte a garantire il drenaggio dell'acqua attorno ai vetri e la rapida compensazione dell'umidità dell'aria nella camera di contenimento delle lastre. I profili dovranno avere i listelli perfettamente complanari con le pareti trasversali dei semiprofilo interni per evitare il ristagno dell'eventuale acqua di infiltrazione o condensazione.

I semiprofilo esterni avranno invece le pareti trasversali posizionate più basse per facilitare il drenaggio verso l'esterno (telai fissi) o nella camera del giunto aperto (telai apribili).

Il drenaggio e la ventilazione dell'anta non dovrà essere eseguita attraverso la zona di isolamento ma attraverso il tubolare esterno.

Le asole di drenaggio dei telai saranno protette esternamente con apposite conchiglie, che nel caso di zone particolarmente ventose, in corrispondenza di specchiature fisse, saranno dotate di membrana.

### **Accessori**

Le giunzioni a 45° e 90° saranno effettuate per mezzo di apposite squadrette e cavallotti in lega di alluminio dotate di canaline per la distribuzione della colla.

L'incollaggio verrà così effettuato dopo aver assemblato i telai consentendo la corretta distribuzione della colla su tutta la giunzione e dove altro necessario.

Saranno inoltre previsti elementi di allineamento e supporto alla sigillatura da montare dopo l'assieme delle giunzioni.

Nel caso di giunzioni con cavallotto, dovranno essere previsti particolari di tenuta realizzati in schiuma di gomma espansa da usare per la tenuta in corrispondenza dei listelli isolanti.

Le giunzioni sia angolari che a T dovranno prevedere per entrambi i tubolari, interno ed esterno, squadrette o cavallotti montati con spine, viti o per deformazione.

I particolari soggetti a logorio verranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente una eventuale regolazione o sostituzione anche da personale non specializzato e senza lavorazioni meccaniche.

---

## **Accessori di movimentazione**

Gli accessori di movimentazione saranno quelli originali del sistema e dovranno essere scelti in funzione delle indicazioni riportate sulla documentazione tecnica del produttore, in funzione delle dimensioni e del peso dell'anta. Nel caso di apparecchiature a scomparsa per finestre e porte finestre le cerniere e cardini dovranno essere realizzati in modo da consentire l'apertura dell'anta a 180°.

L'apparecchiatura dovrà poter essere applicata senza le lavorazioni sull'anta eccetto quella per l'applicazione della maniglia.

L'asta di chiusura sarà realizzata in materiale sintetico o mista con inserto in alluminio ed applicata a scatto frontale. I componenti dell'apparecchiatura saranno applicati frontalmente e bloccati grazie a speciali molle in acciaio e potranno essere inseriti senza seguire alcuna sequenza predeterminata.

I punti di chiusura saranno realizzati esclusivamente a mezzo rullini a fungo regolabili dotati di boccola girevole per ridurre al minimo gli sforzi di manovra.

L'incontro/appoggio dell'anta inferiore lato maniglia sarà dotato di un rullino in materiale sintetico per facilitare la chiusura dell'anta.

L'apparecchiatura sarà classificata in classe 5 per quanto riguarda la resistenza alla corrosione. I pesi dell'anta, a seconda della configurazione dell'apparecchiatura, potranno raggiungere i 200 Kg nel caso di aperture ad anta e ribalta e 250 kg nel caso di aperture ad anta semplice.

L'apparecchiatura base per l'apertura ad anta e ribalta dovrà prevedere sul compasso e sulla chiusura inferiore lato maniglia il rinvio movimento integrato per aggiungere punti di chiusura anche ad ante già installate in cantiere.

## **Guarnizioni e sigillanti**

Tutte le giunzioni tra i profili saranno incollate e sigillate con colla per metalli poliuretana a 2 componenti.

Le guarnizioni cingivetro saranno in elastomero (EPDM) e compenseranno le sensibili differenze di spessore, inevitabili nelle lastre di vetrocamera e/o stratificate, garantendo, contemporaneamente, una corretta pressione di lavoro perimetrale.

La guarnizione cingivetro esterna dovrà distanziare il tamponamento di 4 mm dal telaio metallico.

Le guarnizioni cingivetro interne saranno dotate di inserto in schiuma di EPDM e di appendice continua (una per quella esterna e due su quella interna) che si estenderanno fino alla base della sede del vetro in modo da formare più camere.

La guarnizione complementare di tenuta, che avrà una parte coestrusa in schiuma di EPDM, adotterà il principio dinamico della precamera di turbolenza di grande dimensione (a giunto aperto) e sarà del tipo a più tubolarità.

Dovrà poi essere inserita in una sede ricavata sul listello isolante in modo da garantire un accoppiamento ottimale ed avere la battuta sul listello isolante dell'anta per la protezione totale dei semiprofilo interni.

La continuità perimetrale della guarnizione sarà assicurata mediante l'impiego di angoli vulcanizzati i quali, forniti di apposita spallatura, faciliteranno l'incollaggio della guarnizione stessa.

Dovrà essere disponibile anche la versione in schiuma di EPDM per migliorare le prestazioni termiche del nodo. Sarà inoltre disponibile un profilo in schiuma di polietilene da applicare perimetralmente attorno al vetro per ridurre le dispersione termiche per convezione ed irraggiamento

Anche nelle porte le guarnizioni di battuta saranno in elastomero (EPDM) e formeranno una doppia barriera nel caso di ante complanari, tripla invece nel caso di ante a sormonto.

A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni saranno marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero di articolo.

## **Vetraggio**

I profili fermavetro dovranno garantire un inserimento del vetro di almeno 14 mm.

I profili di fermavetro saranno inseriti mediante bloccaggi in plastica agganciati al fermavetro stesso, l'aggancio sarà così di assoluta sicurezza affinché, a seguito di aperture o per la spinta del vento il fermavetro non ceda elasticamente. I bloccaggi dovranno inoltre compensare le tolleranze dimensionali e gli spessori aggiunti, nel caso della verniciatura, per garantire un corretto aggancio in qualsiasi situazione.

I fermavetri dovranno essere sagomati in modo tale da supportare a tutta altezza la guarnizione cingivetro interna per consentire una pressione ottimale sulla lastra di vetro.

Il dente di aggancio della guarnizione sarà più arretrato rispetto al filo esterno del fermavetro in modo da ridurre la sezione in vista della guarnizione riducendo l'effetto cornice.

Gli appoggi del vetro dovranno essere agganciati a scatto sui profili, avere una lunghezza di 100 mm ed essere realizzati in modo da non impedire il corretto drenaggio e ventilazione della sede del vetro.

Un apposito profilo in schiuma di polietilene dovrà essere inserito perimetralmente in corrispondenza della sede di alloggiamento del vetro.

### **Prestazioni**

Le prestazioni dei serramenti saranno riferite alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la normativa europea:

Permeabilità all'aria per finestre classificazione secondo UNI EN 12207, metodo di prova secondo UNI EN 1026 Tenuta all'acqua per finestre classificazione secondo UNI EN 12208, metodo di prova secondo UNI EN 1027 Resistenza alvento per finestre classificazione secondo UNI EN 12210, metodo di prova secondo UNI EN 12211

Resistenza ai cicli di apertura e chiusura per finestre classificate secondo UNI EN 12400, metodo di prova UNI EN 1191

Resistenza meccanica per finestre classificate secondo UNI EN 13115, metodo di prova UNI EN 12046-1, UNI EN 14608, UNI EN 14609

Forze di diazionamento per finestre classificate secondo UNI EN 13115, metodo di prova UNI EN 12046-1 Resistenza all'effrazione per finestre classificate secondo ENV 1627, metodo di prova ENV 1628, ENV 1629, ENV 1630

Prestazioni acustiche per finestre classificate secondo EN ISO 140-3, EN ISO 717-1

<b>Riepilogo</b>	<b>Prestazioni</b>	
Permeabilità all'aria:	<b>Classe</b>	<b>4</b>
Tenuta all'acqua:	<b>Classe</b>	<b>9A</b>
Resistenza alvento:	<b>Classe</b>	<b>C5/B5</b>
Resistenza ai cicli di apertura e chiusura:	<b>Classe</b>	<b>3</b>
Resistenza meccanica:	<b>Classe</b>	<b>4</b>
Forze di diazionamento	<b>Classe</b>	<b>1</b>
Resistenza all'effrazione:	<b>Classe</b>	<b>RC3</b>
Prestazione acustica:	<b>Rw=48dB(C;Ctr)</b>	

Le prestazioni dovranno essere stabilite in funzione della tipologia di apertura, delle sue dimensioni e delle condizioni specifiche del cantiere.

Si consiglia di valutarle assieme al produttore del sistema.

Il necessario valore di potere fonoisolante dovrà essere determinato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti confinanti e delle prestazioni degli altri materiali componenti le pareti esterne sulla base di quanto previsto dal decreto D.P.C.M. del 5/12/97 sui requisiti passivi degli edifici.

### **Posa in opera**

La posa in opera dovrà essere eseguita in modo da poter garantire il raggiungimento delle prestazioni certificate in laboratorio come descritto nella norma UNI 11673-1:2017 in merito ai requisiti e criteri di verifica della progettazione. La stessa dovrà soddisfare i principi di posa per vetrate verticali ed inclinate secondo la norma UNI EN 12488 in merito alle raccomandazioni per il drenaggio e la ventilazione ed in merito alle dimensioni, durezza e posizionamento dei tasselli anche in funzione della tipologia di apertura.

---

A tal proposito si rende necessario:

Controtelaio:

\_ scelta del controtelaio che sia idoneo alla tipologia di muratura evitando ponti termici e acustici. Tale componente dovrà trasferire tutte le sollecitazioni statiche e dinamiche indotte dall'infisso in sicurezza a mezzo idonei fissaggi alla muratura distribuiti su tutto il perimetro.

Il controtelaio dovrà essere posto in opera in modo da evitare che nella zona di raccordo con la muratura possa infiltrarsi umidità per cui questa dovrà rappresentare una barriera sicura al vapore d'acqua.

Barriere di tenuta:

\_ nella posa dell'infisso dovranno essere realizzate due barriere di tenuta, quella interna a tenuta di vapore e quella esterna a tenuta degli agenti atmosferici. E' inoltre consigliato riempire gli spazi tra telaio e controtelaio o con idonee schiume o con idonei nastri autoespandenti.

### **Tamponamenti vetrati**

Fornitura e posa in opera di vetro camera basso emissivo costituito da lastra esterna stratificata 66.2 con PVB acustici, intercapedine da mm. 20 con gas argon e canalino a bordo caldo, lastra interna stratificata 44.2 con PVB acustici e trattamento basso emissivo Guardian 1.0 (valori energetico luminosi di riferimento Trasmissione Luminosa = 67%, Fattore Solare 46%, Riflessione Luminosa 19%, Trasmittanza termica valore  $U_g=1.1$  W/mqK, Indice di riduzione acustica  $R_w=49$  dB)

### **Veneziane inserite all'interno del vetro camera**

Ove richiesto è prevista la fornitura e posa in opera di micro veneziana inserita all'interno del vetro camera mod. Pellini Sreen Line SL 20 M, dimensione delle lamelle in alluminio da mm. 12,5. Orientamento e sollevamento per mezzo di motore elettrico 24 V dc inserito nel cassonetto.

Certificazione del motore da parte di IFT per Life Test superiore a 216.000 cicli completi (standard VE 07/2). Le lamelle saranno in colore a scelta della DL sulla base del catalogo Pellini.

### **Banchina esterna**

Sarà realizzata in lamiera di alluminio presso piegata spessore mm.15/10 completa di coibentazione.

### **Imbotti perimetrali**

Saranno realizzate in lamiera di alluminio presso piegata spessore mm.15/10 completa di coibentazione.

## **FACCIAE CONTINUE**

La soluzione tecnologica prevista a progetto è l'installazione di finestre tipo FWS 50 o soluzioni alternative. Vengono riportate di seguito e caratteristiche tecniche relative al sistema considerato prese come riferimento qualitativo:

Sono comprese le staffe di fissaggio in acciaio zincato e bulloneria inox AISI 316. Sono comprese le lamiere di finitura in alluminio presso piegata spessore mm .15/10.

E' compreso il vetro camera basso emissivo costituito da lastra esterna stratificata 66.2 con PVB acustici, intercapedine da mm. 20 con gas argon e canalino a bordo caldo, lastra interna stratificata 55.2 con PVB acustici e trattamento basso emissivo Guardian 1.0 (valori energetico luminosi di riferimento Trasmissione Luminosa = 67%, Fattore Solare 46%, Riflessione Luminosa 19%, Trasmittanza termica valore  $U_g=1.1$  W/mqK, Indice di riduzione acustica  $R_w=49$  dB)

La dimensione del modulo di facciata continua ipotizzate sono  $L=1700$  mm circa  $H= 2400$  mm circa La facciata non presenta parti apribili.

### **Struttura**

La struttura portante verrà realizzata mediante costruzione a montanti e traversi estrusi in lega primaria di alluminio EN AW-6060.

---

Il trattamento superficiale sarà realizzato presso impianti omologati secondo le direttive tecniche del marchio di qualità QUALICOAT per la verniciatura e QUALANOD, EURAS-EWAA per l'ossidazione anodica. Le vernici dovranno soddisfare i requisiti fondamentali degli standard Internazionali come AAM2603, BS6496, UNI EN 12206 e alcune gamme anche l'approvazione GSB.

L'ossidazione anodica dovrà possedere le proprietà previste dalla UNI 10681.

La profondità dei profilati, disponibili in diverse dimensioni, dovrà essere scelta in conformità al calcolo statico secondo normativa vigente, mentre la sezione in vista del profilo risulterà essere di 50 mm.

Sarà infine possibile realizzare finiture e colori diversi sui semiprofilati interni ed esterni. La costruzione dovrà essere composta dai seguenti profili di montante e traverso:

- \_ Montante, livello 3, con profondità di tubolare da 50 fino a 250 mm
- \_ Traverso, livello 1, con profondità di tubolare da 6 fino a 255 mm
- \_ Traverso, livello 2, con profondità di tubolare da 84 a 149 mm

### **Isolamento termico**

L'interruzione del ponte termico tra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne viene realizzato mediante l'impiego di particolari listelli in materiale sintetico ad alto isolamento termico.

#### **Versione base:**

I listelli applicati in modo continuo per tutta la lunghezza delle strutture di montante e traverso, sono composti da materiale sintetico ad alto isolamento termico senza inserti aggiuntivi.

Il pressore per il trattenimento dei tamponamenti sarà realizzato con idoneo profilo di alluminio estruso.

Il valore  $U_f$  di trasmittanza termica risulta così variabile in funzione della profondità costruttiva degli elementi strutturali, dalla lunghezza del listello isolante utilizzato e dal tipo di copertina da avvitare.

Il medesimo, calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo le norme UNI EN ISO 12412- 2, dovrà essere compreso tra  $1,60 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \leq U_f \leq 2,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ .

### **Drenaggio e ventilazione**

I profili strutturali saranno dotati di canaline ad altezze differenziate alla base delle sedi di alloggiamento dei vetri. L'eventuale acqua di infiltrazione o condensa verrà così drenata dal piano di raccolta del traverso su quello più basso del montante e da qui guidata fino alla base della costruzione.

Per poter realizzare soluzioni architettoniche complesse, dovranno essere disponibili profili che abbiano piani di raccolta intermedi (1° e 2° livello).

Il drenaggio e l'aerazione della sede del vetro avverranno dai quattro angoli di ogni singola specchiatura attraverso il profilo di montante.

Nel caso il produttore di vetri lo esiga sarà possibile prevedere l'aerazione ed il drenaggio di ogni singola specchiatura direttamente all'esterno.

A seconda dell'altezza della facciata ed alla posizione dei giunti di dilatazione, sarà previsto l'inserimento sul montante di appositi particolari la cui funzione sarà quella di drenare l'eventuale acqua di infiltrazione o di condensa e di consentire la ventilazione della sede dei vetri.

Tali particolari dovranno poter essere inseriti anche a struttura posata.

In corrispondenza delle giunzioni traverso-montante, sarà previsto l'inserimento di un particolare di tenuta in EPDM che oltre a realizzare una barriera all'acqua eviterà anche il sorgere di fastidiosi scricchiolii dovuti alle variazioni dimensionali della struttura (dilatazioni).

Tale funzione potrà essere realizzata anche con l'applicazione della guarnizione fustellata sul montante con la parte anteriore da asportare in corrispondenza della giunzione con il traverso.

La tenuta interna sarà quindi garantita dal tipo di giunzione brevettata in tutta Europa e dai particolari in EPDM evitando l'impiego di sigillante.

---

## **Accessori**

Il collegamento dei traversi ai montanti sarà realizzato mediante viti e cavallotti e dovrà essere scelto in funzione del peso dei tamponamenti, delle necessità statiche e del tipo di montaggio in conformità a quanto previsto dal fornitore del sistema.

All'estremità dei traversi saranno previste mascherine in materiale sintetico la cui funzione sarà quella di assorbire le variazioni dimensionali e contemporaneamente di garantire un collegamento piacevole dal punto di vista estetico.

I cavallotti saranno realizzati in alluminio e dovranno permettere il montaggio dei traversi anche a montanti già posati; le viti e i bulloni di fissaggio saranno in acciaio inossidabile.

Gli accessori del sistema dovranno essere realizzati, in funzione delle necessità, con materiali perfettamente compatibili con le leghe di alluminio utilizzate per l'estrusione dei profili quali: acciaio inossidabile, alluminio (pressofuso o estruso), materiali sintetici.

Il sistema dovrà prevedere cavallotti a croce e/o a T per poter supportare tamponamenti fino a 910 Kg.

## **Accessori di movimentazione**

Per mezzo di appositi telai ad inserimento, sarà possibile inserire nel reticolo della facciata porte d'ingresso e finestre di ogni tipo, sia con apertura verso l'interno che verso l'esterno.

Tutti gli accessori di movimentazione saranno quelli originali del sistema e dovranno essere scelti in funzione delle indicazioni riportate sulla documentazione tecnica a catalogo in funzione delle dimensioni e del peso dell'anta.

## **Guarnizioni e sigillanti**

Le guarnizioni cingivetro saranno in elastomero (EPDM) e saranno fornite prefustellate.

Tali guarnizioni compenseranno le sensibili differenze di spessore derivati dall'inserimento delle lastre di vetrocamera all'interno del reticolo di facciata, garantendo al contempo una corretta pressione di lavoro perimetrale.

Le guarnizioni cingivetro esterne saranno inserite direttamente nelle copertine da avvitare nel caso di facciate verticali e rettilinee; negli incroci dovranno essere utilizzate crociere prestampate in EPDM idonee a garantire la tenuta evitando l'utilizzo di sigillante. Tali giunzioni dovranno essere fustellate in modo da poter eseguire, se necessario, il drenaggio e la ventilazione.

La guarnizione cingivetro esterna dovrà distanziare il tamponamento di 5 mm dal pressore di chiusura.

Le guarnizioni cingivetro interne in EPDM, dovranno avere altezze diverse per compensare il diverso posizionamento delle sedi dato dalla sovrapposizione del traverso sul montante.

Il sistema dovrà inoltre prevedere anche la variante con guarnizioni cingivetro interne con finitura complanare; le giunzioni delle guarnizioni cingivetro interne infine dovranno essere sigillate con l'apposito sigillante/collante SCHÜCO.

A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni dovranno essere marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero dall'articolo ed il marchio del produttore.

Nel caso di facciate inclinate e di coperture la tenuta esterne sarà realizzata impiegando un nastro butilico alluminato con doppia guarnizione in EPDM sulla copertina in alluminio.

Il nastro dovrà essere composto da tre strati ed esattamente da un foglio di materiale sintetico trasparente, da una pellicola in alluminio e da uno strato di sigillante butilico.

## **Vetraggio**

La struttura della facciata dovrà garantire un inserimento del vetro di 13 mm.

Il peso delle lastre di tamponamento sarà supportato da appositi punti di forza metallici (accessori del sistema) che lo trasmetteranno alla struttura.

Gli appoggi del vetro dovranno essere agganciati ai profili di traverso per mezzo di un apposito dentino di ancoraggio, avere una lunghezza di 100 mm ed essere realizzati in modo da non impedire il corretto drenaggio e ventilazione della sede del vetro.

I supporti saranno disponibili in diverse tipologie costruttive a seconda del tipo di impiego e dello spessore e del carico della lastra di vetro che dovranno supportare.

Le lastre di vetro saranno posate su supporti in materiale plastico di 100 mm di lunghezza. La costruzione permetterà l'inserimento di tamponamenti da 28 a 86 mm.

Grazie alla configurazione della copertina da avvitare le viti di fissaggio saranno previste con interasse di 300 mm.

### Prestazioni

Le prestazioni della facciata saranno riferite alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la normativa europea:

Permeabilità all'aria: classificazione secondo UNI EN 12152

Tenuta all'acqua: classificazione secondo UNI EN 12154

Resistenza al vento: classificazione secondo UNI EN 12179

Resistenza agli urti: classificazione secondo UNI EN 13049

Caduta nel vuoto: classificazione secondo UNI EN 12600

Resistenza all'effrazione: secondo UNI PrEN 1627 Resistenza

ai proiettili: secondo UNI EN 1522 Prestazione acustica: secondo

UNI EN ISO 717-1

### Riepilogo

### Prestazioni

<u>Permeabilità all'aria:</u>	Classe	AE
<u>Tenuta all'acqua:</u>	Classe RE1200 Pa (partifisse)	
<u>Resistenza al vento:</u>	Carico 2,0 kN (carico di sicurezza)	3,0 kN
<u>Resistenza agli urti:</u>	Classe	I5/E5
<u>Caduta nel vuoto:</u>	La costruzione è idonea ad essere applicata con questa funzione	
<u>Resistenza all'effrazione:</u>	Classe RC2ed	RC3
<u>Resistenza ai proiettili</u>	Classe	FB4 S-NS
<u>Prestazione acustica:</u>	Rw=48dB (C;Ctr) su modulo fisso standard	

### Trasmissione longitudinale D,n,f,w

La costruzione dovrà raggiungere un valore di **D,n,f,w fino almeno 48 dB** con idoneo materiale di riempimento

Le prestazioni dovranno essere stabilite in funzione della tipologia di facciata, delle sue dimensioni e delle condizioni specifiche del cantiere.

Si consiglia di valutarle assieme al produttore del sistema.

Il necessario valore di potere fonoisolante dovrà essere determinato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti confinanti e delle prestazioni degli altri materiali componenti le pareti esterne sulla base di quanto previsto dal decreto D.P.C.M. del 5/12/97 sui requisiti passivi degli edifici.

### Posa in opera

La posa in opera dovrà essere eseguita in modo da poter garantire il raggiungimento delle prestazioni certificate in laboratorio come descritto nella norma UNI 11673-1:2017 in merito ai requisiti e criteri di verifica della progettazione.

A tal proposito si rende necessario:

\_ Scelta del distanziale isolante da inserire nella sede rivolta verso l'attacco alla muratura che sia idoneo dal punto di vista meccanico e che eviti ponti termici e acustici.

---

\_ Barriere di tenuta: nella posa della facciata dovranno essere realizzate due barriere di tenuta, quella interna a tenuta di vapore e quella esterna a tenuta degli agenti atmosferici.

E' inoltre consigliato riempire gli spazi tra elementi strutturali della facciata e muratura con idonei materiali (Lana minerale,...). Per questo il sistema dovrà prevedere appositi profili in materiale sintetico in modo da poter garantire il corretto allineamento dei piani di tenuta e dell'isolamento termico anche nelle zone di raccordo alla muratura. Tali profili dovranno essere predisposti per l'applicazione di guaine in EPDM che raccorderanno la struttura della facciata alle opere murarie creando una chiusura perimetrale definitiva a tenuta di aria e acqua.

### **Staffe di fissaggio**

I nastri di facciata continua saranno fissati al contesto edile per mezzo di robuste staffe in acciaio zincato con viti inox AISI 316.

### **Coprifili perimetrali di raccordo**

Sul perimetro del serramento saranno previsti idonei coprifili per il raccordo con la parete ventilata, realizzati in lamiera di alluminio pressopiegata spessore mm. 15/10. Compreso eventuali guaine isolanti in EPDM, sigillature siliconiche e materiale coibente di riempimento.

### **La fornitura si completa di:**

Lattonerie di raccordo e finitura quali raccordi con la muratura, cappelli di chiusura superiore, chiusure inferiori tutte realizzate in lamiera di alluminio spessore mm. 15/10 complete di coibentazione.

### **Tamponamenti vetriati**

Fornitura e posa in opera di vetro camera costituito da lastra esterna stratificata 66.2 con PVB acustici, intercapedine da mm. 20 con gas argon e canalino a bordo caldo, lastra interna stratificata 55.2 con PVB acustici e trattamento basso emissivo Guardian 1.0 (valori energetico luminosi di riferimento Trasmissione Luminosa = 67%, Fattore Solare 46%, Riflessione Luminosa 19%, Trasmittanza termica valore  $U_g=1.1$  W/mqK, Indice di riduzione acustica  $R_w=49$  dB).

### **EVACUATORI DI FUMO**

Sul solaio di copertura dei vani scali saranno previsti dispositivi per evacuatore di fumo e calore ad azionamento automatico termico per apertura di lucernari, costruito secondo le norme UNI VVF 9494, montato completo di guarnizioni in gomma espansa di tipo ignifugo, ispezionabile dall'esterno, compreso dispositivo di apertura, dispositivo di blocco, fissaggi.

Gli evacuatori avranno le dimensioni minime pari a cm 100x100.

### **RESISTENZA MANOVRE E SFORZI D'USO**

Sotto l'azione di sollecitazioni derivanti dalle manovre e sforzi d'uso, gli infissi verticali, compresi gli eventuali dispositivi complementari di tenuta, devono conservare inalterate le caratteristiche dimensionali, funzionali e di finitura superficiale.

Inoltre non devono prodursi sconnessioni o deformazioni dell'intelaiatura, dei dispositivi di collegamento alla struttura muraria adiacente né di quelli di manovra.

Analogamente i dispositivi di movimentazione e chiusura (maniglie, serrature, scrocchi, levismi ecc...) devono essere realizzati in modo da possedere un'adeguata resistenza meccanica e di durata nel tempo a fronte delle sollecitazioni derivanti dall'uso degli infissi.

In particolare, per quanto riguarda la resistenza a deformazioni dell'organo di manovra e dell'anta, deve essere assicurato che il complesso ante/cerniere/controllo degli infissi interni verticali resista a 2500 cicli consecutivi di deformazione, realizzati secondo modalità di prova normalizzate.

---

Al termine delle prove il cedimento verticale dell'organo di manovra non deve superare 1 mm e l'indice di fatica non deve superare 0,20. L'indice di fatica "i" è calcolato mediante la relazione  $i = (df-di)/di$ , dove df e di sono rispettivamente la deformazione di svergolamento finale (dopo le prove) ed iniziale (prima dell'inizio delle prove).

### **RESISTENZA AGLI URTI DI SICUREZZA**

Gli infissi, eccetto gli eventuali tamponamenti trasparenti o traslucidi se non specificatamente richiesto, devono resistere, su entrambe le facce, all'azione di urti realizzati con le modalità previste dalle norme citate che producano un'energia d'impatto di 3,75 J (urto di corpo duro) e di 240 J (urto di corpo molle).

Sotto l'azione dei suddetti urti:

- gli infissi devono conservare la loro integrità strutturale;
- non devono prodursi sconnessioni né deformazioni sensibili dei collegamenti tra gli infissi e la struttura adiacente;
- non devono verificarsi sfondamenti né fuoriuscite di parti o componenti;
- non devono prodursi frammenti o cadute di elementi che possano causare ferite accidentali alle persone che si trovino all'interno o all'esterno.

### **RESISTENZA AGLI URTI DEGLI STRATI SUPERFICIALI**

Gli infissi, eccetto al più i loro tamponamenti trasparenti o traslucidi, devono resistere all'azione di urti realizzati con le modalità previste dalle norme UNI 8200, UNI 8901, UNI EN 85, UNI EN 162, che producano un'energia d'impatto di 3,75 J (urto da corpo duro) e di 60 J (urto da corpo molle), ripetendo l'urto per almeno 3 volte consecutive.

Sotto l'azione dei suddetti urti non devono prodursi né rotture né deterioramenti o deformazioni permanenti di alcun elemento dell'infisso. Sono ammessi soltanto deterioramenti superficiali, prodotti da urti da corpo duro realizzati secondo le modalità riportate in precedenza, purché siano limitati ai seguenti:

- il diametro dell'impronta lasciata dal corpo duro non deve superare i 20 mm;
- la profondità dell'impronta lasciata dal corpo duro non deve superare i 2 mm;
- la lunghezza di eventuali fessurazioni non deve superare i 15 mm.

Inoltre tutte le parti verniciate degli infissi non devono presentare screpolature superficiali né distacco di scaglie di pellicola del prodotto verniciante se sottoposte all'azione di urti realizzati secondo le modalità previste dalla norma UNI 8901, prodotti mediante un maglio, dotato di punzone ed avente una massa di 900 g, lasciato cadere da un'altezza di almeno 30 cm.

### **RESISTENZA ALL'ACQUA**

Qualora vengano in contatto con acqua di varia origine e diversa composizione (di lavaggio, etc.), gli infissi verticali, compresi gli eventuali dispositivi complementari di tenuta, devono conservare inalterate le caratteristiche chimico-fisiche, dimensionali, funzionali e di finitura superficiale, assicurando comunque il rispetto dei limiti prestazionali.

In particolare, perciò, non devono manifestarsi variazioni della planarità generale e locale, prodursi scoloriture disuniformi o macchie visibili, né determinarsi ostacoli alla manovrabilità delle parti mobili.

### **RIFERIMENTI NORMATIVI**

- UNI 7823;
- UNI 8743;
- UNI ISO 175;
- ICITE UEAtc - Direttive comuni per l'Agrément tecnico delle porte.

---

Su richiesta della D.L. le ante delle porte interne possono essere sottoposte all'azione dell'acqua umidificando il loro bordo inferiore e mantenendolo in contatto con l'acqua per quattro ore consecutive. Al termine della prova si rilevano le conseguenze prodotte da tale umidificazione, verificando il rispetto di quanto indicato dalla specifica di prestazione. Procedendo secondo la metodica prevista dalla norma UNI 8743, si può anche controllare la resistenza all'acqua dei prodotti verniciati rilevando i deterioramenti subiti da provini campione immersi in acqua.

### **RESISTENZA A MANOVRE FALSE E VIOLENTE**

Sotto l'azione di sollecitazioni derivanti dalla manovre errate e/o violente, gli infissi interni verticali, compresi gli eventuali dispositivi complementari di movimentazione, devono conservare inalterate le proprie caratteristiche meccaniche dimensionali, non evidenziando rotture, deterioramenti o deformazioni permanenti.

Più specificatamente si deve verificare che, dopo aver sottoposto gli infissi alle sollecitazioni meccaniche riportate di seguito, gli sforzi per la chiusura e l'apertura degli organi di manovra e quelli di messa in movimento e/o spostamento delle ante corrispondono a quanto indicato al punto precedente.

#### **Svergolamento**

Si esercita una forza di 300 N in direzione perpendicolare al piano dell'anta, per la durata di 1 minuto, mantenendo sbloccati gli organi manovra.

#### **Chiusura con manovra impedita**

Sull'organo di manovra in posizione di apertura si esercita una forza di 250 N (2) in direzione di chiusura oppure in momento di 25 Nm, scegliendo l'azione più gravosa.

#### **Dispositivi di bloccaggio (intermedio) e di arresto (fine corsa) (3)**

Con l'anta aperta nella posizione voluta e bloccata o arrestata dai relativi dispositivi, si esercita una forza crescente fino a 500 N (da mantenere per la durata di 1 minuto una volta raggiunta), in incrementi parziali di 50 N, agendo:

- perpendicolarmente al piano dell'anta, nel caso di infisso con ante apribili per rotazione intorno ad un asse verticale,
- parallelamente al piano dell'anta, nel caso di infissi con ante apribili per traslazione.
- Carico verticale all'estremità dell'anta

Su ciascuna anta mantenuta in posizione di apertura a circa 90°, si esercita una forza di 50 N in direzione parallela all'anta stessa, per la durata di 1 minuto.

#### **- TORSIONE**

Sull'estremità del dispositivo di manovra di ciascuna anta scorrevole si esercita una forza di 200 N, per la durata di 1 minuto, tendente a creare una torsione dell'elemento che lo sostiene (montante o traverso).

#### **- DEFORMAZIONE GENERALE**

Si simula un'ostruzione accidentale dell'anta sotto l'azione di una forza di 400 N (7) agente parallelamente all'anta stessa.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

#### **Fornitura e deposito in cantiere**

Il deposito in cantiere dei serramenti dovrà avvenire in locali protetti dagli agenti atmosferici e dall'eccessiva umidità ed avendo cura che gli stessi siano tenuti separati. La stagionatura ed il trattamento del legno saranno eseguiti in conformità con le norme citate. I telai o ante di porte depositati in cantiere che presentino segni di deterioramento che ne alterino le caratteristiche funzionali o di aspetto verranno sostituite dopo che la D.L., con il concorso delle parti, abbia determinato le responsabilità del danno.

#### **Realizzazione**

---

Il controtelaio sarà costituito da regoli in legno, esso sarà munito di zanche e verrà murato utilizzando malta di cemento a presa rapida, per vani architettonici più larghi di 90 cm, esse saranno disposte anche sulla traversa. L'anta montata sarà perfettamente verticale e complanare con il telaio, la porta dovrà garantire il livello di tenuta all'aria

prescritto. L'infisso sarà messo in opera dopo che siano state ultimate le opere di tinteggiatura interna, e comunque dopo qualunque tipo di lavorazione che, compiuta nelle adiacenze, comporti il rischio di danneggiamento. La posizione del fermo di battuta a soffitto ed a pavimento sarà concordata con la D.L. L'insieme degli ancoraggi e delle cerniere garantirà una sicurezza ai tentativi di effrazione almeno corrispondente a quello certificato per l'anta.

### **Giunti e dettagli**

Preventivamente alla posa in opera del controtelaio, dovrà essere battuto il piano di calpestio finito di tutti i vani in comunicazione, fatto salvo il rispetto dei vincoli derivanti dal passaggio di reti impiantistiche sotto pavimento e dall'altezza di interpiano. La traversa superiore del controtelaio non potrà in alcun caso essere utilizzata come architrave, né come sostegno provvisorio o cassetta della stessa; il controtelaio verrà posto in opera dopo la realizzazione delle spalle in muratura. Le liste coprifilo dovranno avere un andamento regolare lungo tutto il loro sviluppo e ricoprire per un minimo di 10 mm, sia per un minimo di 10 mm, sia la parete sia il telaio. L'installazione delle liste coprifilo, non potrà essere utilizzata per eliminare problemi derivanti da eventuali difetti di complanarità tra la parete ed il serramento. La soluzione di questi problemi dovrà essere concordata con la D.L.

## **VETRI E CRISTALLI**

### **Normativa di riferimento**

- UNI 5832 Vetro piano - termini e definizioni
- UNI 6027 Taglio del vetro piano in lastre - Termini e definizioni
- UNI 6028 Molatura del vetro piano in lastre - Termini e definizioni
- UNI 6123 Vetri piani - Vetri greggi
- UNI 6486 Vetri piani - Vetri lucidi tirati
- UNI 6487 Vetri piani - Cristalli lustrati (lustrati e float)
- UNI 6534 Vetrazioni in opere edilizie - Progettazioni, materiali e posa in opera
- UNI 6535 Specchi di cristallo lustro incolore o di vetro lucido incolore
- UNI 7142 Vetri piani - Vetri temperati per edilizia ed arredamento
- UNI 7143 Vetri piani - Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico di neve
- UNI 7144 Vetri piani - Isolamento termico
- UNI 7170 Vetri piani - Isolamento acustico
- UNI 7171 Vetri piani - Vetri uniti al perimetro
- UNI 7172 Vetri piani - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento
- UNI 7306 Vetri piani - Vetri profilati ad U
- UNI 7697 Vetri piani - Vetrazioni in edilizia - Criteri di sicurezza
- UNI EDL Guarnizioni per serramenti - Li 111 1°/2° criteri di accettazione, classifica (UNI 9122 azione e collaudo 1°/2°)
- ASTM C 542-76 Guarnizioni strutturali - Standard Specification for elastomeric Lockstrip Glazing and Panel Gasket
- UNI S 193 Norme per gli isolanti termici - Classificazione generale
- UNI S 195 Id. - Tabelle numeriche e diagrammi
- UNI 7357 Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici e successiva tabella di aggiornamento del progetto di norma cti 1/121
- UNI Gruppo 394 Isolanti a base di resine di fibre minerali
- UNI 5958 Prodotti di fibre minerali per isolamento termo-acustico - Termini e definizioni
- UNI Gruppo 393 Prodotti di fibre minerali e di fibre di vetro
- UNI 7073 Lastre estruse di polistirene - Tipi, prescrizioni e prove
- UNI 8069 Materie plastiche cellulari rigide - Determinazione della stabilità dimensionale
- UNI 6350 Id. - Determinazione delle caratteristiche a compressione
- UNI 2090 Lastre di agglomerato di sughero naturale

---

## Generalità

Per le caratteristiche prestazionali si faccia riferimento ai capitoli precedenti. Le vetrazioni dovranno rispondere ai seguenti criteri qualitativi:

- tutti i materiali vetrosi dovranno essere prodotti con il procedimento "float".
- le lastre dovranno essere perfettamente piane, con le due facce parallele, in un solo pezzo e della qualità e dimensione adatta alle condizioni di impiego previste in progetto.
- le lastre chiare dovranno essere perfettamente trasparenti;

Le lastre riflettenti saranno ottenute per polverizzazione catodica in campo elettromagnetico e sottovuoto spinto, di ossidi metallici e metalli su lastre di cristallo (processo magnetronico).

Le lastre, ove specificato, dovranno essere sottoposte ad un trattamento di precontrazione, atto a migliorarne le proprietà meccaniche (procedimento tecnico o chimico). Le lastre così trattate verranno abitualmente denominate lastre temperate (UNI 7142).

Le lastre chiare e/o colorate e/o riflettenti e/o temperate, ove richiesto, dovranno essere assemblate in più strati, con l'interposizione di fogli di plastica (polivinilbutirrale) incollati fra di loro per l'intera superficie. Le lastre così assemblate verranno abitualmente denominate lastre stratificate, corazzate, antiproiettile, antisfondamento, ecc. (UNI 7172).

Lavorazioni speciali: lastre armate con rete metallica a maglia quadra, saldata, atta a migliorarne le proprietà di resistenza meccanica e di ritardante alla propagazione del fuoco (UNI 6123); lastre opportunamente realizzate e composte per aumentarne la resistenza termica e meccanica alle alte temperature, nonché le proprietà di resistenza al fuoco e tenuta ai fumi.

Le lastre chiare e/o colorate e/o riflettenti e/o temperate e/o stratificate e/o speciali, se richiesto, potranno essere composte con l'interposizione di un intercalare metallico, dando origine alle vetrate isolanti (UNI 7171). Lo spazio fra le lastre può essere semplice o doppio, in relazione alle prescrizioni di progetto, costituito da aria disidratata oppure da miscele di gas inerti e realizzato mediante distanziatore saldato direttamente alle lastre, oppure collegato alle stesse mediante giunto elastico. L'assemblaggio dei materiali costituenti le vetrate dovrà essere effettuato in officina, in ambienti con atmosfera controllata ed isolati dalle zone di taglio, smerigliatura e/o di lavorazioni con presenza di polvere. Le lastre semplici e/o composte, in relazione alle loro condizioni di impiego ed alle prescrizioni di progetto, potranno avere i bordi a tagliante tolto oppure molati a filo grezzo, oppure molati a filo lucido. Se non diversamente specificato, i bordi delle vetrazioni da intelaiare dovranno essere lavorati a tagliante tolto, mentre i bordi delle lastre da porre in opera a filo lucido dovranno essere lavorati con molatura a filo lucido. Non sarà ammesso il verificarsi di fenomeni di condensazione sulla faccia interna delle lastre nelle vetrazioni isolanti.

La posa in opera delle vetrazioni in genere dovrà essere effettuata conformemente alla norma UNI 6534.

## Posa in opera

L'Appaltatore è tenuto a prendere attenta visione delle condizioni nell'ambito della quale le vetrazioni verranno assemblate e poste in esercizio, fornendo per tempo raccomandazioni e/o suggerimenti alla Committente e/o alla Direzione Lavori. Le lastre dovranno essere tagliate, tenuto conto delle condizioni di impiego, delle tolleranze dimensionali, delle operazioni di montaggio, delle deformazioni e/o movimenti relativi del sistema vetro/telaio/strutture adiacenti (UNI 6534).

L'esatta tonalità della colorazione delle lastre, prescritta in progetto o dalla D.L., verrà definita sulla base di campionature che l'Assuntore produrrà prima dell'esecuzione dei lavori.

Nelle vetrate isolanti i distanziatori metallici dovranno essere realizzati e montati in modo che:

- il materiale assorbente sia contenuto nel profilo in ragione di almeno 12 gr al ml e nelle proporzioni prescritte dal fabbricante;
- le forature del profilo siano di dimensione e numero idoneo ad evitare la fuoriuscita del materiale assorbente ed a favorire l'interscambio fra lo stesso e lo spazio interno;

- l'ermeticità dello spazio interno sia assicurata da un profilo a doppia gola sulle due facce, atto a ricevere una doppia sigillatura costituita da butile (interno) e caucciù polisolfurico (esterno), oppure da altro materiale idoneo a soddisfare i tests riportati nella norma UNI 7171;
- l'interconnessione dei profili sia realizzata in modo tale da garantire la continuità del profilo e la presenza di materiale assorbente in tutta la lunghezza dello stesso;
- il profilo sia dimensionato in relazione alle sollecitazioni a cui verrà sottoposto una volta montato ed in condizioni di esercizio;
- il profilo così come le superfici delle lastre, prima della messa in opera, siano stati accuratamente puliti e sgrassati con prodotti compatibili con le resine di successiva applicazione.

Le lastre stratificate dovranno essere realizzate ed assemblate in modo tale, che la composizione delle stesse (spessori e numero di strati) sia progettata in ragione delle sollecitazioni, alle quali la vetratura nel suo complesso sarà sottoposta, tenuto conto dei sistemi di montaggio previsti (intelaiate, a filo lucido ecc.). Particolari prestazioni per vetrazioni corazzate e/o antiproiettile potranno essere precisate in allegato alla presente specifica.

Se non diversamente specificato, per vetrazioni in esercizio normale, lo spessore di ogni singola lastra non dovrà essere inferiore a 3 mm, mentre lo spessore del materiale plastico non dovrà essere inferiore a 0,38 mm. Le lastre temperate dovranno essere realizzate con dimensioni e spessori idonei alle sollecitazioni a cui verranno sottoposte nelle condizioni di esercizio ed in relazione al tipo di montaggio previsto (intelaiate, a filo lucido ecc.). Il procedimento termico o chimico utilizzato per la tempera delle lastre, dovrà essere scelto in relazione alle prestazioni meccaniche richieste, alla planarità delle superfici, agli spessori, all'accoppiamento o meno con altre lastre ecc.

Nel caso di utilizzo di lastre colorate esposte all'irraggiamento solare, siano esse singole o accoppiate, l'innalzamento della temperatura, conseguente alle proprietà assorbenti della lastra, potrebbe generare tensioni nella massa vetrosa non controllabili e tali da produrre rotture. Per ovviare a tale rischio, dette lastre dovranno essere sottoposte ad un procedimento di tempera atto a rinforzare le prestazioni meccaniche della lastra stessa.

I bordi delle lastre dovranno presentare una sagoma netta, priva di irregolarità, scheggiature, dentellature, ecc. ed essere lavorati a tagliente tolto. Qualora si constatasse la presenza dei difetti suaccennati, i bordi della lastra dovranno essere trattati mediante molatura. Le vetrate isolanti possono essere composte da lastre con proprietà tecniche diverse in relazione al tipo di lavorazione (normali, colorate, riflettenti, stratificate, temperate, ecc.), allo spessore dell'intercapedine (da 6 a 12 mm), alla qualità del prodotto in esso contenuto (aria disidratata, gas inerte ecc.), al numero, infine, delle intercapedini stesse.

Si rimanda, pertanto, agli elaborati tecnico-descrittivi di progetto la definizione della composizione delle vetrate isolanti e le proprietà tecniche delle lastre che le compongono.

Va precisato, qualora non diversamente specificato, che tutte le vetrate isolanti dovranno essere realizzate con intercapedine costituita da aria disidratata e distanziatori in alluminio anodizzato con materiale assorbente in esso contenuto. Il montaggio delle lastre nelle sedi dei serramenti dovrà essere effettuato in modo tale che:

- Non si verifichino scheggiature sui bordi delle lastre.
- La lastra penetri nella gola del serramento per una profondità calcolata in relazione alle caratteristiche della vetratura (pochi mm per lastre assorbenti, fino a 30 mm per lastre stratificate).
- Non si verifichi mai contatto diretto vetro, metallo.
- Il gioco perimetrale, calcolato in relazione al tipo di vetratura, non sia mai inferiore a 3 mm.
- I tasselli di bloccaggio perimetrale siano di larghezza almeno pari a quella della lastra, di spessore adeguato al gioco previsto e posizionati regolarmente e simmetricamente lungo i lati della lastra stessa, in prossimità degli angoli. Dovranno essere realizzati in materiale elastomero, con durezza IRHD compresa tra 50 e 75.
- I mastici o sigillanti impiegati siano perfettamente aderenti alla lastra, a tenuta stagna per evitare infiltrazioni d'acqua o di umidità, soffici, durevoli e compatibili con il polivinilbutirrale e/o i mastici utilizzati nell'assemblaggio delle lastre.
- Dovranno essere del tipo autopolimerizzanti a base di polisolfuri, butili, elastomeri vari, resine acriliche, siliconiecc.

---

Se specificamente richiesto, le vetrate isolanti e/o stratificate dovranno essere corredate da una cornice metallica estesa a tutto il perimetro e risvoltante sulle facce delle lastre per una profondità di almeno 5 mm, applicata mediante mastici compatibili con quelli utilizzati nell'assemblaggio delle lastre.

### **Comportamento al fuoco**

Il grado di tenuta alla fiamma, al fumo e di resistenza al fuoco richiesto per le lastre retinate e/o composte, si intende fissato in progetto con la simbologia REI 15, 30, 60, 90, 120.

La posa in opera delle lastre dovrà essere effettuata utilizzando materiali di supporto, guarnizioni, mastici ecc., compatibili con le caratteristiche di resistenza richieste per la lastra e non emananti fumi e/o gas tossici all'aumentare della temperatura d'impiego.

### **Durabilità e manutenzione**

Tutti i materiali elastici utilizzati dovranno, sotto sforzo e per tutto il periodo di vita utile, mantenere inalterate le loro caratteristiche di elasticità iniziale, tenuta ed indeformabilità sotto l'azione delle sollecitazioni dovute alle escursioni termiche ed agli agenti atmosferici nelle specifiche condizioni di impiego.

Parimenti dicasi per la colorazione delle lastre e per i rivestimenti metallici e/o a base di ossidi metallici. Parimenti dicasi per le caratteristiche fisico-tecniche del complesso assemblato. L'Appaltatore dovrà dichiarare metodi e materiali da impiegare per la perfetta pulizia e conservazione dei prodotti da lui forniti.

### **Protezione superficiale**

Tutti i materiali dovranno essere protetti sia in fase di stoccaggio che di montaggio, dal rischio di urti accidentali e da possibili aggressioni chimico-fisiche, conseguenti all'azione degli agenti atmosferici.

### **Stoccaggio, movimentazione e trasporto dei materiali**

Lo stoccaggio del materiale dovrà essere effettuato in luogo coperto, asciutto, ventilato e tenuto a temperatura costante. Le lastre saranno poste verticalmente, opportunamente distanziate l'una dall'altra con intercalari di spessore idoneo ad evitare fenomeni di ossidazione, abrasione, graffiature, ecc. Le lastre dovranno essere imballate con materiale a basso grado di igroscopicità e tale da consentire una costante ventilazione delle lastre stesse. Eventuali danni causati alla fornitura durante lo stoccaggio, movimentazione e trasporto al luogo di posa restano di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

## **19. SERRAMENTI INTERNI E REI**

### **SERRAMENTI IN LEGA LEGGERA**

#### **Tipologie**

Pareti e porte interne, telaio in alluminio preverniciato, rivestimento delle ante in laminato plastico, specchiature fisse e mobili in vetro di sicurezza antisfondamento.

#### **Normativa di riferimento**

- UNI 9006/1 9.88 Alluminio e leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica - Leghe alluminio - magnesio - silicio - Lega Al Mg 0,5 Si 0,4% Fe 0,2 (6060)
- UNI 9006/4 12.87 Id - Lega Al Si 1 Mg 0,9 Mn 0,7 (6082)
- UNI 3812 11.56 Laminati di alluminio - Tolleranze dimensionali
- UNI 3813 11.56 Laminati di leghe di alluminio - Tolleranze dimensionali
- UNI 4879 1.62 Profilati estrusi di alluminio e leghe di alluminio - Classificazione e tolleranze
- UNI 3952 5.66 Serramenti in alluminio e sue leghe per l'edilizia - Norme per la scelta, l'impiego ed il collaudo dei materiali

- UNI 4522 7.66 Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e delle sue leghe - Classificazione, caratteristiche e collaudo
- UNI 4529 6.90 Trattamenti superficiali dei materiali metallici - Metodi di controllo della resistenza alla luce di strati anodici colorati su alluminio e sue leghe
- UNI 8369/4 9.88 Id. - Classificazione e terminologia degli schemi
- UNI 9158 2.88 Accessori per finestre e porte finestre - Limiti di accettazione per prove meccaniche sull'insieme serramento-accessori
- UNI EN 24 10.75 Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di planarità dei battenti
- UNI EN 25 10.75 Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di perpendicolarità dei battenti
- UNI 9158 2.88 Accessori per porte e finestre - Limiti di accettazione per prove meccaniche sull'insieme serramento ed accessori (UNI FA 1/94)
- UNI 9122/1/2 5.87 Guarnizioni per serramenti - Limiti di accettazione, classificazione e collaudo UNI 7961 9.87 Porte - criteri di classificazione
- UNI 7962 9.87 Id. - Terminologia e simboleggiatura
- UNI 8200 6.81 Id. - Porte interne - Prova di resistenza agli urti da corpo molle
- UNI 8328 12.81 Porte interne con movimento rotatorio su asse verticale laterale - Prova di resistenza al calore per irraggiamento
- UNI 8861 9.87 Porte - Dimensioni di Coordinazione UNI 8894 11.87 Id. - Analisi dei requisiti
- UNI EN 85 3.81 Id. - Prova all'urto da corpo duro sulle ante delle porte UNI EN 108 3.85 Id. - Prova di deformazione mediante torsione delle ante
- UNI EN 129 11.85 Id. - Prova di rigidità mediante torsione ripetuta delle ante UNI EN 162 7.87 Id. - Prova d'urto con corpo molle pesante sulle ante
- UNI ISO 8269 9.87 Porte - Prova di carico statico (effrazione) UNI ISO 8274 9.87 Id. - Determinazione della forza di chiusura UNI ISO 8275 9.87 Id. - Prova di carico verticale
- D.P.C.M. 5/12/97 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici D. Lgs. 29/12/2006 n.311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia

## **Materiali**

### ***Profili estrusi in lega leggera***

La lega di alluminio per i profilati estrusi e la lamiera dovrà corrispondere alle tipologie 6060 stato fisico T5 secondo la norma UNI 9006/1 con carico unitario di rottura a trazione  $R \geq 20 \text{ kg/mm}^2$ , allungamento  $A = 11-18\%$ , durezza Brinell  $HB = 50-70 \text{ kg/mm}^2$ .

### ***Guarnizioni e sigillature***

Valgono le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 9122/1 5.87 Edilizie - Guarnizioni per serramenti - Classificazione e collaudo UNI 9122/2 5.87 Id. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse UNI 9729/1/2/3/4 6.90 Guarnizioni a spazzolino per serramenti

Tutti i materiali elastici e/o elastoplastici dovranno, sotto sforzo e per tutto il periodo di vita utile, mantenere inalterate le loro caratteristiche di elasticità iniziale, tenuta ed indeformabilità sotto l'azione delle sollecitazioni dovute alle escursioni termiche ed agli agenti atmosferici nelle specifiche condizioni d'impiego.

In generale le sigillature in opera dovranno essere ridotte al minimo. Dove, per ragioni costruttive o di posa, si rendesse necessario eseguire delle sigillature è richiesto che siano eseguite a regola d'arte utilizzando, come sottogiunto di riempimento, preformati di policloroprene a cellule chiuse.

Come materiale di finitura si richiedono sigillature con prodotti a base di silicone neutro.

Per migliorare le caratteristiche e proprietà adesive dei nastri di sigillature è richiesto che sulle superfici siano preventivamente stesi "primers" di comprovata compatibilità con i materiali da congiungere.

---

Le guarnizioni e le sigillature saranno rifilate e rasate in modo da non costituire ricettacolo e/o deposito di polvere. Tutte le guarnizioni e le sigillature dovranno resistere ai processi di sanificazione e pulizia eseguiti periodicamente, secondo le prescrizioni dell'Appaltatore.

Tutti i materiali impiegati dovranno rispondere ad una normativa e dovranno essere accompagnati dalle prescrizioni del Fabbrikante per le caratteristiche e per i criteri di posa in opera. La documentazione relativa dovrà essere presentata, per approvazione, alla Direzione dei Lavori prima della esecuzione delle opere.

## **Caratteristiche generali**

### ***Falsi telai***

Dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, di dimensioni e sagome adatte al tipo di serramento che verrà montato ed al grado di sicurezza corrispondente, essi potranno essere premurati, oppure tassellati o saldati ad inserti metallici.

I sistemi di ancoraggio saranno realizzati con materiale anticorrosivo e calcolati per resistere agli sforzi generali dall'utenza normale ed eccezionale, nonché da quelli indotti da tentativi di scasso e/o intrusione dall'esterno.

### ***Telai***

Saranno realizzati in profili estrusi di alluminio anodizzato di colore nero (tonalità da definire a campione).

Gli elementi apribili ad anta dovranno essere provvisti di frizione o bracci snodati in modo tale da consentire l'arresto ed il blocco dell'elemento apribile nelle posizioni intermedie.

Laddove il progetto prevede la suddivisione degli spazi con pareti mobili o tavolati, i telai dovranno essere dimensionati in modo da consentire l'intestazione e l'attacco dell'elemento (cartella) di raccordo tra il telaio e la parete stessa.

### ***Movimenti relativi rispetto alle strutture adiacenti***

I serramenti e gli elementi che li compongono dovranno essere collegati fra di loro e con le strutture adiacenti in modo che gli assestamenti, i ritiri, le frecce e le dilatazioni normali, relativi a tale collegamento, possano avvenire senza compromettere l'efficienza funzionale del sistema serramento-giunto-struttura adiacente.

I sistemi di ancoraggio e/o collegamenti con le strutture adiacenti, incluse eventuali sottostrutture di rinforzo, potranno essere realizzati in leghe di alluminio, acciaio inossidabile austenitico, acciaio cromato o zincato e/o altro materiale non soggetto a corrosione e compatibile con l'alluminio. Ancoraggi e collegamenti in acciaio potranno essere adottati solo se opportunamente isolati dall'alluminio.

### ***Protezione superficiale***

Tutte le superfici di lega leggera, dovranno essere protette contro le corrosioni mediante ossidazione anodica.

La protezione mediante ossidazione anodica dovrà essere conforme alle prescrizioni delle norme UNI 3952 e UNI 4522.

La superficie in vista dovrà essere lucidata ed ossidata con uno spessore minimo di 20 micron e quindi fissata in modo tale da rendere lo strato anodico non assorbente. La tonalità della colorazione anodica verrà definita sulla base di campionature.

La superficie in vista, dopo il processo di ossidazione anodica, essere colorata per elettroimpregnazione (elettrocolorazione), oppure dopo un pretrattamento superficiale mediante ossidazione anodica, essere verniciata con un trattamento elettrostatico a base di polveri poliuretaniche ad alto spessore (non inferiore a 40 micron) colore nero.

L'Appaltatore dovrà fornire una garanzia decennale sulla qualità dei materiali impiegati e sulla durata nel tempo della protezione superficiale adottata.

## **Accessori**

### ***Accessori esposti***

Gli accessori esposti dovranno essere realizzati in lega di alluminio od in altro materiale compatibile con l'alluminio e di pari resistenza alla corrosione.

### ***Accessori non esposti***

---

Gli accessori non esposti potranno essere realizzati in lega di alluminio od in acciaio inossidabile austenitico conforme alla norma UNI 6900 od in acciaio cromato elettroliticamente.

In ogni caso dovranno essere adottati opportuni accorgimenti al fine di evitare corrosioni elettrolitiche per contatto con la struttura in alluminio.

Dovrà essere evitato il contatto diretto, alluminio su alluminio di parti di serramento che, per svolgere la loro funzione, debbano muoversi relativamente e, nel medesimo tempo, rimanere in contatto.

#### **Connessioni fra i lembi dei profilati costituenti il serramento**

La connessione fra i lembi dei profilati potranno essere realizzate tramite saldature oppure tramite congiunzioni a 45°, con bordi perfettamente paralleli, uniti e privi di sbavature.

#### **Parti vetrate e cieche**

I serramenti e gli elementi che li compongono saranno concepiti e montati in modo che la posa delle parti vetrate e/o cieche di tamponamento possa essere effettuata in ragione degli spessori e dei tipi di tamponamento specificati in progetto e con il rispetto dei giuochi conseguenti.

I profili e gli eventuali righelli fermavetro dovranno essere concepiti in modo tale da garantire una facile inserzione del tamponamento (in funzione del suo spessore e dei dispositivi fermavetro e di guarnizione) ed una corretta ritenzione dello stesso sotto l'azione di sollecitazioni esterne, quali pressione e depressione del vento, urti, sicurezza all'intrusione ecc..

#### **Dispositivi di manovra e di bloccaggio**

I dispositivi di manovra e di bloccaggio dovranno essere dimensionati e concepiti in modo da sopportare le sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale.

Gli elementi di bloccaggio dovranno essere in grado di trasferire le sollecitazioni, dovute al vento ed alle altre sollecitazioni di esercizio previste, dalle parti mobili ai telai fissi senza provocare deformazioni permanenti o sconnessioni. Lo sforzo necessario per la manovra dovrà essere compatibile con le capacità fisiche dell'uomo e non dovrà obbligare a posizioni pericolose. Le parti apribili dei serramenti dovranno essere provviste se necessario, di dispositivi di equilibratura. Eventuali dispositivi, per portare le parti mobili in posizione di pulizia, dovranno escludere possibilità di errore di manovra.

##### **A. Cerniere**

La porzione di cerniera, applicata alla parte fissa del serramento, dovrà potersi smontare senza asportare il telaio dal vano. Le cerniere dovranno avere il perno rivestito in materiale sintetico (nylon, teflon, ecc.).

##### **B. Maniglie**

I meccanismi di apertura e di chiusura dovranno essere atti a sopportare l'utenza eccezionale, del tipo ad attrito volvente (su cuscinetti) con forme a stelo arrotondato e ricurvo, o sferiche (pomoli).

##### **C. Serrature**

I serramenti saranno provvisti di serrature a cilindro, realizzate in materiali anticorrosivi, con grado di sicurezza adatto alle condizioni di impiego previste. Laddove specificamente richiesto potranno essere montate serrature elettriche comandate a distanza e con possibilità di sgancio per l'apertura manuale.

##### **D. Cremonesi (o cariglioni)**

Potranno anche essere incassate nei montanti tubolari, purché siano smontabili.

##### **E. Predisposizioni per il controllo dello stato di apertura dell'anta e per il montaggio di serrature elettriche**

I serramenti, ove necessario, saranno corredati della predisposizione per il montaggio di interruttori e/o profili per il controllo, a distanza, dello stato di apertura dell'anta e per il comando, sempre a distanza, dell'apertura della stessa. Dimensioni, posizioni e connessioni, con le strutture adiacenti di dette predisposizioni, verranno definite in sede di sviluppo degli elaborati esecutivi.

##### **F. Sistemi di ritorno automatico**

I serramenti, laddove specificato in progetto, dovranno essere corredati di pompe aeree o a pavimento incassate o a vista costituite da meccanismi di apertura e chiusura atti a sopportare i movimenti prodotti da un'utenza normale ed eccezionale.

---

Detti meccanismi dovranno consentire una regolazione micrometrica della pressione da esercitare sul serramento e dell'arresto in posizione chiuso e/o aperto. Dovrà essere garantita l'accessibilità e facile manutenzione ai meccanismi.

G. Messa a terra dei serramenti

L'Appaltatore dovrà provvedere, affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti il serramento e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalla Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

#### ***Urti, pressioni e sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale***

I serramenti e gli elementi che li compongono dovranno essere progettati in modo tale da sopportare, senza danni od affaticamento, le sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale. Inoltre il grado di resistenza delle vetrazioni non dovrà risultare mai superiore a quello dei serramenti nel loro complesso, in modo tale da provocare, a seguito di urti sulle vetrazioni, la rottura dei telai o addirittura il distacco degli stessi dalle strutture adiacenti.

#### ***Schermatura***

Ove richiesto in progetto i serramenti (ante e telai) dovranno essere attrezzati con una adeguata schermatura al piombo (spessore minimo 2 mm).

### **Prestazioni**

#### ***Durabilità e manutenzione***

A. Durabilità

Qualora si preveda una usura localizzata ed inevitabile di parti del serramento, si dovranno prevedere dispositivi atti a sopportare e compensare adeguatamente tale usura e che siano agevolmente sostituibili. Nella scelta e nell'assemblaggio di tutti i materiali necessari, si dovranno tenere presenti tutti gli effetti provocati dalle condizioni di impiego e la loro relativa compatibilità.

B. Riparazioni

Gli accessori necessari per la manovra quotidiana dei serramenti dovranno potersi sostituire in modo semplice; la loro manutenzione dovrà essere agevole.

Il sistema di fissaggio e di posa delle lastre vetrate dovrà essere tale da permetterne la sostituzione dall'interno senza pericolo per l'utente e senza danno per le finiture del manufatto.

I materiali adatti dovranno essere dichiarati dall'Appaltatore.

I serramenti esterni, se non diversamente specificato, dovranno rispondere ai seguenti criteri qualitativi:

C. Isolamento acustico: l'indice di smorzamento acustico medio del serramento nel suo complesso, misurato su un manufatto con battente chiuso e provvisto di guarnizioni di tenuta su tutti e quattro i lati, dovrà soddisfare i requisiti di cui al D.P.C.M. 05 Dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati relativi alle prestazioni di abbattimento acustico dei serramenti.

La D.L. potrà richiedere prove e misurazioni in campo da effettuare in "locali campione" appositamente attrezzati in cantiere.

## **VETRAZIONI**

### **Generalità**

Le vetrazioni dovranno rispondere ai seguenti criteri qualitativi:

Tutti i materiali vetrosi dovranno essere prodotti con il procedimento "float".

Le lastre dovranno essere perfettamente piane, trasparenti, con le due facce parallele, in un solo pezzo e della qualità e dimensione adatta alle condizioni di impiego previste in progetto.

Le lastre chiare, se richiesto, potranno essere colorate con l'aggiunta di ossidi metallici, utilizzando il medesimo procedimento di produzione "float".

---

Le lastre chiare e/o colorate, se richiesto, potranno essere trattate con rivestimenti metallici (migliori prestazioni, ma necessità di proteggere la faccia della lastra trattata: vetrate doppie o stratificate), oppure con rivestimenti a base di ossidi-metallici (minori prestazioni, senza la necessità di particolari protezioni).

Le lastre così trattate verranno abitualmente denominate lastre riflettenti.

Le lastre chiare e/o colorate, se richiesto, potranno essere sottoposte ad un trattamento di precontrazione, atto a migliorarne le proprietà meccaniche (procedimento tecnico o chimico). Le lastre così trattate verranno abitualmente denominate lastre temperate (UNI 7142).

Le lastre chiare e/o colorate e/o riflettenti e/o temperate, se richiesto, potranno essere assemblate in più strati, con l'interposizione di fogli di plastica (polivinilbutirrale) incollati fra di loro per l'intera superficie. Le lastre così assemblate verranno abitualmente denominate lastre stratificate, corazzate, antiproiettile ecc. (UNI 7172).

Lavorazioni speciali: lastre armate con rete metallica a maglia quadra, saldata, atta a migliorarne le proprietà di resistenza meccanica e di ritardante alla propagazione del fuoco (UNI EN 572/5); lastre opportunamente realizzate e composte per aumentarne la resistenza termica e meccanica alle alte temperature, nonché le proprietà di resistenza al fuoco e tenuta ai fumi.

Le lastre chiare e/o colorate e/o riflettenti e/o temperate e/o stratificate e/o speciali, se richiesto, potranno essere composte con l'interposizione di un intercalare metallico, dando origine alle vetrate isolanti (UNI 10593/1-4). Lo spazio fra le lastre può essere semplice o doppio, in relazione alle prescrizioni di progetto, costituito da aria disidratata oppure da miscele di gas inerti e realizzato mediante distanziatore saldato direttamente alle lastre, oppure collegato alle stesse mediante giunto elastico.

L'assemblaggio dei materiali costituenti le vetrate dovrà essere effettuato in officina, in ambienti con atmosfera controllata ed isolati dalle zone di taglio, smerigliatura e/o di lavorazioni con presenza di polvere.

Le lastre semplici e/o composte, in relazione alle loro condizioni di impiego ed alle prescrizioni di progetto, potranno avere i bordi a tagliante tolto oppure molati a filo grezzo, oppure molati a filo lucido.

Se non diversamente specificato, i bordi delle vetrazioni da intelaiare dovranno essere lavorati a tagliante tolto, mentre i bordi delle lastre da porre in opera a filo lucido dovranno essere lavorati con molatura a filo lucido.

Non sarà ammesso il verificarsi di fenomeni di condensazione sulla faccia interna delle lastre nelle vetrazioni isolanti. La posa in opera delle vetrazioni in genere dovrà essere effettuata conformemente alla norma UNI 6534.

### **Norme di progettazione**

#### ***Dimensioni, spessori e composizione delle vetrazioni***

Dimensioni, spessori e composizione delle vetrazioni dovranno essere progettati in relazione alle sollecitazioni reali di esercizio dovute all'azione del vento, ad eventuali sovrappressioni, all'altezza della costruzione, al carico neve, ai coefficienti di sicurezza previsti, ecc. (UNI 7143 e UNI 6534).

#### ***Taglio delle lastre***

Le lastre dovranno essere tagliate, tenuto conto delle condizioni di impiego, delle tolleranze dimensionali, delle operazioni di montaggio, delle deformazioni e/o movimenti relativi del sistema vetro-telaio-strutture adiacenti (UNI 6534).

#### ***Lastre stratificate***

Le lastre stratificate dovranno essere realizzate ed assemblate in modo tale, che la composizione delle stesse (spessori e numero di strati) sia progettata in ragione delle sollecitazioni, alle quali la vetratura nel suo complesso sarà sottoposta, tenuto conto dei sistemi di montaggio previsti (intelaiate, a filo lucido ecc.)

Particolari prestazioni per vetrazioni corazzate e/o antiproiettile potranno essere precisate in allegato alla presente specifica.

Se non diversamente specificato, per vetrazioni in esercizio normale, lo spessore di ogni singola lastra non dovrà essere inferiore a 3 mm, mentre lo spessore del materiale plastico non dovrà essere inferiore a 0,76 mm.

#### ***Lastre temperate***

Le lastre temperate dovranno essere realizzate con dimensioni e spessori idonei alle sollecitazioni a cui verranno sottoposte nelle condizioni di esercizio ed in relazione al tipo di montaggio previsto (intelaiate, a filo lucido ecc.). Il

---

procedimento termico o chimico utilizzato per la tempera delle lastre, dovrà essere scelto in relazione alle prestazioni meccaniche richieste, alla planarità delle superfici, agli spessori, all'accoppiamento o meno con altre lastre ecc..

### **Bordi**

I bordi delle lastre dovranno presentare una sagoma netta, priva di irregolarità, scheggiature, dentellature, ecc. ed essere lavorati a tagliente tolto. Qualora si constatasse la presenza dei difetti suaccennati, i bordi della lastra dovranno essere trattati mediante molatura.

### **Montaggio delle lastre**

Il montaggio delle lastre nelle sedi dei serramenti dovrà essere effettuato in modo tale che: Non si verifichino scheggiature sui bordi delle lastre.

La lastra penetri nella gola del serramento per una profondità calcolata in relazione alle caratteristiche della vetratura (pochi mm per lastre assorbenti, fino a 30 mm per lastre stratificate).

Non si verifichi mai contatto diretto vetro, metallo.

Il gioco perimetrale, calcolato in relazione al tipo di vetratura, non sia mai inferiore a 3 mm.

I tasselli di bloccaggio perimetrale siano di larghezza almeno pari a quella della lastra, di spessore adeguato al gioco previsto e posizionati regolarmente e simmetricamente lungo i lati della lastra stessa, in prossimità degli angoli. Dovranno essere realizzati in materiale elastomero, con durezza IRHD compresa tra 50 e 75.

I mastici o sigillanti impiegati siano perfettamente aderenti alla lastra, a tenuta stagna per evitare infiltrazioni d'acqua o di umidità, soffici, durevoli e compatibili con il polivinilbutirrale e/o i mastici utilizzati nell'assemblaggio delle lastre.

Dovranno essere del tipo autopolimerizzanti a base di polisolfuri, butili, elastomeri vari, resine acriliche, siliconi ecc.

### **Cornice metallica**

Se specificatamente richiesto, le vetrate isolanti e/o stratificate dovranno essere corredate da una cornice metallica estesa a tutto il perimetro e risvoltante sulle facce delle lastre per una profondità di almeno 5 mm, applicata mediante mastici compatibili con quelli utilizzati nell'assemblaggio delle lastre.

### **Comportamento al fuoco**

Il grado di tenuta alla fiamma, al fumo e di resistenza al fuoco richiesto per le lastre retinate e/o composte, si intende fissato in progetto con la simbologia REI 15, 30, 60, 90, 120.

La posa in opera delle lastre dovrà essere effettuata utilizzando materiali di supporto, guarnizioni, mastici ecc., compatibili con le caratteristiche di resistenza richieste per la lastra e non emananti fumi e/o gas tossici all'aumentare della temperatura d'impiego.

## **INFISSI TAGLIAFUOCO**

### **Norme di riferimento**

- UNI 5547 - Prove meccaniche materiali ferrosi - Prova trazione lamiera spessore da 0.5 a 3.0 mm
- UNI 5741 - Rivestimenti protettivi materiali ferrosi - Prova di uniformità dello strato di zincatura
- UNI 5753 - Prodotti finiti, piatti di acciaio non legato, rivestito - Lamiere e nastri inferiori a 3.0 mm zincati in continuo per immersione a caldo
- UNI 7070 - Prodotti finiti, laminati a caldo - Profilati, larghi piatti, lamiere e nastri - Qualità, prescrizioni e prove
- UNI Gruppo 435 - Profilati laminati a caldo
- UNI 7958 - Prodotti finiti laminati a freddo - Lamiere sottili e nastri larghi
- UNI 7344 - Profilati di acciaio formati a freddo - Prescrizioni e tolleranze
- UNI 6900 - Acciai legati speciali, inossidabili, resistenti alla corrosione e al calore
- UNI 8317 - Prodotti finiti piatti di acciaio inossidabile
- EN 24 - Porte - Misurazione difetti di planarità dei battenti
- EN 25 - Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di perpendicolarità dei battenti
- UNI EDL - Guarnizioni per serramenti - Limiti 111 1°/2° di accettazione, classificazione e UNI 9122 collaudo 1°/2°

- 
- UNI EN 1634
  - Normative emanate dal Ministero degli Interni
  - Concordato italiano Incendio Rischio Industriale
  - General Electric Silicones Italia
  - Federal Specification American

### **Generalità**

Le porte tagliafuoco dovranno soddisfare tutti i requisiti previsti per le porte in AL con imbotte e, in aggiunta avere la resistenza al fuoco indicata sulle tavole di progetto. Saranno cieche o finestrate in acciaio omologate a norma UNI 9723 e conformi a certificazione di prodotto CSI / CERT.

### **Porte cieche**

#### **Telaio**

In acciaio zincato pressopiegato spessore 2 mm, sagomato per ospitare cerniere fissate tramite saldatura a filo continuo, guarnizioni fumi caldi sezione 2x40, guarnizioni fumi freddi (opzionale), rostri fissi. Architettura a “limitatore termico” costituito da tripla asolatura lungo tutto il perimetro del telaio, che consente una sostanziale riduzione della trasmissione del calore tra lato esposto e lato protetto dal fuoco. Predisposizione di serie di numero 5+5 zanche a murare (numero 5+5+1 su telaio 2 battenti).

#### **Ante**

- In acciaio preverniciato con pellicola di protezione.
- Cassa dell’anta rinforzata internamente da profilo a “L”.
- Coibente a doppio strato di lana minerale, impregnato con colla a base di calciosilicati più un foglio intermedio di alluminio.
- Ripari interni per organi meccanici come ad esempio le serrature. Coperchio assemblato alla cassa tramite graffatura sui tre lati.
- Due cerniere per anta. Realizzate in acciaio stampato e zincato, reversibili, di cui una di banco con boccole antiusura ed una con perno e molla per autochiusura.
- Ogni cerniera è fissata all’anta con 3+1 rivetti d’acciaio rinforzati. Rostri di sicurezza sul lato cerniera.
- Chiusura con serratura antincendio a un punto di chiusura (Rei 60), o tre punti di chiusura (Rei 120).
- A doppio battente.
- Selettore di chiusura ante di serie ad incasso.
- Pozzetto con battuta a pavimento per aste seconda anta.
- Controserratura e aste incassate alto basso per seconda anta.
- Peso porta 35-40 Kg/mq.

#### **Equipaggiamento di serie per infissi rei 60**

- Lamiera preverniciata elettrozincata spessore 8/10 color Avorio chiaro.
- Telaio elettrozincato a Z spessore 20/10.
- Coibentazione a norma UNI 9723 REI 60.
- Serratura antincendio predisposta per cilindro tipo Yale.
- Cilindro Patent.
- Una chiave tipo Patent.
- Maniglia interna + Maniglia esterna antincendio color nero completa di placche.
- Zanche per posa in opera.
- Finitura telaio a polveri epossidiche color Avorio chiaro.
- Cerniera di costruzione zincata con boccole antiusura.
- Cerniera con molla per autochiusura e perno regolazione chiusura.
- Imballo composto da nylon e scatola di cartone.
- Fogli di istruzione per posa in opera e accessori.
- Riparo feritoie telaio per scrocco serratura e rostri.

- Guarnizione autoespandente telaio: su tre lati.
- Tre rostri di tenuta lato cerniera.
- Selettore di chiusura ante.
- Serratura per chiusura automatica alto/basso seconda anta.

#### **Equipaggiamento di serie per infissi rei 120**

- Telaio elettrozincato a Z spessore 20/10.
- Coibentazione a norma UNI 9723 REI 120.
- Serratura antincendio predisposta per cilindro tipo Yale a tre punti di chiusura.
- Cilindro Patent.
- Una chiave tipo Patent.
- Maniglia interna + Maniglia esterna antincendio color nero completa di placche.
- Zanche per posa in opera.
- Finitura telaio a polveri epossidiche color Avorio chiaro.
- Cerniera di costruzione zincata con boccole antiusura.
- Cerniera con molla per autochiusura e perno regolazione chiusura.
- Imballo composto da nylon e scatola di cartone.
- Fogli di istruzione per posa in opera porta e accessori.
- Riparo feritoie telaio per scrocco serratura e rostri.
- Guarnizione autoespandente telaio: su tre lati.
- Guarnizione autoespandente battente: su lato cerniere, centrale e inferiore.
- Tre rostri di tenuta lato cerniera.
- Selettore di chiusura ante.
- Serratura per chiusura automatica alto/basso seconda anta.

### **Porte vetrate**

#### **Tipologia**

Porte tagliafuoco a uno o due battenti Rei 60 / Rei 90 oppure Rei 120, con laterali, sopraluci e vetrate fisse opzionali. A richiesta versione antipanico su prima o seconda anta, oppure sulle due ante.

#### **Telaio**

- In tubolare d'acciaio profilato dimensioni 15x15, sagomato per accoppiamento con profilo analogo, con interposizione di lastra isolante a base di calciosilicati spessore 25 mm.
- Limitatore di conduzione termica a ponticelli metallici di passo 350 mm.
- Rei 30 / Rei 60: spessore totale telaio 55x50 mm.
- Rei 90 / Rei 120: spessore totale telaio 80x50 mm.
- Completo con guarnizioni fumi caldi e guarnizione fumi freddi.
- L'accoppiamento delle tre diverse sezioni (a T, Z ed L) dei profili tubolari sagomati, consente differenti configurazioni di montaggio.

Il fissaggio del telaio al muro avviene tramite zanche a murare o telaio ad avvitare opzionale su controtelaio murato.

#### **Ante**

- Struttura ante composta da profilo T, Z o L sull'intero perimetro e da traverso centrale a 1 metro da filo pavimento, con specchiatura superiore più specchiatura inferiore per ogni ante.
- Le sezioni a T / Z / L vengono scelte in funzione dei rigolini fermavetro che possono essere montati nella parte a spingere o a tirare dell'ante.
- Tre cerniere a 3 ali in acciaio sinterizzato per ogni ante, con perno ad alta resistenza e cuscinetto reggispinta. Fissaggio all'ante e al telaio con viti e inserti filettati.
- Lo sblocco viti consente la registrazione del gioco luce tra battente e telaio in larghezza / altezza.

- Serratura antincendio a un punto di chiusura.A

doppio battente:

- chiusura seconda anta con contro serratura antincendio e comando aste alto/basso.
- Pozzetto a pavimento di serie per aste seconda anta.
- Selettore di chiusura. Sincronizzatore apertura ante su seconda anta solo per versione antipanico.
- Peso porta a mq. (vetro compreso):
- Rei 60 45-50 Kg/mq.
- Rei 90 95-100 Kg/mq.
- Rei 120 115-120 Kg/mq.

### Caratteristiche tecniche dei vetri REI

CLASSE RESISTENZA	REI 30	REI 60	REI 90	REI 90	REI 120
Spessore (mm)	12 ± 1	21 ± 2	37 ± 2	43 ± 2	52 ± 3
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	27	47	87	100	120
Isol. Acustico	ca. 38 db	ca. 41 db	ca. 43 db	ca. 44 db	ca. 46 db
Protezione agli urti	500 J.	600 J.	900 J.	900 J.	900 J.
Tolleranza dim. (mm)	± 2	± 2	± 2	± 3	± 3
Isol. Termico K Watt	ca. 5,4	ca. 5,3	ca. 5,2	ca. 5,2	ca. 5,2
Temp. di utilizzo	-20/+40	-20/+40	-20/+40	-20/+40	-20/+40
Limite dimensionale (mm)	1100 x 2000	1200x2100	100x2000	1000x2000	1000x2000

### INFISSI SCHERMATI

Le porte schermate (automatiche e manuali) delimitano aree ospedaliere con esposizione a radiazioni. A tali porte devono essere applicate schermature il cui scopo è quello di limitare le esposizioni dei lavoratori e del pubblico ad un livello accettabile.

La schermatura deve essere realizzata in lamina di piombo di spessore adeguato garantendo una soluzione di continuità alla parete.

Le visive schermate sono composte da un cristallo con equivalenza al piombo, inserite in una cornice con interposta una lamina al piombo. L'insieme dovrà garantire un risultato di stabilità con la parete, evitando in questo modo la fuga di radiazioni.

Tutte le prescrizioni relative alla protezione dovranno rispettare le indicazioni contenute nella Relazione sulla Radioprotezione a cura dell'Esperto Qualificato.

## 20. OPERE IN FERRO

### GRIGLIATO ELETTROFUSO ZINCATO

Le pannellature grigliate verranno realizzate con elementi regolari in grigliato elettrofuso in acciaio FE 360 B – UNI EN 10025. Le cornici di bordatura degli elementi saranno costituite da piatto con bugna continua, saldate al pannello mediante procedimento di elettrofusione, senza materiale di apporto. Trattamento di zincatura a caldo secondo UNI-E 14.07.000.0.

Le caratteristiche della maglia andranno verificate in corso d'opera in base al transito previsto ed alle luci effettivamente coperte, concordando con la D.L. le varie tipologie. Dovranno essere comunque garantite le seguenti portate di carico:

- ☞ portata kg fino a 1300 su impronta di mm 175 X 350;
- ☞ freccia elastica massima, in mezzera del pannello,  $f = 1/200$  della luce netta tra gli appoggi.

---

## Ganci di collegamento e fissaggio

Sono costituiti da due piastre a farfalla con relative viti e dadi, collegate ad una staffa speciale asolata. Le due piastre a farfalla e la staffa vanno posizionate in modo da abbracciare due pannelli adiacenti, il serraggio può essere effettuato da sopra e da sotto.

- una piastra (superiore), sagomata a farfalla, che viene appoggiata su due longherine affiancate;
- una staffa (inferiore), nervata ed asolata, da posizionare sotto l'ala del profilato della trave di sostegno;
- vite con dado e rondella.

Il serraggio dei ganci può essere effettuato superiormente od inferiormente al pannello. Per ogni pannello di grigliato sono normalmente previsti due ganci, disposti alle estremità di una diagonale. In fase di installazione è opportuno montare i due ganci senza bloccarli a fondo in modo da consentire l'allineamento dei vari pannelli. Ultimata questa operazione, procedere al serraggio.

Per i piani di calpestio o per pavimentazioni continue (es. passerelle e piattaforme marine) sottoposti a particolari condizioni di esercizio, è opportuno prevedere un ancoraggio speciale realizzato mediante:

- una vite, la cui testa viene saldata sull'ala della trave portante;
- una piastra a farfalla con dado e rondella.

Per ancorare i pannelli di grigliato alla struttura di sostegno o per rendere tra di loro solidali più pannelli, verranno previsti appositi ganci in acciaio zincati a caldo a norma UNI-E 14.07.000.0.

## OPERE DA FABBRO

Le caratteristiche degli elementi e le finiture previste dal progetto definitivo dovranno essere conformi a quanto prescritto alla sezione Carpenterie Metalliche.

## PARAPETTI

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio. Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo. La corretta posa delle strutture dovrà garantire, anche con idonea certificazione rilasciata dal produttore e dall'installatore, la rispondenza di quanto disposto nel D.M. 14/01/2008.

Le ringhiere in elementi metallici per le coperture saranno realizzate mediante profilati in acciaio compresa una ripresa di antiruggine con disegno rispondente alle indicazioni riportate negli elaborati grafici del progetto definitivo, in elementi metallici tondi, quadri, piatti, profilati speciali secondo le resistenze richieste a seconda dei vari ambiti di applicazione.

Le ringhiere ed i parapetti di qualsiasi tipo per passaggi e simili, dovranno avere altezza non inferiore a 110 cm misurata in corrispondenza della superficie calpestabile più elevata e fino al corrimano; nel caso di parapetti a coronamento delle coperture e terrazzi non praticabili tale misura sarà non inferiore a 100 cm; nel caso di rampe di scale tale altezza, misurata all'estremità della pedata, dovrà essere non inferiore a 110 cm.

Perimetralmente lungo la copertura sarà realizzato un parapetto in ferro lavorato zincato ancorato su basamento in cemento armato da eseguirsi secondo disegni esecutivi di progetto e comunque in analogia a quelli già realizzati e posti in opera sulle coperture esistenti. Nella voce della lavorazione risulterà compreso il taglio a misura degli elementi

---

metallici il relativo sfrido, l'assemblaggio mediante saldatura o imbullonatura, rivetti, viti o altro, eventuali piastre od accessori, opere murarie, minuterie e ferramenta necessarie.

Costituiti da montanti in acciaio da verniciare sez. 40x40 mm e da profili orizzontali sempre in acciaio da verniciare sez. 40x10 mm.

Il corrimano sarà realizzato con profilo tubolare in acciaio da verniciare sez.  $\varnothing$  42 mm.

Le scale saranno dotate di corrimano posto sul lato opposto al parapetto e costituito da un profilo tubolare in acciaio da verniciare di  $\varnothing$  42 mm con zanche provviste di piastra di fissaggio, fissato meccanicamente alla parete.

### **Ringhiere e parapetti**

Le ringhiere ed i parapetti di qualsiasi tipo per passaggi e simili, dovranno avere altezza non inferiore a 110 cm misurata in corrispondenza della superficie calpestabile più elevata e fino al corrimano; nel caso di parapetti a coronamento delle coperture e terrazzi non praticabili tale misura sarà non inferiore a 100 cm; nel caso di rampe di scale tale altezza, misurata all'estremità della pedata, dovrà essere non inferiore a 110 cm.

Le maglie delle ringhiere dovranno avere apertura non maggiore di 10 cm. Gli elementi più bassi delle ringhiere dovranno distare dal pavimento non meno di 5 nè più di 8 cm; nel caso di rampe scale questa distanza non dovrà superare di 12 cm quella del battente dei gradini.

## **21. PARETI PREFABBRICATE**

Le pareti divisorie sono in stratificato C-HPL (Compact High Pressured Phenolic Laminate) spessore 14mm con bordi levigati ed angoli arrotondati per aumentare l'efficienza della pulizia.

Sono assemblate tramite sbarre (lega T 60/60) chiamate "catena", che tengono insieme la struttura, e dove sono posizionate dei montanti che includono guarnizioni e cardini auto-accostanti.

Le cerniere auto-accostanti in alluminio sono regolabili e assemblate con cardini anti-strofinamento in materiale plastico, con speciali ammortizzatori d'urto che sono inglobati nello spessore della porta, e con guarnizioni in gomma, inserite nella parte perimetrale della porta, così come nella paretina frontale, attutendo quindi il colpo della chiusura. Ogni modulo di partizione è fissato al pavimento da un piedino regolabile, e sospeso da terra 200mm, per agevolare la pulizia. Il carter di copertura dei piedini di forma cilindrica, realizzato in materiale plastico di colore argento, ha funzione di protezione e di design.

I box Galleria sono corredati di chiusura libero/occupato in acciaio inossidabile e apertura di emergenza. Tutti gli accessori sono inseriti all'interno dei pannelli. Le porte auto-accostanti restano aperte per 10cm al fine di permettere la presa dall'esterno; infatti la porta è priva di pomelli o maniglie, garantendo una superficie liscia, più facilmente pulibile e sufficientemente disinfettabile.

## **22. GIUNTI**

In corrispondenza dei giunti strutturali dovranno essere messi in opera adeguati sistemi atti a garantire la continuità delle superfici. Nello specifico si individuano in progetto diverse tipologie di giunti con prestazioni differenti a seconda delle casistiche.

Si prevederanno pertanto i seguenti tipi di giunto:

### **GIUNTI A PAVIMENTO**

#### **Larghezza giunto 150 mm**

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione a pavimento per giunti di dilatazione a pavimento di larghezza 150 mm con movimento totale termico di 50 mm ( $\pm$  25 mm) e movimento totale sismico di 100 mm ( $\pm$ 50 mm) realizzato mediante una soletta centrale rigida collegata ai solai affacciati al giunto per mezzo di un

doppio sistema di giunzione flessibile simmetrico. Altezza complessiva del sistema: 52 mm

---

Il sistema deve essere caratterizzato da un carrello centrale portante basculante in grado di accogliere pavimentazioni di qualsiasi spessore al fine di limitare l'impatto visivo del sistema stesso alla dimensione delle sole due guarnizioni per la compensazione del movimento. Superato il movimento termico il carrello centrale si solleva di 5 mm per consentire gli ulteriori movimenti delle strutture. Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti un intenso traffico sia pedonale che di veicoli leggeri su pneumatici. Il sistema di giunzione sarà fornito in opera e verrà posato su cordoli perfettamente allineati e con finitura superficiale liscia, realizzati in malta autolivellante fibrorinforzata antiritiro e ancorati alla struttura sottostante, di dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle ali del sistema. Il fissaggio alla struttura sarà effettuato tramite idonei tasselli ad espansione disposti ogni 30 cm da entrambi i lati.

### ***Larghezza giunto 200 mm***

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione a pavimento per giunti di dilatazione a pavimento di larghezza 200 mm con movimento totale termico di 50 mm ( $\pm 25$  mm) e movimento totale sismico di 100 mm ( $\pm 50$  mm) realizzato mediante una soletta centrale rigida collegata ai solai affacciati al giunto per mezzo di un doppio sistema di giunzione flessibile simmetrico. Altezza complessiva del sistema: 52 mm

Il sistema deve essere caratterizzato da un carrello centrale portante basculante in grado di accogliere pavimentazioni di qualsiasi spessore al fine di limitare l'impatto visivo del sistema stesso alla dimensione delle sole due guarnizioni per la compensazione del movimento. Superato il movimento termico il carrello centrale si solleva di 5 mm per consentire gli ulteriori movimenti delle strutture

Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti un intenso traffico sia pedonale che di veicoli leggeri su pneumatici. Il sistema di giunzione sarà fornito in opera e verrà posato su cordoli perfettamente allineati e con finitura superficiale liscia, realizzati in malta autolivellante fibrorinforzata antiritiro e ancorati alla struttura sottostante, di dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle ali del sistema. Il fissaggio alla struttura sarà effettuato tramite idonei tasselli ad espansione disposti ogni 30 cm da entrambi i lati.

### ***Larghezza giunto 250 mm***

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione a pavimento serie per giunti di dilatazione a pavimento di larghezza 250 mm con movimento totale termico di 80 mm ( $\pm 40$  mm) e movimento totale sismico di 200 mm ( $\pm 100$  mm) realizzato mediante una soletta centrale rigida collegata ai solai affacciati al giunto per mezzo di un doppio sistema di giunzione flessibile simmetrico. Altezza complessiva del sistema: 82 mm

Il sistema deve essere caratterizzato da un carrello centrale portante basculante in grado di accogliere pavimentazioni di qualsiasi spessore al fine di limitare l'impatto visivo del sistema stesso alla dimensione delle sole due guarnizioni per la compensazione del movimento. Superato il movimento termico il carrello centrale si solleva di 5 mm per consentire gli ulteriori movimenti delle strutture

Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti un intenso traffico sia pedonale che di veicoli leggeri su pneumatici. Il sistema di giunzione sarà fornito in opera e verrà posato su cordoli perfettamente allineati e con finitura superficiale liscia, realizzati in malta autolivellante fibrorinforzata antiritiro e ancorati alla struttura sottostante, di dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle ali del sistema. Il fissaggio alla struttura sarà effettuato tramite idonei tasselli ad espansione disposti ogni 30 cm da entrambi i lati.

### ***Larghezza giunto 350 mm***

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione a pavimento per giunti di dilatazione a pavimento di larghezza 350 mm con movimento totale termico di 80 mm ( $\pm 40$  mm) e movimento totale sismico di 200 mm ( $\pm 100$  mm) realizzato mediante una soletta centrale rigida collegata ai solai affacciati al giunto per mezzo di un doppio sistema di giunzione flessibile simmetrico. Altezza complessiva del sistema: 82 mm

Il sistema deve essere caratterizzato da un carrello centrale portante basculante in grado di accogliere pavimentazioni di qualsiasi spessore al fine di limitare l'impatto visivo del sistema stesso alla dimensione delle sole due guarnizioni per la compensazione del movimento. Superato il movimento termico il carrello centrale si solleva di 5 mm per consentire gli ulteriori movimenti delle strutture

Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti un intenso traffico sia pedonale che di veicoli leggeri su pneumatici. Il sistema di giunzione sarà fornito in opera e verrà posato su cordoli perfettamente allineati e con finitura superficiale liscia, realizzati in malta autolivellante fibrorinforzata antiritiro e ancorati alla struttura sottostante, di

---

dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle ali del sistema. Il fissaggio alla struttura sarà effettuato tramite idonei tasselli ad espansione disposti ogni 30 cm da entrambi i lati.

## **GIUNTI CARRABILI E IMPERMEABILI**

### ***Larghezza giunto 100 mm***

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione carrabile e impermeabile munito di ponte centrale adatto per sormontare giunti a pavimento fino a 100 mm, con movimento totale in esercizio di 60 mm ( $\pm 30$  mm). Il sistema dovrà essere costituito da due sedi in alluminio poste ai lati del giunto, un ponte centrale, anch'esso in alluminio, vincolato ai bordi mediante doppia cerniera scorrevole, una idonea guaina impermeabile in EPDM avvolta all'interno del sistema e fissata senza interruzione di continuità né forature mediante ammorsamento, viti autofilettanti di collegamento alla struttura in acciaio zincato.

Il sistema di giunzione deve essere privo di ali laterali per evitare variazioni di spessore nella pavimentazione adiacente. Altezza totale del sistema 60 mm. La guaina impermeabile del sistema di giunzione deve essere opportunamente protetta verso l'esterno e mai visibile, a montaggio finito, neppure in corrispondenza di pezzi speciali.

L'estradosso del sistema deve essere tale da garantire un passaggio confortevole anche a mezzi muniti di ruote rigide.

Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti il traffico lento in ambiente commerciale ed industriale di veicoli su pneumatici con peso max sulla ruota di 60 kN (pressione di contatto  $\leq 1$  N/mm<sup>2</sup>), su gomme piene fino ad un peso max sulla ruota di 30 kN (pressione di contatto  $\leq 3$  N/mm<sup>2</sup>), su ruota in Vulkollan fino ad un peso max sulla ruota di 30 kN (pressione di contatto  $\leq 6$  N/mm<sup>2</sup>).

Il sistema di giunzione sarà dato in opera posato su cordoli in malta autolivellante fibrinforzata antiritiro adeguatamente armati e solidarizzati al solaio, di dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle sedi laterali del sistema, di altezza tale da garantire all'estradosso del sistema posato di rappresentare esattamente la quota del pavimento finito.

### ***Larghezza giunto 220 mm***

Fornitura e posa in opera di sistema di giunzione carrabile e impermeabile munito di ponte centrale adatto per sormontare giunti a pavimento fino a 220 mm, con movimento totale in esercizio di 80 mm ( $\pm 40$  mm). Il sistema dovrà essere costituito da due sedi in alluminio poste ai lati del giunto, un ponte centrale, anch'esso in alluminio, vincolato ai bordi mediante doppia cerniera scorrevole, una idonea guaina impermeabile in EPDM avvolta all'interno del sistema e fissata senza interruzione di continuità né forature mediante ammorsamento, viti autofilettanti di collegamento alla struttura in acciaio zincato.

Il sistema di giunzione deve essere privo di ali laterali per evitare variazioni di spessore nella pavimentazione adiacente. Altezza totale del sistema 60 mm. La guaina impermeabile del sistema di giunzione deve essere opportunamente protetta verso l'esterno e mai visibile, a montaggio finito, neppure in corrispondenza di pezzi speciali.

L'estradosso del sistema deve essere tale da garantire un passaggio confortevole anche a mezzi muniti di ruote rigide.

Il sistema dovrà sopportare senza danneggiamenti il traffico lento in ambiente commerciale ed industriale di veicoli su pneumatici con peso max sulla ruota di 60 kN (pressione di contatto  $\leq 1$  N/mm<sup>2</sup>), su gomme piene fino ad un peso max sulla ruota di 30 kN (pressione di contatto  $\leq 3$  N/mm<sup>2</sup>), su ruota in Vulkollan fino ad un peso max sulla ruota di 30 kN (pressione di contatto  $\leq 6$  N/mm<sup>2</sup>).

Il sistema di giunzione sarà dato in opera posato su cordoli in malta autolivellante fibrinforzata antiritiro adeguatamente armati e solidarizzati al solaio, di dimensioni tali da garantire un corretto appoggio e fissaggio delle sedi laterali del sistema, di altezza tale da garantire all'estradosso del sistema posato di rappresentare esattamente la quota del pavimento finito.

---

## SISTEMA TAGLIAFUOCO

Fornitura e posa in opera di sistema tagliafuoco certificato EI 180 (sp. variabili a seconda dello spessore dei giunti in cui sono installati) per giunti di dilatazione a solaio e/o parete di larghezza variabile. Il sistema è composto da un materassino singolo con riempimento in fibra minerale per alte temperature a base di calcio-silicati, rivestito esternamente con un tessuto a maglia fitta di fili di vetro texturizzati; due lembi laterali consentono il fissaggio alla struttura mediante idonei tasselli posti ogni 30 cm.

Vincolante ai fini della fornitura sarà l'accompagnamento dei prodotti da attestati comprovanti le caratteristiche dei materiali esenti da fibre ceramiche e classificato non pericoloso ai sensi della direttiva 97/69/CE.

### **Larghezza del materassino tale da garantire i movimenti strutturali competenti al giunto.**

Fornitura e posa certificate nella specifica situazione di solaio e/o parete secondo la vigente normativa europea.

## 23. TORRINI DI VENTILAZIONE

Sui vani ascensori saranno realizzati i torrini di ventilazione delle dimensioni necessarie in funzione della superficie dei vani corsa.

I torrini saranno realizzati in blocchi a faccia vista o intonacati e tinteggiati, dell'altezza di 1,00 m sopra il piano della copertura e dal comignolo in acciaio zincato o calcestruzzo prefabbricato.

## 24. ASCENSORI

Il dimensionamento dei vani ascensori è stato effettuato sulla base delle caratteristiche dei principali prodotti che si trovano attualmente in commercio e compatibili con quanto richiesto dal progetto. Ogni adattamento che si rendesse necessario apportare al vanocorsaper adattarloalprodottosceltodall'impresasaràacarico dell'impresastessa.

### **DOTAZIONI COMUNI A TUTTI GLI IMPIANTI ASCENSORI TIPO KONE**

#### **BOTTONIERA E SEGNALAZIONI DI CABINA**

Pannello di comando tipo KSS 420 costruito in lamiera di acciaio inox satinato Asturia e dotato di: display informativo color ambra a 7 segmenti indicante la posizione della cabina, frecce direzionali color ambra, indicatore di carico eccessivo e luce di emergenza; pulsanti tondi in acciaio inox con marcatura in smalto grigio scuro e collare trasparente bianco in policarbonato con luce di accettazione chiamata color ambra per ogni piano servito, l'apertura e la chiusura delle porte, il citofono, il campanello d'allarme e il KRM.

#### **BOTTONIERE E SEGNALAZIONI AI PIANI**

Pulsantiere di piano realizzate in acciaio inox satinato Asturia. Pulsanti di chiamata tondi in acciaio inox con marcatura in smalto grigio scuro e collare trasparente bianco in policarbonato con luce di accettazione chiamata color ambra.

Segnalazioni di piano realizzate in acciaio inox velluto con display informativo color ambra a 7 segmenti indicante la posizione della cabina e frecce direzionali color ambra a tutti i piani sopra le porte.

#### **DISPOSITIVO DI COMUNICAZIONE BIDIREZIONALE**

Il dispositivo KRM sarà in grado di collegare direttamente e in modo permanente le persone in cabina con il Centro Servizi prescelto, semplicemente premendo un pulsante dedicato posto all'interno della cabina dell'ascensore.

Il dispositivo KRM permette quindi di utilizzare sempre con tranquillità l'ascensore e di essere assistiti anche in caso di assenza di corrente essendo dotato di batteria d'emergenza.

---

## 25. OPERE STRADALI – PAVIMENTAZIONI ESTERNE

### FORMAZIONE DI MASSICCIATE STRADALI

#### Generalità

Il tipo e lo spessore dei vari strati costituenti la massicciata saranno quelli indicati nei disegni e/o stabiliti dalla D.L. in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla D.L. i materiali, la loro provenienza e le granulometrie che intende impiegare strato per strato. Su detti materiali la D.L. ordinerà prove sistematiche durante tutta la durata dei lavori. L'approvazione della D.L. circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla sua responsabilità in merito alla perfetta riuscita dei lavori.

L'Impresa dovrà garantire la costanza nel tempo delle caratteristiche complessive del rilevato, sia per quanto attiene al piano di posa, sia per quanto attiene alle caratteristiche dei materiali impiegati ed alla loro messa in opera.

La massicciata per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 95%.

Il modulo di deformazione  $M_e$  definito dalle Norme svizzere (SNV 670317) (valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>) non dovrà essere inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottimale predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva autorizzazione della D.L.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa, ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i materiali in opera, riportabili ai gruppi A-I, A-2, A-3, un costipamento a carico dinamico-sinusoidale, o un costipamento a carico statico-dinamico-sinusoidale.

---

I materiali dovranno essere messi in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della D.L., da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro; quest'ultimo punto dovrà essere rigorosamente accertato e verificato per la messa in opera di eventuali materiali alternativi A 2-4 e A 2-5.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive relative ad una qualunque delle fasi di intervento, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a tutte sue spese, i lavori di ricarica, nonché gli interventi di bonifica complessiva.

### **Strato di fondazione**

Lo strato di fondazione in tout-venant alluvionale (ghiaia in natura) sarà realizzato con materiale avente le seguenti caratteristiche:

Passante al vaglio	da 75 mm	=	100%
Passante al vaglio	da 50 mm	=	80-100%
Passante al vaglio	da 10 mm	=	30-60%
Passante al setaccio	da 2 mm	=	10% max.

La granulometria dovrà comunque essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti. L'indice plastico dovrà essere uguale o inferiore a 4. Il CBR post saturazione dovrà essere pari almeno al 50%.

### **Strato di usura**

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

• Serie crivelli e setacci UNI		Passante % totale in peso
• Crivelli	15	100
• Crivelli	10	70 - 100
• Crivelli	5	43 - 67
• Setacci	2	25 - 45
• Setacci	0,4	12 - 24
• Setacci	0,18	7 - 15
• Setacci	0,075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% e il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza citati nei paragrafi seguenti.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli; il valore della stabilità Marshall a 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1000 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa.

### **Attivanti per l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("Dopes" di adesività). Esse saranno impiegate in tutti e tre gli strati di conglomerato bituminoso costituenti la pavimentazione.

---

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3 per mille ed il 6 per mille rispetto al peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

**Base:** miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25). La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume tal quale nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 3,8% e 5,2%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

**Binder:** miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25). La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume tal quale nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

**Usura:** miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 % in peso, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44). La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume tal quale nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70dmm.

**Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).**

## PAVIMENTAZIONI IN AUTOBLOCCANTI

Pavimentazione in blocchi di calcestruzzo autobloccanti per marciapiedi spessore cm.8, posti in opera su strato di allettamento con sottostante massetto in calcestruzzo armato spessore cm. 10, nei vari formati, secondo il disegno architettonico, la necessità del Committente e dopo obbligatoria campionatura, lastre a piano sega. Compreso opere ed oneri per rilievi ed esecuzione a casellario, esecuzione in locali o ambienti di qualsiasi forma e dimensione, la stuccatura con cemento bianco, la ripresa accurata delle superfici intonacate in corrispondenza, le opportune ed idonee opere di protezione e presidio a posa ultimata e relativa rimozione alla consegna, gli sgomberi e pulizie, il carico, trasporto e smaltimento a discarica dei materiali di risulta e quant'altro occorre per dare l'opera compiuta in ogni sua parte.

### Definizioni

La posa in opera dei pavimenti, di qualsiasi tipo e/o genere, dovrà essere eseguita in modo che la superficie risultiperfettamente piana.

L'Appaltatore nella fase di posa dovrà curare in particolare:

- la planarità del sottofondo;
- la realizzazione di chiusini, di pozzetti sottostanti il pavimento realizzati su telaio metallico e finiti in superficie con il tipo di pavimentazione in cui verranno inseriti. Ove utile i chiusini saranno multipli dei moduli degli elementi costituenti la pavimentazione di riferimento.

Per quanto utile si fa riferimento alle definizioni di cui alle UNI 9065/1.

---

Prima dell'esecuzione delle pavimentazioni l'Appaltatore è tenuto ad un'accurata osservazione del prodotto, verificando lo stesso, ove utile, secondo la norma UNI 9065/3.

Nella realizzazione delle pavimentazioni l'Appaltatore dovrà provvedere a completare la fornitura e la posa con i seguenti elementi speciali e complementari:

- Lastre per applicazioni in corrispondenza di aperture circolari (griglie di caditoie e/o coperchi di pozzetti) e/o perimetralmente a confini di forma circolare: dette lastre dovranno essere opportunamente sagomate all'origine, con i raggi di curvatura adeguati, al fine di ottenere una perfetta corrispondenza con i limiti di forma circolare.
- Cordoli in pietra.
- Bordi e/o regolini:
  - levigati su faccia a vista superiore
  - spigoli finiti a bisello
  - dimensioni:  $b = 8 \div 15$  cm, spessore =  $2.5 \div 3.5$  cm,  $L = 100 \div 200$  cm
  - sguscio  $r = 60$  mm.

### **PAVIMENTAZIONI IN CLS CON SPOLVERO DI CEMENTO**

Le aree esterni di marciapiedi e camminamenti saranno completate mediante l'esecuzione di pavimentazioni in calcestruzzo armato, confezionato con cemento CEM I 32,5, inerti di adeguata granulometria con dimensioni max. di 20 mm, avente Classe Rck 25 con rapporto acqua/cemento non maggiore di 0,6, da eseguirsi in opera previa formazione delle necessarie pendenze, compresa l'esecuzione dei giunti di superficie in modo da ottenere campi con area max di 25 m<sup>2</sup> sigillati con mastice bituminoso.

Dovrà essere garantita la perfetta planarità secondo le indicazioni di progetto, l'esecuzione dello spolvero indurente superficiale con inerte quarzifero naturale o con cemento nella quantità minima di 4 kg/m<sup>2</sup> da applicare sul calcestruzzo fresco.

La pavimentazione in calcestruzzo sarà armata mediante la posa in opera di rete elettrosaldata da mm 8 con maglia cm 20x20 ed avrà uno spessore complessivo minimo pari a cm 15.

### **CORDOLI IN CLS**

Cordonate in calcestruzzo rette, curve e cordonate d'angolo, a testate quadre e spigoli arrotondati, secondo disegni e sagome prescritti dalla D.L., in elementi da 1,00 m; 2,00 m o 0,50 m a seconda se elementi retti o curvi, poste in opera su letto di calcestruzzo di 7 cm di spessore e 15 cm di larghezza oltre lo spessore della cordonata, adeguatamente rinfiancate, (calcestruzzo incluso), compreso lo scavo, il rinterro, l'eventuale formazione di bocche di lupo, la stuccatura e fugatura dei giunti con malta di cemento, il trasporto a scarica del materiale di risulta; delle sezioni di 100x10÷12x25÷26 cm. In opera incluso ogni onere necessario per dare le opere finite a regola d'arte.

Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche rispondono ai requisiti stabiliti nella Norma Europea UNI EN 1340:2004, con le seguenti precisazioni (si fa riferimento ai punti, prospetti e allegati della suddetta norma).

Caratteristica	Metodo di prova	Valore
Lunghezza	Appendice C	1.000 mm
Larghezza massima (inferiore)	Appendice C	120 mm
Larghezza minima (superiore)	Appendice C	100 mm
Altezza	Appendice C	250 mm
Altezza della parte a larghezza costante	Appendice C	100 mm
Scostamenti ammissibili delle dimensioni		
Nominali (lunghezza, larghezza e altezza)	Appendice C	± 3 mm

Scostamenti ammissibili della planarità e della rettilineità	Appendice C	$\pm 1.5$ (L=300 mm) $\pm 4.0$ (L=800 mm)
Differenze tra due misurazioni di una singola dimensione di un singolo cordolo	Appendice C	$\leq 5$ mm
Resistenza alle intemperie	Appendice E	nessuna prestazione misurata
Resistenza a flessione caratteristica	Appendice F	$\geq 3.5$ MPa
Resistenza all'abrasione	Appendice G/H	$\leq 23$ mm (Classe 3, Marcatura H)
Resistenza allo scivolamento	condizione normale	soddisfacente

I cordoli dovranno essere prodotti da un'azienda certificata UNI EN ISO 9001:2000 rispettando i requisiti della Norma Europea UNI EN 1340:2004 "Cordoli di calcestruzzo - Requisiti e metodi di prova ", sia per quanto riguarda il sistema di autocontrollo in produzione, sia per le caratteristiche del prodotto finito.

I cordoli dovranno possedere la marcatura "CE", attestando l'adempimento dei requisiti della norma EN 1340:2004.

Particolarmente, dovranno essere raggiunti i seguenti livelli minimi di qualità:

resistenza a flessione: valore minimo di 3.5 MPa, marcatura S, corrispondente alla Classe 1.resistenza all'abrasione  $\leq 23$  mm (marcatura H, corrispondente alla Classe 3).

L'adempimento di questi requisiti sarà attestato dalla relativa Dichiarazione di Conformità rilasciata dal produttore in ottemperanza a UNI EN 1340:2004, paragrafo ZA2.2.

Posa in opera

La resistenza e durevolezza della pavimentazione come insieme strutturale viene assicurata (inoltre dalla qualità del manufatto) dalla adeguata progettazione ed esecuzione di essa. Per la progettazione si consiglia di seguire per quanto possibile le raccomandazioni delle seguenti pubblicazioni disponibili, anche se specificamente predisposte per un altro tipo di manufatto come sono i masselli di calcestruzzo vibrocompresso:

Bollettino Tecnico Informativo "Masselli di Calcestruzzo per Pavimentazioni – Progettazione", edito dalla Pavitalia (Bollettino Tecnico Informativo Numero 2, Anno III, Milano, 1994).

Bollettino Tecnico Informativo "Indicazioni progettuali per il dimensionamento di una pavimentazione in masselli di calcestruzzo e raccomandazioni per la corretta posa in opera", edito dalla Pavitalia (Bollettino Tecnico Informativo Numero 1, Milano, 2001).

Criteri di accettazione delle opere

E' ammesso uno scarto massimo del 3 % per le operazioni di posa. Eventuali scarti eccedenti verranno sostituiti franco nostra sede.

Per i cordoli dovranno essere utilizzati i seguenti materiali:

1) Cordoli di contenimento/pezzi speciali in calcestruzzo vibrocompresso doppio strato marcati CE (a norma UNI EN 1340), tipologia cordolo 12/15, dimensioni 100 x (12/15) x 24 cm, finitura "base" (impasto di inerti di granulometria massima 10 mm), colore grigio, prodotti solo con inerti naturali da Azienda certificata ISO 9001 (Qualità) e ISO 14001 (Certificazione Ambientale).

2) Per il superamento delle barriere architettoniche la pavimentazione dovrà possedere un coefficiente d'attrito BCRA (D.M. 236/89)  $> 0,60$  e un valore del coefficiente USRV (UNI EN 1338/1339)  $> 45$ .

---

### Caratteristiche generali

Tipo di prodotto	CORDOLO
Norma di riferimento	UNI EN 1340 (marcatura CE obbligatoria)
Materia prime	Inerti esclusivamente naturali (sabbie e ghiaie), acqua, cemento (grigio e/o bianco) tipo II/A – 42.5 R, fluidificante, coloranti inorganici
Calcestruzzo e resistenza	Calcestruzzo vibro compresso su impianto fisso di stoccaggio, di consistenza “terraumida”. Non è richiesto R’ck

### Dati tecnici

	Finitura	Base
	Modalità di produzione	Doppio strato, superficie a vista al quarzo
Resist. a flessione (MPa=N/mmq)	Metodo USRV (pendolo)	≥ 3,6 N/mmq Soddisfacente (≥ 55)
Resistenza a slittamento/scivolamento	Metodo BCRA (per le “barriere architettoniche” si deve avere il coefficiente d’attrito $\mu > 0,40$ )	Eccellente ( $\mu \geq 0,80$ )
Durabilità (assorbimento acqua in % sul peso del pavimento)		≤ 6%
Resistenza ai Sali disgelanti (perdita di materiale dalla superficie del pavimento dopo 28 cicli di gelo/disgelo tra -20° e +20°C)		≤ 1 kg/mq
Resistenza all’abrasione (lunghezza dell’impasto lasciata, dopo 60sec, da un disco rotante con materiale abrasivo)		≤ 23 mm

### CORDOLI IN GRANITO

Nelle sistemazioni esterne vengono utilizzati cordoli in granito di sezione 25x10 cm. Essi saranno posti linearmente a margine di marciapiedi e aiuole per il confinamento. I cordoli sono monoblocchi in pietra naturale di lunghezza 100 cm con lati a vista lavorati alla punta mezzana con smusso pari a 1/10 della larghezza, le teste sono rettificata e perfettamente combacianti.

### CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE ESTERNA

L'Appaltatore, al fine di ottenere le caratteristiche prestazionali richieste dal presente articolo, dovrà rispettare tutte le indicazioni del presente art. e quelle degli articoli correlati alla realizzazione dei vari componenti le sistemazioni esterne; a tal fine dovrà predisporre le prove ed i collaudi previsti.

L'Appaltatore inoltre dovrà scegliere il Produttore dei componenti delle sistemazioni esterne in base alla capacità qualitativa dello stesso in rapporto alle prestazioni del sistema, che dovrà essere verificato per accettazione dalla DL.

Per le pavimentazioni stradali, in genere, l'Appaltatore dovrà rispettare le caratteristiche prestazionali, per quanto di competenza in tema di materiali e compattazioni di materiali terrosi, e quelle indicate nel presente articolo.

#### 26.6.1. Fruibilità

Le sistemazioni esterne di cui al precedente punto dovranno essere rispondenti alle caratteristiche prestazionali prescritte, in particolare in tema di fruibilità.

---

## 26. FOGNATURE BIANCHE

### Posa in opera Dimensioni della trincea e prescrizioni di posa

Per la larghezza B di una trincea s'intende quella misurata al livello della generatrice superiore del tubo posato, sia per una trincea a pareti parallele sia per trincea a pareti inclinate. L'altezza di riempimento H è quella misurata fra la stessa generatrice superiore del tubo ed il piano di campagna. La larghezza minima da assegnare ad una trincea è data, in metri, dalla seguente formula:  $B=D+0,40$  (D= diametro esterno del tubo).

Quando la larghezza della trincea è grande rispetto all'altezza e/o al diametro del tubo, ossia quando si verificano uno o entrambe le seguenti condizioni.  $B>H/2$   $B>10D$  la tubazione viene a trovarsi nelle condizioni dette "sotto terrapieno"; in queste condizioni essa è assoggettata ad un carico più gravoso di quello che sopporterebbe nelle condizioni in trincea. L'altezza massima del ricoprimento per tubi in trincea non deve superare i 6 m, per tubi sotto terrapieno i 4 m.

### Letto di posa e rinfiacco

Il fondo dello scavo e, più in generale, il terreno sul quale la tubazione è destinata a poggiare deve essere livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali materiali. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto. L'altezza minima del letto di posa è 0,15 m oppure  $D/10$ .

Il tubo verrà poi rinfiacco con materiali incoerenti per almeno 20 cm per lato, fino al piano diametrale e verrà ricoperto con lo stesso materiale. Per quanto riguarda il rinfiacco, in considerazione della sua importante funzione, di reazione alle sollecitazioni verticali e ripartizione dei carichi attorno al tubo, è necessario scegliere con la massima cura il materiale incoerente da impiegare effettuando il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo. Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non deve essere inferiore a:

- 150 cm per strade a traffico pesante
- 100 cm per strade a traffico leggero.

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto strato L1. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfiacco L2 giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato L3 giungerà ad una quota superiore per 20 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati L4 ed L5) sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali per collettori in campagna o con inerti previsti e specificati in progetto per collettori sotto strade, parcheggi, ecc..

Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista. Nel caso che l'estradosso superiore della tubazione si trovi ad una distanza inferiore a 100 cm dal piano della strada finita l'allettamento della tubazione dello spessore di

cm 15, il rinfiacco di 20 cm e il ricoprimento di 20 cm verranno eseguiti con calcestruzzo R'ck 250 kg/cmq. Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

### Collaudo

Il collaudo di una tubazione di PVC per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione. Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con

acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle; o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

#### Caratteristiche fisico-meccaniche dei tubi

Peso specifico	1,4 – 1,5 kg/dm <sup>3</sup>
Assorbimento acqua	0,10 mg/cm <sup>2</sup>
Infiammabilità	Autoestinguente
Carico di rottura	470-550 mg/cm <sup>2</sup>
Allungamento allo snervamento a trazione	< 10%
Modulo elastico a trazione	25.000-30.000 mg/cm <sup>2</sup>
Resistenza alla compressione	800 mg/cm <sup>2</sup>
Resistenza alla flessione	800-850 mg/cm <sup>2</sup>
Durezza Rockwell	R 100-120
Coefficiente di dilatazione lineare	6 x 10 <sup>-5</sup> /°C
Temperatura di rammollimento Vicat	> 80°C
Conducibilità termica	0,13 kcal/mh °C
Rigidità dielettrica	25.00 V/mm

#### Trasporto

Nel trasporto, bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione, se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

É buona norma, nel caricare i mezzi di trasporto, procedere ad adagiare prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri. Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, è buona norma che i tubi non sporgano più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno. Ciò potrebbe infatti provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

#### Carico e scarico

Queste operazioni, come del resto deve avvenire per tutti i materiali, devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura. Se non si seguono queste raccomandazioni è possibile, specialmente alle basse temperature della stagione invernale, provocare rotture o fessurazioni.

---

### **Accatastamento**

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piene prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti.

In questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazione ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a m 1,50 (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opache però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno eseguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro. Ciò infatti provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.), devono essere effettuate con maggior cautela.

### **Tipi di giunzione**

I tubi ed i raccordi di PVC possono essere uniti tra loro mediante sistemi:

- di tipo rigido:
  - con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso da incollare;
  - con manicotti a doppio bicchiere;
- di tipo elastico:
  - con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso, a tenuta mediante guarnizione elastomerica;
  - con manicotti a doppio bicchiere a tenuta mediante guarnizione elastomerica.

I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista o la Direzione Lavori riterrà opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione a intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

I manicotti saranno preferibilmente di PVC rigido. Essi possono avere, o non, un arresto anulare interno nella parte centrale.

L'assenza di tale dispositivo consente l'inserimento nella canalizzazione di nuove derivazione e l'esecuzione di eventuali riparazioni.

### **Giunzioni di tipo rigido**

Si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- eliminare le bave nella zona di giunzione;
- eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;
- completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente, stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
- asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;

- attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- effettuare le prove di collaudo solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

### **Giunzioni di tipo elastico**

Si osserveranno le seguenti indicazioni:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- segnare, sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
- prove di collaudo possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

La Direzione Lavori potrà far effettuare prove a carico dell'Impresa Appaltatrice per l'accettazione del materiale per analizzarne la qualità e la rispondenza alle normative suddette nella misura del 2% dell'intera fornitura secondo le modalità previste dalle norme UNI.

### **TUBI IN POLIETILENE**

I tubi in polietilene sono ad alta densità (PEAD), opportunamente stabilizzato, normalmente con nero fumo, per resistere all'invecchiamento all'esterno e dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni delle norme di unificazione e precisamente UNI 7611 UNI 7612 per convogliamento dei fluidi in pressione, UNI 7613 per convogliamento di acque di scarico civili ed industriali. I polimeri di cui sopra hanno le seguenti caratteristiche generali (valori medi a 20°C):

- massa volumica 0,945-0,965 g/cm<sup>3</sup>;
- carico unitario a snervamento circa 240 kg f/cm<sup>2</sup> (24 MPa);
- allungamento a snervamento ≤ 20%;
- allungamento a rottura ≥ 500%;
- modulo di elasticità = 9.000 kg f/cm<sup>2</sup> (900 MPa);
- resistenza elettrica superficiale = 10<sup>15</sup> ohm;
- indice di fluidità (190°C - 2,16 kg f) ≤ 1/g 10 min;
- conduttività termica = 0,47 Kcal (m h °C) [0,56 W/M K]
- coefficiente di dilatazione termica lineare = 200 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>;
- nerofumo quantità non minore 2%;
- massa volumica 1,5-2 g/cm<sup>3</sup>;
- misura media delle particelle 0,010 - 0,025 mm.

Le tubazioni da impiegare per la costruzione della condotta dovranno essere realizzati mediante estrusione. I tubi di cui alla presenti norme sono destinati ad essere giuntati gli uni agli altri per saldatura testa a testa nel bicchiere, con raccordi elettrosaldabili o per mezzo di raccordi meccanici, la scelta del tipo di saldatura e le conseguenti modalità dovranno essere avallate dalla Direzione Lavori.

La designazione dei tubi deve comprendere: la denominazione, il riferimento delle presenti norme, l'indicazione del tipo, l'indicazione del materiale, il valore del diametro esterno, l'indicazione della pressione nominale.

La marcatura dei tubi deve essere indelebile. Inoltre deve comprendere: l'indicazione del materiale, l'indicazione del tipo, il valore del diametro esterno, l'indicazione della pressione nominale, il nome del produttore e/o il marchio di fabbrica, l'indicazione in opportuno codice dello specifico tipo di componente impiegato (nell'attesa di un codice

---

internazionale, quello adottato in Italia è depositato presso l'Istituto Italiano dei Plastici), l'indicazione del periodo di produzione mese e anno.

### **Tubazioni UNI 7613 per convogliamento di acque di scarico civili ed industriali specifiche**

I tubi, i raccordi ed i pezzi speciali dovranno essere idonei al convogliamento ed al trasporto interrato di liquami e di scarichi industriali, come indicato dalle norme UNI 7613 (ultima edizione) che si intendono qui integralmente trascritte ed in ogni caso aventi caratteristiche rispondenti ai requisiti di cui al prospetto III delle menzionate norme. Dovranno inoltre essere conformi e rispondenti a quanto previsto dal DM 12.12.1985.

#### **Dimensionamento e pressioni di esercizio**

I valori dei «de» (diametri esterni) dei tubi e dei pezzi speciali e gli spessori in funzione delle pressioni di esercizio dovranno essere conformi al prospetto II delle già citate norme UNI 76c. Le tubazioni dovranno essere idonee a sopportare una pressione costante e continua secondo la serie di appartenenza a 20°C per 50 anni.

#### **Tubi**

I tubi da impiegare per la realizzazione delle condotte dovranno essere realizzati mediante estrusione.

#### **Scelta del diametro della tubazione**

La scelta dei diametri esterni delle tubazioni (de) dovrà essere conforme ai diametri di progetto.

#### **Raccordi e pezzi speciali in polietilene**

I raccordi ed i pezzi speciali in polietilene dovranno avere le stesse caratteristiche dei tubi ed essere prodotti mediante stampaggio per iniezione.

Qualora questi, in relazione al diametro, allo spessore o ad altro elemento geometrico (figura) non venissero realizzati con la tecnica di cui sopra, potranno essere utilizzati raccordi e pezzi speciali in genere ricavati direttamente da tubi, mediante opportuni tagli, sagomatura ed operazioni a caldo (piegatura, saldatura di testa e/o con apporto di materiale, ecc.).

La termoformatura di raccordi e pezzi speciali in polietilene quando necessaria, dovrà essere sempre eseguita da personale specializzato, con idonea attrezzatura.

#### **Raccordi e pezzi speciali di altri materiali**

Nel caso di raccordo del tubo in polietilene con tubazioni di materiale diverso (gres, cemento amianto, ghisa, PVC, ecc.) dovranno essere usati speciali collari d'unione all'uopo costruiti e reperibili sul mercato.

Quando ciò non è possibile, i collegamenti dovranno essere eseguiti tramite pozzetto d'ispezione.

#### **Scavo e letto di posa**

Lo scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto dovrà essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento (che potrebbe comportare l'allargamento della trincea e danni alla tubazione eventualmente già posata).

Le radici di alberi che eventualmente attraversassero la trincea nella zona interessata dalla posa della tubazione dovranno essere accuratamente eliminate almeno nell'immediato interno della stessa.

Il materiale di scavo dovrà essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente a consentire il passaggio del personale addetto ai lavori e lo sfilamento dei tubi e per evitare il pericolo che qualche pietra, cadendo, possa danneggiare la tubazione già posata.

La larghezza B della trincea dovrà essere misurata al livello della generatrice inferiore del tubo posato sia per scavo a pareti verticali che per scavo a pareti inclinate. L'altezza del riempimento - h - dovrà essere misurata tra la generatrice superiore della tubazione posata ed il piano di campagna. La larghezza minima da assegnare ad una trincea sarà determinata dal valore del diametro D della tubazione, aumentato di 20 cm da ciascun lato della tubazione stessa.

$$b = D + 40 \text{ cm}$$

In ogni caso la profondità minima dello scavo non potrà mai essere inferiore a:  $H = \text{cm}$

$$(10 + 1/10 D) + D + h$$

---

Il fondo della trincea dovrà essere livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si dovrà sovrapporre un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio della tubazione perfettamente piana e garantire che assicuri l'appoggio e la ripartizione uniforme dei carichi lungo l'intera tubazione. Occorrerà procedere ad un accurato livellamento del letto al di sotto della tubazione e ad un rinfianco ben costipato. La natura del fondo della trincea, o più in generale del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, dovrà avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei collinosi o di montagna, occorrerà garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Se si avesse motivo di temere l'instabilità del terreno e del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisognerà consolidare opportunamente il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura), disponendo tutto intorno a detti tubi uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato.

Occorrerà cioè assicurare che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di reinterro a causa della falda acquifera.

### **Posa in opera della condotta**

Per la posa in opera della condotta si rimanda, per quanto non specificato nel presente Capitolato, alle «Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di polietilene AD nelle costruzioni di fognature interrato» edito dall'Istituto Italiano dei Plastici - pubblicazione n° 11 ottobre 1978.

In particolare i tubi dovranno essere collocati sia altimetricamente che planimetricamente nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo disposizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

I giunti delle condotte potranno essere realizzati fuori dallo scavo, quando le condizioni del terreno, dello scavo stesso e degli attraversamenti lo consentono, entro gli scavi quando questo non è possibile.

In ogni caso le singole barre, o tratti di condotta realizzati fuori scavo verranno calati nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa pulitura del fondo.

I tubi verranno allineati approssimativamente tanto in senso planimetrico che altimetrico, ricalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito si fisserà la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi contropendenze rispetto al piano di posa.

Dopodiché i tubi verranno fissati definitivamente in tale posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea con terreno vagliato o sabbia.

### **Giunzioni**

I sistemi di giunzione tubo/tubo e tubo/raccordo di polietilene sono i seguenti:

- giunzione con manicotto elettrico;
- giunzione per saldatura testa-testa;
- giunzione per flangiatura.

#### **Giunzione per saldatura**

Essa deve sempre essere eseguita:

- da personale qualificato;
- con idonee apparecchiature tali da garantire le minime possibilità di errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

### **Riempimento dello scavo**

Il riempimento dello scavo, almeno per i primo 50 cm sopra il tubo dovrà essere eseguito su tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Il riempimento dovrà essere eseguito nelle ore meno calde della giornata. Si dovrà procedere a zona 20-30 mt cadauna, avanzando in una sola direzione, possibilmente in salita.

Si dovrà lavorare su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sopra il tubo nella prima zona, fino a 15-20 cm sul tubo nella seconda zona e la posa della sabbia attorno al tubo nella

---

terza e più avanzata zona. Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura costante. Una delle estremità della condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi.

### **Materiale da usarsi per il riempimento dello scavo**

Oltre al riempimento del letto di posa e del rinfiango della tubazione, si dovrà provvedere a ricoprire la stessa per almeno 10 cm di sabbia fine.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano di campagna potrà essere effettuato con lo stesso materiale di scavo (sempre che non si tratti di torbe, fanghi, materie organiche, argille o limo) evitando di interrare trovanti superiori a 100 mm e residui animali o vegetali, salvo diversa specifica di progetto.

L'altezza minima di riempimento dovrà essere:

- per tubazioni poste sotto superficie di traffico fino a 12 t
  - $h = m 1,0$  per diametri fino a 600 mm
  - $h = m 1,5$  per diametri oltre 600 mm
- per tubazioni poste sotto superficie di traffico oltre a 12 t vedere Capitolato Speciale del Ministero Lavori Pubblici.

In ogni caso l'altezza massima di ricoprimento sulla generatrice del tubo non potrà essere superiore a:

- $h = m 6,0$  se lo scavo ha larghezza non superiore  $D + 0,5$  m
- $h = m 4,0$  se lo scavo ha larghezza non superiore  $D + 1$  m

Le condizioni di posa di cui al presente articolo, nonché la serie e lo spessore dei tubi previsti nei precedenti articoli, sono state scelte in previsione di terreni caratterizzati da un peso specifico di 2,1 t/mc e da un angolo di attrito di 22,5° che comportano sulle tubazioni notevoli sollecitazioni, ma ovviamente comprese nei limiti di sicurezza del materiale.

### **Condizioni particolari di posa**

Quando le condizioni di posa non corrispondono a quelle che sono state previste per i tubi della classe base, dovranno essere usate previa verifica statica, tubi di spessore diverso.

Nel corso dei lavori, nel caso si verificassero condizioni più gravose di quelle previste dalle presenti norme e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza, per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si dovrà procedere ad opere di protezione della canalizzazione, tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

In caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, ad esempio, si dovranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa fino alla quota della generatrice superiore del tubo, dei muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

Così, in caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la canalizzazione, questa dovrà essere protetta con una guaina di caratteristiche idonee, da determinarsi di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di reinterro minore dei valori minimi innanzi citati, si dovranno utilizzare tubi di spessore maggiore oppure far assorbire i carichi verticali da manufatti di protezione.

Se le condizioni di carico e di posa dovessero risultare più gravose di quelle previste al precedente articolo, l'Impresa Appaltatrice dovrà procedere a calcoli di verifica assumendo il carico di sicurezza a trazione di 5,0 N/mm<sup>2</sup>.

Se in seguito a questa verifica gli spessori di tubi previsti risultassero insufficienti, si dovranno impiegare tubi aventi spessori almeno pari a quelli derivanti dal calcolo e facilmente reperibili sul mercato fra la serie di tubi a pressione (norma UNI 7611).

---

### **Pozzetti d'ispezione**

I pozzetti d'ispezione dovranno essere posizionati ove risulta dai grafici di progetto. Questi potranno essere realizzati in mattoni intonacati o in calcestruzzo sia prefabbricati, sia gettato in opera, secondo le indicazioni di progetto. Potranno essere usati anche pozzetti d'ispezione realizzati in polietilene o PVC, sentito il parere della Direzione Lavori.

Nel caso si dovessero usare anche pozzetti d'ispezione in polietilene, essi dovranno essere uniti alla tubazione con i sistemi già visti per le giunzioni dei tubi - pezzi speciali. Ultimato il collegamento dei pozzetti alla tubazione, si dovranno rivestire esternamente i pozzetti con struttura cementizia.

La base d'appoggio dovrà essere prevista in calcestruzzo e dovrà essere opportunamente calcolata in funzione della natura del terreno. Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante, mentre il polietilene o il PVC rappresenteranno il rivestimento interno.

I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) dovranno essere bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti.

### **Installazione su opere d'arte**

Nel caso di attraversamento di corsi d'acqua, dislivelli e simili possono essere utilizzate le opere d'arte esistenti. La condotta può essere interrata nella sede di transito, oppure aggraffata all'esterno. Nel caso di installazione con aggraffaggio all'esterno devono essere adottate le precauzioni di cui al precedente punto.

### **Prove di tenuta e collaudi**

I collaudi comprendono tutte le operazioni che hanno lo scopo di accertare la corretta realizzazione dell'impianto sia in corso d'opera, sia ad impianto realizzato.

#### **Prove di tenuta a pressione**

Le condotte posate devono essere sottoposte alla prova di pressione, per constatare la corretta esecuzione delle giunzioni. In relazione all'estensione della rete ed ai diametri costituenti la stessa, la prova può essere eseguita per tronchi o per l'intera estensione. I tronchi possono essere interrati, ad eccezione delle testate degli stessi, che devono essere lasciate scoperte per i controlli dell'andamento della prova. La prova deve essere eseguita di preferenza idraulicamente e consiste nel sottoporre la condotta ad una pressione pari al almeno 1,5 volte la pressione massima di esercizio. La pressione massima di prova non deve superare la pressione di prova idraulica in officina per i tubi ed i raccordi e le pressioni di collaudo ammesse per gli accessori inseriti nel circuito. La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc. Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo dello loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria. Riempita la tratta nel modo sopra descritto, la si metterà in pressione a mezzo di una pompa salendo gradualmente di un kgf/cm<sup>2</sup> al minuto primo fino a raggiungere la pressione di prova. Questa verrà mantenuta per il tempo necessario a consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

La prova è considerata favorevole se ad avvenuta stabilizzazione delle condizioni di prova, la pressione si sarà mantenuta costante per un minimo di 4 ore.

La prova può essere eseguita anche fuori opera.

#### **Collaudo**

L'operazione di collaudo ha lo scopo di verificare l'esatta esecuzione di tutte le opere eseguite. Tale operazione non può essere sostituita dalle precedenti prove di tenuta a pressione.

---

Nel caso la rete sia costituita da più tronchi dovrà essere effettuato, oltre al collaudo per tronchi, un collaudo finale sull'intero impianto.

Qualora, per motivi tecnici, ciò non fosse possibile, dovrà essere eseguito, con modalità da stabilire in accordo con la Direzione Lavori, il collaudo dei punti di collegamento tra i vari tronchi.

Il collaudo finale sarà eseguito con modalità e pressioni prescritte per le prove di tenuta. Esso sarà considerato favorevole se, dopo le stabilizzazioni delle condizioni di prova già viste per le prove di tenuta, la pressione si sarà mantenuta costante, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura per almeno 24 ore.

Per ogni operazione di collaudo dovrà essere redatto apposito verbale, cui deve essere allegato il diagramma di tipo circolare con la registrazione grafica della prova.

Sia il diagramma che il verbale, insieme ad altri eventuali allegati, dovranno essere firmati dal Direttore dei Lavori, dall'Impresa esecutrice dei lavori e da un rappresentante della Committente.

### **Osservanza della normativa**

L'osservanza di quanto prescritto dal DM 12.12.1985 per quanto specificatamente concerne il carico e lo scarico dei tubi, nonché il loro trasporto, accatastamento, sfilamento e per l'immagazzinamento dei giunti, dei pezzi speciali e degli accessori è tassativa e non potranno in alcun caso essere concesse deroghe di sorta.

Tassativa dovrà anche essere l'osservanza delle norme UNI 76c. Le «Raccomandazioni» dell'Istituto Italiano dei Plastici sono da intendersi come norme corrette per la buona esecuzione dei lavori e dovranno pertanto essere osservate, salvo deroga motivata e prescritta dalla Direzione Lavori.

### **Norme di accettazione dei tubi e pezzi speciali**

Il Committente e/o per questo la Direzione Lavori accetteranno i materiali proposti dall'Impresa aggiudicataria dei lavori esclusivamente per iscritto, dopo aver provveduto ad accertarne la loro idoneità a realizzare l'impianto previsto in progetto.

L'impresa, prima di far giungere il materiale in cantiere, dovrà presentare una campionatura dei tubi e dei pezzi speciali che intende porre in opera, nonché idonea documentazione tecnica, dalla quale risulti la rispondenza dei materiali proposti alle normative vigenti ed alle prescrizioni del presente Capitolato.

I tubi ed i pezzi speciali dovranno essere realizzati secondo le norme UNI attualmente in vigore e dovranno avere ottenuto tale riconoscimento esclusivamente mediante il marchio IIP (Istituto Italiano dei Plastici.). L'Impresa, solo dopo aver ottenuto per iscritto l'autorizzazione alla fornitura, potrà far giungere i materiali in cantiere.

Tutti i tubi, giunti, manicotti elettrici e pezzi speciali dovranno pervenire in cantiere con le marcature previste dalle norme sopra descritte, ed in particolare dovranno risultare: il nome del fabbricante o del prodotto, la serie di appartenenza, la pressione nominale, il diametro esterno, il mese o la settimana e l'anno di fabbricazione, nonché il polimero usato.

Le singole partite della fornitura dovranno essere accompagnate da certificazione della ditta costruttrice dei tubi, pezzi speciali, ecc., ai sensi del D.M. 12.12.1985, attestante che per i materiali oggetto della fornitura sono state eseguite le prove previste dalla vigente normativa UNI. Dalla certificazione in particolare dovranno risultare gli esiti ottenuti per le seguenti prove:

- densità;
- dimensioni (diametro esterno, spessore);
- resistenza alla pressione interna a 20°C e 80°C;
- quantità di nerofumo.

In ogni caso il Committente e/o la Direzione Lavori si riservano, durante tutto il corso dei lavori, la facoltà di effettuare controlli negli stabilimenti di produzione sulla rispondenza alle normative vigenti, alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed ai termini contrattuali, di eseguire o far eseguire da Istituti specializzati di loro fiducia, analisi e controlli dei materiali proposti o di quelli già eventualmente forniti su campioni scelti nella misura del 2% dell'intera fornitura, ad onere dell'Impresa Appaltatrice.

---

## **POZZETTI PREFABBRICATI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI**

### **Prescrizioni costruttive**

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia conforme alle prescrizioni dettate dalle norme applicabili all'uso. A seconda delle indicazioni del progetto, potranno essere prescritti – e realizzati mediante associazione dei pezzi idonei

– pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La luce netta dei vari elementi sarà di 450 mm; quella del tubo di scarico di 150 mm. I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. Essi dovranno essere confezionati come segue:

- sabbia e ghiaietto fino a mm 101 1.000
- cemento kg 450
- acqua l 110
- prodotto impermeabilizzante nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori. Gli eventuali cestelli per la raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato o ghisa, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede. Nel caso sia prevista l'installazione dei cestelli per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

### **DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI CORONAMENTO**

Il presente articolo si applica ai dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione ed ai dispositivi di coronamento dei tombini per la raccolta delle acque di scorrimento in superficie. Per tutto quanto non espressamente precisato nel presente articolo, valgono le norme europee EN 124.

#### **Classificazione**

I dispositivi di chiusura e di coronamento sono divisi nelle classi di seguito elencate, correlate al luogo di installazione:

- Classe A 15: Zone usate esclusivamente da pedoni e ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.
- Classe B 125: Marciapiedi, zone pedonali aperte solo occasionalmente al traffico veicolare e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per macchine.
- Classe C 250: interessa esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine carrabili e nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.
- Classe D 400: vie di circolazione normale, incluse le zone pedonali in cui il traffico è vietato per certi periodi.
- Classe E 600: vie di circolazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.
- Classe F 900: zone speciali, in particolare aeroportuali.

#### **Materiali**

##### **Prescrizioni generali**

Per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;

- calcestruzzo armato (escluso calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata un'adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito in base alle prescrizioni della Stazione appaltante.

Per la fabbricazione delle griglie, che permettono la raccolta delle acque di scorrimento, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio.

Di norma il riempimento dei coperchi dovrà essere realizzato in calcestruzzo e, solo previo consenso della Direzione dei Lavori, in altro materiale adeguato.

### **Fabbricazione, qualità e prove**

La fabbricazione, la qualità e le prove dei materiali sotto elencati devono essere conformi alle norme ISO e alle seguenti Euronorme:

- Ghisa a grafite lamellare - ISO/R 185 - Classificazione della ghisa grigia.
- Ghisa a grafite sferoidale - ISO 1083 - Ghisa a grafite sferoidale o grafite nodulare.
- Getti di acciaio - ISO 3755 - Getti di acciaio per costruzione meccanica d'uso generale.
- Acciaio laminato - ISO 630 - Acciai di costruzione metallica.
- Acciai delle armature - Euronorm 80 - Acciai per armature passive del calcestruzzo, prescrizioni di qualità; Euronorm 81 - Fondi per cemento armato lisci laminati a caldo; dimensioni, masse, tolleranze; Euronorm 82-1 - Acciaio per cemento armato con aderenza migliorata; dimensioni, masse, tolleranze, prescrizioni generali.

Il calcestruzzo utilizzato per l'eventuale riempimento dei coperchi dovrà avere la seguente composizione:

- Cemento Portland (CPA 45 o 55) = 400 kg/m<sup>3</sup>
- Sabbia di fiume 0,3/5 mm = 700 kg/m<sup>3</sup>
- Ghiaia silicea 6/15 mm = 1120 kg/m<sup>3</sup>
- Il calcestruzzo finale dovrà avere una densità superiore a 2,4.

La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo dopo 28 d deve essere non meno di:

- 45 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cubica con 150 mm di spigolo,
- oppure
- 40 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Il rivestimento in calcestruzzo dell'armatura deve avere uno spessore di almeno 20 mm sulle parti superiori ed inferiori del coperchio, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lamiera d'acciaio.

### **Caratteristiche costruttive**

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso. Quando un metallo viene usato in abbinamento con calcestruzzo o con altro materiale, deve essere ottenuta tra loro un'aderenza soddisfacente.

### **Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura**

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura siano previsti con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione deve essere conforme ai valori della tabella 15.

Tabella 15 - Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

Dimensione di passaggio	Superficie minima d'aerazione
-------------------------	-------------------------------

δ 600 mm	5% della superficie del cerchio che ha per diametro la
	dimensione di passaggio
> 600 mm	140 cm <sup>2</sup>

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere le seguenti dimensioni:

a) scanalature:

lunghezza fino a 170 mm

larghezza maggiore di 18 mm fino a 25 mm per le classi A 15 e B 125 maggiore

di 18 mm fino a 32 mm per le classi da C 250 a F 900;

b) fori: diametro da 30 mm a 38 mm.

Sotto i dispositivi di chiusura muniti di aperture di ventilazione, potrà essere richiesta l'installazione di un elemento mobile pulitore destinato a trattenere i frammenti penetrati dalle aperture.

### Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 600 mm, per consentire il libero passaggio di persone attrezzate con un apparecchio di respirazione.

### Profondità d'incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, che hanno una dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm. Questa prescrizione non si applica ai dispositivi il cui coperchio o griglia è fissato nella posizione corretta, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico.

### Sedi

La superficie sulla quale appoggiano i coperchi e le griglie nel loro quadro deve essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti, garantendo così la stabilità e la non emissione di rumore. A tal fine, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'adozione di speciali supporti elastici.

### Protezione degli spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti mediante una guarnizione in ghisa o in acciaio con lo spessore indicato nella tabella 16.

Tabella 16 - Spessore della protezione in ghisa o acciaio degli spigoli e delle superfici di contatto

Classe	Spessore minimo (mm)
A 15	2
B 125	3
C 250	5
D 400	6

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi E 600 e F 900 deve essere conforme alle indicazioni specifiche di progetto.

### Dimensioni delle sbarre

Nelle griglie delle classi A15 e B125, le sbarre devono avere le dimensioni indicate nella tabella 17.

Tabella 17 - Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi A 15 e B 125

Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
da 8 a 18	non limitata
18 a 25	170

Nelle griglie delle classi da C 250 a F 900 le dimensioni delle sbarre sono fissate dalla tabella 18 in relazione all'orientamento dell'asse longitudinale di queste aperture rispetto alla direzione del traffico.

Tabella 18 - Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi da C 250 a F 900

	Orientamento rispetto alla direzione del traffico	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
n. 1	da 0° a 45° e da >135° a 180°	δ 32	δ 170
n. 2	da 45° a 135°	da 20 a 42*	non limitata

\* Classe C 250: da 16 a 42

### Cestelli

Nel caso di utilizzazione di cestelli, quando il cestello è riempito devono essere assicurati il passaggio delle acque e l'aerazione.

### Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie delle classi da D 400 a F 900 deve essere piana. Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono avere una conformazione che renda queste superfici non sdrucciolevoli e libere da acque di scorrimento.

### Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Deve essere previsto un dispositivo per assicurare lo sbloccaggio effettivo dei coperchi prima della loro rimozione e la sicurezza durante la rimozione.

### Marcatura

Tutti i coperchi, le griglie ed i quadri devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (peresempio D 400 - E 600);
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- l'indicazione della Stazione appaltante;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Le marcature devono essere visibili anche dopo l'installazione dei dispositivi.

### Prove di resistenza

Le prove di seguito descritte devono essere realizzate, sui dispositivi di chiusura o di coronamento presentati sotto forma d'insiemi e nel loro stato d'utilizzazione. Gli insiemi destinati alle prove devono essere preventivamente sottoposti a un controllo di conformità alle prescrizioni dei precedenti punti.

### Forza di controllo

Ciascuna delle classi dei dispositivi di chiusura e di coronamento deve essere sottoposta alla forza di controllo indicata nella tabella 19.

Tabella 19 - Forza di controllo dei dispositivi di chiusura e di coronamento

Classi	Forza di controllo (kN)
A 15	15
B 125	125
C 250	250
D 400	400
E 600	600
F 900	900

### Apparecchiatura di prova

L'apparecchiatura di prova, costituita da una pressa idraulica e da punzoni, deve avere le caratteristiche ed essere messa in opera secondo le modalità descritte dalla Norma Europea EN 124.

## Procedimenti di prova e resistenza

Tutti i dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere sottoposti alle seguenti prove:

misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione dei due terzi della forza di controllo.

### Applicazione della forza di controllo.

#### Misura della freccia residua

La velocità di incremento del carico deve essere compresa fra 1 e 3 kN al secondo e applicata uniformemente fino ai due terzi della forza di controllo; la forza così applicata sull'insieme viene successivamente eliminata; questa operazione deve essere ripetuta 5 volte. Al termine deve essere misurata la freccia residua; essa corrisponde alla differenza dei valori misurati prima del primo e dopo il quinto incremento di carico; la freccia non deve superare i valori indicati nella tabella 20.

Tabella 20 - Freccia residua ammissibile nel coperchio e nella griglia dei dispositivi di chiusura e di coronamento

Classe	Freccia residua ammissibile (mm)
A 15 e B 125	
da C 250 a F 900	1/5 della dimensione di passaggio

Sui dispositivi in calcestruzzo, dopo l'esecuzione di questa prova, non devono apparire nel calcestruzzo armato fessurazioni superiori a 0,2 mm di larghezza.

#### Applicazione della forza di controllo

Al termine della prova descritta al punto 5.3.1, si effettua un incremento di carico ad una velocità uniforme compresa tra 1 e 3 kN/s senza interruzione fino a quando viene raggiunta la forza di controllo. Nessuna fessurazione deve apparire, durante la prova, sui dispositivi composti da ghisa ed acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo. Per quelli realizzati in calcestruzzo armato, l'applicazione della forza di controllo non deve dar luogo a perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature di acciaio.

## COLLAUDO DELLE TUBAZIONI

### Prove sulla canalizzazione a gravità

#### Prova di impermeabilità

A richiesta della Direzione dei Lavori, prima del reinterro, dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità secondo le modalità di seguito indicate.

#### Prova di impermeabilità delle giunzioni

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di un tratto di canalizzazione, questo sarà normalmente sottoposto ad un carico idraulico di 0,5 atmosfere.

Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare i due tubi estremi del tratto da esaminare. La tubazione verrà quindi riempita d'acqua avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, adottando se necessario idonei congegni di sicurezza e lasciando in ogni caso libere le giunzioni in modo da poter individuare con facilità eventuali punti permeabili.

L'acqua sarà quindi sottoposta per 15 minuti prima alla pressione di prova, che potrà essere controllata con un manometro o un piezometro. Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce, si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costantemente il valore iniziale; se tuttavia si notano punti permeabili, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti e in seguito ripetuta per altri 15 minuti.

#### Prova di impermeabilità della canalizzazione.

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione questa sarà preparata come previsto al precedente paragrafo, con la sola variante che, prima di dare inizio alla prova, i tubi dovranno essere saturi d'acqua.

---

A tale scopo, quando i tubi siano in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita di acqua 24 ore prima della prova mentre se sono in gres o pvc, dovranno essere sottoposti alla pressione di 0,5 atm. 1 ora prima della prova.

Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti primi, ma la pressione dovrà essere in ogni caso di 0,5 atm. e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter misurare la quantità d'acqua aggiunta.

La condotta si ritiene favorevolmente collaudata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

La Direzione Lavori potrà avvalersi nel caso che lo ritenga opportuno, delle disposizioni riportate nella Legge n 319 del 19-5-1976 allegato supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n 48 del 21-2-1977, nel D.M. 12.12.1985.

### **Prove sulla canalizzazione a pressione**

La prova di collaudo si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi sarà effettuata a tratte non maggiori di 500 m di lunghezza.

Come prima operazione di dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: cioè per consentire il controllo delle loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc, onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria. Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa salendo gradualmente di un kgf/cmq al minuto primo sino a raggiungere 1,5 volte la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ogni tratto di condotta verrà provato due volte, la prima a scavo aperto, la seconda dopo la ultimazione di tutta la rete.

Per le tubazioni in acciaio, di ghisa sferoidale ad una pressione 1,5 volte superiore alla pressione nominale. Si dovrà mantenere in pressione il tronco per almeno 24 ore e nessuna perdita dovrà riscontrarsi in corrispondenza delle saldature e delle giunzioni. Qualora si dovessero invece verificare delle perdite, le saldature e i giunti relativi dovranno essere contrassegnati e, dopo lo svuotamento della tubazione, riparati o rifatti.

Di ogni collaudo parziale dovrà essere redatto apposito verbale firmato dal Direttore dei Lavori e dal Tecnico della Ditta Appaltatrice.

Dopo tale prova, se ritenuta regolare dalla Direzione Lavori, si procederà al reinterro completo dello scavo e la pressione nel tronco in esame verrà mantenuta per ore due, alla pressione massima d'esercizio per assicurare che il reinterro non abbia provocato danni.

Qualora l'esito della prova non fosse soddisfacente si procederà alle necessarie modifiche e riparazioni, dopo di che la prova verrà ripetuta.

Per le condotte di pe a.d. la prima prova verrà condotta con le seguenti modalità:

#### **Prova a 1 ora (preliminare - indicativa)**

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20°C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 l

per ogni Km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno. Esempio:

- Sviluppo della linea = 250 m
- Diametro esterno del tubo = 180 mm
- Diametro interno del tubo = 159,6 mm
- Pressione nominale = 6 PN

- Pressione di prova =  $6 \times 1,5 = 9 \text{ bar}$

si avrà:

$$0,125 \times \frac{250}{1000} \times \frac{9}{3} \times \frac{159,6}{25} = 0,6 \text{ litri}$$

(Quantitativo massimo di acqua da ripristinare su uno sviluppo della linea di 250 m, un diametro esterno del tubo di 180 mm e una pressione nominale di 6).

### Prova a 12 ore

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore.

Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

La prova idraulica di tenuta della rete sarà eseguita dopo la posa in opera di tutte le condotte ad una pressione da concordare con la Direzione lavori per una durata di 24 ore.

Durante la prova generale di collaudo la pressione della rete sarà registrata con monografo.

Il collaudo verrà considerato favorevole se, al termine della prova, la pressione si sarà mantenuta costante, a meno delle variazioni causate da sbalzi termici.

Del risultato della prova verrà redatto in apposito verbale di collaudo sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal tecnico della ditta appaltatrice.

In mancanza di verbale di collaudo generale la rete non potrà essere messa in esercizio.

### Norme UNI e modalità di prova

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Acciaio saldato e nn saldato	Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione	UNI 6363/84 Par. 9.7.1	
	Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione	UNI 6363/84 tubi saldati par. 9.7.5/6 tubi senza saldatura par. 9.7.7	
Ghisa grigia	Prova per pressione interna	UNI 5336/69 par. 11.1	
	Prova di flessione su anello o comportamento a flessione	UNI 5336/69 par. 11.2.2 par. 11.2.3	
Ghisa a grafite sferoidale	Prova per pressione interna	UNI ISO 2531/81 par. 16.2	
	Comportamento del materiale a trazione	UNI ISO 2531/81 par. 14	
PVC rigido non plastificato	Prova per pressione interna $T = 20^{\circ}\text{C}$ , $t = 1\text{h}$	UNI 7448/75 par. 3.8	UNI 7441/75 par. 7

	$T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1\text{h}$ $T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1000\text{h}$		
Polietilene ad alta densità	Prova per pressione interna	UNI 7611 par. 10	UNI 7611 par. 7
Amianto – cemento	Prova per pressione interna (scoppio)  Prova di flessione trasversale(rottura)	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 5.2 par. A5.2  UNI 4372/76, 4372A/76 par. 5.3 par. A5.3	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 2.4 par. 2.2A
Cemento armato (senza lamierino) (°°)	Prova per pressione interna; rottura $P_{r\epsilon} p + 1.5$ ( $p \delta 3 \text{ kgf/cm}^2$ ovvero $p_r \epsilon 1.5 p^*$ ( $p^* > 3 \text{ kgf/cm}^2$ ) Prova di flessione trasversale (fessurazione e rottura): fessurazione $N_{r65} D \text{ kgf/m}$ , rottura $N_r \epsilon 97.5 D \text{ kgf/m}$ ( $D$ diametro interno, cm)		
Cemento precompresso (senza lamierino) (°°)	Prova per pressione interna, fessurazione: $p_{fr} \epsilon 1.25 p^*$ ( $p_{fr}$ pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite)		$P_h/p_r \delta 0.80$

(°) Per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze:

1 Newton = 1 kgf/9.81

1 Pascal = 1 Newton / m<sup>2</sup>

(°°) p\* rappresenta il maggiore dei due valori espressi da p<sub>n</sub> pressione nominale (punto 2.1.4) e da p<sub>c</sub> = pressione dicollando in campo (par. 4.1).

Le norme richiamate devono intendersi riferite all'anno indicato ed ai successivi aggiornamenti.

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
PVC ridido non plastificato	Prova per pressione interna $T = 20^{\circ}\text{C}, t = 1\text{h}$ $T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1\text{h}$ $T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1000\text{h}$	UNI 7447/75 par. 9 UNI 7441/75 par. 10	
Polietilene ad alta densità (AD)	Prova per pressione interna $T = 20^{\circ}\text{C}, t = 1\text{h}$  $T = 80^{\circ}\text{C}, t = 170\text{h}$	UNI 7613 par. 9	
Amianto – cemento	Prova di flessione trasversale(rottura)	UNI 5341/76 par. 4.2 UNI A5341/76 par. 4.2	

Gres	Prova di flessione trasversale:rottura $Nr \in 3500 \ 2500 \ 2000$ $D \ 10 \   \ 35 \ 40 \ 50 \   \ 80$ $N\epsilon \ 4000$ $D \ 60 \   \ 80$ (A, B due serie costruttive; Nr carico minimo rottura kgf/m; D diametro interno cm)		
------	---	--	--

(\*) Per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze:

1 Newton = 1 kgf/9.81;

1 Pascal = 1 Newton m<sup>2</sup>

Le norme richiamate devono intendersi riferite all'anno indicato e ai successivi aggiornamenti.

### LAVAGGIO E DISINFEZIONE DELLE CONDOTTE - MESSA IN ESERCIZIO

Effettuato con esito positivo il collaudo delle tubazioni, l'Impresa dovrà procedere al lavaggio e alla disinfezione delle tubazioni posate secondo le seguenti fasi:

- 1) Riempimento della condotta con acqua corrente pulita svuotamento con velocità di flusso non inferiore a 1m/s.
- 2) Riempimento della condotta con acqua contenente il disinfettante (ipoclorito di sodio o biossido di cloro) in concentrazione compresa tra 100 e 150 mg/l.
- 3) Svuotamento della condotta dopo un periodo di tempo non inferiore a 24 ore.
- 4) Nuovo riempimento e svuotamento energico di risciacquo e verifica delle caratteristiche dell'acqua.
- 5) Ripetizione delle fasi 2) 3) e 4) fino ad raggiungimento delle condizioni igieniche favorevoli.

Per le operazioni suddette è a totale carico dell'Impresa la fornitura dell'acqua e del disinfettante, nonchè l'allontanamento delle acque di scarico che dovrà avvenire senza che venga arrecato alcun danno alla fauna ittica e alle colture circostanti. La messa in esercizio delle condotte verrà effettuata mediante il graduale riempimento della rete.

Il riempimento delle condotte in pressione deve essere effettuato dal punto più basso, se praticabile, e sempre con una portata molto minore di quella prevista nell'esercizio normale.

Durante il riempimento, devono essere aperti tutti gli sfiati per consentire la completa evacuazione dell'aria.

$$Q = 0,05 \frac{\text{PI}}{4} \frac{d^3}{1000}$$

dove:

- Q = la portata di riempimento, in litri al secondo;
- d = il diametro della tubazione, in millimetri.
- PI = PI GRECO 3,1415

## 27. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### NORME GENERALI

I materiali e le opere verranno conteggiati nelle loro effettive quantità e dimensioni quando queste corrispondano alle indicazioni del progetto ed a quelle impartite dal Direttore dei Lavori.

---

Nessuna opera, già compiuta come appartenente ad una determinata categoria, potrà essere compensata come facente parte di altra.

Tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione di un'opera si ritiene compreso, salvo patto contrario, nel rispettivo prezzo contrattuale.

Nei prezzi dell'elenco si intendono pertanto comprese e compensate tutte le prestazioni e somministrazioni occorrenti dallo scarico dei materiali in cantiere fino alla loro completa e perfetta posa ed alla protezione delle opere.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

### **Trasporti**

I trasporti di terre o altro materiale sciolto verranno valutati in base al volume prima dello scavo, per le materie in cumulo prima del carico su mezzo, senza tener conto dell'aumento di volume all'atto dello scavo o del carico, oppure a peso con riferimento alla distanza. Qualora non sia diversamente precisato in contratto, sarà compreso il carico e lo scarico dei materiali ed ogni spesa per dare il mezzo di trasporto in piena efficienza.

### **Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

### **Demolizioni e rimozioni**

I prezzi per la demolizione delle murature si applicheranno al volume effettivo delle murature da demolire.

I materiali utilizzabili che, dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco.

La misurazione vuoto per pieno sarà fatta computando le superfici esterne dei vari piani con l'esclusione di aggetti, cornici e balconi e moltiplicando queste superfici per le altezze dei vari piani misurate da solaio a solaio; per l'ultimo piano demolito sarà preso come limite superiore di altezza il piano di calpestio del solaio di copertura o dell'imposta del piano di copertura del tetto.

### **Scavi**

Dal volume degli scavi non si detrairà quello delle condutture in essi contenute, delle parti non scavate per lasciare passaggi o per naturali contrafforti, quelli delle fognature e dei muri che si debbono demolire; negli scavi a traforo inseriti occasionalmente per brevi tratti in uno scavo andante non si terrà conto dei trafori e si valuterà lo scavo come se fosse stato eseguito completamente aperto per tutta la sua altezza.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore all'atto della consegna, ed all'atto della misurazione.

Non verranno valutati come scavi di sbancamento maggiori volumi di scavo effettuati dall'impresa per motivi di qualsiasi natura quando il loro tracciato non sia quello di stretta pertinenza delle opere da edificare.

---

Gli scavi di fondazione ed a sezione ristretta in genere saranno computati per un valore uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dell' applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Non verranno riconosciute maggiorazioni al volume di scavo per allargamenti della base effettuati per motivi operativi quali spazi di predisposizione dei casseri, indisponibilità nel cantiere di accessori per lo scavatore di larghezza conforme agli scavi previsti ecc.,.

### **Rinterri**

Se i rinterri sono da computarsi separatamente dagli scavi, il conteggio verrà eseguito sulla base del volume del vano interrato senza tener conto del maggior quantitativo di materiali reso necessario dal costipamento.

### **Movimenti di terra**

Salvo diversa disposizione del capitolato proprio dell'appalto, la formazione di rilevati ed il riempimento di cavi con materiali provenienti da località esterne al cantiere verranno valutati in base al volume del rilevato o del rinterro eseguito secondo le sagome ordinate e quindi senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti e far sì che i rinterri ed i rilevati assumano la sagoma prescritta al cessare degli stessi.

### **Scavi per pozzi di fondazione e di drenaggio**

La contabilizzazione dello scavo dei pozzi di fondazione e di drenaggio dovrà essere calcolata sulla base della superficie di progetto e della profondità raggiunta rispetto al piano di campagna, misurata sull'asse del pozzo. Qualora gli scavi dovessero avere un'area teorica superiore ad 80 mq. dovranno essere computati come scavi di fondazione a sezione obbligatoria.

Il prezzo dello scavo comprende ogni intervento necessario a garantire la stabilità dello scavo stesso (aggottamento, strutture temporanee di puntellamento) ed evitare danni di qualsiasi tipo e natura.

### **Vespai**

Nel prezzo previsto per i vespai è compreso ogni onere per la fornitura e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

### **Casseforme**

Tutte le casseforme non comprese nei prezzi del conglomerato cementizio dovranno essere contabilizzate secondo le superfici delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio.

### **Ponteggi**

L'onere relativo alla realizzazione dei ponteggi orizzontali e verticali è sempre compreso nei prezzi di elenco dei lavori. Per lavori da valutare in economia, la realizzazione ed il noleggio dei ponteggi verrà valutata a m\_ di effettivo sviluppo orizzontale o verticale secondo quanto previsto nelle voci di elenco.

---

## Massetti

L'esecuzione di massetti di cemento a vista o massetti di sottofondo normali o speciali verrà computata secondo i metri cubi effettivamente realizzati e misurati a lavoro eseguito.

La superficie sarà quella riferita all'effettivo perimetro delimitato da murature al rustico o parapetti. In ogni caso la misurazione della cubatura o degli spessori previsti saranno riferiti al materiale già posto in opera assestato e costipato, senza considerare quindi alcun calo naturale di volume.

## Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati in base alla superficie vista tra le pareti dell'ambiente, senza tener conto delle parti comunque incassate o sotto intonaco nonché degli sfridi per tagli od altro.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti con l'esclusione della preparazione del massetto in liscio e rasato per i pavimenti resilienti, tessili ed in legno. Nella misurazione verranno detratte interamente le zone non pavimentate se di superficie superiore a 0,50 m (lesene, pilastri, botole ecc.).

Non verranno misurate e contabilizzate le piccole porzioni di pavimentazione corrispondenti nicchie, sguinci di finestre e porte finestre, vani murari in corrispondenza di porte e varchi se la superficie inferiore a m 0,25.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

## Calcestruzzi

Tutti i calcestruzzi, siano essi per fondazioni o in elevazione, armati o no, vengono misurati a volume con metodi geometrici e secondo la corrispondente categoria, dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetranti che devono essere pagati con altri prezzi di elenco.

In ogni caso non si deducono i vani di volume minore od uguale a mc 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto. I prezzi dell'elenco prezzi si intendono sempre comprensivi delle casseforme.

Il massetto di sottofondazione deve essere contabilizzato, in ogni caso, come sporgente dai bordi perimetrali della fondazione di cm 10, anche qualora l'Appaltatore, per propria utilità, al fine di facilitare la posa in opera delle casseforme e relative sbadacchiature, ritenesse di eseguirlo con sporgenza maggiore.

Qualora, invece, perché previsto in progetto o perché specificatamente richiesto per iscritto dalla Stazione Appaltante, tale sporgenza fosse superiore, deve essere contabilizzato l'effettivo eseguito.

## Acciaio per strutture in C.A. e C.A.P.

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura, della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera ed ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori indicati.

## Solai

I solai interamente in cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera in cementoarmato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

---

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con putrelle di ferro e voltine od elementi laterizi, è compreso l'onere per ogni armatura provvisoria per il rinfiacco, nonché per ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, restando solamente escluse le travi di ferro che verranno pagate a parte.

Per ogni tipo di solaio si effettuerà la misurazione vuoto per pieno con deduzione delle aperture di luce superiore ad 1,5 mq.

Le su indicate norme di misurazione sono da intendersi estese anche alle strutture inclinate che verranno misurate per la loro effettiva superficie in sviluppo.

### **Coperture a tetto**

Le coperture a tetto saranno computate a metro quadrato effettivo escludendo da tale calcolo le aperture o altri elementi di superficie superiore ad 1 mq.

Il prezzo stabilito includerà tutti i materiali, mezzi e mano d'opera necessari per la completa esecuzione comprese le tegole, i pezzi speciali e la struttura secondaria.

Sono esclusi dalla valutazione: la struttura primaria (capriate, arcarecci, etc.), l'isolamento termico, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte.

### **Controsoffitti**

I controsoffitti si misureranno secondo le effettive superfici di applicazione, senza tenere conto dei raccordi curvi coi muri perimetrali. Nei prezzi saranno compresi e compensati tutte le armature, forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti come da capitolato.

### **Murature in genere**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 mq e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 mq, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

---

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore ai 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiori a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio anziché alla parete.

### **Murature ed opere in pietra naturale da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri manufatti da pagarsi a superficie saranno valutati in base alla somma del minimo rettangolo circoscrivibile. Per le categorie da misurarsi a sviluppo lineare, questo andrà misurato in opera secondo misure a vista.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto con le dimensioni assegnate dai tipi descritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intendono sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

### **Murature di mattoni ad una testa o in foglio**

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio saranno misurate al rustico, vuoto per pieno, deducendo le aperture di superficie uguale o superiore ad 1 mq, restando sempre compresi nel prezzo i lavori per spallette, piattabande e la fornitura e posa in opera dei controtelai per i serramenti e per le riquadrature.

### **Rivestimenti**

I rivestimenti e le eventuali decorazioni verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la preparazione dei giunti nei modi e nelle dimensioni fissate dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione dei Lavori, la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

### **Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali od artificiali**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali si applicheranno alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente, detti prezzi, comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva, chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere

---

provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto.

### **Intonaci**

Le rabbocature, i rinzaffi, le arricciature e gli intonaci di qualsiasi tipo, applicati anche in superfici limitate (ad es. in corrispondenza di spalle, sguinci, mazzette di vani di porte e finestre), o volta ed a qualsiasi altezza, saranno valutati con i prezzi di elenco.

La valutazione sarà eseguita in base alle superfici in vista effettiva, salvo quanto appresso specificato.

Gli intonaci sui muri interni ad una testa od in foglio dovranno misurarsi per la loro superficie effettiva e dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti, al vivo delle murature di qualunque dimensione essi siano; in

nessun caso saranno misurate le superfici degli sguinci, degli intradossi delle piattabande o degli archi dei vani passanti o ciechi.

Gli intonaci sui muri interni di spessore maggiore ad una testa, intonacati da una sola parte, saranno misurati vuoto per pieno, senza detrazione dei vani aperti di superficie inferiore a 2 metri quadrati, compenso delle superfici di sguinci, spalle, intradossi dei vani parapetti o simili eventualmente esistenti, sempre che gli stessi vengano intonacati.

I vani di superficie superiore a 2 metri quadrati dovranno essere detratti; saranno pertanto valutate le superfici degli sguinci, spalle, intradossi, parapetti, ecc.

Sui muri interni di spessore maggiore ad una testa, intonacati dalle due parti, in corrispondenza dei vani a tutto spessore, dovrà effettuarsi la detrazione dei vuoti dalla parte in cui il vuoto presenta la superficie minore; l'altra parte ricadrà nel caso precedente.

Per gli intonaci in corrispondenza di vani ciechi si procederà alla misurazione delle superfici effettivamente intonacate, compresi gli sguinci e gli intradossi di qualsiasi profondità; se tale profondità è inferiore a 20 cm queste saranno valutate per il doppio di quella effettiva.

I soffitti, sia piani che voltati saranno valutati in base alla loro superficie effettiva.

Gli intonaci esterni di qualsiasi tipo saranno valutati vuoto per pieno nella relativa proiezione sul piano verticale, intendendosi in tal modo valutare le sporgenze e le rientranze fino a 25 cm dal piano delle murature esterne se a geometria semplice (marcapiani e lesene a sezione rettangolare).

Sono esclusi gli oneri per l'esecuzione delle cornici, cornicioni, fasce, stipiti, architravi, mensole e bugnati. Saranno computati nella loro superficie effettiva gli intonaci eseguiti su cornicioni, balconi, pensiline, ecc., con aggetti superiori a 25 cm.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

Nel caso di lavori particolari, verranno fissate apposite prescrizioni (per la valutazione di tali opere) in mancanza delle quali resta fissato quanto stabilito dalle norme del presente Capitolato.

### **Rimozioni, demolizioni**

Nei prezzi relativi a lavori che comportino demolizioni, anche parziali, deve intendersi sempre compensato ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

### **Demolizione di murature**

Saranno in genere pagate a metro quadrato di muratura effettivamente demolita, comprensiva degli intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza. Sarà fatta deduzione di tutti i fori pari o superiori a 2 metri quadrati.

Le demolizioni in breccia saranno considerate tali, quando il vano utile da ricavare non superi la superficie di 2 metri quadrati, ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non superi i cm 50.

---

### **Demolizione di tramezzi**

Saranno valutati secondo la superficie effettiva dei tramezzi o delle parti di essi demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti. Sarà fatta deduzione di tutti i vani con superficie pari o superiore a 2 metri quadrati.

### **Demolizione di intonaci e rivestimenti**

Gli intonaci demoliti a qualsiasi altezza, saranno computati secondo la superficie reale, dedotti i vani di superficie uguale o superiore a 2 metri quadrati, misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura di detti vani, solo nel caso in cui si riferiscano a murature di spessore maggiore di cm 15.

### **Demolizione di pavimenti**

I pavimenti di qualsiasi genere e materiale saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

### **Demolizione dei solai**

La demolizione dei solai sarà valutata a superficie in base alle luci nette degli stessi. Saranno comprese nel prezzo delle demolizioni dei solai:

- se con struttura portante in legno, la demolizione del tavolato con sovrastante cretonato o sottofondo e dell'eventuale soffitto su cannucciato o rete;
- se con struttura portante in ferro, la demolizione completa del soffitto e del pavimento, salvo che non risulti prescritta e compensata a parte la rimozione accurata del pavimento;
- se del tipo misto in c.a. e laterizio, la demolizione del pavimento e del soffitto, salvo che non risulti prescritta la rimozione accurata del pavimento.

### **Opere da pittore**

Le tinteggiature di pareti, soffitti, volte, ecc. interni o esterni verranno misurate secondo le superfici effettivamente realizzate; le spallette e rientranze inferiori a 15 cm. di sviluppo non saranno aggiunte alle superfici di calcolo.

Per i muri di spessore superiore a 15 cm. le opere di tinteggiatura saranno valutate a metro quadrato detraendo i vuoti di qualsiasi dimensione e computando a parte tutte le riquadrature.

L'applicazione di tinteggiatura per lesene, cornicioni, parapetti, architravi, aggetti e pensiline con superfici laterali di sviluppo superiore ai 5 cm. o con raggi di curvatura superiori ai 15 cm. dovrà essere computata secondo lo sviluppo effettivo.

Le parti di lesene, cornicioni o parapetti con dimensioni inferiori ai 5 o 15 cm. indicati saranno considerate come superfici piane.

Le verniciature eseguite su opere metalliche, in legno o simili verranno calcolate, senza considerare i relativi spessori, applicando alle superfici (misurate su una faccia) i coefficienti riportati:

- a) opere metalliche, grandi vetrate, lucernari, etc. (x 0,75)
- b) opere metalliche per cancelli, ringhiere, parapetti (x 2)
- c) infissi vetrati (finestre, porte a vetri, etc.) (x 1)
- d) persiane lamellari, serrande di lamiera, etc. (x 3)
- e) persiane, avvolgibili, lamiere ondulate, etc. (x 2,5)
- f) porte, sportelli, controspartelli, etc. (x 2)

Il prezzo fissato per i lavori di verniciatura e tinteggiatura includerà il trattamento di tutte le guide, gli accessori, i sostegni, le mostre, i telai, i coprifili, i cassonetti, ecc; per le parti in legno o metalliche la verniciatura si intende eseguita su entrambe le facce e con relativi trattamenti di pulizia, anticorrosivi (almeno una mano), e di vernice o smalti nei colori richiesti (almeno due mani), salvo altre prescrizioni.

---

Le superfici indicate per i serramenti saranno quelle misurate al filo esterno degli stessi (escludendo coprifili o telai). Il prezzo indicato comprenderà anche tutte le lavorazioni per la pulizia e la preparazione delle superfici interessate.

### **Operazioni di pulitura**

La valutazione di tutte le operazioni di pulitura eseguite su materiale lapideo, stucchi, dipinti murari, intonaci e mosaici (con sostanze solventi a tampone o a pennello, a secco, ad umido, con impacco ecc.) sarà eseguita al metro quadrato o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa da strati e/o depositi soprammessi. Le rifiniture saranno valutate al decimetro quadrato per materiali lapidei ovvero al metro quadrato per stucchi e dipinti murari. Nel caso di puliture di dipinti murari nel suddetto prezzo sarà esclusa l'incidenza del risciacquo con acqua distillata e l'applicazione di materiale assorbente per l'estrazione di sali solubili e dei residui dei sali utilizzati per l'operazione di pulitura; le suddette operazioni saranno valutate al metro quadrato.

Allorché si parli di cicli di applicazione, questi dovranno essere intesi come l'insieme di operazioni costituite dall'applicazione del prodotto indicato secondo il metodo descritto dalla Direzione dei Lavori e dalla successiva rimozione meccanica o manuale delle sostanze da esso solubilizzati.

Nell'uso della nebulizzazione o dell'automazione per puliture di materiali lapidei saranno a carico dell'Appaltatore ed inclusi nel prezzo la canalizzazione delle acque di scarico e la protezione delle superfici circostanti mediante gomme siliconiche, teli di plastica e grondaie.

### **Operazioni di rimozioni di stuccature o di elementi non idonei applicati in precedenti interventi**

La valutazione del prezzo per la rimozione di stuccature (profondità massima 3 cm) non idonee eseguite nel corso di precedenti interventi seguirà tre criteri:

- al metro nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile servite per chiudere o sigillare fessurazioni;
- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato);
- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm<sup>2</sup> tra 5 e 20 dm<sup>2</sup> tra 20 e 1 m<sup>2</sup>.

La durezza del materiale utilizzato per le stuccature (gesso, calce, cemento, resina ecc.) resterà un criterio fondamentale di distinzione dei costi in quanto inciderà direttamente e sensibilmente sui relativi tempi di esecuzione così come lo stato di conservazione del manufatto modificherà, altrettanto sensibilmente, il tempo necessario alla rimozione.

Per l'asportazione di elementi metallici la valutazione sarà espressa per ciascuno elemento rimosso e sarà altresì differenziata a seconda dell'adesivo con cui saranno stati vincolati e della lunghezza degli stessi elementi.

La rimozione temporanea di inserti in pietra o di fasce, cerchiature o grosse staffe sarà valutata per ogni singolo intervento (previo eventuale progetto).

### **Operazioni di distacco e riadesione di scaglie, frammenti e parti pericolanti o cadute**

Le operazioni in oggetto saranno valutate a singolo frammento in linea generale potranno essere individuate due categorie con relative valutazioni: frammento di dimensioni limitate che comprenderà sia la scaglia sia il pezzo più pesante e comunque maneggiabile da un singolo operatore, frammento di grandi dimensioni che comprenderà un complesso di operazioni preparatorie e collaterali. In entrambi i casi qualora si rivelasse necessaria un'operazione di bendaggio preliminare questa sarà contabilizzata a parte secondo le indicazioni fornite alla relativa voce. Saranno altresì esclusi gli oneri di eventuali controforme di sostegno che dovranno essere aggiunti al costo dell'operazione.

La riadesione di frammenti di dimensioni limitate già distaccati o caduti, sarà valutata sempre al pezzo singolo e prevedrà una differenziazione di difficoltà nel caso di incollaggi semplici e di incollaggi con inserzioni di perni. In questo ultimo caso saranno contemplate ulteriori valutazioni dovute alla possibilità o meno di sfruttare eventuali vecchie sedi di perni, alla diversa lunghezza e al diverso materiale dei perni (titanio, acciaio inox, carbonio ecc.).

---

Il consolidamento di grosse fratture mediante iniezione di consolidanti e adesivi (organici ed inorganici) avrà una valutazione al metro, tuttavia per l'elevata incidenza delle fasi preparatorie, verrà contemplata una superficie minima di 0,5 m a cui andranno riportati anche i casi di fatturazioni al di sotto di tale misura.

### **Operazioni di stuccatura, microstuccatura e presentazione estetica**

Le operazioni di stuccatura, in considerazione della diversa morfologia e delle dimensioni delle lacune saranno valutate secondo tre criteri:

- al metro lineare nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile al fine di chiudere o sigillare fessurazioni;
- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato). Nel caso di dipinti murari saranno individuate tre diverse valutazioni che prevedranno su ogni metro quadrato di superficie una diversa percentuale di estensione di velature o reintegrazioni non idonee: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%;
- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm<sup>2</sup> tra 5 e 20 dm<sup>2</sup> tra 20 e 1 m<sup>2</sup>.

La microstuccatura (ovvero la sigillatura di zone degradate per fenomeni di scagliature, esfoliazione, pitting, microfessurazione o microfratturazioni) sarà valutata al metro quadrato distinguendo tre percentuali di diffusione del fenomeno sul supporto: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%.

La revisione estetica per l'equilibratura di stuccature ed integrazioni (ovvero la possibilità di assimilare al colore della pietra originale tutte le parti non equilibrate) verrà valutata al metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa dal fenomeno di squilibrio.

### **Operazioni di integrazioni di parti mancanti**

L'integrazione delle lacune sarà differenziata secondo le tipologie di intervento e la valutazione di queste sarà al decimetro quadrato (dm<sup>2</sup>) per superfici comprese entro i 50 dm<sup>2</sup> e al metro quadrato per superfici superiori al metro quadrato.

### **Operazioni di protezione**

Le operazioni di protezioni dovranno essere valutate a superficie effettiva ( metri quadrati) con detrazione dei vuoti o delle parti non interessate al trattamento con superficie singola superiore a 0,5 metri quadrati.

### **Operazioni di stacco ed applicazioni nuovi supporti**

Le operazioni saranno valutate al metro quadrato per interventi compresi entro i 2,5 metri quadrati, oltre tale misura saranno valutate in riferimento al singolo progetto.

### **Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni su pareti verticali, su piani orizzontali od inclinati saranno valutate in base alla loro superficie effettiva, senza deduzione dei vani per camini, canne, lucernari ed altre parti emergenti, purché non eccedenti ciascuna la superficie di 0,50 mq; in compenso non si terrà conto delle sovrapposizioni, dei risvolti e degli altri oneri comportati dalla presenza dei manufatti emergenti.

Nel caso di coperture piane verranno anche misurati per il loro sviluppo effettivo i risvolti verticali lungo le murature perimetrali.

### **Isolamenti termici ed acustici**

La valutazione sarà in base alla superficie del pavimento o della parete effettivamente isolati, con detrazione dei vuoti di superficie maggiore di 0,5 m.

La valutazione degli isolamenti dei pavimenti sarà effettuata in base alla superficie del pavimento fra il rustico delle pareti, restando compresi nel prezzo i prescritti risvolti, sovrapposizioni, ecc.

---

La valutazione degli isolamenti delle pareti sarà effettuata in base al loro effettivo spessore.

### **Infissi**

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie.

Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramente di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

### **Opere da fabbro**

Fermo restando gli oneri ed obblighi precisati nei precedenti articoli le opere delle specialità di cui trattasi contenute nell'allegato elenco, qualora non diversamente stabilito nelle singole voci, sono assoggettate alle seguenti regole di misurazione e valutazione:

Le opere in ferro in genere verranno valutate a Kg in base al peso effettivo controllato in contraddittorio o calcolato in base alle sezioni di progetto.

La posa in opera di serrande o porte verrà valutata a mq in base alla luce netta del vano occupato dal serramento.

### **Opere in vetro**

Nel caso di lastre di vetro o cristallo espressamente richieste con valutazione separata, il calcolo verrà effettuato sulla base della superficie effettiva senza considerare i tagli o le parti incastrate su telai portanti.

Nel caso di lastre di vetro si avranno le seguenti valutazioni:

- a) cristallo float temperato incolore o colorato-superfici unitarie non inferiori a 0,5 mq.;
- b) vetro stampato incolore o colorato-superfici unitarie non inferiori a 0,5 mq.;
- c) vetrate isolanti termo-acustiche (vetrocamera)-superfici unitarie non inferiori a 0,5 mq.;
- d) pareti con profili "U-Glass" modulo mm. 270-superficie calcolata in base al multiplo di mm. 250 nel senso di orditura dei profili di vetro.

Le pareti in profilati di vetro strutturali, in vetrocemento ed elementi simili saranno valutate sempre in base alla superficie effettiva misurata a lavori eseguiti.

I prezzi fissati per le opere descritte si intendono comprensivi di tutto quanto richiesto per la completa esecuzione delle stesse.

### **Opere da lattoniere**

Il calcolo dei canali di gronda, dei condotti, dei pluviali, etc. verrà eseguito, salvo altre prescrizioni, a metro lineare od in base alla superficie (nel caso di grandi condotti per il condizionamento, scossaline, converse, etc.) ed il prezzo fissato sarà comprensivo della preparazione, del fissaggio, delle sigillature, dei tagli e di tutte le altre lavorazioni necessarie o richieste.

I tubi di rame o lamiera zincata necessari per la realizzazione di pluviali o gronde saranno valutati secondo il peso sviluppato dai singoli elementi prima della messa in opera ed il prezzo dovrà comprendere anche le staffe e le cravatte di ancoraggio che saranno dello stesso materiale.

---

### **Tinteggiature, Coloriture e Verniciature**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura di infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gliintonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta del l'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro.

E' compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

### **Manufatti archeologici**

Tutti i manufatti riconducibili a semplici forme geometriche, nel caso sia di oggetti integri sia di frammenti, si inquadreranno nella forma geometrica di riferimento. Di tutti gli altri manufatti si calcolerà la superficie moltiplicando lo sviluppo del loro proffio (utilizzando una fettuccia metrica) per la circonferenza del minimo cilindro circoscrittibile. Gli elementi applicati saranno misurati con gli stessi criteri e sommati. Il computo metrico dovrà comprendere anche la misura della superficie interna misurabile.

### **Cornici, modanature**

Per manufatti di fattura complessa e fortemente lavorati si calcolerà la superficie inscrivibile in forma geometrica regolare moltiplicata per la lunghezza. Per manufatti semplici dovrà essere calcolata la superficie effettiva tramite lo sviluppo del profilo (utilizzando fettuccia metrica) per la lunghezza della loro membratura più sporgente.

### **Rilievi**

Il manufatto andrà inquadrato in una o più forme geometriche piane e regolari. Lo sviluppo della superficie sarà incrementato del 10% per bassorilievi, del 20% per rilievi medi, del 40% per altorilievi. Per altorilievi molto aggettanti l'incremento andrà valutato a seconda del caso. Potranno eventualmente essere assimilabili a sculture a tutto tondo o richiedere incrementi sino al 100%.

### **Sigillanti bentonitici e impermeabilizzazioni bentonitiche**

Saranno compensati rispettivamente a metro lineare ed a superficie effettivi. Il relativo prezzo compenserà ogni onere previsto nella voce di elenco, in particolare per sfridi, sovrapposizioni, chiodature, fissaggi particolari etc.

---

### **Lavori di metallo**

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

### **Tubi pluviali**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di rame o lamiera zincata, ecc. saranno valutati a peso.

### **Impianti ascensori e montacarichi**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

### **Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni;
- le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolate in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

### **Scarifica di pavimentazioni**

I disfacimenti delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

### Ripristini di pavimentazione

I ripristini delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti, e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

## 28. APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

### EMISSIONI DEI MATERIALI

Ogni materiale elencato di seguito deve rispettare i limiti di emissione esposti nella successiva tabella:

- pitture e vernici
- tessili per pavimentazioni e rivestimenti
- laminati per pavimenti e rivestimenti flessibili
- pavimentazioni e rivestimenti in legno
- altre pavimentazioni (diverse da piastrelle di ceramica e laterizi)
- adesivi e sigillanti
- pannelli per rivestimenti interni (es. lastre in cartongesso)

Limite di emissione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 28 giorni			
Benzene	1 (per ogni sostanza)	Toluene	<450
Tricloroetilene (trielina)		Tetracloroetilene	<350
di-2-etilesilftalato (DEHP)		Xilene	<300
Dibutylftalato (DBP)		1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
COV totali <sup>21</sup>		1,4-diclorobenzene	<90
Formaldeide	<60	Etilbenzene	<1000
Acetaldeide	<300	2-Butossietanolo	<1500
		Stirene	<350

## 29. REQUISITI PER I COMPONENTI EDILIZI

### Calcestruzzi confezionati in cantiere, preconfezionati e prefabbricati

I calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

---

### **Laterizi**

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto.

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio

La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Ghisa, ferro, acciaio**

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Componenti in materie plastiche**

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:

1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione)

2) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione. La

percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Tramezzature e controsoffitti**

Le lastre di cartongesso, destinate alla posa in opera di sistemi a secco quali tramezzature e controsoffitti, devono avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate e/o recuperate.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite, alternativamente:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio;

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Isolanti termici ed acustici**

Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:

- non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
- non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
- non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.29
- il prodotto finito deve contenere le seguenti quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato da pre consumo, (intendendosi per quantità minima la somma dei due) , misurato sul peso del prodotto finito.

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%		60 – 80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	
Polistirene estruso	dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.		
Poliuretano espanso	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	
Isolante riflettente in alluminio			15%

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Pavimenti e rivestimenti**

I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2010/18/CE30, 2009/607/CE31 e 2009/967/CE32 e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

---

Per quanto riguarda il limite sul biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), per le piastrelle di ceramica si considera comunque accettabile un valore superiore a quello previsto dal criterio 4.3 lettera b) della Decisione 2009/607/CE ma inferiore a quelli previsti dal documento BREF relativo al settore, di 500mg/m<sup>3</sup> espresso come SO<sub>2</sub> (tenore di zolfo nelle materie prime

□ 0,25%) e 2000 mg/m<sup>3</sup> espresso come SO<sub>2</sub> (tenore di zolfo nelle materie prime > 0,25%).

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate, incluso i valori sull'SO<sub>2</sub>.

E, in mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio, inclusi i valori di SO<sub>2</sub>, validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Pitture e vernici**

I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/312/UE33 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

### **Impianti di illuminazione per interni ed esterni**

I sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza. A tal fine gli impianti di illuminazione devono essere progettati considerando che:

- tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, devono avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; per ambienti esterni di pertinenza degli edifici e per i magazzini la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80;
- i prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

Devono essere installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

### **Impianti di riscaldamento e condizionamento**

Gli impianti a pompa di calore devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2007/742/CE35 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Gli impianti di riscaldamento ad acqua devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/314/UE36 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Se è previsto il servizio di climatizzazione e fornitura di energia per l'intero edificio, dovranno essere usati i criteri previsti dal DM 07 marzo 2012 (G.U. n.74 del 28 marzo 2012) relativo ai CAM per "Affidamento di servizi energetici per gli edifici - servizio di illuminazione e forza motrice - servizio di riscaldamento/raffrescamento".

L'installazione degli impianti tecnologici deve avvenire in locali e spazi adeguati, ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni 5.10.2006 e 7.02.2013.

Per tutti gli impianti aerulici deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011).

---

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti il marchio Ecolabel UE o equivalente.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

#### **Impianti idrico sanitari**

I progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono prevedere:

- l'utilizzo di sistemi individuali di contabilizzazione del consumo di acqua per ogni unità immobiliare.
- prodotti "rubinetteria per sanitari" e "apparecchi sanitari" conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2013/250/UE39 e 2013/641/UE40 e loro modifiche ed integrazioni.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE;
- un'altra etichetta ambientale di Tipo I conforme alla ISO 14024 che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.



## AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

ACCORDO QUADRO DI LAVORI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO –  
OPERE ELETTRICHE

# CAPITOLATO SPECIALE E NORME TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI

## INDICE

1	RETE DI TERRA.....	5
1.1	Definizioni.....	5
1.2	Criteri generali.....	6
2	ACCESSORI DI CABINA.....	9
2.1	Aspirazione aria cabina.....	10
3	QUADRO DI B.T. POWER CENTER.....	12
3.1	Definizioni.....	12
3.2	Caratteristiche di progetto e costruzione del quadro di B.T. "Power Center".....	12
3.3	Struttura.....	13
3.4	Forma di segregazione.....	15
3.5	Verniciatura.....	15
3.6	Celle interruttori.....	16
3.7	Celle arrivo linea.....	16
3.8	Celle sbarre.....	17
3.9	Celle terminali uscita interruttori (celle partenza).....	17
3.10	Sbarre principali e sbarre derivate.....	18
3.11	Sostegni isolanti per le sbarre.....	20
3.12	Interruttori ed apparecchiature di potenza.....	21
3.13	Interruttori generali.....	23
3.14	Interruttori di partenza con In fino a 1000 A.....	24
3.15	Interruttori di partenza con In oltre a 1000 A.....	24
3.16	Relè ausiliari.....	24
3.17	Trasformatori di misura.....	25
3.18	Strumenti.....	25
3.19	Cartelli segnalazione ed identificazione.....	26
3.20	Cavetteria e circuiti ausiliari.....	27
3.21	Apparecchiature ausiliarie.....	29
3.22	Morsettiere.....	29
3.23	Messa a terra.....	31
3.24	Obblighi della ditta fornitrice.....	31
3.25	Condizioni di trasporto e posa.....	32
4	QUADRI DI B.T.....	33
4.1	SPECIFICHE E NORME ESECUTIVE.....	33
4.2	Qualità e caratteristiche dei materiali – modo di esecuzione dei lavori.....	33
5	QUADRI DI DISTRIBUZIONE.....	35
5.1	Definizioni.....	35
5.2	Struttura.....	35
5.3	Verniciatura.....	36
5.4	Caratteristiche costruttive.....	37
5.5	Caratteristiche elettriche.....	37
5.6	Interruttore generale.....	38
5.7	Interruttori di partenza.....	38
5.8	Collegamento a monte degli interruttori.....	41
5.9	Sostegni isolanti per sbarre.....	42

5.10	Apparecchi di comando.....	43
5.11	Relè ed apparecchiature ausiliarie.....	44
5.12	Spie luminose e pulsanti .....	45
5.13	Trasformatori di misura.....	46
5.14	Strumenti di lettura grandezze elettriche .....	46
5.15	Strumenti di controllo e regolazione .....	47
5.16	Cartelli monitori, di segnalazione e di identificazione.....	47
5.17	Circuiti ausiliari .....	48
5.18	Morsettiere.....	49
5.19	Cavi in arrivo e partenza.....	50
5.20	Messa a terra .....	50
5.21	Condizioni di trasporto e posa.....	51
5.22	Obblighi della ditta fornitrice .....	51
5.23	Verifiche e collaudi.....	53
6	CENTRALINI E QUADRI DI ZONA .....	55
6.1	Struttura .....	55
6.2	Caratteristiche costruttive.....	55
6.3	Caratteristiche elettriche .....	56
6.4	Interruttore generale .....	56
6.5	Interruttori di partenza .....	56
6.6	Apparecchi di comando.....	58
6.7	Relè ed apparecchiature ausiliarie.....	59
6.8	Spie luminose e pulsanti .....	60
6.9	Trasformatori di misura.....	61
6.10	Strumenti di lettura grandezze elettriche .....	61
6.11	Strumenti di controllo e regolazione .....	62
6.12	Cartelli monitori, di segnalazione e di identificazione.....	62
6.13	Circuiti ausiliari .....	63
6.14	Morsettiere.....	64
6.15	Cavi in arrivo e partenza.....	65
6.16	Messa a terra .....	65
6.17	Condizioni di trasporto e posa.....	66
6.18	Obblighi della ditta fornitrice .....	66
6.19	Verifiche e collaudi.....	69
7	RIFASAMENTO AUTOMATICO .....	70
7.1	Segnalazioni e comandi.....	71
7.2	Protezione antiarmoniche.....	71
7.3	Protezione per sovraccarico .....	72
7.4	Fusibili.....	72
7.5	Tenuta al corto circuito .....	72
7.6	Protezione termica.....	72
8	CANALI PORTACAVI .....	73
8.1	Definizioni.....	73
8.2	Modalità installazione .....	74
9	CAVI ELETTRICI .....	77
	Criteri generali .....	90
10	TUBAZIONI PROTETTIVE .....	97
10.1	Definizioni.....	97
10.2	Criteri generali .....	98
10.3	Verifiche .....	99

10.4	Tubazioni pieghevoli .....	99
10.5	Tubi in PVC rigido posati a parete o in vista .....	100
10.6	Tubazione in lamiera zincata .....	101
10.7	Tubazioni in acciaio di forte spessore .....	102
10.8	Polifore .....	103
11	SCATOLE E CASSETTE .....	105
11.1	Definizioni .....	105
11.2	Criteri generali .....	105
11.3	Scatole da incasso .....	106
11.4	Scatole da parete .....	107
11.5	Scatole di transito .....	107
11.6	Scatole di derivazione .....	108
12	ESECUZIONE DI TERMINALI M.T. 15 KV UNIPOLARI .....	109
13	CONDOTTI BLINDATI PREFABBRICATI DI POTENZA (CEP-E) .....	110
14	CONDOTTI BLINDATI PREFABBRICATI PER ILLUMINAZIONE O PICCOLE POTENZE .....	112
15	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE NORMALE .....	113
15.1	Definizioni .....	113
16	ILLUMINAZIONE E SEGNALAZIONE DI SICUREZZA CON APPARECCHI AUTOALIMENTATI .....	116
16.1	Definizioni .....	116
17	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA .....	117
17.1	Illuminazione di sicurezza centralizzato: definizioni .....	117
17.2	Soccorritore .....	117
17.3	Batterie .....	119
17.4	Circuiti di sicurezza .....	120
17.5	Ubicazione degli apparecchi di sicurezza e livelli di illuminamento .....	121
17.6	Illuminazione di sicurezza con sistema di energia distribuito .....	122
18	CABLAGGIO STRUTTURATO .....	124
18.1	Definizioni .....	124
18.2	Accorgimenti da curare .....	125
18.3	Posa dei cavi .....	125
18.4	Ingresso dei cavi nei quadri/armadi .....	127
18.5	Collegamento dei cavi .....	128
18.6	Tecniche di connessione .....	128
18.7	Codici colori .....	129
18.8	Attestazione su pannelli di permutazione .....	130
18.9	Il sistema di terra .....	130
18.10	Interferenze elettromagnetiche .....	131
19	SISTEMA DI RICEZIONE SEGNALE ANTENNA TV E TVSAT .....	132
19.1	Antenna .....	132
19.2	Componenti che caratterizzano un impianto TV VHF UHF .....	133
19.3	Centralino .....	134
19.4	Partitore .....	134
19.5	Derivatore .....	134
19.6	Prese .....	135
19.7	Cavo coassiale .....	135
19.8	Punto presa TV .....	136
20	DOTAZIONI IMPIANTISTICHE .....	138
20.1	Dorsale .....	138
20.2	Punto luce derivato .....	138
20.3	Punto luce interrotto (o ad interruzione) .....	138
20.4	Punto luce deviato (o a deviazione) .....	139

20.5	Punto luce invertito .....	139
20.6	Punto comando relè luce .....	139
20.7	Punto presa.....	139
20.8	Postazioni operative.....	139
21	QUADRI MT.....	141
22	TRASFORMATORI .....	142
23	GRUPPI ELETTROGENI.....	144
24	GRUPPI DI CONTINUITÀ (UPS).....	146
	Composizione della fornitura .....	146
	Sezionamenti ingressi / uscita .....	147
	Raddrizzatore a IGBT .....	147
	Carica batteria a IGBT .....	147
	Inverter .....	148
	Commutatore statico .....	148
	Batterie .....	148
	Interruttore di bypass manuale .....	148
	Caratteristiche di funzionamento .....	149
	Funzionamento a doppia conversione (VFI) .....	149
	Diagramma simmetrico del fattore di potenza in uscita UPS.....	149
	Modalità ECO intelligente (VFD) .....	149
	Controllo e diagnostica.....	150
	Comandi, misure, segnalazioni e allarmi.....	150
	Comandi.....	150
	Misure.....	150
	Segnalazioni e allarmi.....	151
	Monitoraggio e gestione in sito .....	151
	Modellazione e visualizzazione del sistema di alimentazione .....	151
	Controllo apparecchiature del sistema di alimentazione .....	152
	Visualizzazione dei dati monitorati .....	152
	Diagnostica remota .....	152
	Monitoraggio e controllo da centro di assistenza .....	152
	Caratteristiche tecniche del sistema statico di continuità .....	153
	Estensione della fornitura .....	156
	Documentazione .....	156
	Parti di ricambio .....	156
	Messa in servizio .....	156
	Servizio di pronto intervento .....	156
25	IMPIANTO DI RIVELAZIONE FUMI.....	157
26	IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA .....	164
27	SISTEMA DI CONTROLLO CENTRALIZZATO.....	166

# 1 RETE DI TERRA

## 1.1 Definizioni

**Terra:** il terreno come corpo conduttore, con potenziale elettrico convenzionalmente uguale a zero in ogni suo punto;

**Impianto di terra:** insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento;

**Dispersore:** corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori in contatto elettrico col terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra;

**Resistenza di terra:** resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra;

**Impianti di terra elettricamente indipendenti:** impianti di terra aventi dispersori separati e tali che la corrente massima che uno di questi impianti può disperdere non modifica il potenziale rispetto a terra dell'altro impianto in misura superiore ad un valore determinato

**Conduttore di protezione (PE) :** conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di una delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale;

**Conduttore PEN:** conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro;

**Conduttore di terra:** conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore od i dispersori tra loro;

**Collettore (o nodo) principale di terra:** elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra, nonché i conduttori per la terra funzionale, se esistente

**Collegamento equipotenziale:** collegamento elettrico che mette diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale;

**Conduttore equipotenziale:** conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale;

**Massa:** parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto

**Massa estranea:** parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra;

**Corrente di guasto a terra:** corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolamento, o quando l'isolamento è cortocircuitato, e che si chiude attraverso l'impianto di terra

**Corrente di terra:** quota parte della corrente di guasto a terra che l'impianto di terra disperde nel terreno;

**Tensione totale di terra:** tensione che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolamento, fra masse e un punto sufficientemente lontano a potenziale zero;

**Resistenza di terra:** rapporto tra la tensione di terra e la corrente di terra;

**Tensione di contatto:** tensione alla quale può essere soggetto il corpo umano in seguito a contatto con masse o masse estranee durante un guasto a terra;

**Tensione di passo:** tensione che può risultare applicata tra i piedi di una persona a distanza di passo (convenzionalmente 1 m) durante un guasto a terra;

**Tempo di eliminazione del guasto a terra:** tempo predisposto per eliminare il guasto da parte delle apparecchiature di protezione e di interruzione della porzione di circuito interessata dal guasto stesso.

## 1.2 Criteri generali

Il dispersore potrà essere realizzato utilizzando uno dei seguenti componenti o in combinazione tra loro:

- corda di rame rigida di sezione non inferiore a 35 mm<sup>2</sup> e diametro di ciascun filo che la compone non inferiore a 1,8mm
- tondino massiccio di rame sezione 35 mm<sup>2</sup>
- tondino massiccio acciaio sezione 50 mm<sup>2</sup>
- nastro rame 50 mm<sup>2</sup> spessore 3 mm
- nastro acciaio 100 mm<sup>2</sup> spessore 3 mm
- dispersore a tubo in acciaio diametro 40 mm spessore 2 mm
- picchetto massiccio in acciaio diametro 20 mm
- picchetto massiccio in acciaio rivestito in rame diametro 15 mm
- picchetto massiccio in rame diametro 15 mm
- ferri di armatura delle strutture in cemento armato delle fondazioni

Il dispersore dovrà risultare a diretto contatto con il terreno

Le derivazioni, giunzioni dei conduttori di terra, in quanto non ispezionabili dovranno essere eseguite in maniera definitiva e sicura adottando uno dei seguenti metodi:

- tramite connettori a C in rame applicati con apposita pinza idraulica
- tramite saldatura a brasatura
- morsetti a pettine con bulloni
- morsetti a strozzo almeno due o tre per ogni giunzione/derivazione (utilizzati generalmente per le corde di acciaio)

Il nodo di terra di una cabina M.T. sarà costituito da un piatto di rame di dimensioni minime 25 x 3 mm, applicato a parete, mantenendo da questa una distanza sufficiente fare passare i bulloni necessari alla derivazione dei vari conduttori.

Le derivazioni dal nodo di cabina saranno effettuate utilizzando un foro predisposto o eseguito all'occorrenza sul piatto di rame e serrando con un bullone dotato di rondelle piane e Grover il capocorda di attestazione del cavo.

Saranno utilizzati bulloni adeguati come dimensioni e comunque non inferiori a 8 mm di diametro

Ciascun conduttore dovrà recare il cartellino di identificazione con le seguenti caratteristiche.

- materiale duraturo nel tempo,
- scrittura indelebile ancoraggio in modo sicuro al conduttore stesso.

Il nodo di terra a valle del trasformatore sarà costituito dal nodo di terra del quadro generale di bassa tensione

La sezione dei conduttori di protezione va determinata secondo le indicazioni delle norme 64/8 oppure si considera la stessa sezione del conduttore di fase fino alla sezione di 25 mm<sup>2</sup>; per sezioni maggiori il conduttore di protezione potrà essere pari al 50% della sezione del conduttore di fase.

L'identificazione dei conduttori di terra o protezione unipolari può essere effettuata tramite etichette o cartellini, ma se si vuole fare uso di colorazioni della pigmentazione dell'isolante, questo dovrà essere giallo-verde.

In un cavo multipolare, in assenza del conduttore giallo-verde non è possibile utilizzare nessuno dei conduttori presenti come conduttore di protezione neppure applicando su di esso un nastro o tubetto giallo-verde

In assenza del conduttore di protezione è proibito utilizzare il conduttore giallo-verde come conduttore di fase.

Il nodo di terra di cabina ed il nodo di terra del quadro generale di B.T. saranno interconnessi con un conduttore equipotenziale di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>

Il nodo di terra di un complesso edilizio sarà costituito da una componente già realizzato da ditte specializzate oppure da una barretta in rame predisposta con cori per il fissaggio dei singoli conduttori di terra protezione ed equipotenziali.

Ogni conduttore dovrà potere essere disconnesso singolarmente senza doverne scollegare, anche momentaneamente. altri

I conduttori equipotenziali all'interno di una unità abitativa o un locale da bagno in genere, saranno in cavo isolato PVC tipo N07V-K O H07V-K in colore giallo-verde ed avranno le seguenti sezioni:

2,5 mm<sup>2</sup> se protetti da tubo

4 mm<sup>2</sup> se senza protezione.

## 2 ACCESSORI DI CABINA

Il locale cabina dovrà essere completo di tutti gli accessori richiesti dal DLGS 81/2008, dai regolamenti AUSL, ISPEL, Vigili del Fuoco.

La ditta appaltatrice dovrà provvedere all'installazione di tutti i cartelli necessari a segnalare i pericoli e comprenderanno:

- cartelli di indicanti la tensione presente all'interno della cabina ed all'interno dei vari quadri
- cartelli indicanti l'impossibilità di entrare in alcuni quadri senza prima aver tolto tensione

Il locale dovrà essere dotato di una serie di cartelli finalizzati alla sicurezza delle persone operanti in condizioni normali e di emergenza.

Parte dei cartelli andranno applicati esternamente al locale, generalmente sull'anta della porta non apribile con maniglia e che dovranno segnalare:

- la tensione presente all'interno del locale
- il divieto di usare acqua per spegnere eventuali incendi
- la diffida ad entrare al personale non addetti.

Accanto ai pulsanti di emergenza dovrà essere installato un cartello ben visibile indicante chiaramente la funzione dei ciascun pulsante

All'interno del locale dovranno essere applicati sui quadri la tensione presente all'interno, mentre su telaio di accesso del trasformatore oltre all'indicazione delle due tensioni presenti, (M.T. e B.T.) anche il divieto ad entrare senza prima avere isolato il trasformatore, ed ancora il divieto di usare acqua per spegnere incendi.

Sullo scomparto del trasformatore è opportuno riportare una fotocopia della targa delle caratteristiche del trasformatore se quella posta sulla macchina, anche se ben in vista col tempo diventa di difficile lettura.

Sulla parete libera del locale dovrà essere applicato un cartello con riportate tutte le operazioni da effettuare in caso di primo soccorso a chi colpito da una scarica elettrica.

Il cartello riporta per tali interventi l'uso di attrezzi che naturalmente dovranno essere presenti nel locale entro apposita custodia

A parete andrà anche installato lo schema di cabina aggiornato

Tra gli accessori dovranno essere presenti i guanti in gomma isolati per la massima tensione di cabina, ed omologati, da utilizzare per l'esecuzione delle manovre. Poiché il materiale di cui sono realizzati ha un decadimento nel tempo e quindi una scadenza, dovranno essere sostituiti nei tempi indicati.

Davanti ai quadri di M.T.e per tutta la loro lunghezza, dovrà essere disposto un tappeto in gomma isolato a 24 KV, omologato per tale servizio.

Alle pareti saranno applicate apposite staffe per il sostegno dei vari dispositivi di manovra.

Se all'interno della cabina sono installate apparecchiature che possono incendiarsi come: condensatori, trasformatori, ecc. occorre che all'interno del locale sia presente un estintore a polvere.

## **2.1 Aspirazione aria cabina**

L'espulsione dell'aria interna alla cabina, riscaldata dalle apparecchiature elettriche (trasformatori, quadri, ecc) sarà effettuata mediante estrattori di tipo centrifugo o radiale

Gli estrattori centrifughi saranno installati sulla copertura del locale, mentre quelli radiali a parete pertanto sarà necessario predisporre le adeguate fonometrie per l'installazione.

A tale proposito la ditta appaltatrice e fornitrice degli estrattori dovrà prontamente trasmettere alla D.L le dimensioni o meglio la ditta per l'applicazione. In senso generale per ogni cabina saranno previsti due estrattori di cui il secondo a supporto e riserva del primo.

Il funzionamento di ciascun estrattore sarà subordinato ad un termostato ambiente che saranno impostati a temperature diverse di circa 3-4 gradi uno dall'altro in modo che, se in seguito all'intervento del primo aspiratore la temperatura dovesse continuare a salire, entrerebbe in funzione il secondo in soccorso.

La temperatura ambiente della cabina non dovrebbe superare i 30-35 gradi per cui i termostati dovranno avere una possibilità di regolazione più ampia di un normale termostato, almeno fino a 40 C°

L'espulsione dell'aria interna alla cabina, riscaldata dalle apparecchiature elettriche (trasformatori, quadri, ecc) sarà effettuata mediante estrattori di tipo centrifugo o radiale

Gli estrattori saranno alimentati attraverso una presa che verrà posta nei pressi dell'estrattore stesso in modo che la si possa utilizzare come dispositivo di sezionamento durante le operazioni di manutenzione o per la rimozione dell'estrattore stesso se da sostituire.

Ai fini della sicurezza gli estrattori dovranno essere protetti da apposite reti che impediscano il contatto delle mani con le pale in rotazione, a tale scopo gli estrattori a centrifughi per il montaggio in copertura dovranno essere dotati, nella parte esterna, di una rete che non solo impedisca l'introduzione delle dita e quindi anche di eventuali volatili che potrebbero causare danni al dispositivo, mentre sul foro corrispondente interno una griglia a maglie più larghe che impediscano il passaggio di una mano poiché le pale rotanti si troveranno ad una maggiore distanza

Per gli estrattori a parete dovrà essere prevista sul lato esterno una serranda a gravità mentre dalla parte interna una griglia che impedisca il passaggio delle dita.

Il mal funzionamento della ventilazione potrebbe essere causa di disservizio a causa della temperatura troppo elevata che porterebbe al riscaldamento dei trasformatori oltre massima soglia impostata, per cui l'intervento delle protezioni a monte degli estrattori sarà opportuno venga segnalato come disservizio di cabina.

Se il locale su cui andranno applicati gli estrattori si trova vicino ad abitazioni occorre fare particolare attenzione alla pressione acustica che questi possono generare affinché possano essere compatibili con le disposizioni AUSL/ARPA in merito

Se il progetto prevede la regolazione della velocità dei ventilatori tramite inverte, il termostato (o i termostati) dovrà essere convertire la misura della temperatura in segnale in corrente o in tensione per pilotare l'inverte.

Affinché la ventilazione sia efficace occorre che vi siano delle aperture che lascino entrare l'aria senza ostacolarla eccessivamente.

Dette aperture saranno solitamente realizzate in corrispondenza del trasformatore e saranno due per ogni macchina: una in basso ed una in alto; questa disposizione faciliterà anche una ventilazione naturale per alcuni periodi dell'anno non richiederà il funzionamento della ventilazione forzata.

Le suddette aperture saranno protette da apposite griglie in vetroresina con alette esterne ed interne inclinate verso il basso in modo da proteggere dalla pioggia ma anche dall'introduzione di corpi filiformi rigidi.

Tra le due griglie sarà disposta una rete a maglie fitte contro l'introduzione di rettili ed insetti. Questa rete diventerà anche ostacolo al passaggio di residui naturali trascinati dalla ventilazione (es. piumino dei pioppi, ecc. ) che finiranno per ostacolare quasi totalmente il flusso dell'aria sia naturale che forzata, pertanto si raccomanda di procedere alla pulizia della suddetta rete frequentemente.

Nei locali ove non sono installati trasformatori sarà sufficiente la ventilazione naturale attraverso griglie come sopra le cui dimensioni saranno riportate sugli elaborati di progetto.

### 3 QUADRO DI B.T. POWER CENTER

#### 3.1 Definizioni

**Scomparto:** elemento modulare del quadro costituito da:

- base
- cimasa
- chiusure laterali
- chiusure posteriori
- chiusura superiore
- portelle anteriori
- segregazioni interne per le varie zone

**Base:** componente costituito da elementi in lamiera di acciaio dello spessore di 25-30/10 mm pressopiegati ed uniti tramite saldatura avente funzione di appoggio a terra dello scomparto e l'ancoraggio inferiore degli altri componenti del quadro

**Cimasa:** componente costituito da elementi in lamiera di acciaio dello spessore di 25-30/10 mm pressopiegati ed uniti tramite saldatura avente funzione di ancoraggio superiore degli altri componenti del quadro e sostegno della chiusura superiore

**Pannelli laterali o spalle:** elementi in lamiera di acciaio pressopiegata costituenti le chiusure laterali degli scomparti, fissati, tramite bulloni alla base ed alla cimasa

**Pannelli posteriori:** elementi metallici in lamiera di acciaio pressopiegata costituenti la chiusura posteriore dello scomparto, fissati, mediante bulloni, alla base ed alla cimasa

**Cella:** compartimentazione interna del quadro per l'alloggio degli interruttori ed altre apparecchiature accessibile dal fronte quadro mediante l'apertura di portella

**Portella:** elemento di chiusura frontale delle celle realizzato da lastra di lamiera da 20-25/10 mm mediante pressopiegatura provvisto di chiusura con chiave.

#### 3.2 Caratteristiche di progetto e costruzione del quadro di B.T. "Power Center"

- tensione di esercizio:	400 V +/-10%
- tensione nominale:	660 V
- frequenza nominale:	50 Hz
- stato del neutro:	francamente a terra;
- sistema di distribuzione:	TN-S
- temperatura media dell'aria: con variazioni comprese tra	35°C -10°C e +40°C
- altitudine di installazione:	inferiore a 2000 metri
- grado di protezione: sull'involucro metallico laterale	IP 30
sull'involucro metallico di copertura	IP XXD

all'interno	IP XXB
- tensioni ausiliarie: alimentato da gruppo di continuità	230 V 50 Hz
- valore efficace della corrente ammissibile di breve durata:	70 KA x 1 sec.
- portata sbarre principali	2.500 A

### 3.3 Struttura

Il quadro elettrico di bassa tensione tipo "Power Center" dovrà realizzare elettricamente ciò che è rappresentato nel disegno di progetto e avere le caratteristiche di seguito indicate.

In esecuzione per installazione all'interno sarà costituito da scomparti indipendenti normalizzate e facilmente componibili mediante l'impiego di bulloni e viti, ed avrà le caratteristiche di progetto

Ciascuno scomparto, suddiviso in celle completamente segregate metallicamente tra di loro e collegate in modo sicuro a terra, sarà realizzato impiegando profilati in lamiera d'acciaio piegata e ribordata per pressopiegatura, uniti tramite saldatura ad arco o puntatura elettrica con spessore di almeno 25-30/10 mm e con foratura modulare.

Nella realizzazione dei componenti sarà impiegata lamiera di spessore diverso:

- 20-25/10 mm per pannelli, porte. Ecc.

25-30/10 mm per base, cimasa ed elementi strutturali principali

I vari elementi saranno successivamente assemblati per la composizione di scomparti e quindi del quadro nelle dimensioni occorrenti

Il quadro risulterà suddiviso elettricamente e fisicamente in più sezioni, a seconda dei servizi che dovrà alimentare (energia normale, preferenziale, continuità, ecc.).

All'interno degli scomparti saranno previsti apposite staffe e profilati ancorati alla struttura, per il montaggio delle apparecchiature elettriche.

Le pannellature di chiusura di ciascun comparto saranno opportunamente asolate, al fine di consentire il passaggio dei dispositivi di comando delle apparecchiature.

Le apparecchiature sporgenti dal quadro dovranno garantire il grado di protezione previsto

Il quadro sarà predisposto, sia come distribuzione principale (sbarre) sia come dimensioni (temperatura interna), ad ospitare in futuro altre apparecchiature, per cui il

costruttore dovrà indicare la dispersione termica massima che il quadro può sopportare dopo averlo equipaggiato con le apparecchiature previste in progetto.

All'interno degli scomparti saranno previsti apposite staffe e profilati ancorati alla struttura, per il montaggio delle apparecchiature elettriche.

Le pannellature di chiusura di ciascun comparto saranno opportunamente asolate, al fine di consentire il passaggio dei dispositivi di comando delle apparecchiature.

Le apparecchiature sporgenti dal quadro dovranno garantire il grado di protezione previsto

Il quadro sarà predisposto, sia come distribuzione principale (sbarre) sia come dimensioni (temperatura interna), ad ospitare in futuro altre apparecchiature, per cui il costruttore dovrà indicare la dispersione termica massima che il quadro può sopportare dopo averlo equipaggiato con le apparecchiature previste in progetto.

Il quadro sarà accessibile sia dalla parte frontale che dalla parte posteriore mediante l'apertura di pannelli

Nella messa in opera del quadro si tenga in considerazione che il corridoio per l'accessibilità al retroquadro richiede uno spazio minimo determinato dalla larghezza della porta di maggiori dimensioni più il 55-60% delle dimensioni della porta stessa, se incernierate su di un lato. (es. per una porta di 70 cm lo spazio dovrà risultare di 110 cm)

Nel caso in cui le porte, anziché essere incernierate vengano fissate con viti, lo spazio di 80 cm, da considerare dal bordo posteriore del quadro, sarà sufficiente.

All'interno degli scomparti saranno previsti apposite staffe e profilati ancorati alla struttura, per il montaggio delle apparecchiature elettriche.

Le pannellature di chiusura di ciascun comparto saranno opportunamente asolate, al fine di consentire il passaggio dei dispositivi di comando delle apparecchiature.

Le apparecchiature sporgenti dal quadro dovranno garantire il grado di protezione previsto

Il quadro sarà predisposto, sia come distribuzione principale (sbarre) sia come dimensioni (temperatura interna), ad ospitare in futuro altre apparecchiature, per cui il costruttore dovrà indicare la dispersione termica massima che il quadro può sopportare dopo averlo equipaggiato con le apparecchiature previste in progetto.

Il quadro sarà accessibile sia dalla parte frontale che dalla parte posteriore mediante l'apertura di pannelli

Nella messa in opera del quadro si tenga in considerazione che il corridoio per l'accessibilità al retroquadro richiede uno spazio minimo determinato dalla larghezza

della porta di maggiori dimensioni più il 55-60% delle dimensioni della porta stessa, se incernierate su di un lato.( es. per una porta di 70 cm lo spazio dovrà risultare di 110 cm)

Nel caso in cui le porte, anziché essere incernierate vengano fissate con viti, lo spazio di 80 cm, da considerare dal bordo posteriore del quadro, sarà sufficiente.

### 3.4 Forma di segregazione

Il quadro sarà, nel suo complesso, realizzato con forma di segregazione “3” pertanto i singoli scomparti saranno suddivisi nelle seguenti zone:

- zona sbarre principali
- zona interruttori (singolarmente segregate)
- zona terminali (singolarmente segregate)
- zona cavi di potenza

Ciascuno scomparto sarà opportunamente asolato per consentire la ventilazione naturale interna

Ciascuno scomparto avrà, nella base, fori predisposti per permettere l'agevole fissaggio dello stesso a pavimento o sull'apposito telaio di fondazione

Le celle saranno segregate tra di loro in ogni direzione con grado minimo IPXXB

### 3.5 Verniciatura

Le lamiere in acciaio lucido, laminate a freddo, saranno sottoposte, prima della verniciatura alle seguenti operazioni:

- sgrassatura in solventi organici oppure in soluzioni per sgrassatura chimica
- decapaggio in soluzione di acido fosforico a caldo
- bonderizzazione con soluzione di acido fosforico a caldo
- passivazione cromica
- essiccazione.

I particolari da verniciare, dopo il trattamento di cui sopra, saranno sottoposti a verniciatura in impianti per l'applicazione in automatico delle polveri epossidiche.

I particolari, dopo l'applicazione delle polveri, seguiranno il processo di fusione e successiva polimerizzazione, all'interno di apposito forno continuo, che trasformerà le polveri in un film di spessore circa 60 µm dopo il raffreddamento, le superfici esterne del quadro quali: portelle, fiancate, lamiere di copertura, ecc. subiranno l'applicazione di un ulteriore film di vernice a due componenti di tipo goffrato per esaltarne l'aspetto estetico e la resistenza al graffio.

### 3.6 Celle interruttori

Le celle interruttori saranno poste sulla parte frontale del quadro e ciascuna di essa conterrà al suo interno:

- un interruttore del tipo e caratteristiche indicate negli elaborati grafici nel caso di interruttori estraibili o sezionabili:
- le guide eventuali di scorrimento per l'estrazione dell'interruttore;
- gli attacchi fissi dell'interruttore;
- gli otturatori o le apposite protezioni in modo da garantire all'operatore il grado di protezione IPXXB verso le parti in tensione quando è estratto l'interruttore ed è aperta la portella
- prese per i cavi ausiliari di comando e segnalazione dell'interruttore.

Ciascun interruttore sarà installato all'interno della cella in posizione e nel rispetto delle distanze minime, dalle superfici interne della cella, come prescritto dal costruttore degli stessi.

Ogni cella sarà opportunamente aerata al fine di evitare sovratemperature.

Dovrà comunque essere garantita la compartimentazione tra le celle interruttori per evitare che l'eventuale sviluppo di aria ionizzata all'interno di una cella vada ad interessare altre parti in tensione.

Ciascuna cella interruttore sarà provvista di portello frontale in lamiera di acciaio 20-25/10 mm, apribile a cerniera, completa di serratura a chiave e opportune ribordature per assicurare, al portello stesso, il grado di protezione richiesto e rigidità meccanica.

A portella aperta, i componenti con parti in tensione, posti all'interno della cella o sulla portella della stessa, avranno un grado di protezione minimo IPXXB, ottenuto con appositi schermi di materiale isolante in dotazione ai componenti o realizzati dal costruttore del quadro ed approvati dalla D.L.

Quando specificatamente richiesto, le celle, equipaggiate con solo parti fisse di interruttori estraibili o sezionabili (scorte), saranno provviste di schermi di chiusura sulle asole realizzate nella portella frontale per il passaggio delle manovre degli interruttori, strumenti ecc, nonché di adeguate protezioni sui contatti posti sulla parte fissa installata.

Gli schermi assicureranno lo stesso grado di protezione della portella, e saranno fissati con viti che non interferiranno sull'installazione futura delle apparecchiature.

### 3.7 Celle arrivo linea

Le celle arrivo linea saranno accessibili dal retro dello scomparto in seguito alla rimozione di pannelli fissati mediante viti.

All'interno di ciascuna cella verrà installato un sistema di sbarre in piatto di rame, trifase + neutro, derivate direttamente dagli attacchi in ingresso di ciascun interruttore "generale", aventi dimensioni adeguate alla In dell'interruttore e tali da consentire, agevolmente, la derivazione di tutti i cavi o sbarre in rame in arrivo

La tipologia e modalità costruttive degli attacchi per l'attestazione dei cavi (o sbarre) di "arrivo linea" saranno concordate con la D.L

L'arrivo delle linee di potenza sarà possibile dal basso o dall'alto per mezzo di cavi ad isolamento solido o sbarre, come risulta dagli elaborati di progetto e, comunque, concordati, prima dell'inizio lavori, con la D.L.

All'interno delle celle arrivo saranno prese tutte le precauzioni affinché non possa verificarsi un contatto tra le fasi e tra queste e la massa (carpenteria del quadro). Detti provvedimenti pur essendo di competenza della ditta esecutrice del quadro saranno concordate con la D.L.

All'interno delle celle "arrivo" sarà assicurata un'idonea areazione, nonostante la compartimentazione.

Sulla portella frontale di ciascuna cella interruttore generale o sul vano laterale ad esse, saranno installate le eventuali lampade di segnalazione di stato dell'interruttore: aperto, chiuso, sezionato e scattato relè (se richieste negli elaborati di progetto).

### **3.8 Celle sbarre**

Le sbarre principali, secondarie e di alimentazione interruttori saranno contenute entro apposita cella interna allo scomparto, completamente segregata dalle celle limitrofe; le sbarre saranno accessibili dal retro quadro, mediante la rimozione di elementi segregatori, con l'ausilio di adatti attrezzi

Le celle sbarre dovranno consentire lo smaltimento dell'aria calda per mantenere la giusta temperatura alle sbarre mantenendo il grado di protezione IPXXB.

### **3.9 Celle terminali uscita interruttori (celle partenza)**

Le celle terminali uscita interruttori saranno posizionate nella parte posteriore di ogni scomparto

All'interno di ciascuna cella partenza saranno poste sbarre di rame direttamente derivate dai terminali dell'interruttore, dimensionate per il 120% la sua In

I terminali degli interruttori saranno previsti in relazione al numero ed alle dimensioni dei terminali posti sui cavi in partenza e che ad essi andranno attestati. Se gli

interruttori previsti non avranno le terminazioni adeguate, a ciò dovrà provvedere il costruttore del quadro attenendosi scrupolosamente alla distinta dei cavi previsti in progetto

Le sbarre derivate dai terminali degli interruttori, saranno sostenute da apposito sistema isolante avente la funzione di conferire solidità al sistema, ponendolo nelle condizioni di reggere alle sollecitazioni elettrodinamiche e termiche di un eventuale corto circuito ed impedendo che, la sollecitazione, si ripercuota sui terminali degli interruttori.

Lo spazio di ciascuna cella terminali sarà tale da contenere, oltre alle sbarrette di cui sopra ed il relativo isolatore di sostegno, anche l'installazione di un eventuale riduttore amperometrico.

Ciascuna cella partenza sarà segregata e separata dalle altre celle limitrofe. Dovrà quindi risultare possibile l'accesso ad ognuna di esse con tutto il resto del quadro in tensione, naturalmente dopo avere aperto l'interruttore corrispondente.

Su ogni cella partenza, in posizione ben visibile, sarà applicato un cartellino recante la stessa dicitura di identificazione applicata sul parte frontale del quadro, in corrispondenza del rispettivo interruttore (o portello).

Tale cartellino non sarà applicato al pannello di accesso alla cella partenza per evitare che, a seguito di interventi possano avvenire scambi nella fase di richiusura.

In ogni cella partenza saranno previsti fori o asole per il passaggio dei cavi da collegare ai terminali degli interruttori, mantenendo agevole il montaggio e la rimozione del portello di chiusura

Nella realizzazione dei passaggi per i cavi di cui sopra, saranno prese tutte le precauzioni al fine di evitare surriscaldamenti delle parti metalliche per effetto delle correnti parassite di Foucault.

Adatte feritoie dovranno assicurare alle celle, una idonea areazione pur rispettando le esigenze di compartimentazione.

### **3.10 Sbarre principali e sbarre derivate**

Si possono considerare, all'interno di un quadro tipo "Power Center", più tipi di sbarre e precisamente:

- a sbarre principali (omnibus) aventi origine dai morsetti a valle dell'interruttore generale

- b sbarre di derivazione o secondarie, derivate dalle principali e destinate all'alimentazione degli interruttori

- c sbarre di alimentazione interruttori, destinate al collegamento tra sbarre secondarie e terminali di entrata degli interruttori

- d sbarre per cavi partenza derivate dai terminali di uscita degli interruttori per l'attestazione dei cavi.

Le sbarre principali realizzeranno il collegamento tra gli attacchi in uscita degli interruttori generali e le sbarre derivate, saranno ubicate generalmente nella parte alta del quadro ed avranno un andamento orizzontale.

Le sbarre secondarie o di derivazione, collegate alle sbarre principali, avranno generalmente una disposizione verticale e saranno disponibili per l'alimentazione degli interruttori

Le sbarre principali e di derivazione saranno costituite da uno o più piatti in rame elettrolitico a spigoli arrotondati posti in parallelo, conformi alle norme...UNEL 01433-72 e formeranno un sistema trifase + neutro

Nei collegamenti compresi tra il punto di derivazione dalle sbarre secondarie e gli attacchi a monte degli interruttori, (attacchi compresi), dovranno essere prese tutte le precauzioni al fine di minimizzare il rischio di corto circuito. ( es isolamento tramite guaina termorestringente delle tre fasi o di due di esse R e T).

Le sbarre principali, nel caso di un solo trasformatore di alimentazione, avranno la  $I_z =$  al 120% della  $I_n$  dell'interruttore generale del quadro.

Le sbarre principali, nel caso di trasformatori in parallelo, avranno la  $I_z =$  alla somma delle  $I_n$  degli interruttori generali moltiplicata per 0,7 salvo diversa indicazione del progetto.

Le sbarre secondarie saranno dimensionate per la somma delle  $I_n$  degli interruttori derivati fino a raggiungere, come massimo, la sezione delle sbarre principali.

Le sbarre di alimentazione degli interruttori avranno la  $I_z =$  al 120% della  $I_n$  dell'interruttore derivato.

La sbarra di neutro sarà di sezione non inferiore  $\frac{1}{2}$  della sezione delle fasi.

Le giunzioni e derivazioni delle sbarre saranno eseguite secondo le UNEL 01431-72 e cioè per sovrapposizione e serrate a mezzo di bulloni passanti.

Le giunzioni delle sbarre potranno anche essere eseguite diversamente dalle UNEL 01431-72 purché la superficie di sovrapposizione delle sbarre sia compreso tra 10-15 volte lo spessore. (vedi specifiche tecniche allegate)

Le giunzioni e derivazioni delle sbarre saranno eseguite con l'impiego di bulloni in acciaio ad elevata resistenza meccanica e serrati con chiave dinamometrica per esercitare sulle parti in contatto una pressione compresa tra 1 e 1,5 Kg/mm<sup>2</sup> (come risulta da specifiche tecniche allegate)

Nelle giunzioni e derivazioni delle sbarre sarà fatto uso di rondelle piane ed elastiche

In corrispondenza delle giunzioni o derivazioni le sbarre saranno rinviate mediante apposita apparecchiatura al fine di ridurre la resistenza di contatto.

Per la derivazione degli interruttori dalle sbarre secondarie, si potrà fare uso dei seguenti componenti:

- barre in rame elettrolitico rigide a spigoli arrotondati saldamente ancorate mediante supporti isolanti.

- barre flessibili in lamiera di rame da 0.5 mm di spessore isolate in guaina autoestingente con rigidità dielettrica di  $\geq 20.000$  V/mm, installate a regola d'arte, ben ancorate tra loro e con la struttura del quadro cavo unipolare tipo N07V-K per alimentazione di interruttori con  $I_n \leq 160$  A perché  $I_z$  del cavo sia superiore di una taglia alla  $I_n$  dell'interruttore. I cavi saranno installati a regola d'arte, serrati tra loro a trifoglio, con percorsi verticali ed orizzontali ed ancorati ripetutamente alla struttura del quadro

Nel dimensionamento delle sbarre e del quadro, si dovrà tenere in considerazione la temperatura che queste raggiungeranno in servizio e che non dovrà superare i 65°C per la  $I_n$  degli interruttori e 85°C nel caso in cui si superi la  $I_n$  di un valore  $\leq 20\%$

Poiché si richiede un dimensionamento delle sbarre superiore del 20% rispetto alla  $I_n$  degli interruttori, e nel caso che questo evento si verificasse per un tempi brevi (10 -20 min. 4-5 volte al giorno), ciò non dovrà essere causa di superare i 40°C all'interno del quadro. Se con la ventilazione naturale non sarà possibile rispettare tali richieste, il costruttore del quadro potrà provvedere a dotare il quadro stesso di un sistema di ventilazione forzata che consenta di non superare il limite dei 40°C all'interno del quadro. Naturalmente in condizioni normali, cioè con la circolazione della corrente nominale, il quadro dovrà essere in grado di disperdere il calore interno senza l'ausilio della ventilazione forzata supplementare.

### 3.11 Sostegni isolanti per le sbarre

Le sbarre andranno saldamente ancorate alla struttura e mantenute tra loro distanziate mediante apposite staffe ed isolatori in grado di sopportare le massime sollecitazioni elettrodinamiche che possono verificarsi all'interno del quadro

La ditta costruttrice del quadro dovrà valutare il numero e l'interdistanza di detti sostegni affinché il sistema di sbarre non subisca la minima deformazione in caso di corto circuito.

I materiali isolanti, oltre ad avere elevata robustezza meccanica, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- non essere igroscopici,

- essere autoestinguenti;
- essere indeformabili.
- essere resistenti alla scarica superficiale ed alla traccia

Sostegni isolanti andranno posti tra le sbarre in entrata ed uscita degli interruttori al fine di evitare, in caso di corto circuito a valle di questi, sollecitazioni sugli elementi di attestazione degli interruttori con conseguente allentamento dei bulloni di serraggio o rottura dell'involucro dell'interruttore stesso.

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro, saranno ininfiammabili o tipo autoestinguente (Norme ASTM D229 metodo 1).

In particolare, i materiali isolanti in vetro poliestere, anche se ottenuti per stampaggio, saranno rispondenti alle caratteristiche analoghe al tipo GP03C secondo norme NEMA.

### **3.12 Interruttori ed apparecchiature di potenza**

Per interruttori generali si intendono quelli inseriti sulle linee di alimentazione del quadro; queste possono provenire da trasformatori o da generatori.

Gli interruttori saranno del tipo e con le caratteristiche indicate sugli elaborati tecnici di progetto

Il potere di interruzione dei singoli interruttori sarà sempre maggiore della massima corrente di corto circuito che può verificarsi all'interno del quadro secondo le norme CEI (23.3 e 17.5).

Tutte le apparecchiature di potenza, sezionatori, contattori ecc. saranno scelti in modo da resistere alle massime sollecitazioni conseguenti ad un eventuale corto circuito.

Le caratteristiche di intervento degli sganciatori degli interruttori dovranno essere coordinate in modo da assicurare la selettività gerarchica come di seguito indicata:

- 1° gli interruttori delle partenze dal quadro
- 2° gli eventuali interruttori congiuntori
- 3° gli interruttori sulle alimentazioni del quadro provenienti da trasformatori alimentatori e/o gruppi elettrogeni
- 4° gli interruttori sul lato media tensione

Per interruttori derivati o di partenza, si intendono quelli a valle degli interruttori generali. (ad eccezione dei congiuntori)

Per interruttori congiuntori si intendono quelli inseriti generalmente sul sistema di sbarre principale per suddividerlo in due o più settori.

Le apparecchiature di tipo tarabile installate sul quadro, verranno regolate secondo le indicazioni presenti negli elaborati grafici di progetto e comunque considerando la corrente (Ind) nominale declassata a causa della temperatura massima interna al quadro.

Tutti gli interruttori sui quadri elettrici, saranno provvisti di protezione termica e magnetica per ogni polo interrotto.

Non sono ammessi interruttori unipolari o tripolari quando le linee di uscita sono rispettivamente bipolari o quadripolari.

Tutti gli interruttori saranno liberi di scattare elettricamente e meccanicamente in tutte le posizioni di stazionamento assumibili nel quadro.

Le apparecchiature saranno montate in modo che la posizione di posa non costituisca declassamento delle caratteristiche dell'apparecchiatura stessa seguendo innanzitutto le indicazioni del costruttore.

Nella sistemazione delle apparecchiature deve essere rispettata la distanza indicata dalla Casa Costruttrice delle pareti interne del quadro.

Il senso di manovra dei dispositivi di comando è convenzionalmente stabilito dalla Norma CEI 16-5 (IEC447) nell'intento di uniformare i comportamenti dell'operatore e quindi diminuire la probabilità di errore

Per esemplificare:

- un interruttore a leva con moto prevalentemente lineare deve chiudere verso l'alto, o verso destra, oppure allontanandosi dall'operatore;
- un interruttore a leva con moto rotatorio deve chiudere in senso orario ed aprire in senso antiorario.

In base alla Norma CEI 16-5 art. 7: "Dove per ragioni imperative, come per la pratica già esistente e diffusa o per ragioni di sicurezza, queste regole non possano essere applicate, il senso dell'effetto corrispondente all'azione deve essere chiaramente indicato sull'attuatore o nelle sue vicinanze".

Quando è necessario distinguere nelle apparecchiature i morsetti d'ingresso da quelli di uscita, il costruttore deve contrassegnare i primi con una freccia rivolta verso l'interno dell'interruttore e gli altri con una freccia rivolta verso l'esterno.

Un interruttore può essere alimentato da una parte qualsiasi ovvero sia dall'alto che dal basso se previsto dalla casa costruttrice

Il collegamento degli interruttori alle sbarre, normalmente verrà, realizzato in modo tale che, nella posizione di aperto, la parte mobile dell'interruttore si trovi fuori tensione (contatti mobili non in tensione)

Per l'installazione delle apparecchiature la quota inferiore non sarà minore a 0,2 m dal pavimento (misura tra pavimento e bordo inferiore dell'apparecchiatura), mentre la quota superiore non deve essere maggiore a 2 m dal pavimento (misurati tra pavimento e mezzera dell'apparecchiatura stessa. (Norma CEI 17-13/1).

Per interruttori sezionabili si intendono quegli apparecchi, che possono assumere la posizione di sezionato all'interno della propria cella di installazione.

Per interruttori estraibili si intendono quegli apparecchi che, una volta disgiunti dai terminali fissi, devono essere asportati dal quadro.

Gli interruttori di uguali caratteristiche e portata saranno tra loro intercambiabili.

Gli interruttori in esecuzione sezionabile potranno assumere nella cella i seguenti distinti assetti:

- "Servizio" assetto con circuiti principali e ausiliari inseriti
- "Sezionato in prova" assetto con circuiti principali sezionati ed ausiliari inseriti
- "Sezionato" assetto come per "Sezionato in prova" ma con i circuiti principali e ausiliari sezionati

In ogni posizione di assetto dell'interruttore sarà consentita la chiusura della porta anteriore della cella.

Sarà previsto un dispositivo che assicuri la messa a terra dell'apparecchiatura in tutte le posizioni comprese tra quelle di servizio e sezionamento.

Le rotaie di guida del carrello saranno munite di opportuni arresti per assicurare un accurato posizionamento ed un sicuro bloccaggio del carrello stesso negli assetti "servizio", "prova" e "sezionamento"

Le apparecchiature di potenza come: contattori, fusibili, trasformatori, ecc. saranno installati entro celle con portella, accessibili dalla parte anteriore del quadro

Una cella, in tal caso potrà contenere più apparecchiature, purché installate a regola d'arte, mantenendo, tra le une e le altre e la carpenteria del quadro le distanze minime indicate dalle indicate dalle case costruttrici e necessarie alla manutenzione.

Le apparecchiature elettriche, anche se diverse da interruttori, saranno protette contro i contatti diretti mediante dispositivi che garantiscano il grado di protezione IPXXB.

### **3.13 Interruttori generali**

Con portata nominale fino a 1000 A saranno di tipo scatolato in esecuzione sezionabile su carrello ed attacchi posteriori

Con portata nominale superiore a 1000 A saranno di tipo aperto in esecuzione sezionabile su carrello ed attacchi posteriori

Gli interruttori generali saranno accessoriati con:  
manovra a maniglia montata sull'interruttore  
blocco a chiave con chiave estraibile ad interruttore sezionato  
bobina di apertura  
contatti di stato (aperto, chiuso, scattato relè) se previsti nel progetto.

Saranno dotati di sganciatori di massima corrente a microprocessori con funzioni protettive contro il sovraccarico a tempo lungo inverso e contro il corto circuito istantaneo (o regolabile ove richiesto) e contro i guasti verso terra. ( se richiesto).

### **3.14 Interruttori di partenza con In fino a 1000 A**

Salvo diversa indicazione gli interruttori di partenza fino alla suddetta portata saranno di tipo scatolato in esecuzione con attacchi posteriori e provvisti di comando a maniglia rotante montata sull'interruttore (senza blocco-porta)

Gli interruttori non destinati all'alimentazione di utenze del processo produttivo, ma di piccole utenze interne alla cabina, potranno essere di tipo modulare, se ciò risulta dagli elaborati grafici allegati.

I relè degli interruttori, salvo diversa indicazione, saranno di tipo elettronico a microprocessore con le curve indicate sugli elaborati grafici allegati.

### **3.15 Interruttori di partenza con In oltre a 1000 A**

Saranno di tipo aperto, in esecuzione fissa

Saranno equipaggiati con sganciatori di massima corrente a microprocessori a valore efficace, con le funzioni protettive contro il sovraccarico a tempo lungo inverso, il corto circuito istantaneo regolabile e, se richiesto, con protezione omopolare di terra.

Il funzionamento degli sganciatori sarà indipendente da sorgenti di energia ausiliarie, sarà costante e affidabile anche in presenza di intensi disturbi in rete.

### **3.16 Relè ausiliari**

Eventuali relè ausiliari saranno disposti nella cella misure in modo da consentire agevolmente l'ispezione e la manutenzione con il quadro in servizio e saranno pertanto separati dalle parti di BT di potenza setti segregatori di protezione.

Tutti i relè saranno zoccolati e di tipo estraibile

E' esclusa l'adozione di relè ausiliari aventi bobina munita di resistenza di risparmio.

### **3.17 Trasformatori di misura**

Nella scelta dei trasformatori (o riduttori) di corrente occorre tenere in seria considerazione la prestazione in VA dello stesso affinché sia in grado di sopportare l'energia dissipata dallo strumento e dai conduttori di collegamento tra il riduttore e lo strumento

Tutti i trasformatori di corrente avranno un morsetto del secondario collegato a terra con conduttore di sezione pari, a quello delle utenze del secondario del riduttore.

Nella installazione dei trasformatori di corrente saranno rispettate le indicazioni della casa costruttrice ed in particolare le polarità dei morsetti degli avvolgimenti primari e secondari

Salvo diversa indicazione i riduttori di corrente saranno ...../5 e la linea di collegamento con lo strumento con sezione non inferiore a 4 mm<sup>2</sup>.

I riduttori di corrente saranno installati in punti facilmente ispezionabili ed agevole per manutenzione. Per gli interruttori di partenza la collocazione preferibile è il vano uscita cavi.

I trasformatori di corrente se non collegati a strumentazioni, saranno cortocircuitati sul secondario prima della messa in tensione del quadro.

### **3.18 Strumenti**

Le strumentazioni da installare sui quadri elettrici saranno quelle riportate dagli elaborati grafici allegati.

Ove richiesto, come strumentazione per la visualizzazione delle grandezze elettriche totali o parziali del quadro, sarà fatto uso di strumenti multifunzionali con caratteristiche rilevabili dagli elaborati allegati (specifiche tecniche – schede)

In linea di massima gli strumenti per la lettura delle grandezze elettriche parziali saranno del tipo analogico con scala normale, lato strumento 96x96 mm e; ove specificatamente richiesto per motivi di spazio, con lato strumento 72x72 mm

Nel caso di amperometri inseriti per la lettura della corrente di motori, la scala sarà del tipo molto estesa.

Gli strumenti saranno installati generalmente nell'apposito vano ricavato a lato della cella interruttori oppure nella stessa cella interruttore.

Gli strumenti ed i relativi commutatori installati su porte avranno i morsetti protetti contro i contatti diretti (grado di protezione non inferiore a IP 20).

#### Spie luminose e pulsanti

Le spie luminose saranno del tipo con foro diam. 26 mm, alimentazione 230 V e lampada 260 V. Il colore della coppetta sarà conforme alla funzione che essa svolge e rispondente a quanto richiesto dalle Norme CEI EN 60073..

In particolare sarà usato il colore:

bianco per la marcia

rosso per l'arresto

arancio per scattato relè.

Le spie luminose installate sulle porte avranno i morsetti protetti contro i contatti diretti (grado di protezione IP 20).

La distanza tra spie luminose e/o pulsanti sarà tale da consentire l'applicazione dei rispettivi cartellini di identificazione e/o informazione funzionale e comunque non inferiore a 55 mm tra gli assi verticali ed orizzontali.

Nell'installazione dei pulsanti, selettori e spie di segnalazione occorre effettuare raggruppamenti funzionali per agevolare le manovre e la lettura delle segnalazioni.

### **3.19 Cartelli segnalazione ed identificazione**

Ogni quadro sarà provvisto di una targa recante la dicitura di identificazione del quadro stesso riportata negli elaborati grafici. La targa sarà posta sulla cimasa del quadro al centro rispetto la sua lunghezza con caratteri non inferiori a 5 cm. Colore dei caratteri e dello sfondo saranno da definire con la D.L:

Ogni scomparto sarà provvisto, nel lato sinistro della cimasa, di cartellino recante una lettera alfabetica della grandezza di circa 3 cm,.( es. A , B, C, ecc.). L'andamento sarà

progressivo da sinistra verso destra, I colori delle lettere e sfondo del cartellino saranno da definire con la D.L.

Ogni portello anteriore sarà provvisto, nell'angolo sinistro alto di un ulteriore cartellino recante la lettera dell'alfabeto dello scomparto a cui appartiene ed un numero progressivo dall'alto verso il basso. ( es. A1, A2, A3, ecc.). Le dimensioni dei caratteri della scrittura non sarà inferiore a 15 mm ed i colori impiegati saranno gli stessi del cartellino di cui sopra

Sopra o sotto ad ogni manovra sporgente dal quadro sarà installato un cartellino con scrittura orizzontale indicante le funzioni dell'apparecchiatura. Dimensione scrittura non inferiore a 8 mm

Sotto ogni segnalatore luminoso, strumento, o altra apparecchiatura, sarà applicato un cartellino indicante le funzioni dell'apparecchiatura e la siglatura alfanumerica corrispondente posta sugli elaborati grafici.

All'interno del quadro, accanto ad ogni apparecchiatura sarà applicato un cartellino recante la siglatura alfanumerica riportata sugli elaborati grafici.

I cartellini saranno in materiale plastico o alluminio pantografato o serigrafato oppure di altro tipo da concordare con la D.L. (es. profilato alluminio estruso e lamina di materiale trasparente con possibilità di sostituzione del cartellino) applicabili sulle pannellature esterne tramite viti o rivetti oppure collanti di sicura tenuta nel tempo ed alle massime temperature che possono raggiungere le varie superfici nel normale funzionamento.

Sono da escludere i cartellini realizzati mediante stampanti su nastro adesivo se non in fase provvisoria.

La descrizione da riportare nei singoli, cartellini, prima di essere stampata nella stesura definitiva, sarà sottoposta all'approvazione della D.L e della Committenza.

### **3.20 Cavetteria e circuiti ausiliari**

Tutti i circuiti saranno realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>

L'isolamento dei conduttori sarà in materiale termoplastico con grado di isolamento non inferiore a 3 KV del tipo non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20-22.

I conduttori saranno posti all'interno di canalizzazioni in PVC autoestinguento complete di coperchio e collocate in modo che siano facilmente ispezionabili.

Il dimensionamento dei singoli conduttori dovrà tenere conto dei coefficienti riduttivi dovuto allo stipamento degli stessi all'interno del canale.

Comunque il numero dei conduttori sarà tale da non superare, in alcun caso, il 50% della capacità di contenimento del canale.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegheranno, verranno contrassegnati con una sigla alfanumerica; in corrispondenza delle morsettiere, oltre a quanto sopra citato e sul lato del morsetto, saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori saranno attestati.

Ciascuna estremità dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminali aventi la parte non attiva opportunamente isolata.

Il supporto isolante costituente i morsetti sarà in materiale non combustibile e non igroscopico e indeformabile.

Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antiallentamento.

I morsetti saranno del tipo per montaggio indipendente su profilati di sostegno.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro, saranno dimensionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Sarà inoltre previsto un numero di morsetti aggiuntivi di riserva in numero pari al 10% dei morsetti utilizzati ed il solo spazio per un incremento del 20%.

Il cablaggio dei circuiti ausiliari all'interno della cella misure verrà alloggiato entro canaline in plastica munite di coperchio facilmente asportabile.

Il cablaggio dei circuiti ausiliari sulle portelle delle celle sarà alloggiato entro canaline in plastica munite di coperchio, oppure adeguatamente legati a mazzetto ed ancorati in più punti al pannello. In particolare, in corrispondenza della cerniera del portello i conduttori dovranno necessariamente risultare legati a mazzetto o posti all'interno di una guaina flessibile. In entrambi i casi si dovrà lasciare il franco di lunghezza necessario per aprire agevolmente il portello ed il fissaggio dei conduttori sarà effettuato ai lati della cerniera: uno alla struttura del quadro l'altro al portello.

Il cablaggio dei circuiti ausiliari, che posti all'interno degli scomparti contenenti circuiti di potenza principali (sbarre), sarà segregato da questi mediante opportune separazioni costituite da tubi o canali chiusi; in quest'ultimo caso si dovrà però garantire l'ispezionabilità.

I circuiti voltmetrici posti sugli arrivi da trasformatori o generatori, derivati a monte dell'interruttore generale, saranno realizzati con particolare cura, allo scopo di impedire il verificarsi di corti circuiti a monte dei fusibili di protezione; sarà pertanto curato in particolare le modalità di fissaggio delle derivazioni, l'ancoraggio e l'isolamento

dei conduttori (si consiglia pertanto l'uso di terminali ad occhio ove il serraggio del contatto elettrico è realizzato con viti).

### 3.21 Apparecchiature ausiliarie

Tutti gli interruttori posti a protezione dei circuiti ausiliari saranno provvisti di contatti liberi riportati alla morsettiera per la segnalazione a distanza di interruttore aperto e chiuso o scattato relè

Le apparecchiature (comandabili localmente e/o a distanza con comando elettrico), dovranno essere provvisti di un commutatore a due posizioni.

Le funzioni per ognuna delle due posizioni dovranno essere le seguenti:

- posizione locale: isolare i comandi a distanza lasciando il comando elettrico locale
- posizione distanza: permette il comando elettrico a distanza

Tra due pulsanti di marcia e arresto posti in verticale, uno sopra l'altro, chiude il pulsante superiore (marcia); tra due pulsanti posti in orizzontale (uno di fianco all'altro) chiude il pulsante di destra (marcia).

A tutte le apparecchiature saranno applicati appositi cartelli recanti siglature alfanumeriche, così come indicato sugli schemi elettrici e funzionali.

### 3.22 Morsettiera

I cavi in entrata ed uscita dal quadro saranno attestati a morsettiera predisposte allo scopo

Le morsettiere saranno del tipo componibile ovvero realizzate mediante morsetti da installare su profilati metallici uno a fianco dell'altro

I morsetti saranno in materiale plastico autoestingente

I morsetti saranno del tipo a serraggio mediante vite che però non dovrà entrare in contatto diretto con il conduttore, ma con interposta lamina, affinché non venga lesa durante la rotazione della stessa

I morsetti saranno predisposti ad ospitare un apposito cartellino idoneo a contenere una sigla alfanumerica di identificazione

I morsetti saranno suddivisi in gruppi per meglio identificare utenze o circuiti ed i vari gruppi saranno separati mediante apposito diaframma.

I morsetti saranno provvisti di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IPXXC

I morsetti in tensione ad interruttore generale aperto saranno ulteriormente provvisti di cartello monitore che avverta della presenza di tensione

Le morsettiere saranno solitamente sistemate nella parte inferiore del quadro, ma in determinate circostanze e con il benestare della D.L. le morsettiere potranno anche essere poste nella parte superiore.

In presenza di colonne cavi le morsettiere potranno essere sistemate verticalmente all'interno della colonna stessa

In ogni caso, prima di ogni morsettiera, sarà installata una staffa parallela alla stessa morsettiera alla quale saranno ancorati i cavi prima di essere attestati ai morsetti.

Le staffe di ancoraggio cavi risulteranno di lunghezza non inferiore alla morsettiera, saranno di sezione tale da non subire deformazioni sotto le sollecitazioni dei cavi, saranno predisposte per un agevole ancoraggio dei cavi stessi conferendo all'insieme un aspetto estetico gradevole

I cavi saranno ancorati in modo da non esercitare sollecitazioni sui morsetti, pertanto, se per i conduttori di maggiore sezione si rendesse necessaria una seconda staffa di ancoraggio, questa dovrà essere installata.

#### Cavi in arrivo e partenza

L'entrata dei cavi sarà possibile dall'alto e/o dal basso come previsto negli elaborati grafici o schede tecniche

All'interno di ciascuna colonna cavi saranno previste idonee staffe per l'ancoraggio dei cavi .

Il sistema di entrata dei cavi dovrà garantire il grado di protezione richiesto in progetto per cui l'Appaltatore prima di dar corso a tale esecuzione dovrà sottoporre alla D.L. la soluzione prevista.

Nel caso in cui il grado di protezione sia  $\geq$  IP55 il passaggio dei cavi attraverso le pareti del quadro sarà effettuato mediante pressacavi e le modalità esecutive saranno concordate con la D.L.

I cavi all'interno del quadro saranno ben ordinati, sarà pertanto studiata preventivamente la posizione di ciascuno di essi per evitare, nel limite del possibile, accavallamenti e consentire di individuarli agevolmente attraverso i rispettivi cartellini di identificazione.

### 3.23 Messa a terra

La sbarra di terra del quadro (nodo) dovrà collegare l'intera struttura e sarà imbullonata all'intelaiatura di ciascuno scomparto

La sbarra di terra del quadro dovrà essere dimensionata per il corto circuito nominale assumendo una densità massima di corrente di 100 A/mm<sup>2</sup>. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere tuttavia inferiore a 250 mm<sup>2</sup>.

La sbarra di terra del quadro sarà provvista di fori per la derivazione dei conduttori di terra e di protezione

Tutte le porte o portelle del quadro che in qualche modo possono entrare in contatto con parti in tensione verranno collegate francamente a terra per mezzo di trecce di rame flessibilissime ed avente una sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.

### 3.24 Obblighi della ditta fornitrice

Premesso che i compiti del progettista degli impianti, dell'impiantista e del costruttore del quadro sono diversi ma che tutti concorrono alla realizzazione del quadro, è indispensabile che il rapporto di collaborazione tra questi sia proficua fin dall'inizio dei lavori. Per maggior chiarezza seguire si definiscono i compiti di ciascuna figura:

Al Progettista degli impianti spetta:

- definire lo schema elettrico del quadro prevedendo eventuali riserve e spazi per future estensioni;
  - fissare le tensioni di impiego;
  - identificare le correnti di impiego e le portate dei circuiti in considerazione del declassamento delle correnti nominali degli interruttori in funzione della temperatura massima presunta all'interno del quadro;
  - stabilire l'eventuale fattore di contemporaneità;
  - calcolare la corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione del quadro;
  - effettuare il coordinamento fra i dispositivi di protezione contro il corto circuito interno ed esterno al quadro;
  - Indicare i vincoli relativi all'ingombro dei quadri,
  - Precisare le condizioni di installazione del quadro (a parete, esposto su tutti i lati, ecc.);
  - definire il grado di protezione adeguato alla destinazione d'uso;
  - predisporre un lay-out generale di massima del quadro (fronte, collocazione dei terminali, ecc.) evidenziando le esigenze piuttosto che le soluzioni;
- Indicare le eventuali condizioni speciali di servizio (temperatura ambiente, umidità relativa, altitudine ecc.).

Il compito del Costruttore del quadro sono:

- Progettare e costruire il quadro tenendo conto delle sollecitazioni meccaniche e termiche;
  - Scegliere le apparecchiature con riferimento allo schema di progetto sia per il comportamento termico (correnti nominali) sia per il corto circuito (potere di interruzione);
  - Indicare le eventuali protezioni a monte del quadro che condizionano la tenuta al corto circuito del quadro;
  - Adottare le soluzioni idonee che consentono di rispettare tutte le prescrizioni normative ed in particolare i limiti di sovratemperatura;
- Definire le caratteristiche nominali del quadro.

L'installatore, se non è anche il costruttore, dovrà fornire al costruttore, che è responsabile del suo prodotto, tutte le informazioni necessarie affinché il quadro funzioni correttamente nel contesto dell'impianto in cui deve essere inserito.

Il quadro sarà fornito completo dei seguenti componenti o accessori complementari:

- telaio di base, delle esatte misure della base del quadro, in tubolare o profilato metallico di dimensioni (sezione e spessore) e trattamento superficiale da definire con la D.L. Il telaio dovrà anticipare l'arrivo in cantiere del quadro affinché possa essere adeguatamente posato sul luogo di installazione del quadro.
- Schema elettrico di potenza (as-built), schema elettrico funzionale dei circuiti ausiliari completo di numerazione dei conduttori, delle morsettiere, e identificazione di tutte le apparecchiature presenti sul quadro (3 copie).
- Raccolta di tutti i manuali allegati alle apparecchiature installate ed utilizzati per l'installazione, la regolazione e la messa in funzione delle apparecchiature stesse.
- Targa.
- Rapporto di prova.
- Dichiarazione di conformità del quadro alle Norme EN 60439.
- Scheda di verifica come dal presente capitolato.

Sulla targa dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- il nome o il marchi di fabbrica del costruttore
- il tipo e il numero di serie del quadro
- la corrente nominale del quadro
- la frequenza nominale del quadro
- la tensione nominale di funzionamento
- il grado di protezione.

### **3.25 Condizioni di trasporto e posa**

La ditta fornitrice del quadro dovrà provvedere oltre al trasporto dall'officina di assemblaggio fino al cantiere, ma anche del trasporto dall'automezzo fino al punto di installazione.

Il quadro sarà dotato di golfari o di altri accessori che consentano il sollevamento del quadro dall'automezzo di trasporto al punto di installazione dello stesso

Nel caso di impiego di rulli per movimentare il quadro su superfici piane, assicurarsi che la base del quadro non subisca deformazioni in corrispondenza del punto di appoggio col rullo. Prendere a priori le dovute precauzioni

Nella fase di assestamento del quadro nella sua posizione definitiva se si farà uso di leve o martinetti proteggere sempre il punto di appoggio dello strumento con la carpenteria per non arrecare danni.

Il quadro sarà adeguatamente ancorato sull'automezzo che lo trasporterà in cantiere in modo che non subisca danneggiamenti anche in caso di brusche frenate

Il quadro sarà adeguatamente protetto, durante il trasporto, da agenti atmosferici che possono danneggiare le sue apparecchiature interne

Dopo il posizionamento definitivo del quadro sarà opportuna ripassare il serraggio delle sbarre per assicurarsi che durante le operazioni di carico scarico e trasporto le sollecitazioni non abbiano influito sulle derivazioni.

## **4 QUADRI DI B.T.**

### **4.1 SPECIFICHE E NORME ESECUTIVE**

### **4.2 Qualità e caratteristiche dei materiali – modo di esecuzione dei lavori**

Le specifiche di seguito riportate in ordine alle caratteristiche delle principali apparecchiature occorrenti alla realizzazione degli impianti in oggetto, hanno lo scopo di stabilire un livello qualitativo dal punto di vista sia costruttivo che funzionale che dovrà essere tassativamente rispettato dall'Appaltatore in sede di offerta e, conseguentemente, in fase di esecuzione dei lavori.

Ove possibile, per ogni tipo di apparecchiature, l'elenco di cui al successivo paragrafo indica i nominativi di più case costruttrici il cui livello è da considerarsi, sia pure con le inevitabili differenze, rispondente allo standard qualitativo richiesto.

Si precisa che in genere tutti i materiali che verranno installati dovranno essere dotati di Marchio di Qualità (I.M.Q.) e che nell'ambito di uno stesso impianto non sarà ammesso l'uso di componenti eterogenei in quanto a casa costruttrice se non per giustificati motivi accettati preventivamente dalla D.L. (ad es. nei quadri elettrici non dovranno coesistere interruttori di uguale tipo, ma di marche differenti).

Si fa presente inoltre che non potranno essere inseriti nell'impianto in oggetto materiali non metallici che non abbiano la certificazione sulla classe di comportamento al

fuoco, eseguita da un laboratorio autorizzato dalla Stato, specifica per l'ambiente, in cui sono installati.

Eventuali deroghe a quest'ultima prescrizione restano di esclusiva pertinenza della D.L. Si ribadisce infine che tutti gli impianti dovranno essere realizzati in conformità con quanto disposto dalla norme C.E.I. e che i materiali dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalle tabelle C.E.I. - UNEL.

## 5 QUADRI DI DISTRIBUZIONE

### 5.1 Definizioni

**Base:** Elemento metallico in lamiera di acciaio pressopiegata costituente la parte inferiore o di appoggio del quadro

**Cimasa:** Elemento metallico in lamiera di acciaio pressopiegata costituente la parte superiore del quadro

**Pannelli laterali o spalle:** Elementi metallici in lamiera di acciaio pressopiegata costituenti le chiusure laterali degli scomparti ancorati alla base ed alla cimasa

**Pannelli posteriori:** Elementi metallici in lamiera di acciaio pressopiegata costituenti la chiusura posteriore dello scomparto, ancorato mediante bulloni alla base, alla cimasa ed ai pannelli laterali

**Pannelli anteriori:** Elementi metallici in lamiera di acciaio pressopiegata costituenti la chiusura frontale dello scomparto, da un lato ad uno dei pannelli laterali mediante cerniere e dall'altro con viti, oppure con viti su entrambi i lati. Di altezza variabile saranno dotati di asole da cui sporgeranno i dispositivi delle apparecchiature di comando, segnalazione e visualizzazione delle grandezze elettriche.

**Porta e controporta:** Elemento di protezione dei dispositivi di manovra dotata di serratura con chiave ed incernierato su di un lato a pannello laterale. Essi potranno essere ciechi ovvero interamente in lamiera oppure trasparente e in tal caso saranno costituiti da un telaio e vetro (o altro materiale trasparente) che consenta la visibilità su tutte le apparecchiature sporgenti da pannelli anteriori

**Scomparto o colonna:** Elemento modulare di quadro costituito da: base, cimasa, pannelli laterali, pannello posteriore, pannello anteriore, porta su cui possono essere installate apparecchiature elettriche

**Colonna cavi:** Elemento modulare di quadro costituito da: base, cimasa, pannello posteriore e pannello anteriore, utilizzato per il passaggio cavi o sbarre.

### 5.2 Struttura

Sarà realizzato con elementi componibili, modulari in lamiera di acciaio, spessore 15-20/10 mm (a seconda del componente realizzato) opportunamente sagomati, ribordati, ed uniti tramite saldatura ad arco o puntatura elettrica.

Vari elementi saranno successivamente assemblati per la composizione di scomparti e quindi del quadro nelle dimensioni occorrenti.

Il quadro sarà in esecuzione per montaggio a parete, se di ridotte dimensioni; diversamente l'esecuzione sarà per installazione a pavimento ed a ridosso di parete, per

cui tutte le operazioni di manutenzione e/o ampliamento saranno possibili dalla parte anteriore.

Il quadro risulterà suddiviso elettricamente e fisicamente in più sezioni, a seconda dei servizi che dovrà alimentare (energia normale, preferenziale, continuità, ecc.).

All'interno degli scomparti saranno previsti apposite staffe e profilati ancorati alla struttura, per il montaggio delle apparecchiature elettriche.

Le pannellature di chiusura di ciascun comparto saranno opportunamente asolate, al fine di consentire il passaggio dei dispositivi di comando delle apparecchiature.

Il quadro, se di tipo per posa a pavimento, sarà dotato di uno o più colonne cavi per l'entrata ed uscita agevole delle condutture.

Il quadro sarà dotato di porta frontale con chiave a protezione dalla polvere e da manovre non autorizzate

La porta frontale se provvista di vetro (o altro materiale trasparente) dovrà consentire la perfetta visibilità di tutti gli strumenti, spie luminose e cartellini identificativi.

La porta frontale sia se provvista di vetro sia se cieca, dovrà risultare distanziata da qualsiasi apparecchiatura sporgente dai pannelli anteriori del quadro e pertanto non dovrà causare impedimento allo scatto delle leve degli automatici e neppure a quelle di manovra e di strumentazione.

Le apparecchiature sporgenti dal quadro dovranno garantire il grado di protezione previsto

Il quadro sarà predisposto, sia come distribuzione principale (sbarre) sia come dimensioni ( temperatura interna), ad ospitare in futuro le apparecchiature come da specifiche tecniche allegate.

### **5.3 Verniciatura**

La struttura portante, le porte, le pannellature costituenti l'involucro del quadro saranno sottoposte al seguente ciclo di verniciatura:

- sgrassatura in solventi organici oppure in soluzioni per sgrassatura chimica
- decappaggio in soluzione di acido fosforico caldo
- fosfatazione (o bonderizzazione) con soluzione di acido fosforico a caldo
- passivazione cromica
- essiccazione.

Ai componenti trattati come sopra detto, saranno applicate elettrostaticamente una o più mani di polvere epossidica, fino a raggiungere uno spessore di almeno 50 micron.

Dopo l'applicazione della polvere, i componenti saranno posti in forno a 190 – 200° C per la fusione delle polveri

Le parti esterne dei quadri, quali:

- portelle
- fiancate
- lamiera di copertura, ecc.
- saranno ulteriormente verniciate con un film a due componenti di tipo goffrato semilucido.
- 

La vernice dovrà possedere un alto grado di resistenza all'usura.

Se richiesto dalla D.L, sulle superfici interne del quadro sarà applicata una speciale vernice anticondensa.

Il colore sarà concordato con la D.L. in fase di ordinazione, comunque sarà scelto tra la gamma dei RAL.

#### 5.4 Caratteristiche costruttive

Grado di protezione:

- a porte chiuse > IP 44
- dal basso > IP 40
- a controporta aperta > IP3X
- a pannelli aperti > IP XXC

I gradi di protezione sopraindicati dovranno essere garantiti a quadro montato e collegato e nel funzionamento normale.

Costruzione: forma 3

#### 5.5 Caratteristiche elettriche

- Tensione di esercizio 400 V
- Frequenza nominale 50 Hz
- Stato del neutro TNS
- Temperatura max 40°C
- Altitudine di installazione 1000 m s.l.m.
- Tensione circuiti ausiliari (se richiesti) 220 V 50 Hz
- Correnti nominali di servizio continuo nei collegamenti:
  - a) sbarre principali dimensionate per la stessa In dell'interruttore generale
  - b) sbarre secondarie dimensionate per la somma delle In degli interruttori derivati fino ad max = sbarre principali
  - c) sbarre (o cavi) di derivazione una taglia superiore alla In dei singoli interruttori derivati
- Corrente di corto circuito: riportata sugli elaborati tecnici allegati.

## 5.6 Interruttore generale

L'interruttore generale sarà, salvo diversa indicazione, del tipo sezionatore sotto carico.

L'interruttore generale sarà provvisto di manovra a maniglia rotante

L'interblocco tra manovra e porta non è ritenuto necessario se:

- l'accessibilità al quadro è limitata al solo personale addetto
- il pannello sia comunque apribile mediante l'uso di chiave o attrezzo
- all'interno del quadro non vi sono apparecchiature da manovrare, interruttore, relè da ripristinare, ecc.

L'interruttore generale avrà la  $I_n$  non inferiore alla  $I_n$  dell'interruttore automatico a monte della linea che lo alimenta.

L'interruttore generale avrà caratteristiche tali da sostenere gli sforzi elettrodinamici e termici massimi che possono verificarsi in caso di corto circuito nel quadro.

L'interruttore generale potrà essere installato sia in posizione verticale che in orizzontale purché previsto dalla casa costruttrice senza però che vengano declassate le sue caratteristiche.

L'interruttore generale sarà posto in posizione alta o bassa del quadro, a seconda della convenienza e comunque concordata preventivamente con la D.L.

## 5.7 Interruttori di partenza

Gli interruttori di partenza, così definiti quelli a protezione delle linee in uscita, avranno le caratteristiche indicate sugli elaborati grafici di progetto.

Gli interruttori di partenza con  $I_n < 125$  A saranno di tipo modulare.

Gli interruttori di partenza con  $I_n > 125$  A saranno di tipo scatolato con attacchi anteriori per cavi o sbarre a seconda delle necessità.

Gli interruttori scotalati saranno provvisti di manovra a maniglia rotante montata sull'interruttore.

Il senso di manovra dei dispositivi di comando è convenzionalmente stabilito dalla Norma CEI 16-5 (IEC447) nell'intento di uniformare i comportamenti dell'operatore e quindi diminuire la probabilità di errore.

Per esemplificare:

- un interruttore a leva con moto prevalentemente lineare deve chiudere verso l'alto, o verso destra, oppure allontanandosi dall'operatore;
- un interruttore a leva con moto rotatorio deve chiudere in senso orario ed aprire in senso antiorario.

In base alla Norma CEI 16-5 art. 7: "Dove per ragioni imperative, come per la pratica già esistente e diffusa o per ragioni di sicurezza, queste regole non possano essere applicate, il senso dell'effetto corrispondente all'azione deve essere chiaramente indicato sull'attuatore o nelle sue vicinanze".

Tutti gli interruttori saranno liberi di scattare elettricamente e meccanicamente in tutte le posizioni di stazionamento assumibili nel quadro.

Gli interruttori sia scatolati che modulari potranno essere installati in posizione sia orizzontale che verticale purché consentito dalla casa costruttrice e comunque siano conservate le prestazioni massime dell'apparecchiatura.

Le apparecchiature saranno tutte installate con organo di manovra o ripristino accessibile senza necessariamente dover ricorrere all'apertura dei pannelli del quadro, ma solo eventualmente della controporta.

Nell'installazione delle apparecchiature saranno rispettate le distanze dalle altre apparecchiature o dalle pareti del quadro indicate dalla casa costruttrice.

Se consentito dalla casa costruttrice, l'interruttore può essere alimentato da una parte qualsiasi: sia dall'alto, sia dal basso.

Quando è necessario distinguere nelle apparecchiature i morsetti d'ingresso da quelli di uscita il costruttore del quadro deve contrassegnare i primi con una freccia rivolta verso l'interno dell'interruttore e gli altri con una freccia rivolta verso l'esterno.

I poli degli interruttori, sia a monte che a valle, garantiranno una protezione contro i contatti diretti non inferiore a IPXXB.

Tutti gli interruttori sui quadri elettrici, saranno provvisti di protezione termica e magnetica per ogni polo interrotto.

Non sono ammessi interruttori unipolari o tripolari quando le linee di uscita sono rispettivamente bipolari o quadripolari.

Il potere di interruzione dei singoli interruttori deve essere sempre maggiore della massima corrente di corto circuito che può verificarsi immediatamente a valle degli stessi.

Gli interruttori magnetotermici saranno inoltre in grado di interrompere le massime correnti di corto circuito che possono verificarsi sul quadro secondo le norme CEI EN60898 (CEI 23.3 IV edizione) – CEI EN 60947.2

Poiché la norma CEI EN 60947.2 / IEC 947 definisce due poteri di interruzione per gli interruttori e precisamente :

- Icu potere di interruzione in corto circuito estremo
- Ics potere di interruzione in corto circuito di servizio
- Se non espressamente indicato, come potere di interruzione, si intenda Icu

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in modo che: sia sempre rispettata la condizione che l'energia specifica passante risulti minore o uguale a  $K2S2$ ;

- sia sempre protetta contro i contatti indiretti la lunghezza totale della linea uscente;
- siano coordinati selettivamente con quelli in cascata

Gli interruttori modulari con relè differenziale, (salvo diversa indicazione) saranno scelti di tipo A ( non sensibili alle correnti pulsanti con componenti continue)

Gli interruttori modulari con relè differenziale, posti a monte di linee che alimentano sottoquadri o circuiti elettrici provvisti di interruttori differenziali, saranno del tipo antiimpulso (A) e ritardati nel tempo di intervento del differenziale, quindi selettivi, per garantire la gerarchia negli interventi.

Gli interruttori modulari con relè differenziale che alimentano circuiti elettrici dai quali non sono effettuate derivazioni con protezioni differenziali, saranno del tipo antiimpulso ( A ) ed istantanei nell'intervento

Tutti gli interruttori del tipo scatolato, con rilevazione della corrente di dispersione mediante toroide o con relè differenziale incorporato, avranno la regolazione sia sul tempo che sulla corrente di intervento

Gli interruttori differenziali che alimentano quadri o apparecchiature dotate a loro volta di protezione differenziale, saranno di tipo selettivo o dotati di ritardo nel tempo di intervento.

Gli interruttori differenziali modulari saranno scelti di tipo A (non sensibili alle correnti pulsanti con componenti continue)

I relè degli interruttori saranno regolati secondo le indicazioni presenti negli elaborati grafici e tecnici di progetto e comunque considerando la corrente nominale declassata ( $I_{dn}$ ) a causa della temperatura massima interna al quadro

Tutti gli interruttori saranno installati all'interno del quadro in modo che qualsiasi operazione di manutenzione compresa la loro sostituzione possa essere effettuata dalla parte anteriore con attrezzature normali e senza la rimozione di parti di quadro.

## 5.8 Collegamento a monte degli interruttori

Si definiscono sbarre principali quelle derivate dai terminali a valle dell'interruttore generale

Si definiscono sbarre secondarie quelle derivate dalle sbarre principali per l'alimentazione delle apparecchiature

Le sbarre principali e quelle secondarie, costituenti i conduttori attivi di alimentazione delle apparecchiature del quadro, saranno eseguite utilizzando piatto di rame elettrolitico (Cu 99,9 UNI 1704) a sezione rettangolare con spigoli arrotondati (norme CEI 7-4 fasc. 221 e S/252).

Queste saranno accessibili mediante la rimozione di pannelli in lamiera facendo uso di appositi attrezzi.

Se l'interruttore generale del quadro ha la In ridotta ( $I_n < 160A$ ) per cui non necessitano sbarre principali e secondarie, il sistema di distribuzione interno al quadro, per l'alimentazione degli interruttori di partenza potrà essere effettuato con uno dei seguenti metodi:

- morsettiera a barre in rame forate
  - accessori appositamente costruiti dalla ditta fornitrice del quadro o interruttori
  - sistema appositamente realizzato dalla ditta cablatrice del quadro
- che saranno preventivamente concordati con la D.L.

Le sbarre che dovessero risultare in tensione ed accessibili a porta o pannelli aperti saranno protette contro i contatti diretti in modo da garantire il grado di protezione IPXXC

Il dimensionamento delle sbarre sarà conforme alle norme CEI 7-4 fasc. 221 con 40°C di sovratemperatura

La sbarra di neutro sarà di sezione non inferiore  $\frac{1}{2}$  della sezione delle fasi.

Le sbarre principali saranno dimensionate per la In dell'interruttore generale del quadro, e ove necessario, saranno utilizzate più sbarre in parallelo

Le sbarre secondarie saranno dimensionate per la somma delle In degli interruttori derivati senza superare la sezione delle sbarre principali

Per la derivazione degli interruttori, dalle sbarre secondarie, si potrà fare uso dei seguenti componenti:

- barre in rame elettrolitico rigide a spigoli arrotondati saldamente ancorate con portata  $I_b > I_n$  alla In dell'interruttore derivato
- barre flessibili in lamiera di rame da 0.5 mm di spessore isolate in guaina autoestinguente con rigidità dielettrica di  $> 20.000$  V/mm installate a regola d'arte, ben ancorate tra loro e con la struttura del quadro e con portata  $I_b > I_n$  alla In dell'interruttore derivato
- cavo unipolare tipo N07V-K per alimentazione di interruttori con In  $< 160$  A purché con Iz di una taglia superiore alla In dell'interruttore, installati a regola

d'arte, serrati tra loro a trifoglio, con percorsi verticali ed orizzontali ed ancorati ripetutamente alla struttura del quadro

Le sbarre saranno opportunamente ancorate alla struttura del quadro attraverso strutture isolanti in grado di sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche conseguenti ad un corto circuito interno al quadro nonché alle sollecitazioni dovute al trasporto ed alla posa in opera del quadro stesso.

Le giunzioni e derivazioni delle sbarre saranno eseguite secondo le UNEL 01431-72 e cioè per sovrapposizione e serrate a mezzo di bulloni passanti

I fori sulle sbarre potranno essere eseguiti per punzonatura o trapanatura. Ma in entrambi i casi saranno ripassati con apposito attrezzo per eliminare le sbavature.

Le giunzioni delle sbarre potranno anche essere eseguite diversamente dalle UNEL 01431-72 purché la superficie di sovrapposizione delle sbarre sia compreso tra 10-15 volte lo spessore. (vedi specifiche tecniche allegate)

Le giunzioni e derivazioni delle sbarre saranno eseguite con l'impiego di bulloni in acciaio ad elevata resistenza meccanica e serrati con chiave dinamometrica per esercitare sulle parti in contatto una pressione compresa tra 1 e 1,5 Kg/mm<sup>2</sup> (come risulta da specifiche tecniche allegate)

Nelle giunzioni e derivazioni delle sbarre sarà fatto uso di rondelle piane ed elastiche

Nelle giunzioni e/o derivazioni si potrà anche fare uso di serraggi con piastre applicabili senza foratura delle sbarre purché dotate dell'approvazione IMQ e comunque in accordo con la D.L.

Tutte le giunzioni e derivazioni devono risultare facilmente ispezionabili allo scopo di effettuare le necessarie operazioni di manutenzione con normali attrezzi.

In corrispondenza delle giunzioni o derivazioni le sbarre saranno ravvivate mediante apposita apparecchiatura a spazzole di acciaio o carta abrasiva, al fine di ridurre la resistenza di contatto.

Le sbarre di rame ed i conduttori in genere costituenti il sistema di alimentazione degli interruttori saranno installati in modo che, tutte le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie, possano essere effettuate mediante normali attrezzi e dalla parte anteriore del quadro senza dover ricorrere a rimozioni di parti di questo o di componenti elettrici installati.

## **5.9 Sostegni isolanti per sbarre**

Le sbarre andranno saldamente ancorate alla struttura e mantenute tra loro distanziate mediante apposite staffe ed isolatori in grado di sopportare le massime sollecitazioni elettrodinamiche che possono verificarsi all'interno del quadro

La ditta costruttrice del quadro dovrà valutare il numero e l'interdistanza di detti sostegni affinché il sistema di sbarre non subisca la minima deformazione in caso di corto circuito.

I materiali isolanti, oltre ad avere elevata robustezza meccanica, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- non essere igroscopici,
- essere autoestinguenti; ( norme ASTM D229 metodo 1)
- essere indeformabili.
- essere resistenti alla scarica superficiale ed alla traccia

Sostegni isolanti andranno posti tra le sbarre in entrata ed uscita degli interruttori al fine di evitare, in caso di corto circuito a valle di questi, sollecitazioni sugli elementi di attestazione degli interruttori con conseguente allentamento dei bulloni di serraggio o rottura dell'involucro dell'interruttore stesso.

In particolare, i materiali isolanti in vetro poliestere, anche se ottenuti per stampaggio, saranno rispondenti alle caratteristiche analoghe al tipo GP03C secondo norme NEMA.

## 5.10 Apparecchi di comando

Tutte le apparecchiature elettriche diverse da interruttori (relè, contattori, ecc ), ma comunque richieste dagli elaborati grafici e comunque necessarie al buon funzionamento del quadro verranno installate all'interno del quadro stesso in posizione tale che ogni operazione di manutenzione ordinaria e straordinaria possa essere effettuata agevolmente e con normali attrezzi, dalla parte anteriore del quadro senza rimozione di componenti elettrici installati o parti di quadro.

La quota di installazione all'interno dei quadri per le apparecchiature elettriche sarà compresa tra i 40 ed i 200 cm da terra.

Le apparecchiature elettriche avranno le caratteristiche elettriche richieste dagli elaborati grafici e saranno idonee a sopportare le massime sollecitazioni termodinamiche provocate da un cortocircuito interno al quadro.

Le apparecchiature elettriche saranno installate seguendo le indicazioni della casa costruttrice, in modo che la posizione di posa non costituisca declassamento delle caratteristiche elettriche alle stesse.

Tutte le apparecchiature elettriche avranno caratteristiche tali da resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche e termiche che possono verificarsi in caso di corto circuito all'interno del quadro.

Tutte le apparecchiature saranno dimensionate anche in relazione alla sovratemperatura che può verificarsi all'interno del quadro.

Tutte le apparecchiature elettriche all'interno dei quadri dovranno essere protette contro i contatti diretti, pertanto le parti in tensione dovranno offrire un grado di protezione non inferiore a IPXXC.

Eventuali apparecchiature che non risultassero per costruzione provviste di protezione adeguata contro i contatti diretti, saranno in tal senso adeguate dal costruttore del quadro.

## **5.11 Relè ed apparecchiature ausiliarie**

I relè ausiliari saranno installati sui quadri tenendo in considerazione, riguardo le manutenzioni, i criteri già evidenziati per le altre apparecchiature.

La quota di installazione dei relè sarà compresa tra i 40 ed i 200 cm dal pavimento.

Per i relè che necessitano di regolazioni o di programmazioni la quota sarà compresa tra gli 80 ed i 180 cm da pavimento.

I relè ausiliari saranno possibilmente di tipo modulare o zoccolato.

Salvo diversa indicazione la tensione di funzionamento dei relè ausiliari sarà 220 V 50 Hz.

I relè ausiliari saranno scelti in modo che la loro In sia adeguata al carico elettrico che devono sopportare tenendo in considerazione le caratteristiche del carico (generalmente fortemente swattato) e comunque non inferiore a 5 A.

Gli interruttori (o fusibili) a protezione dei circuiti ausiliari avranno il potere di interruzione adeguato alla massima corrente di corto circuito che può verificarsi all'interno del quadro e la In adeguata alla sezione dei conduttori e alla In delle apparecchiature a valle.

Nel caso in cui, per motivi di forza maggiore, (apparecchiature fornite in conto lavorazione) si verificasse che, alcune apparecchiature installate non risultino protette dall'interruttore degli ausiliari (in quanto caratterizzate da un In inferiore), esse verranno protette singolarmente (o a gruppi).

I dispositivi a protezione dei circuiti ausiliari saranno provvisti di contatti liberi riportati in morsettiera per la segnalazione a distanza dello stato o di scattato relè.

## 5.12 Spie luminose e pulsanti

Le spie luminose, salvo diversa indicazione, saranno del tipo con foro diam 26 mm, alimentazione 230 V 50 Hz e equipaggiate di lampada ad incandescenza 260V.

Le spie luminose saranno dotate di coppetta nel colore adeguato alle funzioni che esse svolgono secondo a quanto prescritto dalle norme CEI EN 60073

Le spie luminose saranno installate sui pannelli dei quadri in posizioni perfettamente visibili a porta chiusa se provvista di vetro.

Le spie luminose installate sui pannelli dovranno garantire il grado di protezione IPXXC sulle parti attive a conduttori collegati.

I pulsanti e/o selettori saranno installati in una porzione frontale del quadro non protetta dalla controporta per evitare che ripetute manovre inducano a mantenere la porta in posizione di aperto.

Qualora non fosse possibile installare i pulsanti e/o selettori con le modalità di cui sopra sarà opportuno procedere alla installazione degli stessi sui pannelli interni e ripetere i comandi, mediante quadretto esterno al quadro da installare a fianco di questo o in posizione più corrispondente alla reale necessità. Da concordare con la D.L.

Le distanze da tenersi tra i pulsanti, selettori e/o le spie di segnalazione, nella loro installazione sui quadri sarà tale da consentire l'applicazione dei rispettivi cartellini di identificazione e/o informazione funzionale e comunque non inferiore a 55 mm tra gli assi verticali ed orizzontali.

Nell'installazione dei pulsanti, selettori, spie di segnalazione saranno effettuati raggruppamenti funzionali per agevolare le manovre e la lettura delle segnalazioni.

Tra due pulsanti di cui uno di marcia ed uno di arresto posti in orizzontale, (uno di fianco all'altro), chiude il pulsante di destra (marcia), apre il pulsante di sinistra (arresto)

Tra due pulsanti di cui uno di marcia ed uno di arresto posti in verticale , uno sopra l'altro, chiude il pulsante superiore (marcia), apre il pulsante inferiore (arresto)

Per le apparecchiature comandabili localmente e a distanza (dal quadro) con comando elettrico, sarà previsto sul quadro un commutatore a due posizioni con le seguenti funzioni:

- Posizione "Locale" isolerà i comandi a distanza lasciando il comando elettrico locale
- Posizione "Distanza o Remoto " isolerà il comando locale consentendo di operare dal punto distante.

### 5.13 Trasformatori di misura

Nella scelta del riduttore di corrente occorre tenere in seria considerazione la prestazione in VA dello stesso affinché sia in grado di sopportare l'energia dissipata dallo strumento e dai conduttori di collegamento tra il riduttore e lo strumento

Tutti i trasformatori di corrente avranno un morsetto del secondario collegato a terra con conduttore di sezione pari a quello delle utenze del secondario del riduttore.

Nella installazione dei trasformatori di corrente saranno rispettate le indicazioni della casa costruttrice ed in particolare le polarità dei morsetti degli avvolgimenti primari e secondari

Salvo diversa indicazione i riduttori di corrente saranno ...../5 e la linea di collegamento con lo strumento con sezione non inferiore a 2.5 mmq.

I riduttori di corrente saranno installati in punti facilmente ispezionabili ed agevoli per manutenzione.

I trasformatori di misura se non collegati a strumentazioni saranno cortocircuitati sul secondario prima della messa in tensione del quadro.

### 5.14 Strumenti di lettura grandezze elettriche

Le strumentazioni da installare sui quadri elettrici saranno quelle riportate dagli elaborati grafici allegati.

Ove richiesto, come strumentazione per la visualizzazione delle grandezze elettriche totali o parziali del quadro, sarà fatto uso di strumenti multifunzionali con caratteristiche rilevabili dagli elaborati allegati (specifiche tecniche – schede)

In linea di massima gli strumenti per la lettura delle grandezze elettriche parziali saranno del tipo analogico con scala normale, lato strumento 96x96 mm e, ove specificatamente richiesto per motivi di spazio, con lato strumento 72x72 mm

Nel caso di amperometri inseriti per la lettura della corrente di motori, la scala sarà del tipo molto estesa.

Gli strumenti saranno installati generalmente sui pannelli interni o sulle porte.

Gli strumenti ed i relativi commutatori installati su porte avranno i morsetti protetti contro i contatti diretti (grado di protezione non inferiore a IP 20).

Gli strumenti multifunzionali per la lettura e la memorizzazione di alcuni parametri saranno dotati della possibilità e del relativo software per trasmettere e registrare i dati a distanza.

## 5.15 Strumenti di controllo e regolazione

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno installati secondo le precise indicazioni della casa costruttrice specie per quanto riguarda la distanza e/o le segregazioni da realizzare nei confronti dei circuiti elettrici.

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno protetti dalla controporta e se questa risulterà trasparente, saranno ben visibili.

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno pertanto installati nella parte alta del quadro ad una quota compresa tra i 120 e 200 cm da pavimento

Gli strumenti di controllo e regolazione se previsti per esame o sorveglianza di grandezze elettriche saranno impostati dalla ditta fornitrice del quadro, se diversamente tali apparecchiature sono fornite in conto lavorazione al costruttore del quadro ma destinate a scopi diversi da quelli strettamente elettrici, saranno impostate dalla ditta esecutrice degli impianti controllati dalle apposite strumentazioni.

## 5.16 Cartelli monitori, di segnalazione e di identificazione

Su ogni quadro sarà installata una targa con la sigla di identificazione riportata sugli elaborati grafici. La scrittura sarà effettuata a caratteri non inferiori a 3 cm. Colore dei caratteri e dello sfondo saranno da definire con la D.L.

Sopra o sotto ad ogni manovra sporgente dal quadro sarà installato un cartellino con scrittura orizzontale indicante le funzioni dell'apparecchiatura, Dimensione scrittura non inferiore a 8 mm. Colore caratteri e sfondo da definire con la D.L.

Sotto ogni segnalatore luminoso, strumento o altra apparecchiatura sporgente dal pannello, sarà applicato un cartellino indicante le funzioni dell'apparecchiatura.

All'interno del quadro, sopra o accanto ad ogni apparecchiatura e comunque in posizione ben visibile, sarà applicato un cartellino recante la siglatura alfanumerica riportata sugli elaborati grafici.

Sulle protezioni poste alle protezioni contro i contatti diretti saranno posti dei cartellini di diffida dal rimuovere le protezioni senza prima avere aperto in dispositivo di sezionamento del circuito alimentatore.

Le targhe saranno in materiale plastico o alluminio pantografato oppure di altro tipo da sottoporre all'approvazione della D.L.

I cartellini saranno possibilmente in materiale plastico o alluminio pantografato oppure costituito da un profilato in alluminio estruso o PVC con apposita guida per l'inserimento del cartellino scritto e successiva protezione con lamina di materiale trasparente sfilabile solo a seguito di rimozione di parti o viti.

Il fissaggio delle targhe e dei cartellini sulla superficie esterna del quadro sarà effettuato mediante viti o altri accessori simili (rivetti, ecc.) sono comunque esclusi adesivi.

I cartellini interni al quadro saranno fissati ove possibile con viti, diversamente sarà fatto uso di collanti resistenti anche alle massime temperature raggiungibili dalle apparecchiature su cui saranno applicati

Sono da escludere i cartellini realizzati mediante nastro adesivo stampato o punzonato con apposita stampante.

La descrizione da riportare sui cartellini da porre sul fronte quadro, accanto alle apparecchiature, sarà sottoposta all'approvazione della D.L e Committenza prima della loro realizzazione definitiva.

## 5.17 Circuiti ausiliari

In linea di massima i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili isolati in PVC tipo N07V-K con caratteristica di non propagazione della fiamma.

Per quanto riguarda i circuiti ausiliari, le sezioni saranno di:  
2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti amperometrici;  
1.5 mm<sup>2</sup> per gli altri circuiti.

La sezione comunque sarà dimensionata in ragione della I<sub>b</sub> (corrente di impiego) del circuito, tenendo in considerazione il tipo di posa dei conduttori della sovratemperatura a cui sono soggetti in caso di corto circuito.

I conduttori saranno posati entro canali in PVC autoestingente, che risulteranno sovradimensionati del 50% rispetto l'effettivo ingombro dei conduttori.

I canali saranno provvisti di coperchi di chiusura e posti in posizione facilmente ispezionabile.

I conduttori in corrispondenza delle morsettiere e delle apparecchiature a cui verranno collegati, saranno provvisti, di apposito terminale isolato.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti terminali aventi la parte non attiva opportunamente isolata.

I circuiti ausiliari sui pannelli saranno alloggiati entro piccoli canali in PVC muniti di coperchio, oppure adeguatamente legati a mazzetto ed ancorati in più punti al pannello. In corrispondenza della cerniera del pannello, i conduttori dovranno avere il franco di lunghezza necessario per aprire agevolmente il pannello ed il fissaggio dei conduttori sarà effettuato ai lati della cerniera: uno alla struttura del quadro e l'altro al portello.

I circuiti voltmetrici derivati dalle alimentazioni del quadro, saranno realizzati con particolare cura allo scopo di impedire il verificarsi di cortocircuiti a monte dei fusibili di protezione. Saranno pertanto curate in modo particolare le modalità di fissaggio delle derivazioni (es. terminali ad occhio e viti passanti), l'ancoraggio e l'isolamento dei conduttori ed il percorso tra punto di prelievo della tensione e fusibili sarà il più breve possibile.

I conduttori saranno contraddistinti ad ogni estremità da marcafili alfanumerici per la loro esatta identificazione.

Non saranno posati più di due conduttori sotto lo stesso morsetto o polo di interruttore o altra apparecchiatura.

## 5.18 Morsettiere

I cavi in entrata ed uscita dal quadro saranno attestati a morsettiere predisposte allo scopo

Le morsettiere saranno del tipo componibile ovvero realizzate mediante morsetti da installare su profilati metallici uno a fianco dell'altro

I morsetti saranno in materiale plastico autoestinguento

I morsetti saranno del tipo a serraggio mediante vite che però non dovrà entrare in contatto diretto con il conduttore, ma con interposta lamina, affinché non venga lesa durante la rotazione della stessa

I morsetti saranno predisposti ad ospitare un apposito cartellino idoneo a contenere una sigla alfanumerica di identificazione

I morsetti saranno suddivisi in gruppi per meglio identificare utenze o circuiti ed i vari gruppi saranno separati mediante apposito diaframma.

I morsetti saranno provvisti di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IPXXC

I morsetti in tensione ad interruttore generale aperto saranno ulteriormente provvisti di cartello monitore che avverta della presenza di tensione

Le morsettiere saranno solitamente sistemate nella parte inferiore del quadro, ma in determinate circostanze e con il benessere della D.L. le morsettiere potranno anche essere poste nella parte superiore.

In presenza di colonne cavi le morsettiere potranno essere sistemate verticalmente all'interno della colonna stessa.

In ogni caso, prima di ogni morsettiera, sarà installata una staffa parallela alla stessa morsettiera alla quale saranno ancorati i cavi prima di essere attestati ai morsetti.

Le staffe di ancoraggio cavi risulteranno di lunghezza non inferiore alla morsettiera, saranno di sezione tale da non subire deformazioni sotto le sollecitazioni dei cavi, saranno predisposte per un agevole ancoraggio dei cavi stessi conferendo all'insieme un aspetto estetico gradevole.

I cavi saranno ancorati in modo da non esercitare sollecitazioni sui morsetti, pertanto, se per i conduttori di maggiore sezione si rendesse necessaria una seconda staffa di ancoraggio, questa dovrà essere installata

## 5.19 Cavi in arrivo e partenza

L'entrata dei cavi sarà possibile dall'alto e/o dal basso come previsto negli elaborati grafici o schede tecniche

All'interno di ciascuna colonna cavi saranno previste idonee staffe per l'ancoraggio dei cavi .

Il sistema di entrata dei cavi dovrà garantire il grado di protezione richiesto in progetto per cui l'Appaltatore prima di dar corso a tale esecuzione dovrà sottoporre alla D.L. la soluzione prevista.

Nel caso in cui il grado di protezione sia  $\geq$  IP55 il passaggio dei cavi attraverso le pareti del quadro sarà effettuato mediante pressacavi e le modalità esecutive saranno concordate con la D.L.

I cavi all'interno del quadro saranno ben ordinati, sarà pertanto studiata preventivamente la posizione di ciascuno di essi per evitare, nel limite del possibile, accavallamenti e consentire di individuarli agevolmente attraverso i rispettivi cartellini di identificazione.

## 5.20 Messa a terra

La sbarra di terra del quadro collegherà l'intera struttura e sarà quindi imbullonata alla struttura portante di tutte le sezioni (scomparti).

La sbarra di terra sarà dimensionata per la corrente massima di corto circuito nominale del quadro, assumendo come densità massima di corrente 100 A/ mm<sup>2</sup>.

La sbarra di terra sarà opportunamente forata per consentire la derivazione dei cavi di protezione tramite bulloni, sarà posta longitudinalmente al quadro, in alto o in basso a seconda del punto di entrata dei cavi.

Nel caso dell'esistenza di colonne cavi, la sbarra di terra sarà sviluppata anche verticalmente per ciascuna colonna con derivazione di uguale sezione e stesse modalità esecutive.

Si dovrà accertare una sicura continuità elettrica tra tutte le parti interne del quadro e la sbarra di terra.

Le pannellatura e le portelle, se necessario, saranno collegate tramite treccia di rame flessibile di sezione  $\leq 16 \text{ mm}^2$ .

## **5.21 Condizioni di trasporto e posa**

La ditta fornitrice del quadro dovrà provvedere oltre al trasporto dall'officina di assemblaggio fino al cantiere, anche al trasporto dall'automezzo fino al punto di installazione.

Il quadro sarà dotato di golfari o di altri accessori che consentano il sollevamento del quadro dall'automezzo di trasporto al punto di installazione dello stesso

Nel caso di impiego di rulli per movimentare il quadro su superfici piane, assicurarsi che la base del quadro non subisca deformazioni in corrispondenza del punto di appoggio col rullo. Prendere a priori le dovute precauzioni

Nella fase di assestamento del quadro nella sua posizione definitiva se si farà uso di leve o martinetti proteggere sempre il punto di appoggio dello strumento con la carpenteria per non arrecare danni.

Il quadro sarà adeguatamente ancorato sull'automezzo che lo trasporterà in cantiere in modo che non subisca danneggiamenti anche in caso di brusche frenate

Il quadro sarà adeguatamente protetto, durante il trasporto, da agenti atmosferici che possono danneggiare le sue apparecchiature interne

Dopo il posizionamento definitivo del quadro sarà opportuno ripassare il serraggio delle sbarre per assicurarsi che durante le operazioni di carico scarico e trasporto, le sollecitazioni non abbiano influito sulle derivazioni.

## **5.22 Obblighi della ditta fornitrice**

La ditta installatrice dovrà verificare anticipatamente, cioè prima delle esecuzione delle opere edili, il punto di installazione del quadro per accertare la sua compatibilità con le misure reali

La ditta installatrice dovrà preventivamente inviare in cantiere e consegnare all'impresa addetta alle opere edili di assistenza, un telaio in profilato metallico da inserire nel manufatto costituente la base del quadro

Nel caso invece di posa del quadro su cunicolo, dovranno essere inviate preventivamente in cantiere le dimensioni del quadro per permettere l'esecuzione delle opere murarie ed il loro consolidamento prima della posa del quadro.

Premesso che i compiti del progettista degli impianti e dell'impiantista e del costruttore del quadro sono diversi ma entrambi concorrono alla realizzazione del quadro è indispensabile che il rapporto di collaborazione tra questi sia proficua fin dall'inizio dei lavori, perciò per maggior chiarezza si definiscono i compiti di ciascuna figura.

Al Progettista degli impianti spetta:

- definire lo schema elettrico del quadro prevedendo eventuali riserve e spazi per future estensioni;
- fissare le tensioni di impiego;
- identificare le correnti di impiego e le portate dei circuiti in considerazione del declassamento delle correnti nominali degli interruttori in funzione della temperatura massima presunta all'interno del quadro;
- stabilire l'eventuale fattore di contemporaneità;
- calcolare la corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione del quadro;
- effettuare il coordinamento fra i dispositivi di protezione contro il corto circuito interno ed esterno al quadro;
- indicare i vincoli relativi all'ingombro dei quadri,
- precisare le condizioni di installazione del quadro (a parete, esposto su tutti i lati, ecc.);
- definire il grado di protezione adeguato alla destinazione d'uso;
- predisporre un lay-out generale di massima del quadro (fronte, collocazione dei terminali, ecc.) evidenziando le esigenze piuttosto che le soluzioni;
- indicare le eventuali condizioni speciali di servizio (temperatura ambiente, umidità relativa, altitudine ecc.).

I compiti del Costruttore del quadro sono:

- progettare e costruire il quadro tenendo conto delle sollecitazioni meccaniche e termiche;
- scegliere le apparecchiature con riferimento allo schema di progetto sia il comportamento termico (correnti nominali) sia per il corto circuito (potere di interruzione);
- indicare le eventuali protezioni a monte del quadro che condizionano la tenuta al corto circuito del quadro;
- adottare le soluzioni idonee che consentono di rispettare tutte le prescrizioni normative ed in particolare i limiti di sovratemperatura;
- definire le caratteristiche nominali del quadro.

L'installatore, se non è anche il costruttore, dovrà fornire al costruttore, che è responsabile del suo prodotto, tutte le informazioni necessarie affinché il quadro funzioni correttamente nel contesto dell'impianto in cui deve essere inserito.

Il quadro sarà fornito completo dei seguenti componenti o accessori complementari:

- telaio di base, delle esatte misure della base del quadro, in tubolare o profilato metallico di dimensioni (sezione e spessore) e trattamento superficiale da definire con la D.L. Il telaio dovrà anticipare l'arrivo in cantiere del quadro affinché possa essere adeguatamente posato sul luogo di installazione del quadro.

- schema elettrico di potenza (as-built), schema elettrico funzionale dei circuiti ausiliari completo di numerazione dei conduttori, delle morsettiere, e identificazione di tutte le apparecchiature presenti sul quadro (3 copie).

- raccolta di tutti i manuali allegati alle apparecchiature installate ed utilizzati per l'installazione, la regolazione e la messa in funzione delle apparecchiature stesse.

- targa.

- rapporto di prova.

- dichiarazione di conformità del quadro alle Norme EN 60439.

scheda di verifica come dal presente capitolato.

Sulla targa dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- il nome o il marchio di fabbrica del costruttore

- il tipo e il numero di serie del quadro

- la corrente nominale del quadro

- la frequenza nominale del quadro

- la tensione nominale di funzionamento

- il grado di protezione

Costruttore: Alfa

N. di serie: 003

Corrente nominale: 40 A

Frequenza: 50-60Hz

Tensione nominale: 230 V

Grado di protezione: IP44

#### Esempio di targa di identificazione

## 5.23 Verifiche e collaudi

La ditta fornitrice del quadro sarà tenuta a verificare ed a consegnare quanto prescritto dalle presenti specifiche tecniche

La direzione lavori procederà nella verifica del quadro verificandone il funzionamento secondo gli schemi e le informazioni impartite e verificando il rispetto delle presenti specifiche tecniche.

## 6 CENTRALINI E QUADRI DI ZONA

### 6.1 Struttura

Sarà costituito da un contenitore in materiale plastico autoestinguento o in lamiera verniciata con poveri epossidiche.

Il quadro sarà in esecuzione per montaggio a parete, o per installazione ad incasso per cui si dovrà tenere conto della manutenzione che dovrà essere possibile solo dalla parte anteriore senza alcuna difficoltà o impedimento.

Il quadro potrà risultare suddiviso elettricamente e fisicamente in più sezioni, a seconda dei servizi che dovrà alimentare (energia normale, preferenziale, continuità, ecc.).

All'interno del quadro saranno previsti apposite staffe e profilati ancorati alla struttura, per il montaggio delle apparecchiature elettriche.

Le dimensioni del quadro saranno determinata dalla ditta esecutrice tenendo in considerazione le apparecchiature previste sugli elaborati di progetto incluse morsettiere incluso spazio per aumento di circa 20/30% delle apparecchiature ed inoltre del tipo di installazione (a parete o ad incasso) per determinarne le dispersioni termiche

Il quadro sarà dotato di porta frontale con vetro trasparente e con chiave a protezione dalla polvere e da manovre non autorizzate

La porta frontale sia se provvista di vetro sia se cieca, dovrà risultare distanziata da qualsiasi apparecchiatura sporgente dai pannello anteriori del quadro e pertanto non dovrà causare impedimento allo scatto delle leve degli automatici e neppure a quelle di manovra e di strumentazione.

### 6.2 Caratteristiche costruttive

Grado di protezione:

- a porte chiuse                     IP 40
- dal basso                             IP 40
- a controporta aperta             IP3X
- a pannelli aperti                  IP XXC

I gradi di protezione sopraindicati dovranno essere garantiti a quadro montato e collegato e nel funzionamento normale.

### 6.3 Caratteristiche elettriche

- Tensione di esercizio 400 V
- Frequenza nominale 50 Hz
- Stato del neutro TT
- Temperatura max 40°C
- Altitudine di installazione 1000 m s.l.m.
- Tensione circuiti ausiliari (se richiesti) 220 V 50 Hz
- Correnti nominali di servizio continuo nei collegamenti:
  - a) Sbarre (o cavi) principali dimensionate per la stessa **In** dell'interruttore generale
  - b) sbarre secondarie (o cavi) dimensionate per la somma delle **In** degli interruttori derivati fino ad max = sbarre principali
  - c) sbarre (o cavi) di derivazione una taglia superiore alla **In** dei singoli interruttori derivati
- Corrente di corto circuito: riportata sugli elaborati tecnici allegati.

### 6.4 Interruttore generale

L'interruttore generale sarà, salvo diversa indicazione, del tipo sezionatore sotto carico.

L'interblocco tra manovra e porta non è ritenuto necessario se:

- l'accessibilità al quadro è limitata al solo personale addetto
  - il pannello sia comunque apribile mediante l'uso di chiave o attrezzo
- all'interno del quadro non vi sono apparecchiature da manovrare, interruttore, relè da ripristinare, ecc.
- 

L'interruttore generale avrà la **In** non inferiore alla **In** dell'interruttore automatico a monte della linea che lo alimenta.

L'interruttore generale avrà caratteristiche tali da sostenere gli sforzi elettrodinamici e termici massimi che possono verificarsi in caso di corto circuito nel quadro

L'interruttore generale sarà posto in posizione alta o bassa del quadro, a seconda della convenienza e comunque concordata preventivamente con la D.L.

### 6.5 Interruttori di partenza

Gli interruttori di partenza, così definiti quelli a protezione delle linee in uscita, avranno le caratteristiche indicate sugli elaborati grafici di progetto

Il senso di manovra dei dispositivi di comando è convenzionalmente stabilito dalla Norma CEI 16-5 (IEC447) nell'intento di uniformare i comportamenti dell'operatore e quindi diminuire la probabilità di errore.

#### 6.5.13 Per esemplificare:

- un interruttore a leva con moto prevalentemente lineare deve chiudere verso l'alto, o verso destra, oppure allontanandosi dall'operatore;
- un interruttore a leva con moto rotatorio deve chiudere in senso orario ed aprire in senso antiorario.

In base alla Norma CEI 16-5 art. 7: "Dove per ragioni imperative, come per la pratica già esistente e diffusa o per ragioni di sicurezza, queste regole non possano essere applicate, il senso dell'effetto corrispondente all'azione deve essere chiaramente indicato sull'attuatore o nelle sue vicinanze".

Tutti gli interruttori saranno liberi di scattare elettricamente e meccanicamente in tutte le posizioni di stazionamento assumibili nel quadro.

Gli interruttori potranno essere installati in posizione sia orizzontale che verticale purché consentito dalla casa costruttrice e comunque siano conservate le prestazioni massime dell'apparecchiatura

Le apparecchiature saranno tutte installate con organo di manovra o ripristino accessibile senza necessariamente dover ricorrere all'apertura dei pannelli del quadro, ma solo eventualmente della controporta.

Nell'installazione delle apparecchiature saranno rispettate le distanze dalle altre apparecchiature o dalle pareti del quadro indicate dalla casa costruttrice.

Se consentito dalla casa costruttrice, l'interruttore può essere alimentato da una parte qualsiasi: sia dall'alto, sia dal basso.

Quando è necessario distinguere nelle apparecchiature i morsetti d'ingresso da quelli di uscita il costruttore del quadro deve contrassegnare i primi con una freccia rivolta verso l'interno dell'interruttore e gli altri con una freccia rivolta verso l'esterno

I poli degli interruttori, sia a monte che a valle, garantiranno una protezione contro i contatti diretti non inferiore a IPXXB.

Tutti gli interruttori sui quadri elettrici, saranno provvisti di protezione termica e magnetica per ogni polo interrotto; diversa soluzione deve essere approvata dalla D.L.

Non sono ammessi interruttori unipolari o tripolari quando le linee di uscita sono rispettivamente bipolari o quadripolari.

Il potere di interruzione dei singoli interruttori deve essere sempre maggiore della massima corrente di corto circuito che può verificarsi immediatamente a valle degli stessi.

Gli interruttori magnetotermici saranno inoltre in grado di interrompere le massime correnti di corto circuito che possono verificarsi sul quadro secondo le norme CEI EN60898 (CEI 23.3 IV edizione) – CEI EN 60947.2

Poiché la norma CEI EN 60947.2 / IEC 947 definisce due poteri di interruzione per gli interruttori e precisamente : ( Icn )

- Icu potere di interruzione in corto circuito estremo
- Ics potere di interruzione in corto circuito di servizio

Se non espressamente indicato, come potere di interruzione, si intenda Icu

Per gli interruttori automatici per uso domestico e similare ( CEI 23-3 ) , si considera genericamente il potere di interruzione o potere di interruzione nominale ( Icn)

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in modo che:

- sia sempre rispettata la condizione che l'energia specifica passante risulti minore o uguale a  $K^2S^2$ ;
- sia sempre protetta contro i contatti indiretti la lunghezza totale della linea uscente;
- siano coordinati selettivamente con quelli in cascata.

Gli interruttori modulari con relè differenziale, (salvo diversa indicazione) saranno scelti di tipo A (non sensibili alle correnti pulsanti con componenti continue).

Gli interruttori modulari con relè differenziale, posti a monte di linee che alimentano sottoquadri o circuiti elettrici provvisti di interruttori differenziali, saranno del tipo antiimpulso (A) e ritardati nel tempo di intervento del differenziale, quindi selettivi, per garantire la gerarchia negli interventi.

Gli interruttori differenziali che alimentano quadri o apparecchiature dotate a loro volta di protezione differenziale, saranno di tipo selettivo o dotati di ritardo nel tempo di intervento.

Gli interruttori differenziali modulari saranno scelti di tipo A (non sensibili alle correnti pulsanti con componenti continue).

Tutti gli interruttori saranno installati all'interno del quadro in modo che qualsiasi operazione di manutenzione compresa la loro sostituzione possa essere effettuata dalla parte anteriore con attrezzature normali e senza la rimozione di parti di quadro.

## 6.6 Apparecchi di comando

Tutte le apparecchiature elettriche diverse da interruttori (relè, contattori, ecc.), ma comunque richieste dagli elaborati grafici e comunque necessarie al buon funzionamento del quadro verranno installate all'interno del quadro stesso in posizione tale che ogni operazione di manutenzione ordinaria e straordinaria possa essere effettuata agevolmente e con normali attrezzi, dalla parte anteriore del quadro senza rimozione di componenti elettrici o parti di quadro.

La quota di installazione all'interno dei quadri per le apparecchiature elettriche sarà compresa tra i 40 ed i 200 cm da terra.

Le apparecchiature elettriche avranno le caratteristiche elettriche richieste dagli elaborati grafici ed saranno idonee a sopportare le massime sollecitazioni termodinamiche provocate da un cortocircuito interno al quadro.

Le apparecchiature elettriche saranno installate seguendo le indicazioni della casa costruttrice, in modo che la posizione di posa non costituisca declassamento delle caratteristiche elettriche alle stesse.

Tutte le apparecchiature elettriche avranno caratteristiche tali da resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche e termiche che possono verificarsi in caso di corto circuito all'interno del quadro.

Tutte le apparecchiature saranno dimensionate anche in relazione alla sovratemperatura che può verificarsi all'interno del quadro.

Tutte le apparecchiature elettriche all'interno dei quadri dovranno essere protette contro i contatti diretti, pertanto le parti in tensione dovranno offrire un grado di protezione non inferiore a IPXXC

Eventuali apparecchiature che non risultassero per costruzione provviste di protezione adeguata contro i contatti diretti, saranno in tal senso adeguate dal costruttore del quadro.

## **6.7 Relè ed apparecchiature ausiliarie**

I relè ausiliari saranno installati sui quadri tenendo in considerazione, riguardo le manutenzioni, i criteri già evidenziati per le altre apparecchiature.

Per i relè che necessitano di regolazioni o di programmazioni la quota sarà compresa tra gli 80 ed i 180 cm da pavimento.

I relè ausiliari saranno possibilmente di tipo modulare o zoccolato.

Salvo diversa indicazione la tensione di funzionamento dei relè ausiliari sarà 220 V 50 Hz.

I relè ausiliari saranno scelti in modo che la loro In sia adeguata al carico elettrico che devono sopportare tenendo in considerazione le caratteristiche del carico (generalmente fortemente swattato) e comunque non inferiore a 5 A.

Gli interruttori (o fusibili) a protezione dei circuiti ausiliari avranno il potere di interruzione adeguato alla massima corrente di corto circuito che può verificarsi

all'interno del quadro e la In adeguata alla sezione dei conduttori e alla In delle apparecchiature a valle.

Nel caso in cui, per motivi di forza maggiore, (apparecchiature fornite in conto lavorazione) si verificasse che alcune apparecchiature installate, non risultino protette dall'interruttore degli ausiliari (in quanto caratterizzate da un In inferiore), esse verranno protette singolarmente (o a gruppi).

I dispositivi a protezione dei circuiti ausiliari saranno provvisti di contatti liberi riportati in morsettiera per la segnalazione a distanza dello stato o di scattato relè.

## **6.8 Spie luminose e pulsanti**

Le spie luminose, salvo diversa indicazione, saranno del tipo con foro diam 26 mm, alimentazione 230 V 50 Hz e equipaggiate di lampada ad incandescenza 260V.

Le spie luminose saranno dotate di coppetta nel colore adeguato alle funzioni che esse svolgono secondo a quanto prescritto dalle norme CEI EN 60073.

Le spie luminose saranno installate sui pannelli dei quadri in posizioni perfettamente visibili a porta chiusa se provvista di vetro.

Le spie luminose installate sui pannelli dovranno garantire il grado di protezione IPXXC sulle parti attive a conduttori collegati.

I pulsanti e/o selettori saranno installati in una porzione frontale del quadro non protetta dalla controporta per evitare che ripetute manovre inducano a mantenere la porta in posizione di aperto.

Qualora non fosse possibile installare i pulsanti e/o selettori con le modalità di cui sopra sarà opportuno procedere alla installazione degli stessi sui pannelli interni e ripetere i comandi, mediante quadretto esterno al quadro da installare a fianco di questo o in posizione più corrispondente alla reale necessità. Da concordare con la D.L.

Le distanze da tenersi tra i pulsanti, selettori e/o le spie di segnalazione, nella loro installazione sui quadri sarà tale da consentire l'applicazione dei rispettivi cartellini di identificazione e/o informazione funzionale e comunque non inferiore a 55 mm tra gli assi verticali ed orizzontali.

Nell'installazione dei pulsanti, selettori, spie di segnalazione saranno effettuati raggruppamenti funzionali per agevolare le manovre e la lettura delle segnalazioni.

Tra due pulsanti di cui uno di marcia ed uno di arresto posti in orizzontale, (uno di fianco all'altro ), chiude il pulsante di destra ( marcia ), apre il pulsante di sinistra (arresto).

Tra due pulsanti di cui uno di marcia ed uno di arresto posti in verticale, uno sopra l'altro, chiude il pulsante superiore (marcia), apre il pulsante inferiore (arresto).

Per le apparecchiature comandabili localmente e a distanza (dal quadro) con comando elettrico, sarà previsto sul quadro un commutatore a due posizioni con le seguenti funzioni:

- Posizione “Locale” isolerà i comandi a distanza lasciando il comando elettrico locale
- Posizione “Distanza o Remoto “ isolerà il comando locale consentendo di operare dal punto distante.

## 6.9 Trasformatori di misura

Nella scelta del riduttore di corrente occorre tenere in seria considerazione la prestazione in VA dello stesso affinché sia in grado di sopportare l'energia dissipata dallo strumento e dai conduttori di collegamento tra il riduttore e lo strumento.

Tutti i trasformatori di corrente avranno un morsetto del secondario collegato a terra con conduttore di sezione pari, a quello delle utenze del secondario del riduttore.

Nella installazione dei trasformatori di corrente saranno rispettate le indicazioni della casa costruttrice ed in particolare le polarità dei morsetti degli avvolgimenti primari e secondari.

Salvo diversa indicazione i riduttori di corrente saranno ...../5 e la linea di collegamento con lo strumento con sezione non inferiore a 2.5 mmq.

I riduttori di corrente saranno installati in punti facilmente ispezionabili ed agevoli per manutenzione.

I trasformatori di misura se non collegati a strumentazioni saranno cortocircuitati sul secondario prima della messa in tensione del quadro.

## 6.10 Strumenti di lettura grandezze elettriche

Le strumentazioni da installare sui quadri elettrici saranno quelle riportate dagli elaborati grafici allegati.

Ove richiesto, come strumentazione per la visualizzazione delle grandezze elettriche totali o parziali del quadro, sarà fatto uso di strumenti multifunzionali con caratteristiche rilevabili dagli elaborati allegati (specifiche tecniche – schede).

In linea di massima gli strumenti per la lettura delle grandezze elettriche parziali saranno del tipo analogico con scala normale, lato strumento 96x96 mm e, ove specificatamente richiesto per motivi di spazio, con lato strumento 72x72 mm.

Nel caso di amperometri inseriti per la lettura della corrente di motori, la scala sarà del tipo molto estesa.

Gli strumenti saranno installati generalmente sui pannelli interni o sulle porte.

Gli strumenti ed i relativi commutatori installati su porte avranno i morsetti protetti contro i contatti diretti (grado di protezione non inferiore a IP 20).

Gli strumenti multifunzionali per la lettura e la memorizzazione di alcuni parametri saranno dotati della possibilità e del relativo software per trasmettere e registrare i dati a distanza.

## **6.11 Strumenti di controllo e regolazione**

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno installati secondo le precise indicazioni della casa costruttrice specie per quanto riguarda la distanza e/o le segregazioni da realizzare nei confronti dei circuiti elettrici.

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno protetti dalla controporta e se questa risulterà trasparente, saranno ben visibili.

Gli strumenti di controllo e regolazione saranno pertanto installati nella parte alta del quadro ad una quota compresa tra i 120 e 200 cm da pavimento.

Gli strumenti di controllo e regolazione se previsti per esame o sorveglianza di grandezze elettriche saranno impostati dalla ditta fornitrice del quadro, se diversamente tali apparecchiature sono fornite in conto lavorazione al costruttore del quadro ma destinate a scopi diversi da quelli strettamente elettrici, saranno impostate dalla ditta esecutrice degli impianti controllati dalle apposite strumentazioni.

## **6.12 Cartelli monitori, di segnalazione e di identificazione**

Su ogni quadro sarà installata una targa con la sigla di identificazione riportata sugli elaborati grafici. La scrittura sarà effettuata a caratteri non inferiori a 3 cm. Colore dei caratteri e dello sfondo saranno da definire con la D.L.

Sopra o sotto ad ogni manovra sporgente dal quadro sarà installato un cartellino con scrittura orizzontale indicante le funzioni dell'apparecchiatura, Dimensione scrittura non inferiore a 8 mm. Colore caratteri e sfondo da definire con la D.L.

Sotto ogni segnalatore luminoso, strumento o altra apparecchiatura sporgente dal pannello, sarà applicato un cartellino indicante le funzioni dell'apparecchiatura.

All'interno del quadro, sopra o accanto ad ogni apparecchiatura e comunque in posizione ben visibile, sarà applicato un cartellino recante la siglatura alfanumerica riportata sugli elaborati grafici.

Sulle protezioni poste alle protezioni contro i contatti diretti saranno posti dei cartellini di diffida dal rimuovere le protezioni senza prima avere aperto in dispositivo di sezionamento del circuito alimentatore.

Le targhe saranno in materiale plastico o alluminio pantografato oppure di altro tipo da sottoporre all'approvazione della D.L.

I cartellini saranno possibilmente in materiale plastico o alluminio pantografato oppure costituito da un profilato in alluminio estruso o PVC con apposita guida per l'inserimento del cartellino scritto e successiva protezione con lamina di materiale trasparente sfilabile solo a seguito di rimozione di parti o viti.

Il fissaggio delle targhe e dei cartellini sulla superficie esterna del quadro sarà effettuato mediante viti o altri accessori simili (rivetti, ecc.) sono comunque esclusi adesivi.

I cartellini interni al quadro saranno fissati ove possibile con viti, diversamente sarà fatto uso di collanti resistenti anche alle massime temperature raggiungibili dalle apparecchiature su cui saranno applicati.

Sono da escludere i cartellini realizzati mediante nastro adesivo stampato o punzonato con apposita stampante.

La descrizione da riportare sui cartellini da porre sul fronte quadro, accanto alle apparecchiature, sarà sottoposta all'approvazione della D.L e Committenza prima della loro realizzazione definitiva.

## **6.13 Circuiti ausiliari**

In linea di massima i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili isolati in PVC tipo N07V-K con caratteristica di non propagazione della fiamma.

Per quanto riguarda i circuiti ausiliari, le sezioni saranno di:  
2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti amperometrici;  
1.5 mm<sup>2</sup> per gli altri circuiti.

La sezione comunque sarà dimensionata in ragione della I<sub>b</sub> (corrente di impiego) del circuito, tenendo in considerazione il tipo di posa dei conduttori della sovratemperatura a cui sono soggetti in caso di corto circuito.

I conduttori saranno posati entro canali in PVC autoestingente, che risulteranno sovradimensionati del 50% rispetto l'effettivo ingombro dei conduttori.

I canali saranno provvisti di coperchi di chiusura e posti in posizione facilmente ispezionabile.

I conduttori in corrispondenza delle morsettiere e delle apparecchiature a cui verranno collegati, saranno provvisti, di apposito terminale isolato.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti terminali aventi la parte non attiva opportunamente isolata.

I circuiti ausiliari sui pannelli saranno alloggiati entro piccoli canali in PVC muniti di coperchio, oppure adeguatamente legati a mazzetto ed ancorati in più punti al pannello. In corrispondenza della cerniera del pannello, i conduttori dovranno avere il franco di lunghezza necessario per aprire agevolmente il pannello ed il fissaggio dei conduttori sarà effettuato ai lati della cerniera: uno alla struttura del quadro e l'altro al portello.

I circuiti voltmetrici derivati dalle alimentazioni del quadro, saranno realizzati con particolare cura allo scopo di impedire il verificarsi di cortocircuiti a monte dei fusibili di protezione. Saranno pertanto curate le in modo particolare le modalità di fissaggio delle derivazioni (es. terminali ad occhio e viti passanti), l'ancoraggio e l'isolamento dei conduttori ed il percorso tra punto di prelievo della tensione e fusibili sarà il più breve possibile.

I conduttori saranno contraddistinti ad ogni estremità da marcaffili alfanumerici per la loro esatta identificazione.

Non saranno posati più di due conduttori sotto lo stesso morsetto o polo di interruttore o altra apparecchiatura.

## **6.14 Morsettiere**

I cavi in entrata ed uscita dal quadro saranno attestati a morsettiere predisposte allo scopo

Le morsettiere saranno del tipo componibile ovvero realizzate mediante morsetti da installare su profilati metallici uno a fianco dell'altro.

I morsetti saranno in materiale plastico autoestingente .

I morsetti saranno del tipo a serraggio mediante vite che però non dovrà entrare in contatto diretto con il conduttore, ma con interposta lamina, affinché non venga lesa durante la rotazione della stessa.

I morsetti saranno predisposti ad ospitare un apposito cartellino idoneo a contenere una sigla alfanumerica di identificazione.

I morsetti saranno suddivisi in gruppi per meglio identificare utenze o circuiti ed i vari gruppi saranno separati mediante apposito diaframma.

I morsetti saranno provvisti di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IPXXC

I morsetti in tensione ad interruttore generale aperto saranno ulteriormente provvisti di cartello monitore che avverta della presenza di tensione.

Le morsettiere saranno solitamente sistemate nella parte inferiore del quadro, ma in determinate circostanze e con il benestare della D.L. le morsettiere potranno anche essere poste nella parte superiore.

## 6.15 Cavi in arrivo e partenza

L'entrata dei cavi sarà possibile dall'alto e/o dal basso come previsto negli elaborati grafici o schede tecniche.

Il sistema di entrata dei cavi dovrà garantire il grado di protezione richiesto in progetto per cui l'Appaltatore prima di dar corso a tale esecuzione dovrà sottoporre alla D.L. la soluzione prevista.

Nel caso in cui il grado di protezione sia  $> \geq$  IP55 il passaggio dei cavi attraverso le pareti del quadro sarà effettuato mediante pressacavi e le modalità esecutive saranno concordate con la D.L.

I cavi all'interno del quadro saranno ben ordinati, sarà pertanto studiata preventivamente la posizione di ciascuno di essi per evitare, nel limite del possibile, accavallamenti e consentire di individuarli agevolmente attraverso i rispettivi cartellini di identificazione.

## 6.16 Messa a terra

La sbarra di terra del quadro collegherà l'intera struttura e sarà quindi imbullonata alla struttura portante di tutte le sezioni (scomparti).

La sbarra di terra sarà opportunamente forata per consentire la derivazione dei cavi di protezione tramite bulloni, sarà posta longitudinalmente al quadro, in alto o in basso a seconda del punto di entrata dei cavi.

Nel caso dell'esistenza di colonne cavi, la sbarra di terra sarà sviluppata anche verticalmente per ciascuna colonna con derivazione di uguale sezione e stesse modalità esecutive.

Si dovrà accertare una sicura continuità elettrica tra tutte le parti interne del quadro e la sbarra di terra.

## **6.17 Condizioni di trasporto e posa**

La ditta fornitrice del quadro dovrà provvedere oltre al trasporto dall'officina di assemblaggio fino al cantiere, anche al trasporto dall'automezzo fino al punto di installazione.

Il quadro sarà adeguatamente protetto, durante il trasporto, da agenti atmosferici che possono danneggiare le sue apparecchiature interne.

Dopo il posizionamento definitivo del quadro sarà opportuno ripassare il serraggio dei morsetti per assicurarsi che durante le operazioni di carico scarico e trasporto le sollecitazioni non abbiano influito sulle derivazioni.

## **6.18 Obblighi della ditta fornitrice**

La ditta installatrice dovrà verificare anticipatamente, cioè prima delle esecuzione delle opere edili, il punto di installazione del quadro per accertare la sua compatibilità con le misure reali.

La ditta installatrice dovrà preventivamente inviare in cantiere e consegnare all'impresa addetta alle opere edili di assistenza, un telaio in profilato metallico da inserire nel manufatto costituente la base del quadro.

Nel caso invece di posa del quadro su cunicolo, dovranno essere inviate preventivamente in cantiere le dimensioni del quadro per permettere l'esecuzione delle opere murarie ed il loro consolidamento prima della posa del quadro.

Premesso che i compiti del progettista degli impianti e dell'impiantista e del costruttore del quadro sono diversi ma entrambi concorrono alla realizzazione del quadro è indispensabile che il rapporto di collaborazione tra questi sia proficua fin dall'inizio dei lavori, perciò per maggior chiarezza si definiscono i compiti di ciascuna figura.

Al Progettista degli impianti spetta:

- definire lo schema elettrico del quadro prevedendo eventuali riserve e spazi per future estensioni;
- fissare le tensioni di impiego;

- identificare le correnti di impiego e le portate dei circuiti in considerazione del declassamento delle correnti nominali degli interruttori in funzione della temperatura massima presunta all'interno del quadro;
- stabilire l'eventuale fattore di contemporaneità;
- calcolare la corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione del quadro;
- effettuare il coordinamento fra i dispositivi di protezione contro il corto circuito interno ed esterno al quadro;
- indicare i vincoli relativi all'ingombro dei quadri,
- precisare le condizioni di installazione del quadro (a parete, esposto su tutti i lati, ecc.);
- definire il grado di protezione adeguato alla destinazione d'uso;
- predisporre un lay-out generale di massima del quadro (fronte, collocazione dei terminali, ecc.) evidenziando le esigenze piuttosto che le soluzioni;
- Indicare le eventuali condizioni speciali di servizio (temperatura ambiente, umidità relativa, altitudine ecc.).

I compiti del Costruttore del quadro sono:

- Progettare e costruire il quadro tenendo conto delle sollecitazioni meccaniche e termiche;
- Scegliere le apparecchiature con riferimento allo schema di progetto sia il comportamento termico (correnti nominali) sia per il corto circuito (potere di interruzione);
- Indicare le eventuali protezioni a monte del quadro che condizionano la tenuta al corto circuito del quadro;
- Adottare le soluzioni idonee che consentono di rispettare tutte le prescrizioni normative ed in particolare i limiti di sovratemperatura;
- Definire le caratteristiche nominali del quadro.
- 

L'installatore, se non è anche il costruttore, dovrà fornire al costruttore, che è responsabile del suo prodotto, tutte le informazioni necessarie affinché il quadro funzioni correttamente nel contesto dell'impianto in cui deve essere inserito.

Il quadro sarà fornito completo dei seguenti componenti o accessori complementari:

- Schema elettrico di potenza (as-built), schema elettrico funzionale dei circuiti ausiliari completo di numerazione dei conduttori, delle morsettiere, e identificazione di tutte le apparecchiature presenti sul quadro (3 copie).
- Raccolta di tutti i manuali allegati alle apparecchiature installate ed utilizzati per l'installazione, la regolazione e la messa in funzione delle apparecchiature stesse.
- Targa.
- Rapporto di prova.
- Dichiarazione di conformità del quadro alle Norme EN 60439.
- Scheda di verifica come dal presente capitolato.
- 

Sulla targa dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- il nome o il marchio di fabbrica del costruttore
- il tipo e il numero di serie del quadro
- la corrente nominale del quadro

- la frequenza nominale del quadro
- la tensione nominale di funzionamento
- il grado di protezione .

Costruttore:	Alfa
N. di serie:	003
Corrente nominale:	40 A
Frequenza:	50-60 Hz
Tensione nominale:	230 V
Grado di protezione:	IP44

Esempio di targa di identificazione

## **6.19 Verifiche e collaudi**

La ditta fornitrice del quadro sarà tenuta a verificare ed a consegnare quanto prescritto dalle presenti specifiche tecniche.

La direzione lavori procederà nella verifica del quadro verificandone il funzionamento secondo gli schemi e le informazioni impartite e verificando il rispetto delle presenti specifiche tecniche.

## 7 RIFASAMENTO AUTOMATICO

Rifasatore automatico costituito da armadio in robusta lamiera d'acciaio, protetta contro la corrosione mediante trattamento di fosfatazione e successiva verniciatura a polveri RAL 7032 (altre a richiesta).

Idoneo per la posa a parete o pavimento a seconda delle dimensioni, sarà dotato di sportelli con chiusura a chiave o attrezzo equivalente.

La protezione contro i contatti diretti viene assicurata da un grado di protezione meccanico esterno minimo IP 30 salvo diverse indicazioni rilevabili nella relazione tecnica e negli elaborati grafici.

Tutte le superfici metalliche sono opportunamente isolate dalle parti in tensione; una prova verso massa effettuata a 2500 V per 60" (come da normativa CEI EN 60439-1/17-13-1) garantisce gli isolamenti del quadro.

Sarà dotato di sezionatore tripolare sottocarico con blocco porta (quadripolare per le apparecchiature fino a 43.5 KVAR).

I terminali di entrata del sezionatore saranno opportunamente protetti contro i contatti accidentali da schermatura IP 20 e cartelli o pittogrammi monitori.

I cavi di collegamento interno saranno antifiamma del tipo N07V-K e con sezione minima pari a 1.5 mmq. Sui capicorda non preisolati il punto di connessione viene ricoperto con una guaina termorestringente a lunga durata.

I circuiti ausiliari presentano la numerazione a caldo sul cavo stesso come da schemi elettrici.

I circuiti ausiliari presentano la numerazione a caldo sul cavo stesso come da schemi elettrici.

Il circuito ausiliario dei rifasatori sarà alimentato a 230 V 50 Hz.

I condensatori saranno costruiti secondo i più recenti standard normativi CEI EN 60831-1 60831-2 (IEC 831-1 831-2) saranno dotati di dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica, e la loro conformità alle norme sarà attestata dalle omologazioni IMQ.

Saranno impregnati in olio biodegradabile oppure con resina (DRY type).

L'intervallo dei valori di temperatura entro i quali i condensatori dovranno lavorare sarà il seguente:

- temperatura minima: - 25°C
- temperatura massima +50°C (massimo giornaliero)
- temperatura media: + 40°C (media giornaliera)
- temperatura media: +30°C (media complessiva annuale)

(normative CEI EN 60831-1).

Il rifasatore automatico sarà dotato di regolatore della potenza reattiva collocato sul fronte quadro che opera misurando la reale potenza reattiva e comandando le batterie di condensatori; sul regolatore saranno presenti i led di indicazione carico, i led di indicazione batteria inserita, il selettore di funzionamento automatico/manuale e i controlli per la regolazione della sensibilità (C/K) e del cos $\phi$  medio voluto.

In caso di mancanza tensione, il regolatore ritorna sullo zero al fine di evitare pericolose reinserzioni in blocco delle batterie di rifasamento.

I regolatori a microprocessori che saranno equipaggiati con display visualizzatore della tensione di rete, corrente al secondario del TA, temperatura interna al quadro, fattore di potenza, forniranno la segnalazione di allarme per basso cos $\phi$  e mancato rifasamento.

Il quadro sarà dotato di barra di terra a cui saranno francamente collegate tutte le parti metalliche componenti i quadri e gli involucri dei condensatori.

Ogni batteria è controllata da un contattore tripolare dimensionato in modo ottimale per offrire una elevata affidabilità.

La limitazione dei picchi di corrente determinati dall'inserzione delle batterie capacitive, è ottenuta tramite l'impiego di induttanze in aria di idoneo valore induttivo oppure tramite resistenze di prearica.

Le bobine saranno a 240 V 50 Hz (altre tensioni a richiesta).

Per rifasatori costruiti in armadio di altezza 1300, 1600 o 2000 mm, le batterie sono collocate su cassette estraibili tipo rack.

Quando previsto, ciascun armadio può essere ampliato fino al massimo della potenza, con la semplice aggiunta di nuovi rack.

Ulteriori incrementi di potenza rifasante, potranno essere ottenuti predisponendo una unità principale per il comando di una futura unità satellite, meccanicamente separata dalla prima.

## **7.1 Segnalazioni e comandi**

Si possono realizzare su richiesta rifasatori con segnalazioni luminose di quadro sotto tensione, batterie inserite; deviatori a tre posizioni (automatico–0– manuale).

## **7.2 Protezione antiarmoniche**

Tutti i quadri modello B5 sono dotati di modulo di protezione tipo CPD in grado di controllare, con continuità, il valore di distorsione armonica (THD %) presente in rete.

Al superamento della soglia di taratura si ha l'attivazione di un segnale di allarme e il distacco dei condensatori dalla rete.

La reinserzione si ottiene manualmente.

### **7.3 Protezione per sovraccarico**

Viene realizzata tramite una scheda elettronica, tipo COMAR PA6, in grado di controllare istante per istante la corrente assorbita dai gruppi di rifasamento.

Al superamento della soglia di taratura si ha l'attivazione di un segnale di allarme e il distacco dei condensatori dalla rete.

La reinserzione si ottiene manualmente.

### **7.4 Fusibili**

Il sistema di protezione sia dei circuiti di potenza (fusibili NH00 curva gG) che di quelli ausiliari (portafusibili sezionabili e fusibili 10.3x38) prevede l'impiego di fusibili ad alto potere di interruzione (100 kA) su tutti i modelli.

Le batterie capacitive sono protette da terne di fusibili opportunamente dimensionate.

### **7.5 Tenuta al corto circuito**

Su rifasatori di altezza 1600 e 2000, le barre di collegamento per l'alimentazione serie dei rack sono in rame elettrolitico a spigoli arrotondati e non isolate.

La tenuta al corto circuito, del sistema di barratura adottato, è stata verificata dal CESI.

Possono essere forniti due diversi livelli di correnti di corto circuito:  
25 kA 1 sec. (termica) 55 KA (elettrodinamica) – versione standard  
50 kA 1 sec. (termica) 105 KA (elettrodinamica) – versione rinforzata (su richiesta).

### **7.6 Protezione termica**

Dove prevista è realizzata mediante due termosonde.

La prima, con soglia di intervento più bassa (35°C), comanda le ventole di raffreddamento poste sul tetto.

La seconda (5°C) provvede a distaccare le batterie di condensatori qualora la temperatura superi il limite massimo ammesso.

Al cessare del fenomeno si ha il riavviamento automatico (isteresi di rientro 5°C).

I rifasatori h 1600–2000 sono equipaggiati di regolatore MPR8 con funzioni di regolazione e controllo della temperatura interno quadro.

## **8 CANALI PORTACAVI**

### **8.1 Definizioni**

Col termine canalizzazioni si intende qualsiasi sistema costituito da strutture metalliche, PVC o vetroresina impiegati per la posa di cavi elettrici.

Le canalizzazioni più in uso sono le seguenti:

- A canali chiusi
- B canali asolati
- C passerelle a traversini
- D strutture in profilati.

Col termine “chiusi” si intendono quei canali in lamiera di acciaio o PVC o vetroresina privi di fori o asole per il passaggio dell’aria di raffreddamento dei cavi.

Col termine “asolati “ si intendono quei canali in lamiera di acciaio o PVC o vetroresina provvisti di fori o asolature sul fondo e/o sui lati per consentire il passaggio dell’aria di raffreddamento dei cavi.

Col termine di “passerelle a traversini” si intendono quelle strutture in metallo costituite da due elementi paralleli collegati, ad intervalli regolari di 20-40 cm, da segmenti di profilato metallico e il tutto acquista un aspetto di scala per cui viene anche detta impropriamente “passerella a scaletta”.

Col termine di strutture in profilati si intendono quei sistemi realizzati in loco mediante componentistica metallica idonea assiemata mediante bulloneria nella forma e dimensione desiderate.

## 8.2 Modalità installazione

Salvo diversa indicazione i canali portacavi saranno prevalentemente in lamiera di acciaio zincata con processo Sendzimir e verniciata con polveri essiccate in forno nel colore blu elettrico.

Poiché gli elaborati grafici su cui sono riportati i percorsi delle canalizzazioni ed i relativi particolari costruttivi, non possono assolvere a tutte le reali problematiche da superare in fase di posa, la ditta installatrice dovrà realizzare le canalizzazioni seguendo la perfetta regola dell'arte, utilizzando tutti gli accessori (curve, derivazioni, ecc.) originali della stessa casa costruttrice del canale stesso.

Nei casi in cui si verificasse l'impossibilità di utilizzare di accessori originali e quindi di conseguenza si rendesse necessario ricorrere a modifiche da parte della ditta installatrice, questa dovrà accordarsi con la D.L. sulle modalità esecutive dell'intervento.

Le canalizzazioni si intendono in opera complete di ogni accessorio necessario a rendere l'opera conforme alla perfetta regola dell'arte. Saranno pertanto comprese le staffe di sostegno, i tasselli di fissaggio, bulloni e salvo diversa indicazione, il coperchio.

Le staffe di sostegno saranno costruttivamente (lunghezza, sezione del profilato, forma) adeguate al supporto a cui verranno applicate ed al carico a cui saranno sottoposte.

Il numero di staffe di sostegno non sarà inferiore a quello indicato dalla casa costruttrice in rapporto al carico costituito dal peso dei cavi posati, di quelli che possibilmente potranno essere posati in futuro ed il peso del canale stesso.

In ogni caso si preveda un minimo di due staffe per ogni elemento rettilineo di canale e prima o dopo ad ogni cambiamento di direzione o incrocio.

La lunghezza delle staffe sarà tale da creare, tra parete e canale, uno spazio sufficiente a consentire la necessaria curvatura ai tubi ed ai cavi in uscita, ma non dovranno sporgere oltre alla larghezza del canale.

La ditta installatrice, prima di procedere alla posa delle canalizzazioni, dovrà verificare in loco l'esatto percorso e, successivamente, esporre alla D.L. le eventuali difformità dal progetto e le problematiche riscontrate dall'esame del percorso.

In assenza di pareti, le staffe di sostegno non potranno in alcun modo essere saldate a tubazioni, pilastri, via di corsa di carroporti, ecc. ma ancorate alle suddette strutture metalliche mediante staffature studiate e realizzate allo scopo.

Le canalizzazioni non dovranno essere posate in prossimità di apparecchiature o tubazioni ad alta temperatura.

Le canalizzazioni dovranno risultare perfettamente ispezionabili e non dovranno costituire intralcio per l'accessibilità e lo smontaggio di apparecchiature né dovranno

essere esposte a probabili collisioni con i mezzi di trasporto o sollevamento interni al fabbricato.

Il dimensionamento dei canali dovrà tenere conto di uno spazio, riservato all'aggiunta di futuri cavi, non inferiore al 50%.

La riserva può essere considerata anche come spazio per futura posa di un ulteriore canale.

Nei percorsi verticali e prima e dopo un cambiamento di direzione, all'interno del canale saranno installati apposite staffe di ancoraggio dei cavi affinché questi mantengano la loro posizione durante tutte le operazioni di posa dei cavi riducendo la sezione utile del canale o impedendo a fine lavori la posa del coperchio.

Le uscite dei cavi dai canali saranno effettuate lateralmente e possibilmente dal lato parallelo alla parete; non saranno pertanto ammesse uscite dal fondo del canale.

Le uscite saranno effettuate mediante foratura del bordo laterale del canale utilizzando apposita attrezzatura (frese o punzoni) evitando fori di diametro superiore due terzi del bordo del canale che lo indebolirebbero eccessivamente.

Nella necessità di passaggi con dimensioni superiori sarà opportuno inserire nella canalizzazione un'apposita derivazione.

Nel caso di più fori per il passaggio di cavi unipolari con sezione medio-grande evitare il surriscaldamento del canale per le correnti di Foucault interrompendo la spira formata dalla circonferenza del foro mediante taglio di sega trasversale ai fori.

A seguito di qualsiasi operazione di fresatura o taglio del canale ripristinare la protezione contro la corrosione sulle parti interessate dalle operazioni suddette.

Evitare il passaggio con canale tra ambienti compartimentati tra loro, ma se ciò fosse inevitabile attuare tutti i provvedimenti necessari per ripristinare le caratteristiche della parete attraversata.

Durante la posa delle canalizzazioni assicurarsi di seguire le istruzioni della casa costruttrice affinché la continuità elettrica e la tenuta al corto-circuito, garantita dalla casa costruttrice, sia assicurata in tutto il suo percorso.

Nel caso di installazione di canali su più strati mantenere tra uno strato e l'altro una distanza sufficiente a consentire operazioni di ispezione o modifiche impiantistiche che non dovrà risultare inferiore ai 20 cm misurati tra il bordo del canale inferiore ed il fondo del canale superiore.

In mancanza di possibilità di ancoraggio delle canalizzazioni a parete è possibile attuare sistemi di sospensione mediante profilati o catene curando però di prendere tutti i provvedimenti necessari ad impedire movimenti laterali alle canalizzazioni.

La posa in opera delle canalizzazioni, secondo la buona regola dell'arte, prevede che queste risultino esteticamente gradevoli. Ciò significa tenere in considerazione nella posa anche il contesto in cui vanno inserite seguendo armonicamente i lineamenti delle strutture esistenti.

Nel caso in cui, all'interno dello stesso canale, si debbano posare cavi di sistemi diversi, sarà opportuno creare una o più compartimentazioni longitudinali all'interno del canale stesso mediante setti separatori metallici.

## 9 CAVI ELETTRICI

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per tali motivi i cavi devono essere selezionati in accordo con le seguenti normative:

- **Caratteristiche costruttive e metodi di prova dei cavi:**  
 Per la descrizione delle specifiche caratteristiche costruttive dei vari componenti dei cavi di bassa e media tensione e per i dettagli riguardo i metodi di prova utilizzati, sia elettrici che non elettrici, si rimanda alle seguenti norme.
- **Riferimenti normativi:**
  - CEI EN 60228 (CEI 20-29) – Conduttori per cavi isolati
  - CEI EN 50363 (CEI 20-11) – Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione
  - CEI EN 60811 (CEI 20-34) – Metodi di prova per materiali isolanti e per guaina dei cavi elettrici
  - CEI EN 50395 (CEI 20-80) – Metodi di prova elettrici per cavi di energia di bassa tensione
  - CEI EN 50396 (CEI 20-84) – Metodi di prova non elettrici per cavi di energia di bassa tensione
  - CEI 20-50 (HD 605) – Cavi elettrici - Metodi di prova supplementari
- **Distinzione dei cavi:**  
 I cavi energia bassa tensione sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).

Anime	Norma CEI UNEL 00722				
3	 GV	 Blu	 Marrone		
4	 GV	 Marrone	 Nero	 Grigio	
5	 GV	 Blu	 Marrone	 Nero	 Grigio

Anime	Norma CEI UNEL 00722				
2	 Blu	 Marrone			
3		 Marrone	 Nero	 Grigio	
4	 Blu	 Marrone	 Nero	 Grigio	
5	 Blu	 Marrone	 Nero	 Grigio	 Nero

Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione, mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.

Inoltre, nei cavi unipolari con guaina, l'isolamento è generalmente di colore nero.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).

b) La Norma CEI UNEL specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Per i cavi elettrici per impianti fotovoltaici la guaina deve essere nera, salvo diversi accordi tra produttore e cliente (rosso o blu).

c) La Norma CEI UNEL 00725 (CEI EN 50334) specifica che per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica.

Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo con un numero progressivo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

L'eventuale alterazione di colore della guaina, dovuta all'azione della luce, degli agenti atmosferici e delle sostanze che abitualmente si trovano nel terreno, non significa che sia pregiudicata la funzionalità del cavo.

d) Per avere indicazione riguardo le sigla di designazione dei cavi nazionali fare riferimento alla Norma CEI UNEL 35011, mentre per i cavi armonizzati con tensione nominale fino ad un limite di 450/750 V occorre fare riferimento alla Norma CEI 20-27.

***Indicazioni di sicurezza (CEI 64-8 Sez. 514.3):***

***a) il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità.***

***b) i conduttori di neutro o di punto mediano devono essere identificati dal colore blu per tutta la loro lunghezza. In assenza del conduttore neutro (o del conduttore mediano) nell'impianto un cavo di colore blu può essere usato come conduttore di fase.***

***c) i conduttori PEN, quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti:***

- ***giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu alle estremità;***
- ***blu su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.***

***d) il conduttore PEN deve, se isolato, essere contrassegnato con bicolore giallo/verde per tutta la sua lunghezza con, in aggiunta, fascette blu alle estremità.***

***e) I monocolori giallo o verde non devono essere utilizzati.***

• **Comportamento al fuoco:**

A seguito dell'entrata in vigore del Regolamento CPR per i cavi elettrici (1° luglio 2017), tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia o di

trasmissione dati, di qualsiasi livello di tensione e con conduttori metallici o fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.

Tutti i cavi per posa mobile non rientrano nello scopo del regolamento CPR, pertanto non è richiesta obbligatoriamente la rispondenza alla classificazione CPR.

Nei caso in cui l'incendio costituisca un pericolo in ambienti come edifici ed altre opere di ingegneria civile, la propagazione dello stesso lungo i cavi e le emissioni di fumo ed acidità devono essere limitate mediante l'impiego di cavi classificati per il Regolamento CPR secondo la corretta classe di reazione al fuoco in relazione alle prescrizioni installative. La Norma CEI 64-8 nella Sez.751 "Luoghi a maggior rischio in caso di incendio" riporta che, per i cavi di bassa tensione, si deve valutare il rischio legato allo sviluppo di fumi ed acidità in relazione alla particolarità del tipo di installazione e all'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti.

Le medesime valutazioni devono essere fatte anche per i cavi di media tensione facendo riferimento alla Norma CEI 11-17 art 5.7 "Provvedimenti contro l'incendio", al fine di adottare anche per questa tipologia di cavi le opportune misure per limitare il rischio nei confronti di persone e/o cose.

E' vivamente consigliato, per accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di classe C<sub>ca</sub>, a bassissimo sviluppo di fumi ed acidità anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impiantistiche non li prevedono come obbligatori.

In relazione al loro comportamento al fuoco i cavi elettrici possono essere distinti in 2 macro categorie:

### **1. Cavi con caratteristiche di reazione al fuoco**

I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco A<sub>ca</sub>, B1<sub>ca</sub>, B2<sub>ca</sub>, C<sub>ca</sub>, D<sub>ca</sub>, E<sub>ca</sub> e F<sub>ca</sub> identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.

Ogni classe prevede soglie minime per il rilascio di calore e la propagazione della fiamma. Oltre a questa classificazione principale, le Autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi:

**s:** opacità dei fumi. Varia da s1 a s3 con prestazioni decrescenti

**d:** gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio.  
Varia da d0 a d2 con prestazioni decrescenti

**a:** acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per prestazioni elevate prestazioni basse le cose. Varia da a1 a a3 con prestazioni decrescenti

Di seguito i cavi delle quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), inserite nella CEI UNEL 35016, che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8:

- **Cavi con classe di reazione al fuoco E<sub>ca</sub>**, secondo la norma CEI EN 50575 (CEI

20-115), sono cavi che installati singolarmente nella disposizione più sfavorevole (cioè in verticale) non propagano la fiamma. Un fascio di cavi che supera la prova di non propagazione della fiamma (classe Eca) non garantisce la non propagazione dell'incendio.

- **Cavi con classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3**, secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 2m e particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a limitati rischi per le emissioni di fumo ed acidità.
- **Cavi a basso sviluppo di fumi ed acidità con classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 2m e per cui le emissioni di fumo ed acidità sono limitati al minimo. Particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumo ed acidità.
- **Cavi a basso sviluppo di fumi ed acidità con classe di reazione al fuoco B2ca-s1a,d1,a1** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 1.5m e per cui le emissioni di fumo ed acidità sono limitati al minimo. Particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumo ed acidità.

**Indicazioni ambienti installativi:**

Classe di reazione al fuoco del cavo	Utilizzo tipico suggerito
<b>B2ca-s1a,d1,a1</b>	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m
<b>Cca-s1b,d1,a1</b>	Strutture sanitarie, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere, palestre e centri sportivi. Alberghi, pensioni, motel, villaggi, residenze turistico - alberghiere. Scuole di ogni ordine, grado e tipo. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24m.
<b>Cca-s3,d1,a3</b>	Altre attività: Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.

Eca	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose
-----	---

## **2. Cavi con caratteristiche di resistenza al fuoco**

- **Cavi resistenti al fuoco** rispondenti alle Norme CEI EN 50200 (20-36/4-0), CEI EN 50362 (CEI

20-36/5-0) e CEI EN 50577 (20-36/6-0), le quali descrivono i metodi di prova per la resistenza al fuoco (capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio). I cavi resistenti al fuoco devono quindi essere in grado di garantire il servizio durante l'incendio per un determinato periodo di tempo anche se direttamente esposti alle fiamme. Tali cavi sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione sia di fumi opachi che di gas tossici e corrosivi.

- **Riferimenti normativi:**

- CEI EN 50200 (CEI 20-36/4-0) - Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza
- CEI EN 50362 (CEI 20-36/5-0) - Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni non protetti per l'uso in circuiti di emergenza
- CEI EN 50399 (CEI 20-108) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – Apparecchiatura di prova, procedure e risultati
- CEI EN 50575 (CEI 20-115) - Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio
- CEI EN 50577 (CEI 20-36/6-0) – Cavi elettrici – Prova di resistenza al fuoco per cavi non protetti (Classificazione P)
- CEI EN 60332-1-2 (CEI 20-35/1-2) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato
- Norma EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni
- Norma CEI UNEL 35016 - Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)

- **Portate di corrente**

La portata in regime permanente viene calcolata con i metodi descritti nella Norma CEI 20-21 (IEC 60287). Le portate dei principali tipi di cavo, nelle più comuni condizioni di installazione, sono invece oggetto delle seguenti Norme.

- **Riferimenti normativi:**

- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35024/2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico per tensioni nominali di 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI UNEL 35027\* - Cavi energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria e interrata
- CEI 20-65 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

**\*Nota :** La presente Norma è ricavata dalla serie di Norme CEI 20-21 (Recepimento italiano della Norma IEC 60287 - serie) ed incorpora la revisione dei valori delle portate di corrente citate nelle Norme CEI UNEL 35028-2 (1982) e 35029-2 (1982).

- **Condizioni ambientali e di posa**

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle seguenti norme.

- **Riferimenti normativi:**

- CEI 20-40 (CEI EN 50565-1/2) – Guida all’uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U)
- CEI 20-67 – Guida all’uso dei cavi con tensione nominale 0.6/1 kV (U0/U)
- CEI 20-89 – Guida all’uso e all’installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica

La presente scheda fornisce un quadro sintetico della situazione normativa e legislativa, i riferimenti a leggi e norme rimangono in ogni caso l’unico riferimento ufficiale.

## **Cavi per energia con tensioni nominali $U_0/U=300/300$ V - $U_0/U=300/500$ V – Febbraio 2018**

I cavi per energia con tensioni nominali  $U_0/U = 300/300$  e  $300/500$  V per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).

I cavi per tensioni nominali con  $U_0/U = 300/300$  e  $300/500$  V sono adatti solo per la posa in tubo, canale o condotto non interrato e non possono essere usati per posa interrata.

- **Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 300/300$  V e  $300/500$  V - Riferimenti normativi:**

- CEI EN 50525 (serie) (CEI 20-107) Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V ( $U_0/U$ )
- IMQ CPT 007\* - Cavi elettrici isolati in PVC con o senza schermo sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni con tensione nominale fino a 450/750 V

\*IMQ CPT = Capitolato tecnico di prova IMQ

### **TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:**

- **Cavo standard  $U_0/U = 300/300$  V:**

[ ] FROR 300/300 V Cavo non classificato secondo CPR destinato all'interconnessione di strumentazione e sistemi di controllo con trasmissione di segnale digitale od analogica, dove può essere richiesta un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica.

- **Cavo standard  $U_0/U = 300/500$  V:**

[ ] H05VV-F\* Utilizzo in locali domestici e uffici, per applicazioni ed apparecchi domestici per servizio ordinario, compresi i locali umidi, utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata

[ ] H05RN-F\* Utilizzo in locali domestici, cucine ed uffici, per applicazioni per servizio ordinario e per l'alimentazione di apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a deboli sollecitazioni meccaniche

[ ] FROR 300/500 V Cavo non classificato secondo CPR e quindi adatto solo per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica.

[ ] FROH2R 300/500 V Cavo non classificato secondo CPR e quindi adatto solo per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante

l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica.

- [ ] H05Z-K\* Installazione all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio
- [ ] H05V-K\* Installazione all'interno di apparecchi e accessori di illuminazione, adatti per installazioni in tubazioni montate in superficie o incassate quando utilizzati solo per circuiti di segnalazione e di comando

- **Cavo con speciale comportamento al fuoco U<sub>0</sub>/U = 300/500 V:**

- [ ] H05Z1-K\* Installazione fissa protetta all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio

\*La classificazione di reazione al fuoco di questi cavi secondo CPR è attualmente ancora in fase di elaborazione in ambito CENELEC, pertanto la classe viene dichiarata dal costruttore.

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

### **Cavi per energia con tensioni nominali U<sub>0</sub>/U = 450/750 V – Febbraio 2018**

I cavi per energia con tensioni nominali U<sub>0</sub>/U = 450/750 V per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).

I cavi per tensioni nominali con U<sub>0</sub>/U = 450/750 sono adatti solo per la posa in tubo, canale o condotto non interrato e non possono essere usati per posa interrata, eccezion fatta per il cavo H07RN8-F che è stato appositamente studiato per posa con la presenza di acqua.

- **Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali U<sub>0</sub>/U = 450/750 V:**

- CEI EN 50525 (serie) Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U<sub>0</sub>/U)
- CEI 20-38 Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U<sub>0</sub>/U non superiori a 0.6/1 kV
- CEI 20-39 – Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V
- CEI-UNEL 35716 – Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti

- da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale  $U_0/U$  450/750 V – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3
- CEI-UNEL 35310 – Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale  $U_0/U$  450/750 V – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1
  - IMQ CPT 007\* - Cavi elettrici isolati in PVC con o senza schermo sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni con tensione nominale fino a 450/750 V

\*IMQ CPT = Capitolato tecnico di prova IMQ

#### **TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:**

- **Cavo con classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3 secondo Regolamento CPR:**

- FS17 Adatto per ambienti con pericolo di incendio. Installazione entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari, ma solo all'interno di edifici. Installazione fissa entro apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando. Non adatto per posa all'esterno. Particolarmente adatti quando installati a fascio.

- **Cavo con classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1 secondo Regolamento CPR:**

- FG17 Adatto in ambienti dove è importante la salvaguardia delle persone: scuole, alberghi, teatri, ospedali, locali di pubblico spettacolo e intrattenimento. Installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari

- **Cavo standard  $U_0/U = 450/750$  V:**

- FROR 450/750 V Cavo non classificato secondo CPR e quindi adatto solo per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica.
- FROH2R 450/750 V Cavo non classificato secondo CPR e quindi adatto solo per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica.
- H07RN8-F Cavo non classificato secondo CPR e destinato solo ad utilizzo in officine industriali ed agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni

per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie. Cavo flessibile resistente all'acqua.

- [ ] H07V-K\* Installazione in tubazioni montate in superficie o incassate o sistemi chiusi simili. Adatto per installazione fissa protetta in apparecchiature di illuminazione e comando con tensioni fino a 1000 V in c.a. compreso o fino a 750 in c.c. verso terra
- [ ] H07RN-F\* Utilizzo in officine industriali ed agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie
- [ ] H07Z-K\* Installazione all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio o combustione

- **Cavo con speciale comportamento al fuoco U<sub>0</sub>/U = 450/750 V:**

- [ ] H07Z1-K Type 2\* Adatti per l'uso quando è necessaria una prestazione speciale in caso di incendio o quando le condizioni di posa o disposizioni legislative locali richiedono livelli più elevati per la sicurezza delle persone. Particolarmente adatti quando installati a fascio

\*La classificazione di reazione al fuoco secondo CPR è attualmente ancora in fase in ambito CENELEC pertanto la classe viene dichiarata dal costruttore.

- **Cavo ad isolamento minerale U<sub>0</sub>/U = 450/750 V:**

- [ ] Isolamento Minerale 500V Adatto per cavi energia che devono lavorare ad altissime temperature visto che tutte le sue componenti sono inorganiche. Adatto a mantenere in servizio le linee di alimentazione delle apparecchiature di emergenza anche durante lo sviluppo di un incendio. Adatto per servizio leggero
- [ ] Isolamento Minerale 750 V Adatto per cavi energia che devono lavorare ad altissime temperature visto che tutte le sue componenti sono inorganiche. Adatto a mantenere in servizio le linee di alimentazione delle apparecchiature di emergenza anche durante lo sviluppo di un incendio. Adatto per servizio pesante

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

## **Cavi per energia con tensioni nominali $U_0/U = 0.6/1$ kV – Febbraio 2018**

I cavi per energia con tensioni nominali  $U_0/U = 0.6/1$  kV per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).

I cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_0/U = 0,6/1$  kV sono adatti per essere utilizzati per le installazioni in tubo, canale o condotto non interrato, e anche per la posa interrata.

- **Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 0.6/1$ kV:**
  - CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
  - CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi
  - CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistente al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni con tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV
  - CEI 20-48 – Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV
  - CEI-UNEL 35312 – Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale  $U_0/U$  0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1
  - CEI-UNEL 35314 – Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi con conduttori rigidi per posa fissa – Tensione nominale  $U_0/U$  0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1
  - CEI-UNEL 35316 – Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma elastomerica di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi multipolari flessibili per posa fissa – Tensione nominale  $U_0/U$  0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a,d1,a1
  - CEI-UNEL 35318 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione

al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U<sub>0</sub>/U

0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3

- CEI-UNEL 35318 – Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U<sub>0</sub>/U 0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3
  
- CEI-UNEL 35324 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U<sub>0</sub>/U 0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1
  
- CEI-UNEL 35328 – Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) – Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U<sub>0</sub>/U 0.6/1 kV – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1

#### **TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO: U<sub>0</sub>/U =**

**0.6/1 kV**

- **Cavo con classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3 secondo Regolamento CPR:**

[ ] FG16(O)R16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa; adatti per posa interrata diretta o indiretta

[ ] FG16OH1R16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa; adatti per posa interrata diretta o indiretta

[ ] FG16OH2R16 0,6/1 kV Per l'alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale, quando è richiesto un certo grado di protezione contro le interferenze elettromagnetiche. Per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari

- **Cavo con classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1 secondo Regolamento CPR:**

[ ] FG16(O)M16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa

[ ] FG16OH1M16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa

[ ] FG16OH2M16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Può essere installato su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari

- **Cavo con classe di reazione al fuoco B2ca-s1a,d1,a1 secondo Regolamento CPR:**

[ ] FG18OM16 0,6/1 kV Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi ed acidità e adatti anche per la posa interrata diretta o indiretta. Adatti per alimentazioni di uscite di sicurezza, segnalatori di allarme, segnalatori di fumo o gas, scale mobili.

[ ] FG18OM18 0,6/1 kV Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi ed acidità e adatti anche per la posa interrata diretta o indiretta

- **Cavo con caratteristiche di resistenza al fuoco:**

[ ] FTG18(O)M16 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti per alimentazione di uscite di

sicurezza, segnalatori di allarme, segnalatori di fumi o gas,  
scale mobili

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20

## **Criteri generali**

I cavi all'interno di canali dovranno avere un andamento rettilineo e perfettamente parallelo ai bordi del canale stesso.

All'interno dei canali i cavi saranno saldamente ancorati allo stesso canale (se asolato o a traversini) o ad apposite staffe predisposte, in particolare prima e dopo ogni cambiamento di direzione.

L'ancoraggio del cavo, prima e dopo un cambiamento di direzione del canale, verrà realizzato durante la fase di posa e non in tempi successivi in quanto ne verrebbe vanificato lo scopo.

La posa dei cavi all'interno dei canali potrà essere effettuata nelle seguenti modalità: ad uno strato, a più strati, a fasci.

Nel caso di cavi in parallelo la disposizione dei singoli conduttori sarà effettuata in uno dei seguenti modi:

Nella formazione di fasci di cavi non in parallelo tra loro evitare di comprendere conduttori aventi sezione diversa tra loro superiore a 3-4 taglie

In presenza di molti cavi e di notevole diversità di sezioni è preferibile realizzare più canalizzazioni per raggruppare i cavi con maggiore affinità di sezione.

Ciò a vantaggio della portata dei cavi stessi.

Nei canali sono ammessi cavi senza guaina purché siano verificate le seguenti condizioni:

- il canale è conforme alle norme CEI
- il canale è con coperchio
- il canale è fuori dalla portata di mano (a quota > 2,5 m dal pavimento)
- il canale è privo di sollecitazioni meccaniche.

Il canale senza coperchio è da considerarsi passerella, per cui al suo interno non possono essere posati cavi unipolari senza guaina (cordina) a meno che il canale non sia posto fuori dalla portata di mano, quindi a quota superiore a 2,5 m da pavimento

All'interno dello stesso canale sono ammessi cavi con tensione diversa (potenza e segnali) se tutti i conduttori sono isolati per la massima tensione presente oppure se i circuiti a tensione maggiore sono a doppio isolamento.

All'interno dello stesso cavo multipolare è consentito utilizzare conduttori a tensione diversa (potenza e segnali) se tutti i conduttori hanno tensione di isolamento adeguata alla tensione nominale.

All'interno dello stesso canale possono essere installati cavi di potenza e cavi di circuiti SELV e PELV se tra essi si realizza la separazione di protezione costituita da un setto separatore oppure si fa uso di cavi a doppio isolamento per i circuiti SELV o PELV.

Prima di procedere nella posa di cavi elettrici all'interno di un canale ove sono stati già posti altri cavi, chiedere autorizzazione alla D.L.

La sezione minima dei cavi di potenza è stabilito dalla norma in 1,5 mm<sup>2</sup> ad eccezione delle lampade votive dei cimiteri ove la sezione minima è di 0,5 mm<sup>2</sup>.

Può non essere collegato al conduttore di protezione la canalizzazione metallica che contiene solo cavi in classe II, mentre lo deve esserle se contiene anche o solo cavi normali.

All'interno dello stesso tubo possono essere posati conduttori a diversa tensione purché ogni conduttore sia isolato per la tensione più elevata presente all'interno dello stesso tubo. Pertanto possono in tal modo coesistere circuiti a 230/400 V e circuiti a bassissima tensione di sicurezza ( SELV ).

È consentita la posa in opera di conduttori N07V-K entro tubi metallici con eccezione delle zone relative alle piscine.

I colori dei conduttori stabiliti dalle Norme UNI UNEL 00722 sono: arancione, bianco, blu chiaro, giallo-verde, grigio, marrone, nero, rosa, rosso, turchese, violetto.

Gli unici colori imposti sono: blu chiaro per il neutro e giallo-verde per il conduttore di protezione isolato.

Per la posa direttamente interrata oppure entro o condotto non sono ammessi cavi con tensione di isolamento inferiore a 0,6/1 KV.

- **Cavi direttamente murati**

Premesso che tale pratica non è consigliabile, ma se si verificassero occasioni senza alternativa, utilizzare solamente cavi con guaina ed isolamento 0,6/1 KV (tipo G5-G7-R2R-N1VV) oppure cavi ad isolamento minerale purché dotato di guaina protettiva in PVC. In tutti i casi prima di procedere a questo tipo di posa accordarsi con la D.L.

- **Cavi multipolari**

In un cavo multipolare, in assenza del conduttore neutro, l'anima di colore blu chiaro può essere usata come conduttore di fase.

In un cavo multipolare, in assenza del conduttore giallo-verde non è possibile utilizzare nessuno dei conduttori presenti come conduttore di protezione neppure applicando su di esso un nastro o tubetto giallo-verde.

In assenza del conduttore di protezione è proibito utilizzare il conduttore giallo-verde come conduttore di fase.

I conduttori unipolari con guaina possono essere utilizzati come conduttore di neutro o di protezione anche se non del colore convenzionale: è sufficiente contraddistinguerli alle estremità con cartellino o altro sistema di identificazione (nastro colorato) CEI UNEL00722 art. 10.

I cavi unipolari senza guaina colore blu chiaro non possono essere utilizzati come conduttore di fase.

Per identificazione del conduttore PEN occorre contrassegnarlo con due marcature una blu chiaro (neutro) e l'altra giallo-verde ( PE).

- **Profondità di posa dei cavi**

I cavi possono essere posati a profondità inferiore a 50 cm se sono posti in tubo protettivo o cunicolo di c.l.s. oppure in tubo protettivo metallico o tale da sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.

- **Luoghi Ma.R.C.I.**

Nei luoghi definiti MARCI possono essere installati su passerelle i cavi unipolari con guaina ed i cavi multipolari senza conduttore di protezione. Se installati singolarmente o distanziati tra di loro di almeno 25 cm devono avere caratteristiche non propaganti la fiamma, altrimenti devono avere caratteristiche non propaganti l'incendio. Se anziché passerella si fa uso di canale o tubo metallico con grado di protezione IP4x i cavi multipolari potranno avere al loro interno il conduttore di protezione.

Tutti i cavi verranno trasportati e posati in modo da evitare danneggiamenti.

Il prelievo del cavo dalle bobine sarà effettuato utilizzando apposita attrezzatura che consenta il sollevamento e l'agevole rotazione della bobina stessa.

Il cavo non potrà in alcun modo essere sfilato lateralmente dalla bobina.

Qualora si rendesse necessario svolgere l'intera bobina per rendere disponibile il terminale del cavo per la posa in tubo, il cavo dovrà essere disteso in modo che le successive operazioni di infilaggio non provochino torsioni al cavo stesso.

Il metodo da utilizzare per la posa dei cavi sarà preferibilmente il tiro a mano.

Se la posa del cavo sarà effettuata con tiro mediante attrezzatura meccanica verrà impiegata opportuna strumentazione (dinamometro o frizione tarata) che controlli continuamente lo sforzo di trazione.

L'ancoraggio della fune di tiro non sarà applicato ai rivestimenti protettivi del cavo, bensì ai conduttori e sarà realizzata mediante l'interposizione di un dispositivo o giunto snodato atto a scaricare i momenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione.

Lo sforzo di trazione non dovrà comunque in alcun modo superare quello prescritto dal costruttore del cavo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente in un unico tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di sezione minore.

Durante la posa occorre fare uso di appositi rulli per impedire contatti dei cavi con parti contundenti (imboccature dei tubi, spigoli interni ai pozzetti, ecc.).

I rulli dovranno essere posti, fra di loro, ad una distanza tale che il cavo non strisci sul terreno.

Si dovrà inoltre impedire che il cavo, durante la posa, compia giri sul proprio asse.

La sistemazione dei cavi sulle passerelle non dovrà precludere la rimozione e l'aggiunta di singole linee e dovranno essere evitati incroci.

Prima della posa in polifora dei cavi l'Appaltatore dovrà verificare ed eventualmente effettuare la pulizia dei tubi con idoneo dispositivo (tampone, spazzola) per eliminare eventuali corpi estranei entranti durante la posa dei tubi o la formazione dei pozzetti.

All'interno dei pozzetti i cavi dovranno risultare ordinati pertanto saranno evitati gli spostamenti nei transiti diretti ovvero i cavi dovranno transitare come se nel pozzetto non vi fosse interruzione del tubo per cui sono da evitare assolutamente gli spostamenti (es. se il percorso di un cavo o di un insieme di cavi inizia nel primo tubo in basso a sinistra, finché farà percorsi diretti, cioè di solo attraversamento dei pozzetti, non potrà essere cambiata la sua posizione nell'intero percorso).

Nel caso di cambiamenti di direzione sarà rispettato il raggio di curvatura pertanto le curve più ampie saranno riservate ai cavi di maggiore sezione.

Saranno evitati, nel limite del possibile, incroci tra i cavi nel cambiamento di direzione applicando cioè la stessa regola indicata per i cavi in transito diretto.

All'interno dello stesso tubo i cavi saranno posati contemporaneamente al fine di evitare danneggiamenti per abrasione tra i cavi già posati e quelli trainati.

Durante la posa di cavi in canale o cunicolo, entro i quali siano già stati posati cavi, provvedere affinché venga evitato, in fase di posa dei nuovi cavi, frizioni tra quelli posati e quelli trainati.

In modo particolare tali precauzioni vanno prese se si dovesse verificare l'accavallamento tra quelli già posati e quelli trainati poiché in tal caso i danni per abrasione potrebbero compromettere l'integrità dei cavi.

Sia in fase di traino che in quella successiva di posa definitiva sarà rispettato il raggio di curvatura indicato dalla casa costruttrice del cavo.

Tutti i cavi dovranno essere identificati alle estremità e lungo il loro percorso mediante fascette o cartellini, collocati almeno ogni 30 m se posati in canale o ad ogni pozzetto se in polifora.

L'identificazione dovrà essere ben visibile e recare il contrassegno alfanumerico del cavo stampigliato a pressione o scritto con inchiostro indelebile in accordo con l'elenco cavi, gli schemi elettrici allegati o i criteri generali indicati nel capitolato.

La posa dei cavi non potrà essere effettuata se gli stessi sono stati esposti per diverse ore a temperature basse e quindi la loro temperatura non sia superiore a 3°C.

In tal caso i cavi saranno posati solamente dopo 24 ore di sosta in locali riscaldati.

Non sono ammesse giunzioni sui cavi pertanto questi saranno ordinati in un'unica pezzatura.

Nel caso in cui si rendesse assolutamente necessario effettuare giunzioni, informare la D.L. che stabilirà le modalità esecutive.

Nei cavi multipolari il conduttore di neutro e di protezione dovranno avere l'isolamento nel colore convenzionale e cioè azzurro per il neutro e giallo-verde per il conduttore di protezione. Non sono assolutamente ammesse soluzioni che prevedano l'applicazione di nastri e/o tubetti colorati azzurro o giallo-verde su conduttori con colorazione dell'isolamento originale diversa.

I cavi di potenza all'interno di canali dovranno essere posati in un solo strato ed in modo da assicurare un'adeguata circolazione d'aria.

I cavi posati su passerelle orizzontali dovranno essere fissati con fascette fermacavo in PVC ogni 150-200 cm.

I cavi unipolari posati a fasci, dovranno essere legati fra loro ogni 100 cm in modo da tenere assieme tutti i conduttori facenti parte della stessa utenza.

Nei lunghi percorsi i circuiti costituiti da cavi unipolari dovranno essere spiraliati almeno ogni 20-25 m per evitare effetti di mutua induzione.

Per i cavi unipolari i dispositivi di fissaggio dovranno essere realizzati con materiali non ferromagnetici o in materiale plastico in modo tale da non creare attorno ai singoli conduttori spire che possano surriscaldarsi per effetto delle correnti di Foucault.

Nel posizionare i cavi nelle polifore, si dovrà tenere conto delle eventuali successive pose che potranno essere effettuate nel tempo: le tubazioni di riserva dovranno quindi essere conservate libere fino al momento dell'effettivo utilizzo.

Il taglio a misura dei cavi dovrà essere fatto all'atto della posa in opera degli stessi, lasciando conveniente margine per l'esecuzione delle terminazioni.

- **Collegamento dei cavi**

I cavi all'interno dei quadri saranno ancorati con apposite fascette a un profilato di sostegno in modo che il peso o le tensioni meccaniche del cavo non vengano a gravare sui morsetti.

I cavi multipolari, all'interno dei quadri, saranno sguainati, immediatamente dopo il loro ancoraggio, per una lunghezza sufficiente a consentire, ai singoli conduttori, di raggiungere i rispettivi morsetti.

Ai singoli conduttori sguainati, sarà applicato uno strato di nastro isolante di ottima qualità oppure una leggera guaina in PVC.

I conduttori, saranno raccolti in mazzi o in canaline e sistemati in modo tale da collegarsi alle morsettiere in maniera ordinata.

Qualora i conduttori non siano alloggiati in canaline, gli stessi saranno ammarati ogni 10-15 cm se di piccola sezione o ad intervalli maggiori se di sezione maggiore.

L'eventuale schermatura dei cavi sarà collegata a terra ad una sola estremità del cavo, salvo diversa specifica indicazione.

La schermatura non sarà mai usata in alcun modo come conduttore.

- **Esecuzione dei terminali su cavo B.T.**

Dopo avere provvisoriamente sistemato il cavo fino al punto di collegamento per definirne la lunghezza, saranno eseguite le seguenti operazioni:

- a) taglio del conduttore con apposite cesoie;
- b) asportazione di un segmento di guaina in PVC esterna senza incidere minimamente l'isolante in gomma;
- c) asportazione di un segmento di isolante in gomma di lunghezza inferiore di 1 cm circa rispetto a quello in PVC
- d) applicazione di collarini alfanumerici o cartellini di identificazione;
- e) eventuale applicazione di capocorda;

f) applicazione di nastro isolante di buona qualità (o guaina termorestringente) che, a partire dal capocorda, ricopra il tratto di cavo fino a sormontare la guaina esterna in PVC per uno o due centimetri.

Quando gli attacchi terminali di interruttori, macchine o altre apparecchiature non sono sufficientemente dimensionati per ricevere i cavi di alimentazione previsti a progetto, si dovrà provvedere alla realizzazione e posa in opera di adattatori in sbarra di rame (squadre, prolunghe, ecc.) in modo da creare le migliori condizioni di sicurezza del collegamento.

- **Passaggio dei cavi attraverso pareti metalliche**

Le piastre o tamponamenti di chiusura delle feritoie di passaggio dei cavi saranno in materiale non igroscopico e non infiammabile, preferibilmente in materiale diamagnetico per evitare la formazione di correnti parassita di Foucault.

Nel caso in cui tali piastre siano in materiale magnetico (ferro) ed il passaggio dei cavi avvenga attraverso singoli fori da praticare nella lamiera e le correnti in circolazione nei cavi siano notevoli (>150 A) è opportuno interrompere gli eventuali circuiti di circolazione delle correnti di Foucault mediante tagli con sega.

Nel caso in cui il grado di protezione da rispettare non consenta tale operazione allora è opportuno seguire uno dei seguenti sistemi:

- a) sostituire la piastra con altra in materiale isolante o non magnetico;
- b) applicare alla piastra un'ulteriore piastra in materiale non magnetico o isolante con i medesimi fori coincidenti, ma senza i tagli con sega.

- **Disposizione cavi nella posa in canale o passerella**

Nei casi di media e grande lunghezza, i cavi unipolari di potenza saranno preferibilmente posati a "trifoglio".

Tra un gruppo e l'altro sarà lasciato uno spazio corrispondente al diametro di uno dei cavi costituenti la formazione.

Nel caso di più cavi in parallelo questi saranno posati in modo da formare diversi gruppi, ciascuno costituito dalle tre fasi + neutro che saranno disposti a "trifoglio".

Tra un gruppo e l'altro sarà lasciato uno spazio corrispondente al diametro di uno dei cavi costituenti la formazione.

Nei percorsi brevi la disposizione dei cavi potrà anche essere diversa.

## 10 TUBAZIONI PROTETTIVE

### 10.1 Definizioni

**Tubi in PVC pieghevoli :** Tubi in PVC serie corrugata rispondente alla norma CEI 23-14 (V-1971) e varianti utilizzati prevalentemente alla realizzazione di impianti sotto traccia.

**Tubi in PVC rigidi :** Tubi in PVC rigidi piegabili a freddo rispondente alla norma CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-1 prevalentemente impiegati per la realizzazione di impianti in esecuzione per posa a vista.

**Tubi in lamiera zincata :** Tubi ricavati da lamiera zincata Sendzimir con spessore 1-1.25 mm rispondenti alla norma CEI EN 50086-1 e IEC 614 prevalentemente impiegati in esecuzione per posa a vista

**Tubi in acciaio zincato di forte spessore:** Tubi ricavati da lamiera di acciaio di spessore di 2-3.5 mm (a seconda dei diametri) zincati a caldo per immersione e definiti "tubi gas" o "Fretz-moon" non saldati o privi del cordone dai residui di saldatura diametri (3/8-2"1/2).

**Polifora:** Cavidotto costituito da più tubazioni parallele e/o a strati posato entro scavo e successivamente ricoperte con sabbia o calcestruzzo ed interrotte da pozzetti rompitratta.

**Cavidotto rigido:** Tubo in PVC rigido con diametro compreso tra 50 e 200 mm con giunzione a bicchiere, conforme alle norme CEI 23-29 fasc. 1260 prevalentemente impiegato per la realizzazione di polifore.

**Cavidotto corrugato:** Tubo in PVC corrugato con diametro compreso tra 50 e 200 mm, giunzione a manicotto, conforme alla Norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 prevalentemente impiegata per la realizzazione di polifore.

**Posa sotto traccia:** Si intendono in opera sotto traccia tutte le tubazioni poste all'interno di tagliole ricavate in parete o pavimento e successivamente ricoperte di malta cementizia ed intonaco.

**Posa a parete o a vista:** Si intendono in opera a parete o vista tutte le tubazioni siano esse in PVC o metallo, installate su superfici piane (pareti o pavimenti, ecc.) oppure ancorate a strutture (tralicci, travi, profilati).

## 10.2 Criteri generali

In ogni tubazione il diametro interno non sarà inferiore a 1.3 volte il diametro circoscritto al fascio dei conduttori in esso posato. Eventuali richieste specifiche riguardo i diametri delle tubazioni potranno pertanto essere solamente in aumento.

In ogni tubazione il diametro interno non sarà inferiore a 1.3 volte il diametro circoscritto al fascio dei conduttori in esso posato.

Eventuali richieste specifiche riguardo i diametri delle tubazioni potranno pertanto essere solamente in aumento.

I cavi posati entro tubi dovranno risultare sempre sfilabili e reinfilabili.

Il diametro interno delle tubazioni non sarà comunque inferiore a:

- 16 mm per i circuiti luce
- 20 mm per i circuiti F.M.

Nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza massima di 12 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

Le curve per tubi uscenti da terra o pavimento dovranno essere contenute completamente sotto quota terreno o pavimento, in modo che il tubo esca da terra verticale ed a piombo.

Quando nel percorso del tubo esistono curve per un totale uguale o maggiore di 180°, si ricorrerà ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo:

- cassette;
- curve apribili se compatibili con i minimi raggi di curvatura dei cavi e con il grado di protezione.

Il raggio di curvatura dei tubi non risulterà inferiore a 8 volte il diametro esterno del tubo

Le giunzioni dei tubi saranno consentite solo se effettuate mediante appositi raccordi forniti dalla ditta costruttrice del tubo.

I tubi per contenimento e protezione di linee elettriche potranno essere:

- in cloruro di polivinile (PVC)
- metallici.

Qualora un tubo termini in un'apparecchiatura o in un contenitore, sarà collegato mediante un raccordo apposito.

Quando i tubi debbono essere posati in vista, essi andranno posati a bolla nei tratti orizzontali, a piombo nei tratti verticali.

Tutte le tubazioni posate in vista saranno adeguatamente fissate, ove possibile, alle strutture ed ai supporti già previsti per altri scopi, integrando tale sistema di ancoraggio con supporti aggiuntivi qualora lo stesso risultasse insufficiente.

Se per consentire l'infilaggio del cavo dovrà essere impiegata opportuna lubrificazione si potrà fare uso di grasso esente da sostanze acide, oppure talco o sapone.

Qualora non siano stati altrove stabiliti, i diametri esterni delle tubazioni, in rapporto al numero e alla sezione dei conduttori in essi transitanti, questi dovranno corrispondere alle tabelle allegate (TABELLA 01 –02 –03).

### **10.3 Verifiche**

In fase di posa delle tubazioni interrate o sotto traccia, prima della loro ricopertura, saranno verificati i percorsi e le curvature delle tubazioni.

Terminata la posa delle tubazioni sotto pavimento o interrate, prima della loro copertura mediante interrimento o pavimentazione la ditta esecutrice dovrà eseguire alcune foto che raffigurino tutta zona interessata inclusa l'origine e la fine delle tubazioni nell'ambito del locale.

Le foto saranno poi consegnate alla D.L.

Sarà verificata, durante la posa dei cavi o al termine di questa, la sfilabilità dei conduttori ed il rapporto tra il diametro dei tubi o dei condotti e diametro circoscritto al fascio dei cavi contenuti.

La verifica potrà essere eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza complessiva compresa tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

### **10.4 Tubazioni pieghevoli**

Saranno provviste di riconoscimento IMQ.

Il diametro interno di ogni tubo non sarà inferiore a 1.3 volte il diametro circoscritto al fascio dei conduttori in esso posati.

In linea generale, salvo diverse indicazioni della D.L., saranno previste tubazioni distinte per i seguenti servizi elettrici:

- illuminazione normale;
- illuminazione di sicurezza;
- prese di servizio energia normale;
- prese di servizio energia continuità;
- telefonia, segnale antenna TV,
- chiamata e segnalazione;

- rivelazione incendi;
- antiintrusione.

Salvo diversa indicazione impartita dalla D.L. poiché la serie dei tubi pieghevoli prevede sette colorazioni distinte, le pigmentazioni dei tubi saranno utilizzate associate ai seguenti servizi elettrici:

- nero (illuminazione normale, prese di servizio energia normale)
- marrone (illuminazione di sicurezza, prese energia di continuità)
- blu (telefonia)
- verde (segnale antenna TV)
- bianco (antiintrusione)
- azzurro (rivelazione incendi)
- lilla (antiintrusione).

Il percorso delle tubazioni avrà il più possibile un andamento rettilineo, parallelo alle pareti se a pavimento, parallelo o perpendicolare al pavimento se a parete.

In particolare, nei percorsi a parete evitare di far realizzare tracce orizzontali e comunque, se necessario, concordare con il "Responsabile delle opere edili" le modalità esecutive delle tracce.

## **10.5 Tubi in PVC rigido posati a parete o in vista**

Se in PVC tutte le tubazioni saranno della serie pesanti e conformi alle norme CEI EN 50086 e provviste di approvazione IMQ.

Gli accessori di ancoraggio dei tubi dovranno essere del tipo a collarino o simili e comunque non del tipo con l'aggancio del tubo a scatto.

Quest'ultimo tipo potrà essere utilizzato per ancoraggio tubi in controsoffitto o all'interno di pareti prefabbricate ecc.

La distanza tra i vari punti di ancoraggio dovrà essere tale da mantenere perfettamente diritte le tubazioni anche con i cavi posati ed anche nelle più sfavorevoli condizioni climatiche.

Pertanto nei tratti orizzontali l'interdistanza tra i supporti non potrà essere superiore ad 0.8 m.

Nei tratti verticali non superiore a 1.2 m.

In ogni caso i tubi saranno fissati in prossimità di ogni giunzione sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

Le tubazioni seguiranno un andamento il più possibile rettilineo, orizzontale o verticale, ma evitando nel modo più assoluto percorsi obliqui.

Le curve nel tubo saranno realizzate a freddo facendo uso dell'apposita molla.

Si sconsiglia la curvatura a seguito di riscaldamento con fiamma del tubo in quanto può avere come conseguenza un aspetto estetico spiacevole.

E' consentito l'uso di curve prestampate o di tratti di tubo flessibile purché tale uso sia limitato allo stretto necessario (spazio limitato, piccoli spostamenti, ecc.).

Nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 12 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

## 10.6 Tubazione in lamiera zincata

Tutti i tubi in lamiera di acciaio zincata saranno conformi alle Norme CEI EN 50086 e dotati di approvazione IMQ.

I fissaggi saranno realizzati con collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio a vite.

Nel caso di posa di più tubi affiancati i collari saranno posati allineati sul medesimo asse.

La distanza tra due fissaggi non dovrà superare:

- nei percorsi orizzontali 1.5 m
- nei percorsi verticali 2 m
- 

Le curve saranno realizzate con apposita apparecchiatura e l'uso di curve prestampate sarà ridotto al minimo indispensabile.

Si auspica invece l'uso di apposite scatole metalliche ispezionabili idonee a realizzare i cambiamenti di direzione, purché compatibili con il grado di protezione da rispettare.

Se all'interno delle tubazioni saranno posati conduttori ad un solo isolamento assicurarsi che il tubo sia collegato al conduttore di protezione per tutta la sua lunghezza.

Sulle estremità libere dei tubi saranno posti appositi accessori atti a impedire danneggiamenti ai cavi in essi posati.

Le giunzioni tra tubo e tubo saranno realizzate con appositi raccordi aventi gli stessi requisiti del tubo e che assicurino la continuità elettrica.

Tratti di tubo portacavi metallici flessibili, verranno impiegati solo per posa in vista in tutti quei casi ove il tubo rigido non è consigliabile sia per difficoltà di montaggio che per esigenze meccaniche e funzionali.

Di norma saranno usati per il collegamento a tutti i motori e alle apparecchiature elettriche che sono soggette a vibrazioni, allo scopo di eliminare gli inconvenienti dovuti ad un collegamento rigido.

I flessibili usati dovranno essere in tubo spiralato ottenuto con nastro di acciaio zincato o altro tipo concordato con la D.L.

I tratti di tubo flessibile, saranno corredati alle estremità di un raccordo fisso ed uno girevole.

Le estremità di tutti i tubi sotto traccia dovranno essere chiuse provvisoriamente mediante tappi, per evitare l'ingresso di corpi estranei durante la posa e le successive fasi di lavoro.

Tutte le tubazioni portacavi saranno accuratamente pulite e soffiate con aria prima dell'infilaggio dei cavi.

## **10.7 Tubazioni in acciaio di forte spessore**

I tubi portacavi metallici senza saldatura saranno in acciaio zincato a fuoco per immersione, con superficie interna liscia ottenuta asportando per trafilatura i grumi di zinco in modo da evitare qualsiasi lesione ai cavi durante l'infilaggio.

Le barre, di lunghezza commerciale (4-6 m), dovranno essere filettate ad entrambe le estremità e provviste di un manicotto.

All'interno le tubazioni dovranno risultare lisce e prive di bave o residui di saldatura.

Tutte le tubazioni in acciaio zincato saranno piegate esclusivamente a freddo mediante piegatubi idraulica.

I cambiamenti di direzione potranno anche essere realizzati mediante apposite scatole in metallo pressofuso ed ispezionabili purché garantiscano la conservazione del grado di protezione e la continuità elettrica.

Tutte le estremità del tubo saranno filettate (con passo gas tipo conica) per permettere il raccordo alle apparecchiature o agli accessori di montaggio che dovranno avvitarsi per almeno 5 filetti.

I tubi saranno fissati con appositi collari in acciaio zincato interposti ad una distanza non superiore a 2 m sia nei percorsi orizzontali che verticali.

Nella posa in vista del tubo di acciaio zincato è consentita la posa su due piani paralleli.

Nei casi in cui risultino più tubi affiancati il fissaggio verrà realizzato utilizzando mensole in profilato di acciaio in grado di ospitare tutti i fissatubi.

Tutte le estremità del tubo saranno private tramite svasatura con apposito attrezzo, delle bave conseguenti al taglio e spigoli vivi.

I tubi che terminano liberi, ad esempio in cabina od in cunicolo, dovranno avere un terminale di protezione, per evitare che i cavi possano essere danneggiato dagli spigoli dei tubi.

Le tubazioni dovranno potersi montare e smontare agevolmente pertanto sarà fatto uso di raccordi a tre pezzi per facilitare tali operazioni.

Tutte le tubazioni in acciaio zincato saranno piegate esclusivamente a freddo mediante piegatubi.

Nei tubi in acciaio interrati annegati in massello di calcestruzzo, non verranno impiegati, per le giunzioni, raccordi a tre pezzi.

Le estremità di tutti i tubi sotto traccia o interrati dovranno essere chiuse provvisoriamente mediante tappi filettati per evitare l'ingresso di corpi estranei durante la posa e le successive fasi di lavoro.

I giunti con manicotti o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli dovranno essere sfalsati, in modo da avere lo spazio necessario per un facile montaggio e smontaggio.

Non sono ammessi, nella posa a vista, giunti scorrevoli, cioè ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo successivamente per avvitarlo per metà sulla testa della barra di proseguimento della linea.

Questa soluzione potrà invece essere applicata nella posa sotto traccia o interrata.

Sui tubi in acciaio posati a vista, nei tratti rettilinei di notevole lunghezza dovrà essere interposto ogni 30 m circa un raccordo a tre pezzi, del tipo compensatore di dilatazione.

Il raccordo a tre pezzi dovrà essere impiegato per collegare il tubo a qualsiasi apparecchiatura.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, gli accessori di montaggio dovranno essere trattati superficialmente contro la corrosione e le viti dovranno essere in acciaio nichelato, cadmiato o in ottone.

## **10.8 Polifore**

Saranno realizzate con tubi in PVC serie pesante, 450 N, rigido con raccordo a bicchiere.

Potranno inoltre essere impiegati anche tubi di tipo corrugato esternamente se posato senza bauletto in cls lisci internamente, purché posati perfettamente diritti (nei percorsi rettilinei) al fine di impedire frizioni eccessive al passaggio dei cavi con conseguente difficoltà nella posa di questi.

Quando nella linea in tubo esistono curve per un totale maggiore di 180° si ricorrerà, per consentire l'infilaggio dei cavi, a pozzetti rompitratta, dove si dovrà ristabilire la continuità metallica dei tubi in acciaio.

Nei cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 35 m le tubazioni saranno interrotte da pozzetti.

Le tubazioni, tra un pozzetto e l'altro, saranno posate in modo da consentire il deflusso dell'acqua in caso di riempimento dei pozzetti.

Le tubazioni verranno attestate nei pozzetti in modo che:

- tra i tubi attestati su di un lato e quelli del lato opposto vi sia corrispondenza diretta;
- in caso di pozzetto in angolo i tubi consentano il massimo raggio di curvatura ai cavi;
- i tubi risultino sempre distanti rispetto al fondo e ai lati del pozzetto di circa 5 cm;
- i tubi non sporgano all'interno del pozzetto ma siano terminati all'interno dello spessore delle pareti del pozzetto e successivamente stuccati in cemento e rinfiancati con cls all'esterno.

Prima di gettare il calcestruzzo, le tubazioni saranno posate in modo che:

- siano rispettate le quote di profondità indicate negli allegati di progetto;
- siano posate sollevate dal fondo dello scavo, distanziati tra loro in modo da consentire lateralmente e verticalmente nel caso di più strati il passaggio del calcestruzzo ed ancorati al fondo per evitare il galleggiamento e lo spostamento nella fase di getto del cls.

Si raccomanda pertanto l'uso di apposite staffe in PVC componibili o in sostituzione l'uso di picchetti e travetti in legno per ottemperare a quanto sopra. Tali tappi saranno filettati nel caso di tubazioni di acciaio.

In tutti i tubi dovrà essere infilato, durante la posa, un filo pilota, in acciaio zincato di diametro non inferiore a 2 mm, recuperabile dopo l'infilaggio dei cavi.

Per le tubazioni in polifore se prive di bauletto, oltre a quanto detto per gli altri tipi di tubo, le giunzioni fra i tubi dovranno essere realizzate mediante manicotti e mastici che diano la massima garanzia sulla tenuta ai liquidi e sufficiente robustezza meccanica.

In caso di giunzioni tra i tubi, è necessario che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a 1-2 volte il diametro nominale del tubo.

## 11 SCATOLE E CASSETTE

### 11.1 Definizioni

#### **Cassette (o scatole) da incasso.**

Si definiscono tali le scatole in opera entro nicchia a parete e murate con il bordo a filo parete.

Salvo diversa indicazione le opere di posa di dette scatole fanno solitamente parte delle assistenze murarie.

Spetta all'installatore elettrico tracciare il punto di inserimento delle scatole, indicarne chiaramente la quota da pavimento finito, le dimensioni e la fornitura della stessa alla ditta esecutrice delle opere edili.

#### **Cassette (o scatole) da parete**

Si definiscono tali le scatole poste in opera su pareti o altre strutture.

Le opere di fissaggio delle scatole in tal caso sono tutte a carico dell'impresa esecutrice degli impianti elettrici.

#### **Cassette o scatole rompitratta**

Si definiscono tali le scatole, siano esse da incasso che da parete, utilizzate come interruzione di una tubazione sia nei percorsi dritti che nei cambiamenti di direzione, aventi lo scopo di consentire e/o facilitare la posa, ed eventuale rimozione, dei conduttori.

#### **Cassette o scatole di transito o smistamento**

Si definiscono tali le scatole, siano esse da incasso o da parete, posate con lo scopo di smistare i conduttori contenuti in un tubo, in più tubazioni con percorsi diversi.

#### **Cassette o scatole di derivazione**

Si definiscono tali le scatole, siano esse in esecuzione da parete o da incasso, al cui interno vengono effettuate derivazioni su conduttori elettrici

#### **Cassetta portafrutti.**

Si definiscono tali le scatole, siano esse da incasso che da parete, utilizzate per l'installazione di apparecchi componibili (prese, interruttori, deviatori, ecc.).

### 11.2 Criteri generali

Le scatole in genere risulteranno fissate a parete o a strutture e non alle sole tubazioni entranti ed uscenti. Nel caso in cui si verificasse l'impossibilità del fissaggio delle scatole interpellare la D.L. per l'individuazione di una soluzione alternativa.

Evitare di installare scatole in punti particolarmente esposti ad urti o ove solitamente vengono appoggiati materiali.

Le scatole da parete verranno fissate utilizzando gli appositi fori o predisposizioni. Le scatole fissate mediante fori diversi dalle predisposizioni lasciate dalla casa costruttrice saranno rimosse.

L'accesso delle tubazioni alle scatole sarà effettuato dalle pareti laterali e non dal fondo o dal coperchio utilizzando i fori o gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore senza praticare allargamenti o rotture delle pareti.

Nel caso in cui le pareti della scatola siano prive di predisposizioni per l'accesso tubi, saranno realizzati appositi fori mediante idonea attrezzatura (consigliata o fornita dalla casa costruttrice delle scatole) e curando l'interdistanza e l'allineamento dei fori al fine di ottenere anche un gradevole aspetto estetico.

Nella posa delle scatole si raccomanda di curare in modo particolare l'aspetto estetico per cui non saranno accettate scatole non perfettamente a livello sia nella esecuzione ad incasso che in quella a parete.

Nel caso di posa di più cassette, l'una accanto all'altra, assicurarsi della possibilità, anche futura, di potere utilizzare tutti i lati, pertanto l'allineamento delle stesse è preferibile avvenga attraverso le diagonali più che gli assi.

Le scatole saranno fissate a parete curando che i lati siano perfettamente orizzontali e/o verticali ed il fondo parallelo alla superficie a cui risulteranno applicate.

Nel caso di utilizzo di scatole provviste di passatubo in materiale plastico, il taglio di questo dovrà avvenire in modo che il foro risulti il più possibile circolare e di dimensioni adeguate al tubo in modo che non sia abbassato il grado di protezione della scatola.

Le tubazioni all'interno delle scatole non dovranno sporgere oltre il bordo interno degli accessori utilizzati per il raccordo tubo-scatola.

### **11.3 Scatole da incasso**

Salvo diversa indicazione, le scatole di smistamento o di derivazione in esecuzione da incasso, saranno installate a 45 cm da pavimento oppure a 30 cm da soffitto (misura dal centro cassetta).

La dimensione delle cassette sarà in stretta relazione al numero e dimensioni delle tubazioni entranti ed uscenti come risulta dalla tabella allegata a cui ci si deve attenere come condizione minima.

L'entrata dei tubi nelle scatole da incasso sarà previsto solo dai lati e mai dal fondo della scatola.

In fase di posa delle tubazioni, queste saranno sporgenti all'interno della scatola.

Nella posa di scatole di transito in esecuzione sotto traccia, si consiglia di non interrompere le tubazioni in transito nella cassetta se non al momento della posa dei conduttori.

In tal modo si evita l'entrata di corpi estranei nelle tubazioni e si assicura la perfetta corrispondenza tra tubi posti sui lati opposti con conseguente facilità nella posa dei conduttori e maggiore ordine a lavori eseguiti.

All'interno delle scatole da installare sotto traccia, le tubazioni interrotte saranno adeguatamente protette contro l'entrata di corpi estranei.

Le scatole incassate dovranno risultare a fine lavori perfettamente pulite da residui di intonaco o tinteggiatura per cui, risultando difficoltoso e quindi oneroso, alla ditta installatrice, effettuare la pulizia delle scatole a lavori edili terminati, è opportuno che provveda anticipatamente a proteggerle mediante appositi coperchi a perdere o ad attuare altri sistemi efficaci.

## **11.4 Scatole da parete**

Le scatole saranno dotate di viti imperdibili in materiale non soggetto a corrosione.

L'accesso dei tubi alle scatole sarà effettuato attraverso appositi raccordi ed utilizzando i fori o le predisposizioni della casa costruttrice.

Nel caso in cui le scatole abbiano le pareti prive di predisposizioni per il passaggio dei tubi, i fori saranno effettuati utilizzando appositi attrezzi consigliati o forniti dalle stesse case costruttrici (dei tubi o dei raccordi) che consentano lavorazioni perfette tali da non ridurre il grado di protezione originale della scatola nell'applicazione degli accessori.

Le dimensioni delle cassette sono in stretta relazione con il numero e la dimensione dei tubi ad esse raccordate, pertanto come condizione minima ci si attenga alla tabella.

In linea di massima si farà uso di scatole diverse per servizi diversi, ma per ragioni di spazio o impatto estetico sarà possibile utilizzare una scatola per più servizi purché compatibili tra loro (es. energia ed illuminazione oppure segnali, allarmi, dati). In questi casi è comunque opportuno che all'interno della scatola siano applicati setti separatori, in materiale isolante, che mantengano una separazione tra i diversi servizi.

## **11.5 Scatole di transito**

Il punto di entrata delle tubazioni alle scatole sarà opportunamente studiato a priori al fine di ridurre al minimo intrecci e sovrapposizioni di conduttori.

Nel caso di transito all'interno della scatola di cavi multipolari sarà opportuno che le dimensioni di quest'ultima siano adeguate al raggio di curvatura del cavo in caso di uscita con cambio di direzione.

All'interno delle scatole di transito potrà essere effettuata la derivazione del conduttore di protezione senza che questa debba essere considerata dal punto di vista contabile: "scatola di derivazione"

## **11.6 Scatole di derivazione**

Le derivazioni di conduttori, salvo diversa indicazione, saranno effettuate all'interno di scatole.

Nelle derivazioni, all'interno delle scatole, saranno utilizzati morsetti con approvazione IMQ.

Per derivazioni fino ad un massimo di tre conduttori per polo, potranno essere utilizzati morsetti a vite con serraggio dei tre conduttori con la medesima vite.

Per derivazione di conduttori in numero superiore a tre sarà fatto uso di morsetti con serraggio a vite indipendente per ogni conduttore.

Se i morsetti impiegati saranno provvisti di predisposizione per attacco a guida di tipo unificato o di altri sistemi di fissaggio, essi saranno fissati sul fondo della scatola.

All'interno delle scatola di derivazione sarà curato particolarmente l'ordine dei conduttori per cui, ove e se necessario, si dovrà ricorrere all'uso di accessori che consentano di eseguire l'opera a regola d'arte.

All'interno delle scatole entro cui vengono derivati più circuiti, sarà necessario contrassegnare ciascuno di essi mediante sistemi di identificazione che riportino le sigle alfanumeriche che identificano i circuiti stessi.

Le scatole di derivazione saranno posate in modo che la loro accessibilità consenta anche agevolmente, operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

## **12 ESECUZIONE DI TERMINALI M.T. 15 KV UNIPOLARI**

I terminali di M.T. 15 KV dovranno essere confezionati secondo quanto previsto dalla casa costruttrice e comunque sempre nel rispetto della regola dell'arte, ponendo particolare cura nella pulizia delle superfici interessate.

La tecnologia del terminale da adottare, autoestinguento a freddo o a resina iniettata e nastri, sarà comunque preventivamente definita e concordata con la D.L.

Sistemare i cavi all'interno degli scomparti utilizzando gli appositi ancoraggi per terminali, isolati dallo scomparto mediante l'interposizione di idonei spessori e serrati da bulloni.

Effettuare il collegamento di messa a terra degli schermi di M.T. mediante trecce flessibili di rame stagnato.

### 13 CONDOTTI BLINDATI PREFABBRICATI DI POTENZA (CEP-E)

Si definiscono condotti elettrici prefabbricati i sistemi di trasporto di energia costituiti da involucro in lamiera di acciaio zincato a caldo che racchiude e sostiene per tutta la sua lunghezza più conduttori rigidi in rame elettrolitico o alluminio che risulteranno opportunamente ancorati ed isolati attraverso sostegni in materiale isolante e resistente alle sollecitazioni elettrodinamiche dovute a cortocircuiti.

Per maggiore semplicità a seguire definiremo i condotti elettrici prefabbricati per energia, semplicemente col termine “ condotti “ oppure “CEP-E”.

I condotti saranno conformi alla norma CEI 17-13/2 (EN 60439-2).

L'involucro di metallo esterno dei condotti avrà funzione di conduttore di protezione se al suo interno non è stata prevista apposita sbarra.

La posa dei condotti sarà generalmente effettuata ponendo il lato minore in orizzontale e quello maggiore in verticale (riferendo tali misure alla sua sezione) cioè “di costa”.

In circostanze particolari i condotti potranno anche essere posati con modalità diverse ad esempio “di piatto”, però in tal caso occorre che la casa costruttrice comunichi, per iscritto, che le caratteristiche elettriche e meccaniche (interdistanza sostegni) restano invariate, oppure indichi le diversità scaturite dal suddetto tipo di posa.

I punti di sostegno dei condotti saranno posti ad intervalli non maggiori a quelli indicati dalla Casa costruttrice.

Nella posa dei sostegni si dovrà fare particolare attenzione affinché essi non siano posti in prossimità dei punti di inserimento delle spine per il prelievo energia comunque ne venga “sacrificato” il minor numero possibile.

Prima della posa in opera dei condotti, assicurarsi che entrambi i lati rimangano accessibili e disponibili per l'inserimento delle spine per il prelievo dell'energia e per gli interventi manutentivi, salvo diversa indicazione del progetto.

Se si dovesse verificare che le condizioni di posa dei CEP-E precludano diverse possibilità di applicazioni di spine per il prelievo di energia, consultare la D.L.

Prima della posa in opera degli condotti tenere in seria considerazione le operazioni necessarie alla manutenzione futura degli stessi specialmente in corrispondenza delle giunzioni per le quali è necessario il controllo visivo.

La valutazione economica della posa in opera (o fornitura e posa in opera) dei condotti, comprenderà ogni accessorio incluse le mensole, staffe, tasselli, tiranti o catene, bulloneria, ecc.

Nel montaggio e posa saranno comunque rispettate fedelmente le indicazioni impartite dal costruttore dell'elettrodotto.

L'alimentazione di ciascun elettrodotto sarà effettuato mediante l'impiego di apposite cassette ad innesto, predisposte per l'entrata dei conduttori elettrici.

Nel caso in cui detti fori non risultassero sufficienti per numero e dimensioni, l'installatore dovrà provvedere ad effettuare i fori necessari, senza abbassare il grado di protezione garantito dalla casa costruttrice, tenendo anche in considerazione gli effetti delle correnti parassite di Foucault che potrebbero, in caso di forti correnti, procurare surriscaldamenti e vibrazioni alla cassetta.

Nel caso in cui per l'alimentazione dell'elettrodotto occorra un numero di cavi superiore a quello previsto dal costruttore della cassetta di alimentazione, per cui i morsetti interni risultano insufficienti, l'installatore dovrà provvedere alla realizzazione di appositi punti di derivazione senza pretendere alcun sovrapprezzo.

Nei tratti rettilinei di media e grande lunghezza generalmente si rende necessario uno o più giunti di dilatazione per assorbire le modificazioni meccaniche dovute a variazioni di temperatura. Poiché ogni costruttore di elettrodotto ha una propria teoria sulla interdistanza dei giunti, la ditta installatrice, in base all'elettrodotto che fornirà, dovrà verificare se i giunti da installare saranno in numero maggiore o minore di quelli indicati in progetto.

Il prelievo di energia dai condotti sarà sempre effettuato con apposite cassette provviste di fusibili. Solo nei casi in cui sia espressamente richiesto dal progetto in sostituzione ai fusibili potranno essere installati interruttori.

Le spine di derivazione dagli condotti saranno dotate di dispositivo di sezionamento (non sottocarico) in modo che l'operatore che dovesse intervenire per modifiche o manutenzioni, possa utilizzarlo e operare in assoluta sicurezza.

## **14 CONDOTTI BLINDATI PREFABBRICATI PER ILLUMINAZIONE O PICCOLE POTENZE**

Il condotto elettrico prefabbricato per illuminazione sarà costituito da un involucro in lamiera di acciaio zincato che racchiude e sostiene per tutta la lunghezza più conduttori rigidi in rame opportunamente isolati ed ancorati.

I condotti per illuminazione o alimentazione di piccole utenze saranno, a seconda delle necessità, a 2, 4, 6 o 8 poli con In 25 A come risulterà dagli elaborati grafici allegati.

L'involucro metallico oltre a sostenere ed a proteggere i conduttori attivi avrà funzione di conduttore di protezione.

L'elettrodotto a quattro poli potrà alimentare un circuito trifase con neutro oppure tre circuiti monofasi con neutro comune; non potrà alimentare due circuiti monofase con neutro separato.

Nel caso in cui si debbano alimentare due circuiti monofase con circuiti separati (es circuito L1-N1 e circuito L2-N2) si dovrà utilizzare un elettrodotto predisposto per due circuiti separati.

La sospensione dei condotti sbarre sarà effettuata tramite apposite staffe a soffitto o a parete. Nel caso in cui si ritenga più opportuno distanziarle dal soffitto si potrà ricorrere ad elementi di sospensione come catenelle o funicelle in acciaio.

L'interdistanza tra le sospensioni è strettamente legata al peso che si andrà ad applicare al condotto, per cui, nel caso in cui esso sia utilizzato anche come elemento di sostegno di corpi illuminanti, le sospensioni non potranno avere interassi superiori a 1,5 - 2 m (da definire con la D.L. in relazione al peso da sostenere) per consentire l'utilizzo del condotto nella sua completezza.

L'interdistanza tra i sostegni del condotto, per usi in cui non sia sottoposto a sollecitazioni meccaniche, sarà quella indicata dalla Casa Costruttrice.

I condotti, salvo diversa indicazione, se sospesi, saranno installati perfettamente a livello, paralleli al pavimento ed allineati tra loro.

Il prelievo di energia dai condotti sarà effettuato con apposite spine che, quando richiesto in progetto, saranno complete di fusibili.

Il condotto sarà posto in opera completo di accessori di montaggio quali: staffe, tasselli, giunti, coperture di estremità e quant'altro occorra per fornire il prodotto funzionante secondo la perfetta regola dell'arte e delle richieste di progetto per quanto riguarda In, grado di protezione, numero di circuiti, colore dell'involucro, ecc.

## 15 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE NORMALE

### 15.1 Definizioni

Apparecchi di illuminazione si intendono tutti i dispositivi dotati di lampada e che quindi vengono utilizzati con lo scopo di illuminare o segnalare.

Gli apparecchi di illuminazione si distinguono per l'ambiente in cui vengono installati:

- Interno
- Esterno
- Immersione
- Zone pericolose

interni	industriale	fluorescenti	diretta	A plafone		
				A sospensione		
		A scarica	diretta	A plafone		
				A sospensione		
	terziario	Fluorescente Scarica alogene dicroiche	diretta		incassata	
					A plafone	
					A sospensione	
			diretta indiretta		A parete	
					A sospensione	
					A parete	
indiretta		A piantana				
		A sospensione				
		A parete				
Civile parti comuni ed esterni	diretta	Fluorescente incandescenza scarica dicroica		A plafone a		
				A parete		
	indiretta			A parete		
				A sospensione		
				Su paletto		
	Diretta-indiretta			A parete		
				Su paletto		
esterno	Stradale	scarica	diretta	Su palo		
				Su torre		
				A parete		
	vialetti Zone verdi Piccole aree	Fluorescente scarica	diretta	Su palina		
				Su supporto basso		
		scarica	indiretta	Su palo con rifrattore		

	Grandi aree	scarica	diretta	Su torri	
				Su pali	
				Su struttura	
	Decorative segnalazione	Scarica fluorescente alogene dicroica Fibra ottica	diretta	Su supporto	
				A parete	
				Incassate a parete	
				Incassate a terra	
				In immersione	

Gli apparecchi di illuminazione saranno installati tenendo in seria considerazione quanto segue:

- Le indicazioni fornite dalla casa costruttrice.
- Le indicazioni di progetto e/o della Direzione lavori in corso d'opera
- La buona regola dell'arte.

La posa degli apparecchi di illuminazione dovrà essere effettuata utilizzando gli accessori originali della casa costruttrice e le predisposizioni che la stessa ha creato sull'apparecchio.

Nel caso in cui per necessità contingenti si rendesse necessario eseguire interventi sull'apparecchio di illuminazione, non previsti dalla Casa costruttrice (es. fori, ecc) è opportuno che la Ditta installatrice sottoponga la sua intenzione al costruttore il quale dovrà rilasciare per iscritto un documento che attesti il mantenimento di tutte le caratteristiche e marchi di catalogo.

La ditta Appaltatrice dovrà valutare di volta in volta gli accessori più idonei all'installazione degli apparecchi tenendo in considerazione il peso, le possibili vibrazioni, i cambiamenti di temperature, l'accoppiamento di materiali diversi e di tutti i fattori che possono influire sulla stabilità, affidabilità e durata dell'ancoraggio.

Il criterio utilizzato per l'alimentazione elettrica degli apparecchi di illuminazione non dovrà abbassare il grado di protezione dell'apparecchi stesso.

Si potrà fare uso di conduttori unipolari e tubo curando in tal caso che tutta la tubazione abbia il grado di protezione richiesto per quell'ambiente.

In linea di massima è consigliabile alimentare gli apparecchi con cavo multipolare con guaina e fare uso del pressacavo fornito assieme all'apparecchio di illuminazione.

La sezione del cavo multipolare di alimentazione, se di lunghezza inferiore a tre metri, potrà essere di sezione 1 mm<sup>2</sup> anziché 1,5 mm<sup>2</sup>.

Gli apparecchi di illuminazione vanno installati seguendo criteri estetici precisi, rispettando la disposizione indicata sugli elaborati e curando che il risultato sia armonioso anche dal punto di vista estetico, cioè realizzando allineamenti precisi, interdistanze uguali, livelli perfetti, ecc.

La buona regola dell'arte comprende anche il rispetto di questi fattori, perciò la D.L. in caso di inosservanza di criteri estetici basilari, non approverà il lavoro anche se, dal punto di vista funzionale risultasse impeccabile.

Nella valutazione economica delle voci del computo metrico, le Ditte concorrenti dovranno considerare i costi del caso tra quelli a seguito elencati:

- Costo apparecchio di illuminazione
- Costo componenti non forniti dalla stessa casa costruttrice ( es. lampade, ecc.)
- Costo componenti della stessa casa costruttrice e non espressamente menzionati nella documentazione di progetto ( es. pressacavi, tappi chiusura fori inutilizzati, accessori di sostegno, ecc)
- Costo componenti della stessa Casa costruttrice riportati sugli elaborati grafici di progetto ( es. recuperatore di flusso, filtri, schermi particolari, alimentatori speciali, ecc.)
- Costo accessori di montaggio non espressamente indicati sugli elaborati di progetto(es. ganci, tasselli, tratto di cavo per derivazione da scatola o condotto elettrico, )
- Costo manodopera per l'assemblaggio e l'installazione in loco
- Costo manodopera per prove (per illuminazione d'architetture e decorative interne ed esterne)
- Costo manodopera per puntamenti (per illuminazione d'architetture e decorative interne ed esterne, campi sportivi, da tennis, grandi aree in genere.)

La Ditta installatrice, prima di installare gli apparecchi di illuminazione, dovrà provarli singolarmente ed assicurarsi del loro perfetto funzionamento.

Particolare cura sarà posta nel montaggio delle ottiche che dovranno risultare, a fine lavori, perfettamente integre, prive di danneggiamenti derivanti da urti o cadute e di impronte dovute al contatto con le mani senza l'uso degli appositi guanti messi a disposizione, o indicati, della casa costruttrice.

Analogamente per l'installazione di apparecchi provvisti di vetro o schermo in materiale plastico di protezione, si dovrà provvedere alla pulizia dei medesimi prima della loro installazione, asportando, anche con l'uso di appositi liquidi solventi o antistatici, eventuali depositi di polvere o residui di lavorazione.

Sul funzionamento degli apparecchi di illuminazione sarà applicata la garanzia come indicato sul capitolato d'appalto all'apposito capitolo.

## 16 ILLUMINAZIONE E SEGNALAZIONE DI SICUREZZA CON APPARECCHI AUTOALIMENTATI

### 16.1 Definizioni

Gli apparecchi di illuminazione e segnalazione di sicurezza dovranno avere le caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto se non espressamente indicata l'casa costruttrice ed articolo.

Essi dovranno essere scelti in modo da rispettare i tempi di funzionamento e l'emissione luminosa media (lumen) della lampada in emergenza.

Sugli elaborati di progetto ed in particolare su quelli di "come eseguito", accanto ad ogni apparecchio, sarà riportato un numero o una sigla alfanumerica in modo che esso sia identificabile inequivocabilmente.

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di dispositivo autodiagnosi e di led luminoso di segnalazione (apparecchio funzionanti, apparecchio guasto, test in corso, test inibiti, mancanza alimentazione).

Se collegati ad un sistema di controllo generale gli apparecchi potranno non essere dotati di sistema di autodiagnosi.

Gli apparecchi preposti alla segnalazione delle uscite di sicurezza o vie di esodo, dovranno essere disposti secondo le indicazioni progettuali che, essendo solo indicazioni, non conterranno tutti i dati necessari per l'esatto posizionamento, pertanto l'appaltatore dovrà seguire anche la regola del buon senso evitando di creare conflitti nelle indicazioni ed effettuare disposizioni inequivocabili e comunque coinvolgere la D.L. per definire, per ciascun apparecchio, la posizione più confacente.

Nella scelta degli apparecchi di segnalazione si dovranno tenere in considerazione alcuni parametri come l'altezza del pittogramma e la sua luminosità; infatti la prima dipende dalla distanza di lettura mentre la seconda non deve risultare troppo forte per impedire la buona visibilità del pittogramma.

Nel caso in cui per segnalare i percorsi e le uscite si dovesse fare uso anche di cartelli, la loro posizione non solo dovrà essere tale per cui risultino ben visibili, ma dovranno esserlo anche in assenza della tensione di rete, quindi sufficientemente illuminati da apparecchi di illuminazione di sicurezza.

Anche i cartelli dovranno rispettare le dimensioni in relazione alla distanza di lettura e la simbologia dovrà essere quella ammessa dalla norma.

## 17 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Per illuminazione di emergenza si intende l'illuminazione destinata a funzionare quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare; in funzione delle finalità si suddivide in:

- illuminazione di sicurezza centralizzata
- illuminazione di sicurezza con sistema di energia distribuito
- illuminazione di riserva

### 17.1 Illuminazione di sicurezza centralizzato: definizioni

#### **Illuminazione delle vie di esodo**

Illuminazione di sicurezza che garantisce che le vie di uscita siano effettivamente identificate e usate con sicurezza quando il locale è occupato.

#### **Segnalazione di sicurezza**

Illuminazione di sicurezza finalizzata ad indicare i percorsi e le uscite di sicurezza in modo che possano essere chiaramente identificabili ed agevolmente seguite .

#### **Illuminazione antipanico**

Illuminazione di sicurezza che funziona per evitare il panico e che permette alle persone di raggiungere il luogo dove le vie di esodo possono essere identificate.

#### **Illuminazione aree alto rischio**

Illuminazione di sicurezza che funziona per la sicurezza delle persone coinvolte in processi potenzialmente pericolosi o situazioni in cui sia necessario attivare una procedura di termine processo per la sicurezza degli operatori e degli altri occupanti.

#### **Sistema di energia centralizzato**

Sistema di sicurezza dove tutte le utenze vengono alimentate da un unico dispositivo es. UPS o soccorritore.

#### **Sistema di energia distribuito**

Sistema di sicurezza dove tutte le utenze vengono alimentate da dispositivi distribuiti nell'impianto o a bordo delle stesse utenze: es. dispositivi autoalimentati

### 17.2 Soccorritore

IL soccorritore dovrà essere conforme alla norma europea EN 50171 "Central power supply system".

Dovrà essere dimensionato in relazione al carico da alimentare tenendo in considerazione la natura del carico stesso e della corrente di spunto al momento dell'inserzione.

Il soccorritore sarà dotato di batterie stazionarie ermetiche ricaricabili in grado di fornire energia al sistema per il tempo definito in progetto a piena potenza.

I tempi di intervento del soccorritore dovranno essere tali in modo che l'impianto entri in funzione entro 0,5 secondi dalla mancanza dell'illuminazione ordinaria.

La taglia del soccorritore dovrà essere scelta in base alle sovracorrenti dovute allo spunto dell'impianto, ma l'impatto di tali sovracorrenti sulla sorgente di alimentazione potrà essere notevolmente limitata tramite la parzializzazione dei carichi che prevede l'accensione sequenziale delle varie utenze. Queste dovranno essere divise su circuiti che consentano la loro accensione ritardata.

Naturalmente tutte le utenze dovranno avviarsi nell'arco massimo consentito dalla normativa (0,5 sec) quindi il tempo di ritardo tra le varie accensioni dovrà essere contenuto da 10 a 100 msec. A seconda del numero di circuiti da comandare.

Il soccorritore dovrà essere in grado di gestire permanentemente il 120% del carico prescritto per la durata nominale.

Le informazioni necessarie a definire il soccorritore sono le seguenti:

- sistema di alimentazione disponibile: trifase con neutro, trifase senza neutro, monofase
- sistema di alimentazione del carico: trifase o monofase
- potenza del carico da alimentare
- fattore di potenza del carico da alimentare
- tipologia del carico: lampade incandescenza, fluorescenti, ecc.
- autonomia richiesta
- configurazione del sistema: un soccorritore singolo o più soccorritori in parallelo
- commutazione unica o parzializzazione dei carichi.

Il soccorritore dovrà essere collocato in apposito locale dotato di adeguata ventilazione naturale o artificiale in modo da garantire la portata dell'aria di ventilazione necessaria ad impedire la formazione di miscela esplosiva.

Se richiesto il soccorritore dovrà offrire la possibilità di alimentare circuiti in funzione permanente e circuiti in sola emergenza.

Il soccorritore dovrà essere dotato almeno di dispositivi per il controllo delle seguenti grandezze:

- tensione della batteria
- corrente della batteria sia in carica che in scarica
- la corrente del carico
- 

Quando per controllare lo stato del sistema, in sostituzione della prova manuale, si utilizza un'unità di prova automatica provvista di dispositivo di registrazione, l'unità di prova dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- controllo costante della carica; se il controllo sarà periodico, gli intervalli dovranno essere inferiori a 5 min

- controllo ciclico della della commutazione e della capacità di funzionamento del carico collegato (ad esempio gli apparecchi di illuminazione) per l'alimentazione di emergenza.
- ciclo di prova: almeno una volta ogni settimana
- durata della prova: dovrà essere compresa tra 10 sec e 5 min. con un totale inferiore a 10 min. alla settimana
- registrazione di ogni guasto nel sistema di alimentazione centrale della batteria e di qualsiasi guasto nell'apparecchiatura di prova o nel punto di controllo centrale
- notifica di guasto quando questo avviene nella linea di trasmissione verso il punto di controllo centrale
- dispositivo per l'avviamento manuale della prova sull'alimentazione centrale della batteria o sull'unità di controllo centrale.

Il soccorritore sarà inoltre equipaggiato delle seguenti apparecchiature di prova:

- dispositivi con ripristino automatico, ad esempio pulsanti, per simulare un guasto all'alimentazione normale
- dispositivo di sezionamento per scollegare l'alimentazione in corrente alternata al fine di verificare l'autonomia
- indicazione delle sorgente effettiva di alimentazione (rete o batteria).

Il soccorritore dovrà essere dotato di indicatori per la segnalazione dei seguenti guasti:

- la tensione di carica flottante al di fuori dei limiti ammissibili (per batterie al nichel-cadmio la corrente della carica di compensazione)
- l'interruzione del circuito di carica della batteria
- il guasto dell'apparecchiatura di carica : mancanza della corrente di carica, benché sia disponibile la normale alimentazione
- l'attivazione della protezione contro la scarica completa.

Il soccorritore dovrà essere dotato di dispositivo per la remotizzazione, mediante contatto pulito, dei seguenti indicatori:

- sistema in funzione
- alimentazione fornita dalla batteria
- disturbi e guasti del sistema.

I cablaggi interni al soccorritore per i circuiti di alimentazione ed i circuiti dell'apparecchiatura di sicurezza dovranno essere separati tra loro da doppio isolamento oppure essere posti in compartimenti separati.

## 17.3 Batterie

Le batterie dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- EN 60285 Accumulatori al nichel-cadmio Elementi singoli cilindri ricaricabili stagni
- EN 60622 Elementi singoli prismatici ricaricabili stagni al nichel-cadmio
- EN 60623 Elementi ricaricabili prismatici al nichel-cadmio di tipo aperto
- EN 60896-1 Batteria di accumulatori stazionari al piombo- prescrizioni generali e metodi di prova – Parte 1: Batterie aperte

## EN 60896-2 Batterie di accumulatori stazionari al piombo – prescrizioni generali e metodi di prova – Parte 2: Batterie del tipo regolato a valvole

Le batterie dovranno avere una dichiarazione di vita di almeno dieci anni alla temperatura di 20°C.

Le batterie al piombo per veicoli non devono essere impiegate.

Le batterie dovranno essere protette contro la scarica completa secondo le indicazioni del costruttore.

L'intervento dei dispositivi di protezione contro la scarica completa dovrà essere indicato sul pannello di controllo dell'alimentazione; l'indicazione potrà essere costituita dallo spegnimento di un dispositivo.

L'impianto elettrico del locale può essere ordinario, purché posto ad adeguata distanza dalle batterie (l'adeguata distanza va richiesta alla casa costruttrice o calcolata in base alle caratteristiche delle batterie).

Il pavimento del locale dovrà sostenere il peso delle batterie (compreso la riserva per futuri ampliamenti se previsti).

Il pavimento dovrà presentare una resistenza inferiore a 10 Mohm in una fascia non inferiore a 1,25 m attorno alle batterie per impedire accumulo di cariche elettrostatiche, ma superiore a 50 Kohm ai fini delle protezioni contro i contatti indiretti.

L'accesso al locale dovrà essere limitato al solo personale autorizzato e la porta dovrà essere tenuta chiusa a chiave, ma solo dall'esterno e dovrà essere del tipo antipanico quindi apribile verso l'esterno perciò dovrà essere priva di dispositivi che possano bloccarne l'apertura (es. maniglia) al di fuori della chiave esterna.

Sulla porta di ingresso dovranno essere presenti i cartelli di divieto di ingresso per le persone non autorizzate, il divieto di fumare e di fiamme libere.

Il locale dovrà essere dotato di un sistema che impedisca il formarsi di temperature superiori a quelle indicate dalla casa costruttrice.

## 17.4 Circuiti di sicurezza

Si definiscono circuiti di sicurezza i circuiti che collegano la sorgente di energia centralizzata all'utenza di sicurezza (lampada o altro dispositivo).

I circuiti di sicurezza devono essere indipendenti dagli altri circuiti in modo che guasti o interventi sui circuiti ordinari, non compromettano il funzionamento dei circuiti di sicurezza. Ciò comporta la realizzazione di condutture separate da quelle ordinarie, cioè cavi posati entro tubi distinti oppure posati all'interno del medesimo canale ma con un setto di separazione.

L'indipendenza può essere ottenuta tramite cavi multipolari distinti.

La separazione dei circuiti dovrà essere garantita anche all'interno delle scatole di derivazione.

I circuiti di sicurezza non vanno protetti contro i sovraccarichi. Un circuito di sicurezza non si considera protetto dal sovraccarico, è sufficiente che l'interruttore automatico o i fusibili abbiano una corrente nominale più elevata di quella richiesta per proteggere il cavo dal sovraccarico.

Per la protezione contro i contatti indiretti dei circuiti di sicurezza non è vietato l'uso di interruttori differenziali, ma per evitare interventi intempestivi, questi dovranno essere a bassa sensibilità. (es. id = 1 A).

Nella scelta delle protezioni dei circuiti di sicurezza bisogna curare la selettività sia orizzontale (suddivisione su più circuiti) che quella verticale.

I circuiti di sicurezza non devono attraversare luoghi con pericolo di esplosione.

I circuiti di sicurezza non devono attraversare luoghi a maggior rischio di incendio a meno che non siano resistenti al fuoco cioè continuino a funzionare anche se sottoposti all'incendio. La resistenza al fuoco potrà essere conseguita utilizzando cavi resistenti all'incendio o per installazione.

## **17.5 Ubicazione degli apparecchi di sicurezza e livelli di illuminamento**

La collocazione degli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza sarà la seguente:

- ad ogni porta di uscita destinata all'uso in caso di emergenza
- presso ogni scala (entro 2 m in pianta) in modo che la rampa riceva la luce diretta
- presso ogni cambio di livello (gradino o rampa)
- per illuminare indicazioni delle uscite di emergenza e cartelli di sicurezza
- in corrispondenza di ogni cambio di direzione
- in corrispondenza di ogni inserzione di corridoio
- fuori ed accanto ad ogni uscita di emergenza
- in corrispondenza di ogni posto di pronto soccorso
- in corrispondenza di ciascuna installazione di mezzi antincendio o punti di chiamata allarme incendio.

I livelli minimi e continuativi da rispettare saranno i seguenti:

- vie di esodo almeno 5 lux a 0,9 m da pavimento
- antipatico almeno 0,5 lux al suolo
- lavorazioni ad alto rischio 15 lux o 10% dell'illuminamento normale, sul piano di riferimento.
- in corrispondenza di ogni posto di pronto soccorso almeno 5 lux

- in corrispondenza di ciascuna installazione di mezzi antincendio o punto di chiamata allarme almeno 5 lux

Il grado di protezione per gli apparecchi di illuminazione di sicurezza negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento sarà IP4X con installazione fuori dalla portata di mano ( $\geq 2,5$  m da pavimento).

Il grado di protezione per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per le strutture combustibili, sarà IP 4X solo per i componenti dell'impianto che nel normale funzionamento ordinario producono archi e scintille (es. interruttori).

Il grado di protezione negli ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, il grado di protezione non sarà inferiore a IP4X (escluse le condutture).

## 17.6 Illuminazione di sicurezza con sistema di energia distribuito

Gli apparecchi di illuminazione e segnalazione di sicurezza dovranno avere le caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto se non espressamente indicata casa costruttrice ed articolo.

Essi dovranno essere scelti in modo da rispettare i tempi di funzionamento e l'emissione luminosa media (lumen) della lampada in emergenza.

Sugli elaborati di progetto ed in particolare su quelli di "come eseguito", accanto ad ogni apparecchio, sarà riportato un numero o una sigla alfanumerica in modo che esso sia identificabile inequivocabilmente.

Ogni apparecchio dovrà essere di dispositivo autodiagnosi e di led luminoso di segnalazione (apparecchio funzionante, apparecchio guasto, test in corso, test inibiti, mancanza alimentazione).

Se collegati ad un sistema di controllo generale gli apparecchi potranno non essere dotati di sistema di autodiagnosi.

Gli apparecchi preposti alla segnalazione delle uscite di sicurezza o vie di esodo, dovranno essere disposti secondo le indicazioni progettuali che, essendo indicazioni non conterranno tutti i dati necessari per l'esatto posizionamento, pertanto l'appaltatore dovrà seguire anche la regola del buon senso evitando di creare conflitti nelle indicazioni ed effettuare disposizioni inequivocabili e comunque, coinvolgere la D.L. per definire, per ciascun apparecchio, la posizione più confacente.

Nella scelta degli apparecchi di segnalazione si dovranno tenere in considerazione alcuni parametri come l'altezza del pittogramma e la sua luminosità, infatti la prima dipende dalla distanza di lettura mentre la seconda non deve risultare troppo forte per impedire la buona visibilità del pittogramma.

Nel caso in cui per segnalare i percorsi e le uscite si dovesse fare uso anche di cartelli, la loro posizione non solo dovrà essere tale per cui risultino ben visibili, ma dovranno esserlo anche in assenza della tensione di rete, quindi sufficientemente illuminati da apparecchi di illuminazione di sicurezza.

Anche i cartelli dovranno rispettare le dimensioni in relazione alla distanza di lettura e la simbologia dovrà essere quella ammessa dalla norma.

## 18 CABLAGGIO STRUTTURATO

### 18.1 Definizioni

**Area di ingresso.**

E' lo spazio nell'edificio dove avviene la connessione fra la parte di cablaggio esterna dell'edificio e quella interna.

**Sala macchine.**

E' normalmente un locale dove vengono concentrati gli apparecchi di rete principali e che funge per il cablaggio da punto di amministrazione principale. In altre parole il locale dove convergono le terminazioni dei vari rami del cablaggio.

**Dorsale di edificio.**

Fornisce il collegamento fra gli armadi di piano, sala macchine e area di ingresso.

**Il cablaggio orizzontale.**

Si estende dal punto presa utente all'armadio di piano. Include il cavo orizzontale, la presa telematica, la terminazione dei cavi e l'interconnessione o permuta.

**Armadio di piano.**

L'armadio di piano è l'area dell'edificio dove vengono alloggiati le terminazioni e le permutazioni della dorsale e del cablaggio orizzontale.

**Area di lavoro.**

Comprende gli elementi che si trovano fra la presa utente e l'apparecchiatura terminale. Ne fanno quindi parte il terminale dati (terminale PC, stampante, ecc...), il cavetto di collegamento ed eventuali adattatori.

**Postazione di lavoro (PdL).**

La postazione di lavoro è il punto in cui le apparecchiature dell'utente finale (computer, telefono, stampanti, fax o qualunque altra periferica di rete) sono connesse al sistema di cablaggio orizzontale attraverso il collegamento con la presa utente.

**Presa utente.**

La presa utente realizza il collegamento attraverso un cordone (bretella) di collegamento con le apparecchiature dell'utente e può essere a muro, su una canalina di distribuzione o su una torretta a pavimento.

**Il connettore RJ45.**

Si tratta di un connettore standard a 8 pin

Esistono due standard di connessione del cavo al connettore RJ45 identificati con i codici T568A e T568B.

**Il cavo.**

E' un cavo a quattro coppie disposte all'interno della guaina con una particolare geometria. I conduttori sono intrecciati fra di loro formando così le quattro coppie identificate da colori che rispettano un codice universale.

Le coppie sono a loro volta intrecciate all'interno della guaina.

#### **I pannelli di permutazione.**

Sono il punto di arrivo del cavo orizzontale proveniente dalle postazioni di lavoro. I pannelli vengono normalmente alloggiati in appositi armadi.

#### **I cavetti di permutazione.**

Sono costituiti da un tratto di cavo simile a quello impiegato nel cablaggio orizzontale e da due plug tipo RJ. La loro funzione è quella di mettere in collegamento, tramite i pannelli di permutazione, le postazioni di lavoro con le porte degli apparati informatici.

#### **L'armadio di piano.**

Ha la funzione di contenimento e di protezione per l'impianto telematico.

#### **Accessori.**

All'interno dell'armadio trovano spesso posto accessori utili per migliorare le caratteristiche del sistema (pannelli passacavo, targhette identificative, ecc.).

#### **Attivazioni.**

Con questa dizione si intendono normalmente ulteriori componenti utilizzati per adattare applicazioni informatiche che per ragioni diverse, propongono connettività non direttamente compatibili con il sistema.

## **18.2 Accorgimenti da curare**

18.2.13 Gli accorgimenti da curare in fase di installazione sono riassumibili nelle seguenti 4 categorie:

- la predisposizione per la posa del cavo;
- la posa del cavo;
- le tecniche di connessione;
- il collegamento delle masse in impianti che utilizzano componenti e cavi schermati.

## **18.3 Posa dei cavi**

La posa del cavo di comunicazione può essere realizzata all'interno di tubi oppure in canali.

I tubi utilizzabili per far transitare il cavo è ammesso che siano indifferentemente di materiale plastico o di materiale metallico.

L'installazione in canalizzazioni, a seconda della conformazione dei locali in cui dovrà essere realizzata la rete, può avvenire sottopavimento, in un sottopavimento galleggiante, in controsoffitto o con canali a parete.

I tubi plastici possono essere di tipo rigido o flessibile.

I tubi metallici possono essere solamente di tipo rigido; quelli flessibili vengono esclusi perché nei punti di raccordo di questi ultimi con eventuali scatole di tiro oppure per errori di lavorazione nella loro realizzazione, possono contenere bave che danneggerebbero la guaina esterna dei cavi infilati.

Il diametro minimo del tubo deve essere di 20mm e la sua lunghezza massima tra 2 punti di trazione (scatole di tiro) non deve superare i 30m.

Il percorso del tubo deve essere il più lineare possibile e comunque non deve contenere più di due curve a 90°.

Per quanto riguarda le curvature del cavo, bisogna rispettare i raggi minimi che sono determinati in funzione del diametro del cavo stesso e indicati in genere dal costruttore.

Il cavo non va "tirato" ma deve essere "posato"; ciò significa che se si utilizzano cavi in bobine, queste ultime devono posizionarsi su appositi supporti che facilitino lo svolgimento del cavo.

Se si utilizzano cavi contenuti in scatole, sicuramente più comodi grazie al corretto imbocco in plastica situato all'uscita del cavo, non sfilare troppi cavi contemporaneamente.

Normativamente la massima forza applicabile durante la trazione del cavo ammessa è di 11kg, ampiamente rispettabile se il cavo viene posato da due persone, una delle quali agevola l'invito del cavo nella tubatura.

Al cavo non devono essere applicati stress meccanici; ad esempio, il loro fissaggio ai canali per mezzo di fascette non deve essere troppo stretto, così come sono da evitare le sollecitazioni quando i cavi sono installati in lunghi percorsi verticali oppure sono sospesi.

Evitare di calpestare il cavo durante l'installazione ed avere l'accortezza di non procurare tagli alla guaina esterna.

Assolutamente da evitare le giunzioni con qualsiasi metodo o materiale (saldature, nastrature o morsettature); il cavo posato tra armadio/quadro di permutazione e postazione di lavoro deve essere in un'unica pezzatura.

Non bisogna torcere su se stesso il cavo che potrebbe modificare la geometria delle coppie interne procurando la loro eccessiva separazione.

Rispettare i raggi di curvatura consigliati dal produttore del cavo.

Se i cavi sono riuniti in fasci, è assolutamente da evitare che siano mischiati cavi di trasmissione dati con cavi di energia, cercando di non superare il numero di 48 cavi per fascio.

Ogni fascio non deve essere sovrapposto ad altri all'interno delle canalizzazioni perché lo schiacciamento dei cavi nel fascio più in basso potrebbe essere sufficiente a degradarne le prestazioni.

Tutti i cavi devono essere fascettati ogni 30cm circa e si consiglia di identificare sempre i fasci con etichette, colori o quant'altro possa rendere facilmente visibile e riconoscibile il fascio dei cavi dati.

Nei cambi di direzione dei percorsi dei canali, rispettare i raggi di curvatura consigliati.

Il taglio dei cavi deve essere effettuato immediatamente dopo la posa degli stessi. Lasciare una ricchezza di 2 m a partire dall'ingresso del cavo nell'armadio e di 1 m all'interno della scatola di contenimento della presa utente.

Cominciare la posa dei cavi, in corrispondenza dei tratti più lunghi; in questo modo si riuscirà a massimizzare lo sfruttamento della bobina o della matassa del cavo.

## **18.4 Ingresso dei cavi nei quadri/armadi**

Anche all'interno di quadri e armadi di permutazione devono essere rispettate le regole viste in precedenza, con particolare riguardo alla curvatura dei cavi nel momento in cui si attestano ai pannelli di permutazione.

All'interno dei quadri e degli armadi si sfruttino i pannelli passacavi che garantiscono la corretta curvatura dei cordoni di permutazione (patch cords).

La possibilità di appoggiare su appositi anelli i cordoni nei tratti di attraversamento orizzontale all'interno dei quadri/armadi, attribuisce ai pannelli passacavi una importante funzione di sostegno nel momento in cui il plug (la spina) è inserita del connettore RJ45 del pannello, evitando che il peso stesso del cordone possa piegare l'asse di inserzione plug/connettore.

In un armadio di permutazione il fascio di cavi di distribuzione verticale o orizzontale, proveniente dalla sala apparecchiature, dall'armadio di edificio o di piano e/o il fascio in partenza verso le postazioni di lavoro, opportunamente fascettato ed identificato come descritto in precedenza, deve essere inserito a seconda del tipo di contenitore utilizzato.

Per una distribuzione di un numero limitato di postazioni di lavoro in cui viene scelto un contenitore da parete (quadro), è possibile prevedere e predisporre l'ingresso dei cavi indifferentemente dall'alto o dal basso; l'ingresso nel contenitore è facilitato da opportune feritoie rimovibili.

Se viene utilizzato un armadio da pavimento, l'ingresso dei cavi avviene dal basso.

In entrambi i casi suddetti, i fasci di cavi dovranno essere predisposti sul fondo dei contenitori con la possibilità di ancorarli ai montanti posteriori (presenti nei quadri, da aggiungere negli armadi).

Un buon ancoraggio dei fasci verticali è importante per evitare che il peso stesso dei cavi possa trascinare verso il basso l'intero fascio, esercitando controproducenti sollecitazioni meccaniche nelle connessioni.

I singoli cavi non dovranno essere tagliati a misura ma è meglio prevedere una maggiore lunghezza del cavo (ricchezza) per agevolare la fase successiva di intestazione sui pannelli di permutazione.

## 18.5 Collegamento dei cavi

Il metodo di connessione del cavo in rame a 4 coppie dovrà sempre essere a incisione di isolante. Si ottiene forzando ogni singolo conduttore in un contatto formato da due lamelle taglienti che, incidendo la guaina esterna del conduttore, garantiscono un sicuro e durevole collegamento elettrico e meccanico.

Prima di eseguire le connessioni, è necessario preparare il cavo nel seguente modo:

- eliminare la guaina di rivestimento esterno, senza intaccare l'isolante dei conduttori interni, per circa 25mm;
- con un cavo in categoria 5, sbinare (disaccoppiare) le coppie di conduttori per un massimo di 13mm;
- rispettare il raggio di curvatura minimo; il diametro nominale di un cavo in categoria 5 è di circa 6mm e quindi il raggio minimo sarà di circa 25mm.

Per sguainare il cavo utilizzare l'apposito attrezzo (sguainatore), evitando così di intaccare l'isolamento dei conduttori.

## 18.6 Tecniche di connessione

L'attestazione del cavo avviene sul retro del connettore RJ45 o dei pannelli di permutazione precaricati con connettori RJ45 per mezzo di morsettiere denominate "tipo 110".

Per la connessione tra il cavo e le morsettiere ad incisione di isolante tipo 110 deve essere utilizzato l'apposito utensile (impact tool) fornito di lama per intestare il cavo oppure, ruotandola di 180°, per intestare e tagliare l'eccedenza di conduttore.

## 18.7 Codici colori

Le morsettiere tipo 110 riportano i codici colore standard definiti dalla normativa, seguendo i quali è possibile effettuare tutta una installazione di cablaggio strutturato.

Tali colori sono gli stessi che si trovano sui cavi a 4 coppie. Un'installazione standard che utilizza cavi in rame a 4 coppie andrà cablata sempre con la stessa sequenza di codici colore, indipendentemente dall'applicazione e dal tipo di servizio cui sarà destinata (telefonia o trasmissione dati).

Le singole coppie che formano il cavo, numerate da 1 a 4, riportano i seguenti codici colore:

- coppia 1 = bianco/blu – blu
- coppia 2 = bianco/arancio – arancio
- coppia 3 = bianco/verde – verde
- coppia 4 = bianco/marrone – marrone.

Nell'installazione, l'unica attenzione che bisognerà prestare sarà quella di verificare, già in fase di scelta dei materiali, quale modalità di numerazione delle coppie (tra le due ammesse normativamente) è stata prescelta.

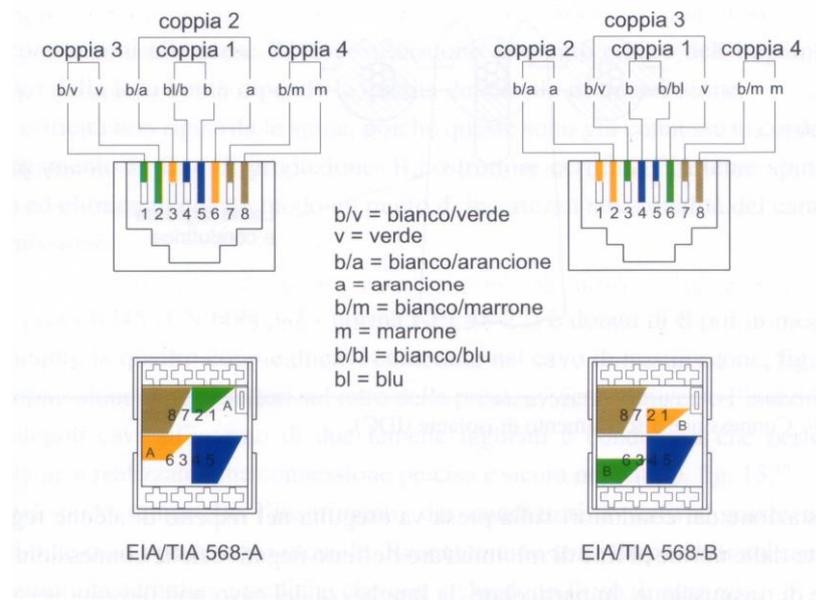
In particolare, in ampliamenti di impianti esistenti è ancora facile imbattersi in un cablaggio denominato "tipo T568A"; in impianti nuovi, invece, la tendenza è quella di realizzare cablaggi che utilizzano la modalità "T568B".

La differenza tra i due metodi sta nell'inversione del cablaggio delle coppie 2 e 3 (bianco/arancio-arancio e bianco/verde-verde) sui corrispondenti pin del connettore RJ45.

La metodologia impiegata deve essere omogenea su tutto l'impianto, dagli armadi alle postazioni di lavoro, affinché l'intero sistema possa funzionare.

Questo problema non si pone se l'installazione avviene su morsettiere tipo 110 poste sul retro dei pannelli di permutazione; infatti la corrispondenza tra morsettiere e i pin del connettore RJ45 viene realizzata per mezzo di piste disegnate su circuito stampato, per cui la determinazione del cablaggio T568A o T568B viene realizzata direttamente in fabbrica definendo prodotti diversi con codici diversi.

L'attestazione del cavo sui connettori RJ45 per le postazioni di lavoro merita più attenzione, benchè sul retro del connettore vengono rappresentate entrambe le metodologie; sarà cura dell'installatore seguirne le indicazioni e, di conseguenza, cablare correttamente.



## 18.8 Attestazione su pannelli di permutazione

La composizione dei quadri/armadi di permutazione, generata sulla base delle specifiche e disegni di progettazione e cablaggio, avviene dopo aver posizionato il contenitore ed inserito e ancorato il fascio di cavi in arrivo e/o in partenza.

Si montano per primi i pannelli di permutazione, dall'alto verso il basso e lasciando liberi gli opportuni spazi per i pannelli passacavi, i pannelli ciechi e quant'altro previsto dai disegni di progetto.

Con armadi di dimensioni contenute o poco accessibili, i pannelli di permutazione converrà montarli "rovesciati", cioè con la morsettiera tipo 110 verso l'esterno del contenitore in modo da agevolare la fase di intestazione dei cavi.

Il fascio di cavi destinato al singolo patch-panel sarà portato in prossimità della morsettiera e, scegliendo i singoli cavi opportunamente identificati, si comincerà a sguainare ed intestare i cavi partendo dal centro del pannello e proseguendo verso i lati.

Man mano che i cavi sono stati intestati, è opportuno cominciare a dare loro la corretta curvatura; per fare questo si sfrutta l'apposita asta fissata dietro ogni singolo pannello, distanziata dalla morsettiera tipo 110 in modo tale da conferire la curvatura adeguata nel rispetto di quanto dettato dalla normativa.

Contemporaneamente, è consigliabile fascettare i conduttori ancorandoli alla stessa asta.

Ultimato il lavoro, smontare il pannello e, ruotandolo, rimontarlo nella corretta posizione.

## 18.9 Il sistema di terra

In un sistema di cablaggio strutturato, il sistema di terra viene regolamentato dalla normativa americana EIA/TIA 607.

Questa norma non è esaustiva per ciò che riguarda un sistema di terra in generale; per questo l'installatore dovrà rifarsi alle normative vigenti per tale materia (CEI 64-8, ecc..)

Tutti i sistemi di comunicazione devono essere messi a terra; in particolare ogni singolo armadio o quadro di distribuzione deve essere collegato con un proprio conduttore di terra opportunamente etichettato.

Non sono ammessi collegamenti in serie tra gli armadi ma ogni singolo cavo, con isolante giallo/verde, deve essere riportato su una barra di rame denominata collettore di messa a terra delle telecomunicazioni (o barra collettore di terra di funzionamento).

La sezione del conduttore in rame di terra non deve essere inferiore a 16mm<sup>2</sup> (6 AWG).

I pannelli di permutazione devono essere messi a terra collegandoli con un singolo conduttore al contenitore che li alloggia o mediante apposite rosette che, strette assieme ai bulloni di fissaggio, "incidono" la vernice dell'armadio o del pannello stesso.

Anche in questo caso non sono ammessi collegamenti in serie tra le terre dei vari pannelli.

In una installazione che utilizza componenti schermati è indispensabile che lo schermo sia continuo; l'inosservanza di tale accorgimento rende la schermatura inefficace e addirittura deleteria, in quanto il sistema diventa una grande antenna che rileva e trasporta un'elevata quantità di interferenza elettromagnetica.

Occorre eseguire correttamente le operazioni di installazione, fornite insieme ai prodotti, del filo di drain (in cavi FTP) e/o della calza di rame (in cavi STP e S-FTP) sui patch-panel e sui connettori delle postazioni di lavoro e completando questi prodotti con gli opportuni gusci schermati di cui sono provvisti.

## 18.10 Interferenze elettromagnetiche

Un aspetto molto importante nella posa dei cavi riguarda le interferenze indotte da disturbi elettromagnetici, in particolare delle interferenze provocate dai cavi di energia posati in vicinanza dei cavi di trasmissione dati.

Va evitata la posa in prossimità di:

- grossi motori elettrici, apparecchi fortemente induttivi o con parzializzazione d'onda
- vani ascensore
- dispositivi a scarica di gas
- ambienti con potenziali fonti di "rumore" elettromagnetico.

## 19 SISTEMA DI RICEZIONE SEGNALE ANTENNA TV E TVSAT

### 19.1 Antenna

La ricezione del segnale proveniente dalle emittenti televisive terrestri e satellitari sarà effettuato tramite apposite antenne da collocare in posizione esterna all'edificio e possibilmente sulla sua sommità.

L'antenna sarà realizzata per la ricezione dei canali VHF e UHF con materiali inossidabili in lega leggera in modo da resistere alle sollecitazioni atmosferiche come ad esempio alluminio anodizzato o acciaio zincocromato e verniciato.

Le antenne saranno montate su sostegni che dovranno essere dimensionati in base al numero ed al tipo di antenne.

Le norme CEI 12-15 stabiliscono la distanza minima da considerare tra le varie antenne ed in base a questi elementi verrà stabilita la lunghezza del palo e verificato il momento resistente tenendo in considerazione della possibilità di un vento a 120 Km/h.

In virtù di ciò il punto di ancoraggio dell'antenna dovrà essere di sicura tenuta e se necessario il sostegno dovrà essere controventato con appositi tiranti.

L'antenna dovrà essere fissata nella posizione più elevata disponibile, ma di facile accesso, lontano da ostacoli che possono agire da schermi.

Possibilmente l'antenna andrà collocata sul lato opposto alla strada, sia per evitare che un'eventuale caduta possa causare danni a passanti o autovetture, sia per tenerle più distanti possibili da disturbi prodotti da quest'ultime.

L'antenna non dovrà essere ancorata a camini, ma posizionata ad almeno 2 metri da essi ed in posizione controvento per evitare che i fumi di scarico del camino corrodano le funi di fissaggio o che si depositino residui sui componenti dell'antenna alterandone le caratteristiche.

L'antenna dovrà essere in diretto contatto con il palo di sostegno che a sua volta dovrà essere collegato al conduttore di protezione dell'impianto o, se esistente, all'impianto di protezione delle scariche atmosferiche.

Nel posizionamento dell'antenna occorre rispettare la distanza di sicurezza dalle linee elettriche in transito nelle vicinanze come previsto dalle norme vigenti in merito.

Nel montaggio delle antenne sul palo sarà necessario disporre quelle più ingombranti e lunghe nella parte inferiore del sostegno in modo da evitare maggiori sollecitazioni da parte del vento (l'antenna più bassa dovrà comunque essere collocata ad un'altezza non inferiore a 1,8 m dalla base del sostegno).

Circa 1/8 della lunghezza del sostegno (con un minimo di 40 cm) dovrà essere utilizzata per l'ancoraggio dello stesso.

Nel passaggio dei cavi dall'antenna all'interno dell'edificio, occorre mettere in atto soluzioni idonee a garantire l'impossibilità di entrata dell'acqua sia direttamente dalla pioggia o dalla neve, sia indirettamente attraverso lo scorrimento lungo i cavi.

## 19.2 Componenti che caratterizzano un impianto TV VHF UHF

### **Miscelatore:**

E' un'apparecchiatura che svolge la funzione di combinare e trasmettere, attraverso un unico cavo, un determinato numero di segnali anche di canali diversi.

### **Demiscelatore:**

E' un dispositivo che svolge la funzione inversa del miscelatore e separa in uscita i segnali convogliati da un unico ingresso. Lo stesso miscelatore può essere usato come demiscelatore quando vengono invertiti gli ingressi con le uscite.

### **Filtro:**

Apparecchiatura atta a svolgere le seguenti funzione:  
attenuazione di tutti i canali eccetto quello su quale il filtro è sintonizzato  
consentire il passaggio di frequenza e di una determinata banda attenuando tutte le altre.

### **Attenuatore:**

Dispositivo resistivo che consente di ridurre il valore di un segnale.  
Esso è normalmente impiegato in tutte quelle situazioni in cui il segnale in arrivo è troppo intenso e crea interferenze su altri canali.

### **Punto luce invertito (o ad invertizione):**

Si definisce punto comando invertito l'insieme dei componenti comprendenti: invertitore con relativa scatola, supporto, placca, eventuali frutti ciechi a chiusura dei fori non utilizzati, quota parte di conduttura per il collegamento a due deviatori o invertitori.

### **Convertitore:**

Il convertitore ha la funzione di trasferire il segnale televisivo su un canale diverso da quello sul quale viene emanato.

La trasposizione del segnale è necessaria quando:

- si vogliono ricevere più canali incompatibili tra loro, oppure con frequenze molto vicine
- l'impianto di distribuzione è particolarmente lungo
- ci si trova in presenza di un segnale molto forte che viene ricevuto direttamente dalla TV e solo secondariamente attraverso l'antenna (situazione in cui si formano le doppie immagini)

### **Amplificatore e preamplificatore d'antenna:**

Sono apparecchiature che amplificano il segnale in arrivo per assicurare una buona qualità delle immagini riprodotte dall'apparecchio televisivo.

Le caratteristiche di queste due apparecchiature sono le seguenti:

- il guadagno (valore di amplificazione del segnale misurato in decibel: db)
- il fattore di rumore (caratteristica di aumento del rumore misurato in decibel)
- l'impedenza dell'apparecchio
- la banda passante
- la tensione di alimentazione.

Frequentemente gli amplificatori sono dotati di attenuatori su ogni ingresso poiché la loro funzione è di predeterminare una situazione ottimale prima dell'amplificazione dei segnali.

Il guadagno è strettamente legato al numero di prese inserite nell'impianto: più grande è l'impianto, maggiore deve essere il guadagno dell'amplificatore.

Il preamplificatore di antenna è normalmente telealimentato attraverso il cavo coassiale. In questa situazione anche i miscelatori, i filtri, gli attenuatori, ecc. devono essere.

### 19.3 Centralino

Negli impianti di ricezione televisivi il centralino è il cervello dell'impianto.

Esso è costituito dai seguenti elementi: alimentatore e miscelatore, ma può contenere anche filtri, amplificatori, attenuatori, ecc a seconda delle necessità impiantistiche.

### 19.4 Partitore

Viene utilizzato per ottenere, da una linea entrante, due o più linee in discesa, ovvero distribuisce l'energia del segnale tra due o più linee di distribuzione.

Le caratteristiche del partitore (denominato anche divisore) sono:

- il numero di linee uscenti che si possono utilizzare
- l'attenuazione, che indica la perdita di segnale, misurata in dB, dovuta all'apparecchiature (aumenta con il numero di derivazioni)
- il disaccoppiamento, che rappresenta il rapporto tra segnale in entrata ed il valore del segnale di disturbo
- i partitori possono essere ad una, due o più vie; nel caso che una delle uscite non venga utilizzata, essa deve essere chiusa con una resistenza terminale del valore di 75 ohm.

### 19.5 Derivatore

Il derivatore o deviatore viene impiegato negli impianti centralizzati e serve per ripartire la linea di distribuzione in più prese d'utente, senza interrompere la discesa verso altre derivazioni.

Esistono derivatori per una, due, tre o quattro prese d'utenza che possono essere del tipo induttivo o resistivo.

I deviatori resistivi hanno un comportamento uguale per tutte le bande di frequenza, quelli induttivi presentano una attenuazione di prelievo che decresce con l'aumentare della frequenza, compensando quindi la perdita del cavo.

Le caratteristiche dei derivatori sono:

- perdita di passaggio
- disaccoppiamento
- perdita di prelievo

## 19.6 Prese

A seconda del tipo di impianto di distribuzione si possono impiegare prese di tipo:

- semplice
- passante
- terminale.

Le prese possono essere del tipo resistivo o induttivo:

- nelle prese di tipo resistivo i morsetti possono essere utilizzati indifferentemente come entrata ed uscita della line passante
- nelle prese di tipo induttivo i morsetti di ingresso e di uscita devono essere opportunamente contrassegnati e non possono essere utilizzati indifferentemente.

Le prese di tipo induttivo offrono i seguenti vantaggi:

- sono equipaggiate di condensatore collegato in serie all'accoppiatore induttivo, rispondendo ai parametri delle norme CEI in materia di isolamento tra montante e presa d'utenza
- presentano la possibilità di variare la quantità di segnale verso il televisore permettendo di compensare le perdite dovute al cavo coassiale
- permettono la regolazione dal punto di installazione consentendo di ottimizzare le varie sezioni dell'impianto
- offrono la possibilità di collegare fino ad un massimo di 8-10 prese in cascata con ridottissime differenze di segnale tra la presa più vicina e quella più lontana
- sono dotate di un ingresso laterale per il cavo coassiale che evita lo schiacciamento dello stesso all'interno della scatola frutti.

## 19.7 Cavo coassiale

Per collegare i vari elementi di un impianto di ricezione TV sarà utilizzato un cavo denominato coassiale; in linea generale esso presenta una impedenza di 75 ohm.

Questa caratteristica si rivela necessaria per evitare disturbi di qualsiasi genere che si potrebbero verificare se si utilizzassero cavi non schermati o piattine.

Il cavo coassiale è formato da due parti:

- un'anima interna in filo di rame
- una calza concentrica rispetto al conduttore interno.

I due conduttori sono isolati tra di loro mediante una guaina in polietilene (espanso o compatto).

Secondo le norme CEI l'attenuazione in un cavo coassiale non deve superare i 12 dB per ogni 100 m di lunghezza.

La sua impedenza deve risultare costante e quindi si deve avere cura di chiudere tutte le colonne montanti di distribuzione con una resistenza di 75 ohm ed inoltre si devono evitare curve troppo strette.

I cavi coassiali non possono essere installati nelle stesse tubazioni, canali e scatole di derivazione in cui sono presenti cavi elettrici.

Potranno invece coesistere con altri sistemi purché la tensione presente nei cavi di quest'ultimi sia inferiore a 50 V.

## 19.8 Punto presa TV

Si definisce punto presa TV l'insieme dei componenti necessari a realizzare in modo completo e perfettamente funzionante una dotazione impiantistica da cui prelevare con apposita spina il segnale TV; essa sarà costituita nelle sue parti essenziali da:

- tubo incassato o a vista oppure canalina a parete
- scatola per contenimento frutti componibili
- placca di supporto frutti
- presa TV
- placca e frutti ciechi a chiusura dei fori non utilizzati
- cavo coassiale 75 ohm
- eventuali resistenze 75 ohm di chiusura linea.

La ditta costruttrice e la serie dei componenti da utilizzare saranno specificati nella distinta delle case costruttrici compresa nella documentazione di progetto.

Nel caso di impianto centralizzato si possono avere due tipi di distribuzione:

- in cascata
- in derivazione.

Nella documentazione progettuale è rappresentato l'architettura della distribuzione che la ditta installatrice dovrà utilizzare.

La ditta installatrice può proporre architetture di distribuzione diverse che dovrà farsi approvare dalla Direzione Lavori per iscritto.

## **20 DOTAZIONI IMPIANTISTICHE**

### **20.1 Dorsale**

Si definisce dorsale la linea elettrica in cavo multipolare o in conduttori unipolari che, con origine dal quadro, sarà distribuita fino in corrispondenza all'ultima utenza.

Nel caso di dorsali per impianto di illuminazione o prese di energia, esse saranno posate all'interno di canali o tubazioni lungo il percorso più breve o più razionale (es. corridoi) e verrà interrotta da scatole di derivazione.

Tutto ciò che viene derivato dalla dorsale non sarà considerato facente parte della dorsale stessa poiché considerati per facilitare la realizzazione dei punti luce e quindi considerati quota parte di quest'ultimi.

La lunghezza della dorsale sarà quindi il tratto di condotta con origine dal quadro avente lunghezza maggiore.

Nel caso di unità abitative o di piccoli ambienti dotati di centralino (es. piccoli uffici, locali servizi) assimilabili per tipologia ad unità abitative la dorsale sarà considerata quale quota parte punti dotazioni elettriche (p. luce – p. prese – p. comando, ecc).

### **20.2 Punto luce derivato**

Si considera punto luce l'insieme dei componenti elettrici che saranno utilizzati per l'alimentazione di un apparecchio di illuminazione a partire dalla scatola di derivazione della dorsale o da un punto comando o altro punto luce.

Eventuali condutture e relative scatole derivate dalla dorsale per servire più punti luce saranno da considerare quota parte di questi.

### **20.3 Punto luce interrotto (o ad interruzione)**

Si definisce punto comando ad interruzione l'insieme di componenti elettrici necessari a realizzare il collegamento elettrico tra la scatola di dorsale ed il punto di installazione del comando (questo incluso).

Eventuali condutture e relative scatole derivate dalla dorsale per servire più punti comando ad interruzione, saranno da considerare quota parte di questi.

## **20.4 Punto luce deviato (o a deviazione)**

Si definisce punto comando deviato l'insieme dei componenti comprendenti: scatola con supporto, placca, deviatore, eventuali frutti ciechi a chiusura dei fori non utilizzati, la condotta dalla scatola di dorsale al deviatore e quota parte di condotta per realizzare il collegamento con altro deviatore o invertitore.

Eventuali condutture e relative scatole derivate dalla dorsale per servire più punti comando a deviazione, saranno da considerare quota parte di questi.

## **20.5 Punto luce invertito**

Si definisce punto comando invertito l'insieme dei componenti comprendenti: invertitore con relativa scatola, supporto, placca, eventuali frutti ciechi a chiusura dei fori non utilizzati, quota parte di condotta per il collegamento a due deviatori o invertitori.

## **20.6 Punto comando relè luce**

Si definisce punto comando relè luce il complesso di opere costituito da: pulsante (con o senza spia luminosa) relativa scatola supporto, placca, tasti ciechi copriferi (se necessari), condotta di collegamento con i relè sia che questi si trovino sul quadro o entro apposite scatole, oppure di collegamento con altro punto comando simile, avente la medesima funzione.

## **20.7 Punto presa**

Si definisce punto presa il complesso di opere costituito da: presa componibile (UNEL o bipasso) con relativa scatola, supporto, placca, frutti ciechi copriferi (se necessari), condotta di collegamento con la scatola di dorsale o altra scatola di derivazione o altra presa se disponibile alla derivazione con appositi morsetti.

Eventuali condutture e relative scatole derivate dalla dorsale per servire più punti prese, saranno da considerare quota parte di questi.

## **20.8 Postazioni operative**

Per postazione operativa si intende l'insieme di prese elettriche e dati, previste per rendere operativo un posto lavoro per ufficio che preveda l'uso di computer e del telefono.

Le composizioni delle postazioni operative sono molteplici e definite di volta in volta con la proprietà, ma in senso generale, qual'ora non pervengano particolari richieste esse saranno composte da: due prese derivate dalla rete dell'energia normale ( una UNEL ed una bipasso), due prese derivate dalla rete dell'energia di continuità (una UNEL ed una bipasso) con la resina in colore diverso dalle altre (generalmente rosso).

Riguardo i dati sarà effettuata la predisposizione per 3 prese RJ45 consistente nella fornitura e posa della scatola per tre frutti, supporto, placca e prese RJ45 o frutti ciechi a chiusura dei fori.

Le postazioni saranno organizzate su supporti di vario tipo a seconda della tipologia di architettura adottata nella realizzazione del locale.

Se ad esempio esso verrà dotato di pavimento galleggiante allora le postazioni potranno essere organizzate su mini torrette applicabili alle mattonelle del pavimento che allo scopo verranno fornite con un apposito foro in prossimità di un angolo per consentire la massima flessibilità nel posizionamento della torretta in relazione con la scrivania.

La ditta installatrice degli impianti elettrici dovrà fornire a quella fornitrice del pavimento galleggiante la dimensione e le coordinate del foro conoscendo essa l'ingombro di base della torretta.

Le torrette dovranno essere realizzate in modo tale da consentire la separazione fisica al suo interno tra conduttori elettrici e conduttori informatici, il posizionamento delle prese alla quota superiore a quella minima indicata dalla norma.

Nell'ipotesi di presenza di controsoffitto ma non di pavimento galleggiante le postazioni operative potranno essere realizzate mediante colonne in alluminio estruso anodizzato bifacciale da installare a compressione tra pavimento e solaio attraversando il controsoffitto.

Queste potranno essere attrezzate con le stesse apparecchiature previste per le minitorrette rispettando le tipologie delle placche de apparecchiature componibili previste in progetto.

Il collegamento alle apparecchiature installate sulle suddette colonne verrà effettuato dall'alto, nella zona ad estradosso del controsoffitto passando con i cavi dai canali o scatole predisposte all'interno delle colonne che, in tale zona, saranno predisposte per l'entrata dei cavi.

Longitudinalmente le colonne saranno dotate di apposito separatore per consentire il rispetto della segregazione tra cavi per energia e cavi per servizi a correnti deboli.

Solitamente vengono posizionate a fianco delle scrivanie in modo da rendere agevole il prelievo dell'energia e dei segnali per le apparecchiature in dotazione alla postazione operative.

Poiché tali colonne vengono installate senza l'uso di tasselli di ancoraggio, ma solo utilizzando un sistema a compressione tra solaio e pavimento, sono di facile rimozione ed installazione pertanto non costituiscono un ostacolo al loro spostamento per seguire una postazione di lavoro nel caso in cui essa dovesse essere riposizionata in luogo diverso.

Per le loro maggiori dimensioni, rispetto ad ogni altro sistema di realizzazione delle postazioni operative, le colonne dispongono di notevole spazio per l'installazione di un maggior numero di prese e altre apparecchiature, per cui nei casi in cui due o più postazioni operative dovessero trovarsi a contatto con un lato della scrivania, una sola colonna potrebbe risultare sufficiente all'alimentazione di due o più postazioni.

Nel caso in cui i locali non fossero dotati di pavimento galleggiante e le scrivanie venissero a trovarsi, anche con un elemento complementare (mobiletto o tavolino) a contatto con la parete e questa consentisse di realizzare esecuzioni ad incasso, si potranno utilizzare quadretti per postazioni operative in esecuzione sotto traccia comprendenti un centralino predisposto per ospitare le prese di energia e quelle dei dati.

Tali centralini dovranno però garantire la separazione meccanica al loro interno tra cavi per energia e cavi per servizi informatici e telefonici.

Questa soluzione è però la più vincolante per quanto riguarda la possibilità di variare il lay-out dell'ufficio, pertanto si consiglia di prevedere la sola predisposizione, consistente in tubi e scatole, nei punti che, dal punto di vista pratico e razionale, potranno alimentare nuove postazioni operative o quelle esistenti in seguito al loro spostamento.

Per procedere al posizionamento delle dotazioni per postazioni operative sarà assolutamente necessario che la Committente o l'architetto da essa incaricato fornisca un preciso lay-out dei locali su cui intervenire.

## **21 QUADRI MT**

I quadri saranno del tipo prefabbricato in lamiera bordata 15-20/10 verniciata e conformi alla norma CEI 0-16, costituiti da unità normalizzate suddivise, nel loro interno, in celle elementari segregate per mezzo di lamiere o setti metallici.

In particolare lo scomparto DG dovrà comprendere la fornitura di:

Interruttore di manovra-sezionatore rotativo

Relè di protezione

Bobina di apertura M.T.

N. 3 TA Toroidali

N.1 TO Toroidale

N.1 Sezionatore di terra

Targa con sinottico

Sbarra di terra

Cassonetto ausiliari

Ai fini antinfortunistici saranno previsti tutti i blocchi meccanici necessari ad evitare errate manovre che possano essere di pericolo per l'operatore.

Le presenti disposizioni valgono per cabine di utente aventi le seguenti caratteristiche:

- a) tensione massima primaria 15 kV:
- b) installazione all'interno.

Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme [CEI 64-8/1 ÷ 7](#), [CEI EN 50522](#) e [CEI EN 61936-1](#), nonché a quelle in vigore per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, in particolare, al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

### **Caratteristiche elettriche generali**

- a) Tensione primaria in Volt:  
dovrà corrispondere al valore della tensione con cui l'azienda distributrice effettuerà la fornitura dell'energia elettrica.
- b) Tensione secondaria:  
dovranno essere preventivamente indicati dal Committente i valori in Volt prescelti per la tensione secondaria stellata e concatenata.
- c) Potenza totale da trasformare:  
la Stazione Appaltante fornirà tutti gli elementi (ad esempio natura ed utilizzazione dei carichi da alimentare e loro potenza, fattori di contemporaneità, ubicazione dei carichi ecc.) per la determinazione della potenza da trasformare e del relativo fattore di potenza. La Stazione Appaltante indicherà inoltre l'eventuale maggiorazione rispetto alle potenze così risultanti e quindi la potenza effettiva della cabina di trasformazione. In ogni caso la somma delle potenze delle unità trasformatrici non sarà inferiore a 1,2 volte le anzidette potenze risultanti dal calcolo. Ove la potenza risulti superiore a 2000 kVA dovrà valutarsi la convenienza di suddividerla in 2 o più unità trasformatrici.
- d) Parallelo di unità trasformatrici:  
ove debba prevedersi il funzionamento in parallelo delle unità installate in cabina, oltre ad assicurare quanto necessario alle esigenze di tale funzionamento, il frazionamento delle potenze fra le anzidette unità dovrà effettuarsi in modo che il rapporto delle reciproche potenze non sia superiore a 3. Quanto sopra dovrà assicurarsi anche nel caso in cui le unità della cabina di trasformazione debbano collegarsi in parallelo con le altre unità trasformatrici preesistenti.

## **22 TRASFORMATORI**

Per i trasformatori dovranno essere indicate nel progetto le caratteristiche essenziali e dovranno essere conformi alle relative norme CEI.

- *Perdite correnti a vuoto*

Col commutatore di A.T. sulla presa principale i valori delle perdite dovute al carico, delle perdite a vuoto e delle correnti a vuoto sono quelli indicati nella norma

Per le macchine con due tensioni primarie la prescrizione si applica per la tensione nominale 15 kV.

Per i livelli di potenza sonora si prescrive che non potranno in alcun caso superare i 56 dB(A) e dovranno comunque essere commisurati alle esigenze del luogo di installazione.

### **Protezione contro le sovracorrenti**

La protezione contro le sovracorrenti sarà affidata agli interruttori automatici. Si potrà disporre di un interruttore unico di media tensione, anche per più trasformatori, quando per ciascuno di essi è previsto l'interruttore di manovra sezionatore di cui al paragrafo "*Disposizioni e schema di alta tensione*".

### **Protezione contro l'anormale riscaldamento dell'olio**

Per ogni trasformatore di potenza superiore a 500 kVA si installerà un relè a gas (tipo Buchholz) che agirà sulla bobina di minima o sul relè di sgancio dell'interruttore automatico.

### **Protezione contro le sovratensioni transitorie e protezione contro sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti A.T. e B.T. dei trasformatori**

Contro le sovratensioni transitorie si dovrà prevedere l'installazione di appositi scaricatori. Per la protezione contro le sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti A.T. e B.T. si dovrà provvedere alla messa a terra diretta del neutro dell'avvolgimento B.T.

### **Protezione contro i contatti indiretti**

Saranno adeguatamente connesse a terra tutte le masse e segnatamente: le parti metalliche accessibili delle macchine e delle apparecchiature, le intelaiature di supporto degli isolatori e dei sezionatori, i ripari metallici di circuiti elettrici; gli organi di comando a mano delle apparecchiature; le cornici e i telai metallici che circondano fori o dischi di materiale isolante attraversati da conduttori e le flange degli isolatori passanti; l'incastellatura delle sezioni di impianto, i serramenti metallici delle cabine.

L'anello principale di terra della cabina avrà una sezione minima di 50 mm<sup>2</sup> (rame) e, in ogni caso, nessun collegamento a terra delle strutture verrà effettuato con sezioni inferiori a 16 mm<sup>2</sup> (rame).

In caso di impianti alimentati da propria cabina di trasformazione con il neutro del secondario del trasformatore collegato all'unico impianto di terra (sistema TN), per ottenere le condizioni di sicurezza dell'impianto B.T., secondo le norme [CEI 64-8/1 ÷ 7](#), è richiesto ai fini del coordinamento tra l'impianto di terra ed i dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali, che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la condizione:

I (valore in ampere della corrente di intervento in 5s del dispositivo di protezione) minore o uguale a U<sub>0</sub> (tensione nominale verso terra dell'impianto in V) diviso Z<sub>g</sub> (impedenza totale in Ohm del circuito di guasto franco a terra)

$$I \leq U_0 / Z_g$$

Occorre pertanto che le lunghezze e le sezioni dei circuiti siano commisurate alla corrente di intervento delle protezioni entro 5s in modo da soddisfare la condizione suddetta.

### **Protezioni meccaniche dal contatto accidentale con parti in tensione**

Dovranno disporsi reti metalliche, intelaiate e verniciate, fissate alle strutture murarie in modo tale da esserne facile la rimozione e con disposizione tale che durante questa manovra la rete non cada sopra l'apparecchiatura. Tali protezioni saranno superflue nel caso di cabine prefabbricate.

### **Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica**

Per l'alimentazione di alta tensione in linea aerea, se non diversamente prescritto, dovrà provvedersi all'installazione sulla parte esterna della cabina, di uno scaricatore per fase del tipo meglio corrispondente alla funzione. Gli scaricatori dovranno drenare le sovratensioni a terra.

### **Attrezzi ed accessori**

La cabina dovrà avere in dotazione una pedana isolante, guanti e fioretto. Dovranno essere esposti i cartelli ammonitori, lo schema ed il prospetto dei soccorsi d'emergenza.

### **Protezione di Bassa Tensione della cabina**

Questa parte della cabina sarà nettamente separata dalla zona di alta tensione; le linee dei secondari dei trasformatori si porteranno il più brevemente possibile fuori della zona di alta tensione.

E' vietato disporre di circuiti di bassa tensione sulle reti di protezione.

**a) Linee di bassa tensione.**

Saranno in sbarre nude o in cavi isolati, sotto guaina. Nel caso siano in sbarre nude, queste potranno essere installate in vista o in cunicoli ispezionabili. Nel caso siano in cavi isolati sotto guaina, questi potranno essere installati in vista (introdotti o non in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli o in tubazioni incassate. Preferibilmente dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra.

**b) Quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.**

Detto quadro troverà posto nella cabina, fuori dalla zona di alta tensione. Per ogni trasformatore all'uscita in B.T. sarà disposto un interruttore automatico tripolare, amperometro e voltmetro. Nel caso di funzionamento in parallelo di più trasformatori, i relativi interruttori di A.T. e di B.T. di ciascun trasformatore dovranno essere tra loro interbloccati elettricamente, in modo tale che per ciascun trasformatore all'apertura dell'interruttore di A.T. si apra automaticamente anche l'interruttore di B.T., e non sia possibile la chiusura di questo ove quello di A.T. sia aperto.

**c) Illuminazione.**

La cabina sarà completata da un impianto di illuminazione e, per riserva, sarà corredata di impianto di illuminazione sussidiario a batteria di accumulatori, corredato da dispositivo di carica predisposto per l'inserzione automatica o, per cabine inferiori a 150 kVA, almeno di una torcia a pile.

**Disposizioni particolari per la consegna delle cabine di trasformazione**

E' fatto obbligo all'Impresa aggiudicataria di effettuare una regolare consegna della cabina, con schemi e istruzioni scritte per il personale.

## **23 GRUPPI ELETTROGENI**

**A) Determinazione della potenza**

Per le determinazioni della potenza, la Stazione Appaltante preciserà gli utilizzatori per i quali è necessario assicurare la continuità del servizio, in caso di interruzione della corrente esterna, indicando la contemporaneità delle inserzioni privilegiate nel suddetto caso di emergenza. La Stazione Appaltante indicherà inoltre le modalità di avviamento del gruppo, se manuale o automatico, precisando in tal caso i tempi massimi di intervento. Preciserà altresì le condizioni di inserzione degli utilizzatori. Sarà inoltre compito dell'Impresa aggiudicataria, nella determinazione della potenza, di tener conto del fattore di potenza conseguente alle previste condizioni di funzionamento del gruppo elettrogeno.

**B) Gruppi elettrogeni per utilizzazioni particolari**

Qualora per le caratteristiche di funzionamento di taluni utilizzatori (ascensori ecc.) si verificassero notevoli variazioni di carico, l'Impresa aggiudicataria installerà un secondo gruppo elettrogeno, nel caso altri utilizzatori (apparecchiature per sale operatorie, telescriventi ecc.) subissero sensibili irregolarità di funzionamento a seguito di notevoli variazioni di tensione, provocate dalle anzidette variazioni di carico.

**C) Ubicazione del gruppo**

La Stazione Appaltante indicherà l'ubicazione del gruppo elettrogeno, tenendo presenti i requisiti essenziali che il locale a ciò destinato dovrà soddisfare:

- possibilità di accesso del pezzo di maggior ingombro e peso;
- resistenza alle sollecitazioni statiche e dinamiche del complesso;
- isolamento meccanico ed acustico per evitare la trasmissione delle vibrazioni e dei rumori;
- dimensioni sufficienti ad assicurare le manovre di funzionamento;
- possibilità di adeguata aerazione;
- camino per l'evacuazione dei gas di scarico;
- possibilità di costruire depositi di combustibile per il facile rifornimento del gruppo;
- possibilità di disporre in prossimità del gruppo di tubazioni d'acqua di adduzione e di scarico.

L'Impresa aggiudicataria dovrà però fornire tempestive concrete indicazioni, sia quantitative che qualitative, affinché il locale prescelto dalla Stazione Appaltante risulti effettivamente idoneo, in conformità ai requisiti genericamente sopra prospettati.

#### **D) Motore primo**

In mancanza di indicazioni specifiche da parte della Stazione Appaltante, potranno di norma essere usati motori a ciclo Diesel, la cui velocità per potenze fino a 150 kVA non dovrà superare i 1.500 giri al minuto primo. Al di sopra di questa potenza, si adatteranno motori di velocità non superiore ai 750 giri al minuto primo.

Del motore sarà presentato il certificato di origine.

Saranno inoltre specificati i consumi garantiti dalla casa costruttrice di combustibile per cavallo-ora ai vari regimi.

#### **E) Generatore**

Anche del generatore dovrà essere fornito il certificato d'origine.

Le caratteristiche dell'energia elettrica erogata dal generatore potranno venir indicate dalla Stazione Appaltante.

In mancanza o nell'impossibilità da parte della Stazione Appaltante di fornire tali indicazioni, le caratteristiche dell'energia elettrica erogata dal generatore verranno stabilite dall'Impresa aggiudicataria, in modo che siano corrispondenti all'impiego, indicato dalla Stazione Appaltante, cui detta energia elettrica verrà destinata.

L'eccitatrice eventuale dovrà essere singola per ogni generatore, e coassiale con esso. Il generatore sarà corredato da un quadro di manovra e comando con ivi montati:

- strumenti indicatori;
- interruttore automatico;
- separatori-valvola;
- regolatore automatico di tensione;
- misuratore per la misura totale dell'energia prodotta, con relativo certificato di taratura;
- misuratore per energia utilizzata per illuminazione;
- interruttore sulla rete dell'utenza forza;
- interruttore sulla rete dell'utenza luce.

#### **F) Accessori**

Il gruppo sarà dato funzionante, completo dei collegamenti elettrici fra l'alternatore ed il quadro di controllo e manovra, con energia pronta agli interruttori, sia dell'utenza luce, sia dell'utenza forza. Esso sarà inoltre corredato di:

- serbatoio atto a contenere il combustibile per il funzionamento continuo a pieno carico di almeno 12 ore;
- tubazione per adduzione del combustibile dal serbatoio giornaliero;
- tubazioni per adduzione d'acqua al gruppo e tubazioni di raccordo allo scarico;
- raccordo al camino del condotto dei gas di scarico.

#### **G) Pezzi di ricambio ed attrezzi**

Nelle forniture comprese nell'appalto dovranno essere inclusi i seguenti pezzi di ricambio:

- una serie di fasce elastiche;
- un ugello per l'iniettore;
- una valvola di scarico ed una di ammissione per il motore primo;
- una serie di fusibili per il quadro elettrico.

Sarà inoltre fornita una serie completa di attrezzi necessari alla manutenzione, allo smontaggio e rimontaggio dei vari pezzi del gruppo.

#### **H) Assistenza per il collaudo**

Per il collaudo l'Impresa aggiudicataria metterà a disposizione operai specializzati ed il combustibile necessario per il funzionamento, a pieno carico e per 12 ore, del gruppo. Curerà inoltre che i lubrificanti siano a livello.

## **24 GRUPPI DI CONTINUITÀ (UPS)**

Le scelte, gli sviluppi ingegneristici, la scelta del materiale e dei componenti, la realizzazione delle apparecchiature dovranno essere in accordo con Direttive Europee e Norme vigenti in materia.

Il Fornitore dovrà dimostrare che si avvale di un sistema di gestione della qualità conforme alla norma EN ISO 9001:2008 per la progettazione, la produzione, la vendita, l'installazione, la manutenzione e l'assistenza dei sistemi statici di continuità.

Il Sistema Statico di Continuità dovrà possedere la marcatura CE in accordo con le Direttive sulla Sicurezza 2014/35/UE e sulla Compatibilità Elettromagnetica 2014/30/UE.

Il Sistema Statico di Continuità sarà progettato e realizzato in conformità delle seguenti norme:

EN 62040-1 "Prescrizioni generali e di sicurezza"

EN 62040-2 "Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)"

EN 62040-3 "Metodi di specifica delle prestazioni e metodi di prova"

Classificazione ai sensi della EN 62040-3: VFI-SS-111

#### **Composizione della fornitura**

Ogni Sistema Statico di Continuità (UPS) sarà composto dalle unità funzionali di seguito elencate:

- Sezionamenti ingressi/uscita
- Raddrizzatore a IGBT
- Carica batteria a IGBT
- Inverter a IGBT
- Commutatore statico e rete di riserva
- Batteria con appositi armadi
- Interruttore di by-pass manuale.

## Sezionamenti ingressi / uscita

L'UPS sarà dotato di due ingressi separati: uno per il ponte raddrizzatore ed uno per la linea di riserva; ciascuno di questi due ingressi sarà dotato di apposito sezionatore sotto carico con contatto ausiliario di segnalazione.

Inoltre l'apparecchiatura sarà dotata di un sezionatore per l'uscita.

## Raddrizzatore a IGBT

Lo stadio di ingresso dell'UPS sarà costituito dal raddrizzatore, realizzato completamente a IGBT, ed il suo controllo sarà di tipo vettoriale digitale basato su DSP (Digital Signal Processor).

La distorsione armonica totale in corrente (THDI) reiettata verso la rete a monte sarà minore del 3% con potenza del carico e condizioni d'ingresso nominali e sarà comunque inferiore al 5% in tutte le altre possibili condizioni di potenza del carico e d'ingresso.

Il raddrizzatore dovrà anche essere dotato di Controllo del Fattore di Potenza in Ingresso PFC (Power Factor Control) grazie al quale l'apparecchiatura effettuerà una massimizzazione dinamica in tempo reale del fattore di potenza in ingresso; in questa condizione di funzionamento il valore del fattore di potenza con potenza del carico e condizioni d'ingresso nominali dovrà essere maggiore di 0,99.

Per proteggere i componenti interni al sistema, ciascuna fase di ingresso del raddrizzatore sarà singolarmente protetta con un fusibile ad azione rapida.

Il raddrizzatore dovrà essere in grado di alimentare l'inverter con una tensione continua alla potenza nominale, garantendone inoltre l'alimentazione per un ampio campo di variazione della tensione in ingresso in funzione del carico applicato. Per tale operazione non sarà necessario scaricare le batterie.

Il raddrizzatore dovrà prevedere un avvio di tipo "soft start", con tempo programmabile da 1 a 90 secondi (intervallo di tempo durante il quale l'assorbimento della corrente passa da zero al valore a regime), in modo da avere un assorbimento graduale della corrente fornita dalla rete. Inoltre, dovrà essere possibile anche programmare un ritardo di avvio del raddrizzatore di tipo "hold off", con un intervallo di tempo compreso tra 1 e 180 secondi.

## Carica batteria a IGBT

Tale convertitore DC/DC a IGBT bidirezionale avrà le seguenti funzioni:

- Ricaricare le batterie alimentandole dal bus DC se la rete rientra nelle tolleranze ammesse;
- Fornire alimentazione DC adeguata dalle batterie all'inverter in caso di indisponibilità della rete primaria.

Il carica batteria dovrà essere in grado di funzionare con i seguenti tipi di accumulatori:

- Al piombo con elemento regolato a valvole (VRLA)
- Al piombo con elemento aperto
- Al Ni Cd

Il ripple residuo di tensione in uscita dal carica batterie in condizioni di carica tampone dovrà essere filtrato e non dovrà avere un valore superiore all'1% RMS. Quello in corrente, invece, misurato secondo VDE0510, non dovrà avere un valore superiore a  $0,05 C_{10}$ .

Il circuito di carica batteria dovrà essere in grado di compensare la tensione di carica tampone in funzione della temperatura ambiente (fattore di correzione:  $-0,11\%$  per  $^{\circ}\text{C}$ ) e dovrà disattivarsi automaticamente nel caso in cui la tensione continua superi il valore massimo associato al suo stato di funzionamento.

L'efficienza della batteria dovrà essere verificata periodicamente con cadenza settimanale o su richiesta manuale dell'utente, attraverso un test automatico che prevederà la scarica parziale delle stesse, senza andare a comprometterne in alcun modo la vita attesa. Tale test, per motivi di sicurezza non dovrà essere disponibile prima di 24 ore dall'ultima scarica delle batterie.

### **Inverter**

L'inverter sarà dotato di un circuito di commutazione a IGBT (tipo di modulazione a larghezza di impulso PWM) con la funzione di convertire la tensione continua del raddrizzatore o della batteria in tensione alternata e di un filtro di uscita dimensionato per creare l'involuppo della tensione di uscita. Il controllo dell'inverter sarà di tipo digitale vettoriale realizzato tramite DSP.

La tensione trifase in uscita dall'inverter sarà controllata singolarmente su ogni fase.

### **Commutatore statico**

Il commutatore statico, realizzato a SCR, in grado di sopportare sovraccarichi e cortocircuiti a valle dell'UPS, sarà dotato di un ingresso di potenza di riserva separato. Sarà previsto inoltre un circuito per la rilevazione di un eventuale ritorno di energia (backfeed) come specificato nella Norma EN 62040-1.

La logica di comando sarà gestita da algoritmi digitali a controllo vettoriale analoghi a quelli utilizzati per il controllo del raddrizzatore e dell'inverter.

Tale logica dovrà essere in grado di gestire automaticamente il trasferimento del carico alla rete di riserva al verificarsi di condizioni di sovraccarico, sovratemperatura, tensione continua fuori delle tolleranze ed anomalia su inverter ed il ritrasferimento automatico del carico all'inverter al ripristino delle condizioni normali.

### **Batterie**

La batteria sarà prevista con accumulatori di tipo al piombo con elemento regolato a valvole (VRLA).

La batteria di accumulatori sarà alloggiata in uno o più appositi armadi analoghi a quello dell'UPS, e dovrà essere protetta tramite fusibili posti su ciascun polo e tramite opportuno organo di sezionamento.

La batteria di accumulatori dovrà avere una vita attesa di 10 anni e dovrà garantire l'erogazione della potenza nominale dell'UPS, in caso di mancanza totale della rete di alimentazione principale e di soccorso, per un'autonomia minima di 10 minuti primi a pieno carico.

### **Interruttore di bypass manuale**

L'UPS dovrà essere dotato di un sistema di interruttori di bypass manuale che trasferiscano, senza interruzione, il carico sulla rete di riserva, consentendo quindi lo

spegnimento e l'isolamento dell'UPS per eventuali operazioni di manutenzione, mantenendo l'alimentazione al carico.

### **Caratteristiche di funzionamento**

Scopo della seguente sezione è la definizione delle diverse condizioni operative del Sistema Statico di Continuità.

Il Sistema Statico di Continuità, tramite il sopra citato controllo digitale vettoriale (realizzato tramite DSP), potrà operare sia in funzionamento a doppia conversione (VFI Voltage Frequency Independent), sia in funzionamento ECO intelligente (VFD Voltage Frequency Dependent) per massimizzare l'efficienza.

Il modo di funzionamento potrà essere selezionabile.

L'inverter a IGBT dovrà essere costantemente sincronizzato con la rete di riserva, al fine di permettere il trasferimento del carico da inverter (linea condizionata) a rete di riserva (linea diretta) e viceversa senza alcuna interruzione dell'alimentazione al carico. In ogni modo di funzionamento, il carica batteria dovrà erogare l'energia necessaria per mantenere al massimo livello di carica la batteria di accumulatori.

### **Funzionamento a doppia conversione (VFI)**

In questa modalità operativa, in condizioni normali di servizio, l'alimentazione alle utenze sarà sempre fornita dall'inverter, garantendo la massima protezione al carico.

In assenza della rete primaria o fuori dalle tolleranze ammesse, l'alimentazione alle utenze sarà assicurata dalla batteria di accumulatori attraverso l'inverter. Durante questa fase la batteria di accumulatori si troverà in condizioni di scarica. L'utente sarà avvertito dello stato di funzionamento da segnalazioni sia visive che acustiche. Un algoritmo diagnostico calcolerà l'autonomia disponibile residua.

Quando la rete primaria rientra nei limiti ammessi, il Sistema Statico di Continuità ritornerà automaticamente a funzionare nella normale modalità a doppia conversione.

In caso di arresto dell'inverter (volontario o per intervento di una protezione) o al verificarsi di un sovraccarico temporaneo a valle dell'UPS, l'utenza sarà automaticamente trasferita, senza soluzione di continuità, sulla rete di riserva.

Nel caso di sovraccarico con rete non idonea, il Sistema Statico di Continuità non trasferirà il carico, continuando ad alimentarlo tramite l'inverter, per una durata dipendente dall'entità del sovraccarico stesso e dalle caratteristiche dell'UPS.

Opportune segnalazioni informeranno l'utente di questi stati anomali di funzionamento.

### **Diagramma simmetrico del fattore di potenza in uscita UPS**

L'UPS sarà dotato di un diagramma del fattore di potenza perfettamente simmetrico rispetto allo zero, in grado quindi di garantire la prestazione nominale sia alimentando carichi con fattore di potenza di tipo induttivo, che di tipo capacitivo. L'UPS sarà in grado di alimentare un carico con fattore di potenza unitario senza declassamento.

Si precisa inoltre che la massima potenza attiva erogabile dall'UPS dovrà essere pari al valore nominale di potenza apparente.

### **Modalità ECO intelligente (VFD)**

In questa modalità operativa, il carico sarà sempre alimentato dalla linea diretta, attraverso il commutatore statico dell'UPS. La qualità della linea diretta verrà monitorata costantemente utilizzando algoritmi attivati in tempo reale dal sistema di controllo DSP.

Nel caso di tensione fuori dalle tolleranze consentite, l'UPS attiverà istantaneamente la modalità a doppia conversione (VFI). Quando la qualità e l'affidabilità della linea diretta rientreranno nei limiti consentiti, l'UPS inizierà automaticamente ad alimentare il carico tramite la linea diretta (VFD) in modalità ECO intelligente, offrendo in tal modo il massimo risparmio energetico.

### **Controllo e diagnostica**

Il controllo dei moduli elettronici di alimentazione dovrà essere ottimizzato al fine di garantire

- Alimentazione trifase controllata ottimale al carico
- Ricarica della batteria controllata
- Minima reiezione armonica verso la rete di alimentazione principale a monte

Il gruppo statico di continuità dovrà essere dotato di controllo digitale vettoriale con controllo algoritmico basato su DSP (Digital Signal Processor).

Gli algoritmi utilizzati saranno parte integrante del firmware di macchina e saranno protetti da brevetto depositato dal Costruttore.

Tali algoritmi aritmetici dovranno essere realizzati al fine di assicurare un'elaborazione rapida e flessibile dei dati rilevati, consentendo, in tal modo, di generare rapidamente variabili controllate. Inoltre dovrà essere possibile ottenere il controllo in tempo reale dei dispositivi elettronici dell'inverter al fine di ottenere:

- Una prestazione dell'inverter in cortocircuito avente le seguenti caratteristiche: 220% In per 200 ms;
- Avere un sincronismo preciso tra l'inverter e la rete di riserva, anche nel caso la tensione della rete elettrica primaria sia distorta.

### **Comandi, misure, segnalazioni e allarmi**

Il Sistema Statico di Continuità sarà gestito da microprocessore e dovrà visualizzare tramite display touch-screen: misure, allarmi e modalità di funzionamento conformemente a quanto di seguito descritto.

Tale display touch-screen dovrà inoltre, in maniera grafica, visualizzare contemporaneamente lo stato di ogni singolo blocco funzionale interno, il flusso della potenza e le misure degli ingressi e dell'uscita al carico su ogni fase in tempo reale.

L'accesso a tutte le informazioni disponibili dovrà essere possibile direttamente sul display touch-screen tramite opportuni pulsanti di navigazione.

### **Comandi**

Il display touch-screen sarà dotato dei seguenti comandi:

- Avviamento inverter
- Arresto inverter
- Reset allarme
- Tacitazione allarme acustico.

### **Misure**

Il display touch-screen dovrà fornire le misure (tensione, corrente e frequenza) per ogni singolo blocco funzionale.

## Segnalazioni e allarmi

Il display touch-screen dovrà fornire le segnalazioni e gli allarmi relativi ad ogni singolo blocco funzionale.

L'UPS inoltre dovrà:

Visualizzare alla mancanza rete, tramite il display touch-screen, il tempo di autonomia residua che sarà in funzione del carico e dello stato della batteria (curva di scarica, deterioramento, temperatura di esercizio ecc.);

Avrà porte di connessione seriali e LAN per comunicazioni compatibili con unità periferiche speciali e connessioni remote

avere 2 slot per la gestione di periferiche dedicate e per la connettività remota;

Avere la possibilità di gestire software grafico remoto di segnalazione e misura

Potere gestire 10 segnali di controllo optoisolati (6 segnali in uscita / 4 segnali in ingresso) azionabili con contatti liberi da tensione, le cui funzioni potranno essere programmate direttamente da display o attraverso opportuno software di monitoraggio

Avere la possibilità di interfacciarsi con un sistema di supervisione in rete attraverso il protocollo SNMP tramite scheda di comunicazione slot-in

Avere la possibilità di interfacciarsi con un sistema di supervisione attraverso il protocollo ModBus tramite scheda di comunicazione slot-in

Avere la possibilità di interfacciarsi con un sistema di supervisione attraverso il protocollo BACnet tramite scheda di comunicazione slot-in

Avere la possibilità di essere monitorato a distanza come indicato al Capitolo 7.0 "Diagnostica Remota".

Dovrà essere previsto inoltre un ingresso libero da tensione, per potere inibire il commutatore statico e tutti i convertitori di potenza (E.P.O.), da utilizzarsi per realizzare uno sgancio di emergenza dell'UPS, a seguito del quale non dovrà più essere presente tensione sull'uscita dell'UPS stesso.

## Monitoraggio e gestione in sito

Questa sezione definisce i requisiti di sistema per il monitoraggio locale, la visualizzazione e la gestione dei dati da parte del cliente. Il DCIM (Data Center Infrastructure Management) è un sistema che consente all'utente di realizzare un modello dell'infrastruttura all'interno del proprio data center e di analizzare le interdipendenze che intercorrono tra qualsiasi dispositivo all'interno dell'infrastruttura stessa. Tramite questo modello l'utente potrà verificare il funzionamento dei dispositivi e dei sistemi, apportare modifiche per migliorare l'efficienza, ottimizzare l'uso dell'energia, del condizionamento, dello spazio e della capacità lavorativa e ottenere con facilità un resoconto riguardante le prestazioni dei data center.

## Modellazione e visualizzazione del sistema di alimentazione

Il sistema sarà in grado di registrare i dettagli del posizionamento e del collegamento di tutti i dispositivi di potenza facenti parte dell'impianto, compresi i collegamenti tra dispositivi generici e tra porte specifiche dei dispositivi stessi.

Il sistema sarà in grado di visualizzare ogni connessione e le proprietà ad essa associate ad es. colore, tipo di cavo o riferimenti sulla posa.

Il sistema sarà in grado di visualizzare il posizionamento di tutti i dispositivi di potenza in ogni piano con la rappresentazione dei locali tecnici, delle sale batterie, delle sale IT e di qualsiasi altro spazio che esista in loco.

Il sistema sarà in grado di generare automaticamente uno schema di potenza tramite le connessioni registrate, che mostri tutti i collegamenti, le apparecchiature nella catena di alimentazione e lo stato di ciascuna connessione cioè: alimentato, funzionante, non funzionante. Questo schema verrà automaticamente aggiornato ogni volta che un utente aggiungerà una nuova apparecchiatura o connessione, senza la necessità di terze parti.

Il sistema sarà in grado di sovrapporre le misure e le eventuali condizioni di allarme direttamente sullo schema aggiornando regolarmente i dati mostrati.

### **Controllo apparecchiature del sistema di alimentazione**

Il sistema sarà in grado di monitorare le prestazioni di tutti gli elementi del sistema di alimentazione utilizzando una serie di protocolli, tra cui ModBus, BACnet, SNMP, OPC UA. Sarà possibile monitorare qualsiasi numero di informazioni fornite da ogni dispositivo, con le più diverse apparecchiature di qualsiasi fornitore.

Il sistema consentirà ad un utilizzatore esperto di aggiungere ulteriori dispositivi ed abilitare il loro monitoraggio utilizzando una semplice interfaccia utente drag and drop, senza la necessità di terze parti.

Il sistema permetterà all'utente di monitorare di qualsiasi dato in uno specifico periodo temporale.

Il sistema raccoglierà i dati da ogni dispositivo tramite hardware dedicato, in grado di collegare le reti ad alto livello di sicurezza utilizzate dagli utenti a quelle di livello di sicurezza inferiore, normalmente utilizzate per il collegamento di apparati degli impianti.

### **Visualizzazione dei dati monitorati**

Il sistema consentirà ad un utente esperto di visualizzare i dati che vengono raccolti da ogni dispositivo e di selezionarne alcuni per includerli in una home page o per visualizzarli in modalità preferenziale per ogni tipo di apparecchiatura.

Il sistema consentirà all'utente di visualizzare i dati e le misure attraverso grafici, mostrando tali grandezze insieme a qualsiasi altro dato registrato da uno qualsiasi dei

### **Diagnostica remota**

Scopo della presente sezione è definire i requisiti del sistema di Monitoraggio e Controllo remoto da parte di un Centro di Assistenza autorizzato.

### **Monitoraggio e controllo da centro di assistenza**

La fornitura dovrà essere comprensiva di un sistema di monitoraggio remoto che utilizzerà una linea telefonica analogica, una rete TCP/IP o un collegamento di tipo GSM per garantire la massima affidabilità dell'UPS.

L'attività di monitoraggio sarà svolta 24 ore su 24 e 365 giorni all'anno, che permetterà di stabilire un collegamento con il centro di assistenza remoto autorizzato. Gli UPS si collegheranno con il centro di assistenza remoto in modo automatico e ad intervalli prestabiliti per fornire informazioni dettagliate che verranno analizzate per riuscire a prevedere eventuali anomalie.

La trasmissione dei dati dell'UPS al centro di assistenza remoto avrà luogo come da seguenti intervalli:

ROUTINE: intervallo programmabile compreso tra 5 minuti e 2 giorni

EMERGENZA: al verificarsi di un'anomalia o al superamento dei limiti previsti per i parametri

MANUALE: in seguito ad una richiesta del centro di controllo

Durante la chiamata il centro di controllo:

Identificherà l'UPS collegato

Richiederà i dati conservati nella memoria dell'UPS a partire dall'ultimo collegamento

Richiederà all'UPS informazioni in tempo reale (selezionabili)

Il centro di assistenza provvederà quindi ad analizzare i dati storici e a redigere regolarmente un report dettagliato su condizioni operative ed eventuali stati critici dell'UPS.

Il centro di controllo dovrà potere offrire la possibilità di attivare un sistema opzionale di notifica di SMS, grazie al quale sarà possibile ricevere un SMS al verificarsi di uno dei seguenti eventi:

Mancanza di rete

Ripristino di rete

- Mancanza linea di riserva.
- Carico alimentato dalla linea di riserva

Il Fornitore dovrà dimostrare di svolgere attività di monitoraggio remoto e teleassistenza su un parco macchine non inferiore a 2.000 unità sul territorio nazionale, dichiarandosi disponibile a fornire, su richiesta della Committente, elenco di Clienti referenti sul territorio nazionale.

#### Caratteristiche tecniche del sistema statico di continuità

Parametro	Unità di misura	Dati del capitolato
Tensione nominale	(V)	400 V trifase + N
Tolleranza sulla tensione di ingresso al 100% del carico nominale <sup>(1)</sup> @ 70% del carico nominale)	(V)	200 <sup>(1)</sup> ÷ 460
Frequenza nominale (60 Hz selezionabile)	(Hz)	50
Tolleranza sulla frequenza	(%)	± 10
Fattore di potenza ingresso @ 100% del carico applicato		> 0,99
Fattore di potenza ingresso @ 50% del carico applicato		> 0,99
Distorsione armonica totale di corrente (THDi) @ 100% del carico applicato	(%)	< 3
Distorsione armonica totale di corrente (THDi) @ 50% del carico applicato	(%)	< 5
Tensione nominale (380/415 selezionabile)	(V)	400 trifase + N
Frequenza nominale (60 Hz selezionabile)	(Hz)	50

Parametro	Unità di misura	Dati del capitolato
Potenza apparente nominale @ 40°C	(kVA)	200
Potenza attiva nominale @ 40°C	(kW)	180
Potenza attiva massima @ 35°C	(kW)	200
Stabilità in regime statico della tensione di uscita con ingresso nei limiti ammessi e variazione del carico da 0 al 100%	(%)	± 1
Stabilità in regime dinamico con variazione istantanea del carico da 0 al 100%	(%)	Conforme a EN 62040-3, Classe 1 (VFI SS 111)
Fattore di cresta del carico senza declassamento		3:1
Distorsione della tensione di uscita con il 100% di carico lineare	(%)	< 1,5
Distorsione della tensione di uscita con il 100% di carico non lineare come specificato nella Norma EN 62040-3	(%)	< 5
Stabilità della frequenza di uscita con sincronismo da rete (± 2 ÷ ± 5 selezionabile)	(%)	± 2
Stabilità della frequenza di uscita con oscillatore interno	(%)	± 0,1
Velocità di variazione della frequenza	(Hz/s)	< 1
Corrente di cortocircuito: . 220% I <sub>n</sub>	(ms)	200
Tensione nominale (380 – 415 selezionabile)	(V)	400 trifase + N
Tolleranza sulla tensione (± 5 ÷ ± 15 selezionabile)	(%)	±10
Frequenza nominale (60 Hz selezionabile)	(Hz)	50
Tolleranza sulla frequenza (± 1 ÷ ± 4 selezionabile)	(%)	± 1
<b>1.1</b> Sovraccarico ammesso:		
<b>1.2</b> . per 10 minuti		
<b>1.3</b> . per 1 minuto	(	<b>1</b>
<b>1.4</b> . per 600 millisecondi	%	<b>2</b>
<b>1.5</b> . per 100 millisecondi	)	<b>5</b>
	(	<b>1</b>
	%	<b>5</b>
	)	<b>0</b>

Parametro	Unità di misura	Dati del capitolato
	(%)	700
	(%)	1000
Livello di rumore misurato @ 1 metro ed al 100% del carico secondo ISO 3746: . @ pieno carico <b>1.6</b> . @ carico parziale	(dBA) (dBA)	< 68 < 65
Rendimento AC/AC in funzionamento a doppia conversione, VFI, senza ricarica della batteria, a carico resistivo, a condizioni di ingresso nominali: <b>1.7</b> . 25% del carico <b>1.8</b> . 50% del carico <b>1.9</b> . 75% del carico . 100% del carico	(%) (%) (%) (%)	96,4 96,8 96,7 96,3
Rendimento AC/AC in funzionamento ECO intelligente, VFD senza ricarica della batteria, a carico resistivo, a condizioni di ingresso nominali: <b>1.10</b> . 100% del carico	(%)	98,7
Grado di protezione		IP 20
Colore armadi		RAL 7021
Dimensioni (L x P x H)	(mm)	750 x 900 x 1950
Peso	(kg)	510

Le caratteristiche costruttive e funzionali degli UPS dovranno essere in linea con lo stato dell'arte nel settore.

L'UPS sarà garantito per un anno e per tale periodo il Fornitore si impegnerà ad assicurarne l'assistenza tecnica. La fornitura di parti di ricambio sarà garantita per un periodo di 10 anni.

L'offerta dovrà riportare anche la proposta di un contratto di manutenzione che dovrà prevedere un tempo di intervento massimo garantito di 4 ore e la reperibilità 24/24 ore, con la disponibilità da parte del manutentore ad accettare anche penali nel caso di non rispetto di tali vincoli contrattuali.

La manutenzione dovrà essere effettuata direttamente dalla ditta fornitrice del Sistema Statico di Continuità. Tale offerta dovrà anche indicare l'ubicazione dei Centri di Assistenza, competenti per territorio e non, con il numero dei tecnici disponibili per ogni centro.

### **Estensione della fornitura**

Scopo della seguente sezione è la definizione di servizi, attività e mezzi necessari al completamento della fornitura del Sistema Statico di Continuità.

### **Documentazione**

Tutti i documenti tecnici emessi dal Fornitore, in particolare il manuale operativo per l'installazione, manutenzione e ricerca guasti, dovranno essere in lingua italiana.

### **Parti di ricambio**

Il Fornitore dovrà presentare a richiesta una lista di parti di ricambio raccomandate.

### **Messa in servizio**

La messa in servizio sarà a carico del Fornitore che si renderà garante e responsabile dei lavori da eseguirsi e del personale che interverrà.

I Tecnici dovranno essere addestrati ad operare come previsto dalle vigenti norme in materia di sicurezza del lavoro.

### **Servizio di pronto intervento**

Il Fornitore dovrà indicare il proprio centro di assistenza più vicino all'indirizzo di installazione dell'impianto oggetto della fornitura.

Il centro di assistenza tecnica dovrà essere in grado di garantire servizi di manutenzione e di pronto intervento nei tempi e nei modi richiesti dal Committente.

## **25 IMPIANTO DI RIVELAZIONE FUMI**

I rivelatori dovranno essere installati in conformità alla norma UNI 9795 (a cui le seguenti indicazioni fanno riferimento).

Per l'impianto di rivelazione incendio potranno essere impiegati i seguenti tipi di rivelatori:

- rivelatori ottici di fumo;
- rivelatori termovelocimetrici;
- rivelatori ottici di fumo da canale;
- rivelatori ottici lineari;

I rivelatori ottici di fumo saranno impiegati in tutti i casi in cui l'incendio è a sviluppo lento, caratterizzato quindi da fumo visibile e/o chiaro nella fase iniziale, bassa convezione e modesto irraggiamento di calore.

I rivelatori di tipo termovelocimetrico saranno impiegati in tutti i casi in cui l'incendio è a sviluppo rapido, caratterizzato già nella fase iniziale da generazione di calore trasmesso sia per convezione che per irraggiamento.

I rivelatori ottici lineari saranno impiegati in tutti i casi in cui gli spazi da sorvegliare siano di dimensioni elevate (atrii, capannoni, saloni, padiglioni, ecc), ovvero siano richiesti degli impianti con discreta interferenza installativa (aree museali, locali vincolati a beni ambientali) ovvero sia richiesta una veloce manutenzione degli apparati e, in ogni caso, non siano presenti ostacoli tra gli apparati di trasmissione e ricezione costituenti il sistema di rivelazione.

I rivelatori devono essere sempre installati e fissati direttamente sotto il soffitto (o copertura) del locale sorvegliato.

### **Distribuzione**

Tutti i cavi di collegamento dovranno essere del tipo resistente al fuoco ed a bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi a Norme CEI 20-105 v2 Classe di reazione al fuoco: CPR Cca s1b, d1, a1 (classe minima obbligatoria di performance al fuoco) del tipo FG29OM16 PH 120 Rosso

### **Area di sorveglianza dei rivelatori ottici**

#### **Corridoi e spazi di passaggio e disimpegno**

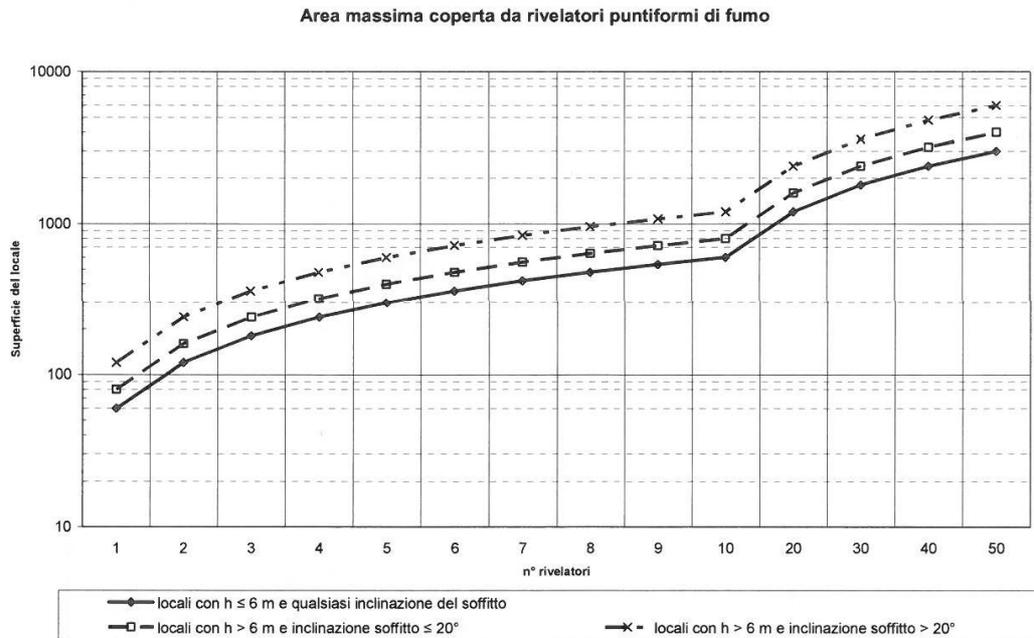
I rivelatori ottici posizionati in tutti gli spazi di passaggio, comunicazione e disimpegno tra locali, aventi una larghezza  $\leq$  a 3 m e altezza  $\leq$  a 6 m dovranno essere installati con una interdistanza non superiore a 15 m.

Qualora in tali spazi sia presente un controsoffitto avente altezza maggiore di 0,8 m e cubatura a vuoto maggiore di 60 mq all'interno del quale siano previsti dei rivelatori, questi dovranno essere installati con una interdistanza non superiore a 30 m e nell'interasse dello spazio controllato se non diversamente specificato in sede di DL.

#### **Locali con condizioni di aerazione e di ventilazione entro i normali valori di benessere**

Nei locali aventi superficie a pavimento  $\leq 80\text{mq}$  dovrà essere previsto almeno un rivelatore, qualsiasi sia l'altezza del locale (ad esclusione di cavedi e vani corsa ascensori) e l'inclinazione del soffitto.

Nei locali aventi superficie a pavimento maggiori di  $80\text{mq}$  il numero minimo di rivelatori ottici previsti dovrà corrispondere a quanto indicato nel seguente grafico.



La distanza orizzontale massima di un rivelatore ottico rispetto alle pareti o qualsiasi punto del soffitto o copertura è indicata nella tabella seguente (prospetto 5 norma UNI 9795).

Superficie S in pianta del locale sorvegliato m <sup>2</sup>	Altezza h del locale sorvegliato m	Distanza massima in orizzontale del rivelatore dalle pareti o dall'area sorvegliata da un altro rivelatore m		
		Inclinazione $\alpha$ del soffitto (o copertura) rispetto all'orizzontale		
		$\alpha \leq 20^\circ$	$20^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	$\alpha > 45^\circ$
$S \leq 80$	$h \leq 12$	6,5	7	8
$S > 80$	$h \leq 6$	6	7	9
	$6 < h \leq 12^\circ$	7	8	10

L'altezza di installazione del rivelatore ottico rispetto al pavimento dovrà essere  $\leq 12$  m; per locali con altezze superiori adibiti a magazzino con scaffalature, dovranno essere installati dei rivelatori ad altezze intermedie.

### Installazione nel contropavimento

Qualora sia prevista l'installazione di rivelatori nel contropavimento questi dovranno essere montati su staffa di forma a C o S, fissata a pavimento e regolabile in altezza; il lato superiore della staffa su cui verrà fissato il rivelatore dovrà essere ribaltabile per consentire un'agevole verifica, manutenzione e pulizia del rivelatore stesso. È vietata l'installazione del rivelatore direttamente sotto il pannello del contropavimento; ove possibile dovranno essere applicati degli indicatori adesivi sui pannelli del contropavimento per segnalare la sottostante posizione del rivelatore.

### Installazione in locali dotati di impianto di condizionamento e di ventilazione.

Nei locali in cui siano presenti impianti di condizionamento e di ventilazione i rivelatori ottici dovranno essere posizionati nel modo indicato rispetto alle seguenti condizioni:

- flusso di mandata mediante soffitto forato distanza  $\geq 1\text{m}$  dai fori di mandata;
- flusso di mandata mediante bocchette distanza  $\geq 1,5\text{m}$  dalla bocchetta;
- flusso di ripresa mediante bocchette a parete (vicino al soffitto) rivelatori in corrispondenza ad ogni bocchetta;
- flusso di ripresa mediante bocchette a soffitto distanza  $\geq 1,5\text{m}$  dalla bocchetta.

Nei locali con condizioni di aerazione e di ventilazione tali da richiedere un numero di ricambi aria  $\geq 8$  volumi aria/ora, il numero di rivelatori ottici previsti nel precedente paragrafo dovrà essere opportunamente moltiplicato di un coefficiente relativo all'altezza media di installazione dei rivelatori ottici e al numero di ricambi / ora all'interno del locale.

Il coefficiente di maggiorazione dovrà essere desunto dalla seguente tabella.

		altezza media rivelatori														
		2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	4	4,1	4,4	4,5	5
ricambi aria / ora	8	■														
	9	■														
	10	■														
	11	■														
	12	■														
	13	■														
	14	■														
	15	■														

■ coefficiente di maggiorazione 3  
 □ coefficiente di maggiorazione 2

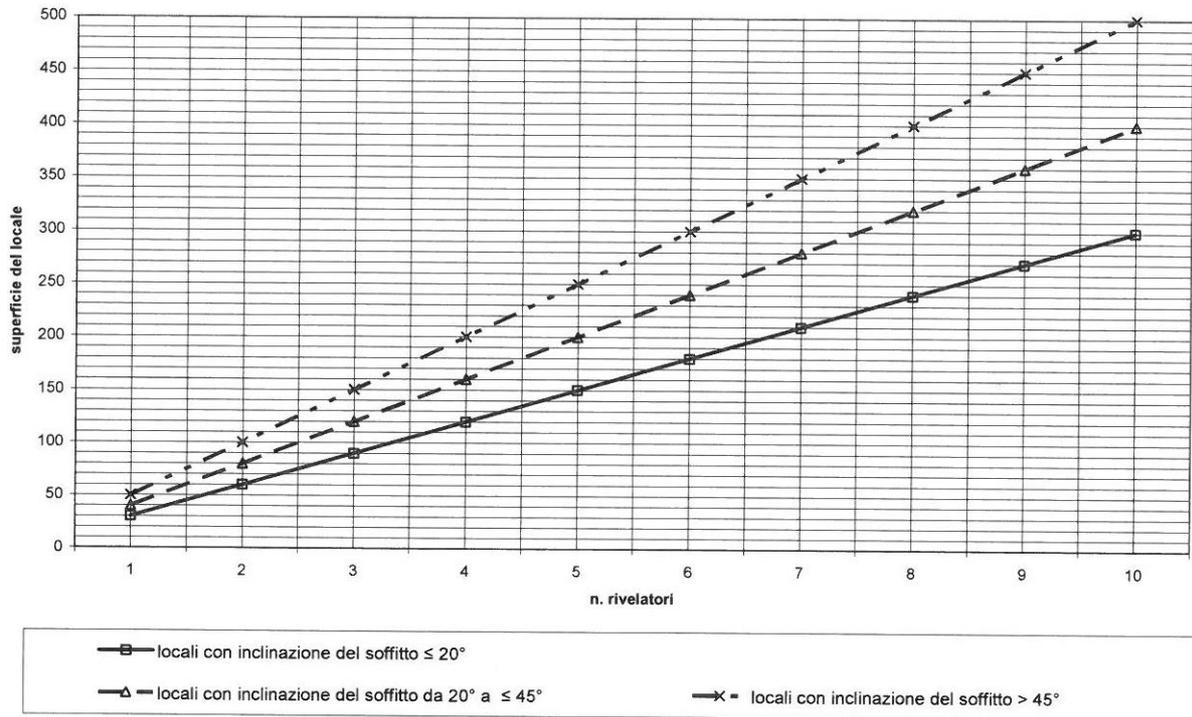
### Area di sorveglianza dei rivelatori termovelocimetrici

I rivelatori termovelocimetrici dovranno essere installati avendo cura che in prossimità non siano presenti fonti di irraggiamento, di aria calda, di vapore, ecc, tali da causare falsi allarmi.

Nei locali aventi superficie  $\leq 40\text{mq}$  dovrà essere previsto almeno un rivelatore qualsiasi sia l'inclinazione del soffitto.

Nei locali aventi superficie  $> 40\text{mq}$  il numero minimo di rivelatori previsti dovrà corrispondere a quanto indicato nel seguente grafico tenendo conto dell'angolo di inclinazione del soffitto.

**Area massima coperta da rivelatori di fumo termovelocimetrici**



La distanza orizzontale massima di un rivelatore termovelocimetrico rispetto alle pareti o qualsiasi punto del soffitto o copertura è indicata nella tabella seguente (prospetto 2 norma UNI 9795).

Superficie S in pianta del locale sorvegliato (m <sup>2</sup> )	Distanza massima in orizzontale del rivelatore dalle pareti o dall'area sorvegliata da un altro rivelatore (m)		
	Inclinazione $\alpha$ del soffitto (o copertura) rispetto all'orizzontale		
	$\alpha \leq 20^\circ$	$20^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	$\alpha > 45^\circ$
$S \leq 40$	5	5,5	6,5
$S > 40$	4,5	5,5	7,0

L'altezza di installazione del rivelatore ottico rispetto al pavimento dovrà essere  $\leq$  a 8 m.

**Area di sorveglianza dei rivelatori lineari di fumo**

L'area di rilevamento dei rivelatori lineari di fumo non dovrà essere maggiore di 100 di lunghezza per 15 di larghezza.

**Interferenze dei rivelatori con le strutture e impianti**

**Distanze di rispetto nell'installazione di rivelatori puntiformi (ottici e termovelocimetrici).**

I rivelatori dovranno essere installati distanti di almeno 0,5m dalle pareti (ad esclusione di spazi di larghezza inferiore a 1 metro), ovvero da parti di macchinario e/o di impianto, ovvero da merce in deposito, ovvero da elementi o strutture sporgenti o impianti sospesi (es. canali ventilazioni, ecc,) aventi uno spazio tra la parte superiore dell'elemento e il soffitto  $\geq$  15cm.

In locali con soffitto (o copertura) inclinato (a spiovente, a doppio spiovente e assimilabili) formante un angolo con l'orizzontale maggiore di 20° potrà essere installata, per ogni campata, una fila di rivelatori nel piano verticale passante per la linea di colmo nella parte più alta del locale.

Nei locali con copertura a shed o con falda trasparente dovrà essere installata, in ogni campata, una fila di rivelatori dalla parte in cui la copertura ha pendenza minore ovvero in cui la copertura non è trasparente, ad una distanza orizzontale di almeno 1 m dal piano verticale passante per la linea di colmo.

### **Distanze di rispetto nell'installazione di rivelatori lineari.**

Nei locali con soffitto di copertura piano i rivelatori dovranno essere installati entro una zona vicina al piano di copertura compresa entro il 10% dell'altezza del locale da proteggere.

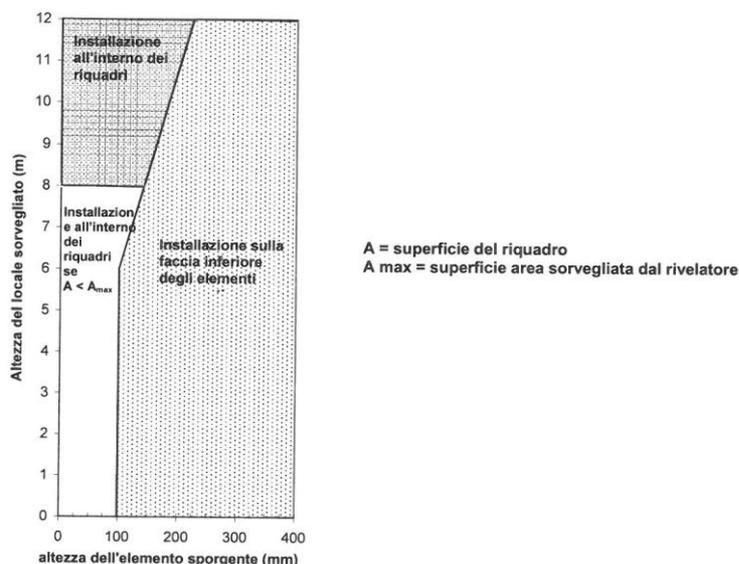
Nei locali con soffitto a volta i rivelatori dovranno essere installati entro una zona compresa entro il 10% dell'altezza al colmo del locale da proteggere.

Nei locali con soffitto di copertura a calotta emisferica o a cupola i rivelatori dovranno essere installati lungo la base della calotta o della cupola.

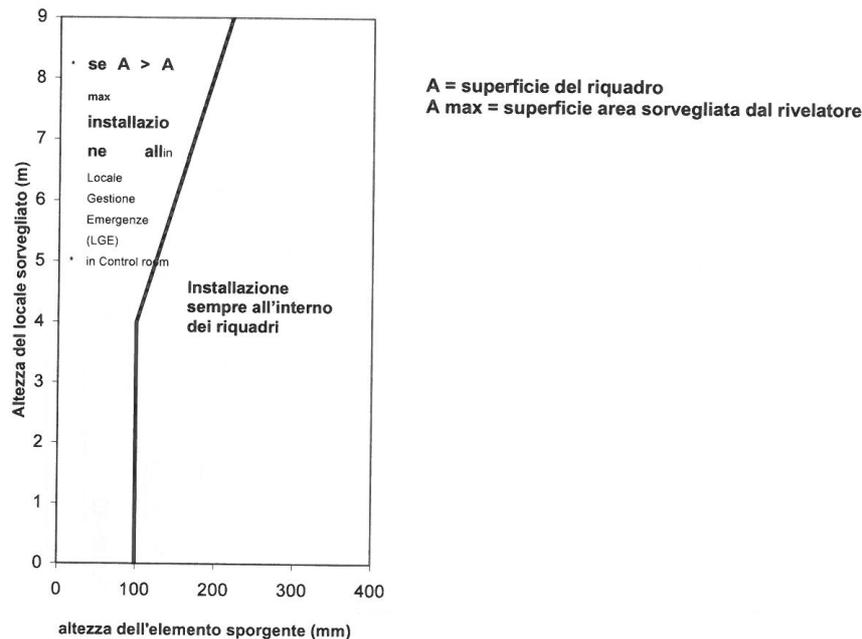
Nei locali con soffitto (o copertura) inclinato (a spiovente, a doppio spiovente e assimilabili) ovvero a shed, i rivelatori dovranno essere per quanto possibile installati in senso parallelo alla linea di falda o di colmo del tetto.

### **Installazione dei rivelatori puntiformi (ottici e termovelocimetrici) con soffitti e coperture a correnti o travi in vista.**

In presenza di soffitti e coperture a correnti o travi in vista i rivelatori ottici dovranno essere installati come indicato nel prospetto seguente.



In presenza di soffitti e coperture a correnti o travi in vista i rivelatori termovelocimetrici dovranno essere installati come indicato nel prospetto seguente.



#### 25.1.13 A1.8.6 Localizzazione di rivelatori installati in spazi nascosti

Tutti i rivelatori posizionati entro controsoffitti, in cunicoli, in locali di uso non frequente o temporaneamente accessibili, dovranno essere equipaggiati con segnalazione ottica posizionato in modo visibile, nelle seguenti zone se non diversamente indicato in sede DL:

- sulla superficie visibile del controsoffitto e sulla verticale del relativo rivelatore posto all'interno del controsoffitto;
- fuori porta del locale interessato.

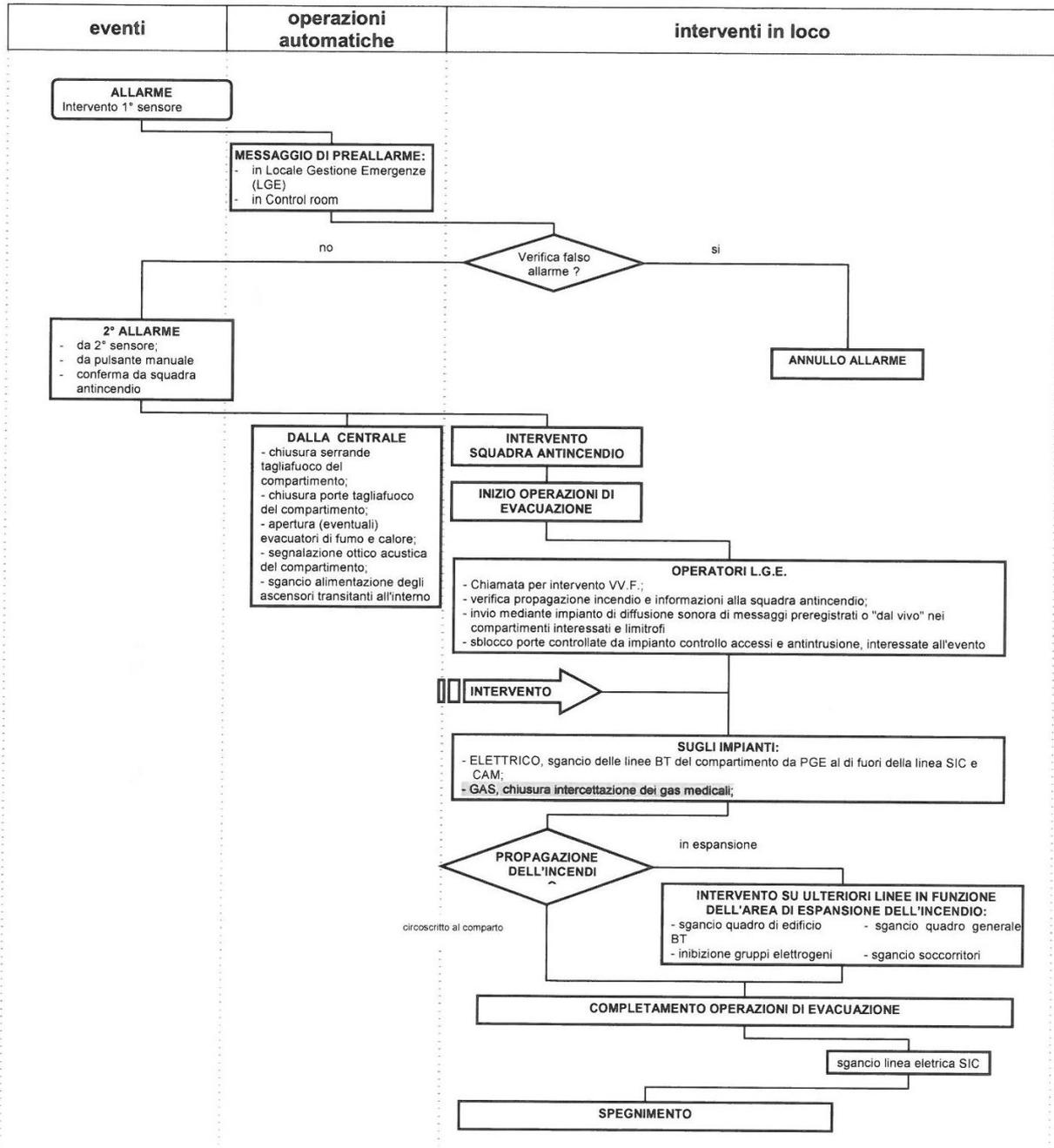
Nel caso di pavimenti sopraelevati dovrà essere predisposto un pannello sinottico con la segnalazione ottica a led di ciascun rivelatore indicante la zona di installazione.

#### **Installazione di pulsanti manuali di allarme**

In ogni zona di allarme dovranno essere installati almeno due punti di segnalazione manuale possibilmente lungo le vie di esodo e di cui almeno uno possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30 m.

I punti di segnalazione manuale devono essere installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa tra 1 m e 1,4 m.

**Schema indicativo di gestione emergenza per la programmazione delle centrali**



## **26 IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA**

### **A1.9.1 Modalità di posa**

I diffusori sonori dovranno essere staffati a soffitto o a parete secondo le indicazioni concordate con la D.L. in fase di installazione.

Il fissaggio della staffa del diffusore a parete o a soffitto deve garantire un sicuro e stabile ancoraggio onde evitare possibili vibrazioni in fase di funzionamento.

La posizione del diffusore deve comunque garantire una sonorizzazione efficace estesa a tutto il volume o zona dell'ambiente per la quale è stato predisposto.

Il rack di gestione e comando dell'impianto dovrà essere collocato nel locale dedicato agli impianti di sicurezza.

In tale locale dovrà essere predisposta la seguente documentazione:

- manuale contenente le istruzioni d'uso;
- schemi "as built" dell'impianto;
- tabelle riportanti:
  - misure dell'assorbimento dei diffusori con alimentazione di emergenza;
  - settaggio dei parametri del sistema (compreso il livello di uscita degli amplificatori di emergenza);
  - livelli di pressione sonora;
  - misure di intellegibilità del segnale;
- registro d'impianto per la regolare descrizione degli eventi, dei controlli e delle manutenzioni come previsto dalla normativa.

### **Rete di alimentazione e segnale**

I vari componenti utilizzati per la realizzazione dei punti equivalenti (cassette, canali, cavi, ecc.) dovranno avere le caratteristiche delle rispettive voci descritte nei capitoli precedenti, sia per quanto riguarda le modalità di posa, sia per quanto riguarda la marcatura, il dimensionamento, ecc.

La derivazione dalla dorsale di alimentazione dovrà essere eseguita entro cassetta fissata saldamente alla canalizzazione contenente i cavi o alla struttura dell'edificio. Tale cassetta deve essere in materiale isolante autoestinguento molto robusto con grado di protezione adeguato all'ubicazione, completa di pressacavi ovvero raccordi per le tubazioni.

Tutti i cavi di collegamento tra amplificatori e diffusori sonori dovranno essere del tipo resistente al fuoco ed a bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi a Norme CEI 20-105 v2 Classe

di reazione al fuoco: CPR Cca s1b, d1, a1 (classe minima obbligatoria di performance al fuoco) del tipo FTS29OM16 PH 120 Viola

### **Organizzazione delle segnalazioni di allarme**

Il sistema audio per segnali di emergenza e messaggi di evacuazione dev'essere sempre disponibile alla comunicazione in qualsiasi momento fatto salvo il suo regolare funzionamento;

Alla ricezione di qualsiasi allarme, il sistema dovrà disabilitare tutte le funzioni non collegate al suo ruolo di emergenza (avvisi di chiamata, diffusione di musica o annunci generici pre-registrati e trasmessi a zone di altoparlanti che necessitano di avvisi di emergenza).

Il trattamento di un allarme e le funzioni di tacitazione e ripristino devono rispondere alla Norma CEI 100-55 (CEI EN 60849) e concordata con il Committente. Specificatamente devono essere rispettati i seguenti tempi:

- il sistema deve essere a regime per eventuali comunicazioni di emergenza entro 10 sec dall'applicazione dell'alimentazione normale o di riserva;
- il sistema deve diffondere in ambiente un tono di attenzione entro 3 secondi dal ricevimento della condizione di allarme proveniente da operatore o da altro sistema (esempio dall'impianto di rivelazione incendio).

Nell'ultimo caso i 3 secondi includono il tempo di reazione del sistema esterno all'impianto di diffusione sonora;

- il tono di attenzione deve precedere il primo messaggio di un intervallo di tempo variabile da 4 a 10 secondi.

Gli intervalli di tempo tra i messaggi successivi non deve eccedere i 30 secondi. Inoltre, se l'intervallo di silenzio tra un messaggio e l'altro supera i 10 secondi, deve essere diffuso nuovamente il tono di attenzione.

Le avarie del sistema devono essere evidenziate attraverso un segnale ottico acustico al posto operatore entro un tempo massimo di 100 sec. Il segnale acustico deve essere attivo per un tempo minimo di 0,5 sec ogni 5 sec; la segnalazione ottica dovrà essere intermittente. Il riconoscimento dell'allarme potrà interrompere la segnalazione acustica ma non la segnalazione ottica. L'eliminazione dell'avarìa determinerà lo spegnimento della segnalazione ottica, in modo automatico o mediante reset manuale dell'operatore.

### **Prove funzionali specifiche per sistema audio per segnali di emergenza e messaggi di evacuazione**

Al termine della messa in opera e a conclusione di tutte le prove di funzionamento dovranno essere effettuate le misure per verificare:

- nel caso di segnali di allerta
  - il livello minimo assoluto di pressione sonora;
  - il livello minimo assoluto di pressione sonora in aree utilizzate per dormire;

- il livello di udibilità sonora dell'allarme superiore al rumore di fondo (rapporto segnale/rumore);
- il massimo livello di allarme acustico;
- nel caso di messaggi vocali:
- l'indice RASTI (indice di trasmissione acustica rapida del parlato).

Le misure saranno effettuate con le sole apparecchiature (amplificatori e altoparlanti) previsti dal sistema audio per segnali di emergenza e messaggi di evacuazione.

### **Documentazione delle prove in cantiere**

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

## **27 SISTEMA DI CONTROLLO CENTRALIZZATO**

### **Quadri dedicati**

La struttura del quadro sarà modulare con pannelli da almeno 20/10 (per i quadri metallici) con ciclo di verniciatura a polveri epossidiche applicate su lamiera opportunamente trattata con processo di sgrassaggio, decapaggio e passivazione di colore blu RAL 5010.

La viteria sarà in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce; le cerniere saranno di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza che consentano l'apertura delle portine con angoli > 100°; le portine anteriori saranno di tipo cieco ovvero trasparente da definire in sede di DL, con guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno 2 punti di chiusura per h 600÷800 mm e almeno 3 punti di chiusura per h > 800 mm.

Le periferiche installate a bordo di quadri di zona dovranno avere un proprio scomparto separato a mezzo di diaframmi metallici dallo scomparto morsettiere e risalita cavi provenienti dal campo.

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato.

### **Componenti base**

All'interno dei quadri o negli scomparti dedicati dovranno essere accuratamente posizionate le apparecchiature di protezione e alimentazione e le canaline per il cablaggio; oltre al microprocessore, alla presa di collegamento del terminale portatile e ai relè ausiliari dovranno essere installate le seguenti apparecchiature:

- sezionamento della linea di alimentazione con dispositivo automatico magnetotermico e dispositivo differenziale con  $I\Delta = 0,03A$  se non già presente a monte;
- eventuale alimentatore in c.c., ove necessario, per l'alimentazione di convertitori 4-20mA;

- lampade di segnalazione a led visibili all'esterno del quadro, indicanti la presenza tensione sulla linea di alimentazione e sul secondario del trasformatore;
- ventilatore sul tettuccio o sui pannelli laterali del quadro, comandato da un termostato interno al quadro stesso;
- presa FM di servizio 2x16A+T di tipo universale;
- (eventuale) unità di alimentazione di riserva.

### **Morsettiere**

Le morsettiere saranno in melamina, di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Le morsettiere dovranno essere posizionate in apposito scomparto o entro una colonna del quadro.

### **Collegamenti equipotenziali**

All'interno del quadro dovrà essere predisposta una sbarra di messa a terra in rame elettrolitico, di sezione minima 16 mmq, alla quale saranno collegati i morsetti di terra delle apparecchiature ausiliarie, dei trasformatori e la carpenteria del quadro (portine comprese). Ad un'ulteriore sbarra di terra in rame elettrolitico isolata dalla carcassa, di sezione minima 16 mmq, saranno collegati tutti i morsetti di terra delle periferiche; questa sbarra dovrà avere un numero di forature disponibili di almeno n.20 per ogni modulo, da utilizzare per il collegamento della schermatura dei cavi da e per l'impianto. Tale sbarra sarà collegata separatamente con cavo isolato al punto più vicino al dispersore.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione  $\geq 16$  mmq e collegati alla barra di messa a terra mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

### **Riserva**

Il quadro dovrà garantire una riserva del 30% per quanto riguarda la quantità di morsetti e del 50% per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature.

### **Marcature**

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e saranno del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

### **Accessori**

- schema elettrico unifilare con indicate le apparecchiature in campo interconnesse, custodito in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- calcolo di verifica del raffreddamento naturale ai sensi delle norme 17-13/1 e quindi dell'idoneità della carpenteria alla dissipazione del calore prodotto dalle apparecchiature interne; in caso di inidoneità si dovrà prevedere all'interno del quadro un ventilatore-aspiratore di adeguata portata, comandato da termostato a due soglie di temperatura con segnalazione di allarme e blocco;
- targa di identificazione del quadro;
- targa del costruttore;
- dispositivo lampeggiante di segnalazione porta aperta, completo di microinterruttore;
- certificato di conformità del quadro completo di verifica dei limiti di sovratemperatura.

27.1.13      A1.12.2 Collegamenti in campo

### **Collegamenti elettrici**

I collegamenti elettrici tra ciascun componente terminale installato sul campo e il concentratore o la periferica, dovranno essere effettuati punto-punto con cavi distinti per ciascun segnale, aventi il numero di conduttori necessario; non saranno ammessi cavi multipolari comuni a più segnali. L'uso di cavi multipolari potrà avvenire solo nel caso di segnali cablati su di una comune morsettiera; in tal caso dovranno essere distinti i cavi multipolari relativi a segnali digitali in ingresso, segnali digitali in uscita e segnali analogici.

I cavi dovranno essere posati su cavidotti separati meccanicamente dai cavi di alimentazione e altri funzionanti a tensione maggiore di 50V c.a. e 110 V c.c. come prescritto al par. 2.2.4 del presente elaborato. La posa dei cavi, la marcatura, la formazione delle terminazioni e le connessioni dovranno rispettare le prescrizioni descritte al par. 2.2.3 del presente elaborato.

### **Interfacciamento presso le apparecchiature in campo**

Ogni apparecchiatura, quadro o macchina dovrà avere a bordo una propria morsettiera di interfaccia fra i singoli sensori, contatti ausiliari ecc. e le linee provenienti dalle unità periferiche e/o dai concentratori di zona.

La morsettiera dovrà essere contenuta entro apposita scatola, contenitore o cella adibita solo a questo scopo.

Dovrà avere le medesime caratteristiche e tipologia di marcature descritte nel presente capitolo alla voce “Quadri dedicati”.

Le morsettiere di interfaccia dovranno essere l'esclusivo riferimento per il riporto di tutte le linee provenienti dal campo e di tutti i dispositivi per la moltiplicazione dei segnali. Gli allarmi cumulativi saranno ottenuti solo presso le morsettiere mediante opportune “barrette di parallelo”; per ogni segnale cumulato partirà una sola linea, sino alla morsettiera dell'unità periferica.

I relè ausiliari per il raddoppiamento di un contatto dovranno essere di tipo protetto da calotta trasparente antipolvere, provvisti di terminali per montaggio ad innesto su zoccolo a vite, con contatti di tipo autopulente in argento o in lega argento-ossido di cadmio a bassa resistenza.

Ciascuna morsettiera di interfaccia dovrà essere corredata di schema multifilare completo dei collegamenti in campo, delle codificazioni, delle funzioni e dei collegamenti verso l'unità periferica.

### **Prove di accettazione in cantiere**

Tutte le apparecchiature e materiale consegnato in cantiere dovranno essere conformi alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

### **Prove e controlli iniziali**

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli generali:

- esame a vista per quanto riguarda:
  - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
  - l'assenza di danneggiamenti;
  - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
  - l'idoneità delle connessioni di alimentazione, di segnale, degli schermi e dei collegamenti equipotenziali delle masse e degli schermi di messa a terra;

- la congruità delle identificazioni degli apparati in campo con gli elaborati di progetto ovvero “as built”.

- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione in ogni parte del sistema (rack, cassette di derivazione, interni di centrale, ecc).

Successivamente alla installazione e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti almeno i seguenti controlli generali:

- verifica della continuità della messa a terra degli apparati in campo e delle unità di concentrazione dei segnali, ove necessario;
- verifica della continuità degli schermi delle linee.

### **Prove funzionali**

Dopo la messa in tensione dei circuiti dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista delle mappe grafiche e verifica di congruità con l'esistente;
- verifica delle programmazioni ad orario;
- inserimento e disinserimento programmi;
- esclusione ed inclusione di apparati in campo;
- verifica di coerenza con la visualizzazione dei dati ricevuti dagli apparati in campo per quanto riguarda le grandezze analogiche rilevate, gli stati e le modalità di funzionamento (manuale, automatica);
- misura con apposita strumentazione delle grandezze rilevate dagli apparati in campo e verifica di coerenza con la visualizzazione dei dati ricevuti sulla postazione centrale;
- visualizzazione di allarmi o delle anomalie indicate dal Costruttore e congruità delle descrizioni in chiaro con il relativo apparato e corrispondente codice identificativo;
- visualizzazione dell'assenza di apparati in campo in caso di sconnessione;
- visualizzazione di linea guasta in caso di scollegamento della stessa effettuato in più punti;
- prove di funzionamento dal posto operatore (on, off, comandi variabili, ecc.);
- altre prove specifiche a discrezione del Committente e della DL.

### **Documentazione delle prove in cantiere**

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.



# AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

ACCORDO QUADRO DI LAVORI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO –  
OPERE MECCANICHE

## INDICE

<b>SEZIONE A :</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>5</b>
<b>Cap. A.01:</b>	<b>OPERE OGGETTO DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>6</b>
A.01.01	PREMESSA .....	6
A.01.02	CONSISTENZA DELLE OPERE .....	7
A.01.03	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....	9
(i)	Sottocentrale termo-frigorifera .....	9
(ii)	Reti di distribuzione .....	9
(iii)	Impianto di climatizzazione laboratori .....	10
1)	Funzionamento laboratori con presenza di cappe chimiche .....	11
(iv)	Impianto di climatizzazione laboratorio BSL 3 (4° Piano) .....	12
(v)	Impianto di climatizzazione Sale operatorie Piano Seminterrato .....	13
(vi)	Impianto di climatizzazione Stabulari .....	14
(vii)	Impianto di climatizzazione Uffici, Ambulatori, Connettivi, Bar, Ristoro/Studio .....	16
(viii)	Impianto di climatizzazione Aule .....	16
(ix)	Impianto di riscaldamento a radiatori .....	17
(x)	Impianti specifici Deposito Azoto Piano Seminterrato .....	17
1)	Impianto di ventilazione e controllo concentrazione di ossigeno .....	17
2)	Impianto di raffrescamento .....	18
(xi)	Impianto di gestione e regolazione automatica .....	18
(xii)	Impianto pressurizzazione Locale "Filtro antincendio a prova di fumo" .....	19
(xiii)	Impianto idrico sanitario .....	19
1)	Impianto idrico .....	19
2)	Apparecchi sanitari .....	20
3)	Reti di scarico acque reflue .....	20
a)	Acque nere .....	20
b)	Acque bianche .....	21
c)	Scarichi chimici (laboratori) .....	21
4)	Impianto di recupero e riuso acque piovane .....	21
(xiv)	Impianto gas tecnici .....	22
1)	Dimensionamento delle tubazioni .....	22
2)	Sistema di erogazione del gas .....	23
3)	Unità terminali .....	23
4)	Tubazioni ed installazione .....	23
(xv)	Impianto idrico antincendio .....	24
<b>SEZIONE B :</b>	<b>REQUISITI TECNICI DELLE APPARECCHIATURE .....</b>	<b>25</b>
<b>Cap. B.01:</b>	<b>REQUISITI TECNICI DELLE APPARECCHIATURE .....</b>	<b>26</b>
B.01.01	PREMESSA .....	26
B.01.02	PRESTAZIONI E FORNITURE RICHIESTE .....	26
<b>Cap. B.02:</b>	<b>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>26</b>
B.02.01	GENERALITA' .....	26
B.02.02	PROVE SUI MATERIALI .....	26
B.02.03	MATERIALI .....	27
(i)	ELETTROPOMPE - GENERALITA' .....	27
1)	POMPE IN LINE PER INSTALLAZIONE DIRETTA SULLE TUBAZIONI .....	27
2)	POMPE MONOBLOCCO A BASAMENTO .....	28
(ii)	ADDOLCITORE .....	28
(iii)	FILTRO MICROMETRICO AUTOPULENTE AUTOMATICO .....	29
(iv)	COLLETTORI IN ACCIAIO NERO – GENERALITA' .....	29
(v)	PRODUTTORE ISTANTANEO DI ACQUA CALDA SANITARIA .....	29
(vi)	ESTINTORI A POLVERE .....	30

(vii)	TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO – Materiali.....	30
(viii)	TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX - Materiali .....	32
(ix)	VALVOLAME – GENERALITA’ .....	32
(x)	VALVOLE A SFERA .....	32
(xi)	VALVOLE DI REGOLAZIONE PER ACQUA.....	32
(xii)	VALVOLE A F.A. IN GHISA .....	33
(xiii)	VALVOLE DI RITEGNO A DISCO .....	33
(xiv)	VALVOLE A SFERA IN PVC .....	33
(xv)	ANTIVIBRANTI.....	33
(xvi)	FILTRI IN GHISA .....	33
(xvii)	SISTEMA DI RIEMPIMENTO AUTOMATICO.....	33
(xviii)	DISCONNETTORE.....	34
(xix)	VASO DI ESPANSIONE A MEMBRANA .....	34
(xx)	RADIATORI IN ACCIAIO.....	34
(xxi)	ACCESSORI RADIATORI CON VALVOLA TERMOSTATICA.....	34
(xxii)	UNITA’ DI TRATTAMENTO ARIA .....	35
(xxiii)	VENTILATORI A CASSONETTO .....	40
(xxiv)	CONVERTITORE DI FREQUENZA.....	41
(xxv)	CASSETTA MONOCONDOTTO A PORTATA VARIABILE.....	41
(xxvi)	VENTILCONVETTORI .....	42
(xxvii)	VENTILCONVETTORI DA CONTROSOFFITTO .....	43
(xxviii)	ACCESSORI RADIATORI CON VALVOLA TERMOSTATICA.....	43
(xxix)	APPARECCHI IGIENICO-SANITARI E RUBINETTERIA.....	43
(xxx)	VASO A SEDERE SOSPESO CON CASSETTA DA INCASSO .....	43
(xxxi)	BIDET SOSPESO CON GRUPPO MISCELA MONOCOMANDO.....	44
(xxxii)	LAVABO DA 65x50 CON GRUPPO MISCELA MONOCOMANDO.....	44
(xxxiii)	SERVIZI IGIENICI PER PORTATORI DI DISABILITA’ .....	44
(xxxiv)	CASSETTA ANTINCENDIO.....	45
(xxxv)	SERRANDE TAGLIAFUOCO .....	45
(xxxvi)	SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO A DISTANZA DELLE SERRANDE TAGLIAFUOCO.....	45
(xxxvii)	ESTINTORE.....	46
(xxxviii)	SISTEMA DI REGOLAZIONE PER VENTILCONVETTORE.....	46
(xxxix)	TUBAZIONI IN C-PVC .....	46
(xl)	TUBAZIONI IN RAME RICOTTO.....	47
(xli)	TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA’ PER SCARICHI .....	47
(xlii)	TUBAZIONI IN PVC PER SCARICHI.....	48
(xliiii)	GRUPPO PREMONTATO DRENAGGIO VAPORE.....	48
(xliv)	FILTRO DECLORATORE.....	49
(xlv)	IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA OSMOTIZZATA .....	49
(xlvi)	ELETTROPOMPA SOMMERSA PER ACQUE CHIARE .....	50
(xlvii)	SCAMBIATORE A PIASTRE.....	50
(xlviii)	SISTEMA AD ESPANSIONE DIRETTA.....	51
1)	UNITA’ ESTERNE.....	51
2)	UNITA’ INTERNE.....	52
(xlix)	ACCESSORI IMPIANTO VRV.....	53
(l)	CENTRALIZZATORE E PROGRAMMA DI GESTIONE .....	53
(li)	CONDIZIONATORE AUTONOMO AD ARIA .....	57
(lii)	FLUSSOSTATO PER ACQUA .....	57
(liiii)	CANALIZZAZIONI – GENERALITA’ .....	57
(liv)	CANALI IN LAMIERA ZINCATA .....	58
1)	CANALI RETTANGOLARI – Spessori minimi ammessi.....	58
(lv)	SERRANDE DI TARATURA.....	59
(lvi)	GRIGLIA DI RIPRESA A.E. OD ESPULSIONE .....	59
(lvii)	DIFFUSORE AD ALTA INDUZIONE .....	59
(lviii)	UNITA’ DI FILTRAZIONE ANTICONTAMINAZIONE.....	59

(lix)	SILENZIATORE PER CANALI QUADRANGOLARI .....	60
(lx)	SILENZIATORI PER CANALI CIRCOLARI .....	60
(lxi)	BOCCHETTA DI MANDATA.....	61
(lxii)	BOCCHETTA DI RIPRESA .....	61
(lxiii)	GRIGLIA DI TRANSITO.....	61
(lxiv)	DIFFUSORE AD ALTA INDUZIONE.....	61
(lxv)	COIBENTAZIONI – GENERALITA’ .....	61
(lxvi)	COIBENTAZIONE TUBAZIONI E SERBATOI.....	62
(lxvii)	ISOLAMENTO VALVOLE, POMPE, ECC .....	63
(lxviii)	FINITURA ISOLAMENTO IN FOGLI DI PVC .....	63
(lxix)	FINITURA ISOLAMENTO IN LAMIERINO DI ALLUMINIO.....	63
(lxx)	FINITURA ISOLAMENTO PER POMPE, VALVOLE, ECC... IN ALLUMINIO .....	64
(lxxi)	TERMOMETRI PER ACQUA.....	64
(lxxii)	MANOMETRI, IDROMETRI .....	64
(lxxiii)	REGOLAZIONE AUTOMATICA – GENERALITA’.....	64
1)	SISTEMA DI CONTROLLO DIGITALE .....	65
2)	L'HARDWARE DELLE STAZIONI REMOTE.....	65
3)	TERMINALE DI ACCESSO LOCALE .....	65
4)	INSTALLAZIONE ELETTRICA.....	66
(lxxiv)	COMPONENTI IMPIANTO DISTRIBUZIONE GAS TECNICI .....	68
(lxxv)	TUBAZIONI PER DISTRIBUZIONE GAS TECNICI .....	68
(lxxvi)	GRUPPO DI VUOTO MONOBLOCCO AUTOMATICO .....	68
(lxxvii)	VALVOLA D’INTERCETTAZIONE PER RETI GAS TECNICI.....	69
(lxxviii)	COMPONENTI IMPIANTO DISTRIBUZIONE GAS MEDICINALI .....	69
(lxxix)	TUBAZIONI PER DISTRIBUZIONE GAS MEDICINALI.....	69
(lxxx)	GRUPPO DI BLOCCO RETI GAS MEDICINALI.....	69
(lxxxii)	GRUPPO DI RIDUZIONE DI SECONDO STADIO .....	70
(lxxxiii)	QUADRO D’ALLARME .....	70
(lxxxiv)	KIT VALVOLE D’INTERCETTAZIONE GAS MEDICALI.....	71
(lxxxv)	VALVOLA D’INTERCETTAZIONE PER GAS MEDICALI .....	71
(lxxxvi)	PRESA IMPIANTO OSSIGENO .....	71
(lxxxvii)	PRESA IMPIANTO ARIA COMPRESSA.....	71
(lxxxviii)	PRESA IMPIANTO VUOTO.....	71

**SEZIONE C : PRESCRIZIONI TECNICHE COMPLEMENTARI..... 72**

<b>Cap. C.01:</b>	<b>CRITERI DI VALUTAZIONE- LEGGI E REGOLAMENTI.....</b>	<b>73</b>
C.01.01	CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA FORNITURA.....	73
C.01.02	OPERE DI ASSISTENZA MURARIA .....	73
C.01.03	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	73
<b>Cap. C.02:</b>	<b>OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE.....</b>	<b>74</b>
C.02.01	ONERI DI CANTIERE .....	74
C.02.02	DISEGNI DI CANTIERE .....	74
C.02.03	PARTICOLARI COSTRUTTIVI .....	75
C.02.04	DOCUMENTAZIONE PER PRATICHE BUROCRATICHE.....	75
C.02.05	SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI.....	76
C.02.06	OPERE DA RICOPRIRE .....	76
C.02.07	DOCUMENTAZIONE FINALE.....	77
<b>Cap. C.03:</b>	<b>TARATURE, PROVE E COLLAUDI.....</b>	<b>78</b>
C.03.01	GENERALITÀ.....	78
C.03.02	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	79
C.03.03	CONSEGNA DEFINITIVA DEGLI IMPIANTI.....	82
<b>Cap. C.04:</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>84</b>
C.04.01	NOTE GENERALI .....	84
C.04.02	TUBAZIONI.....	84
C.04.03	TUBAZIONI IN PVC O IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ .....	84

C.04.04	CANALIZZAZIONI .....	85
C.04.05	RIVESTIMENTI ISOLANTI .....	85
C.04.06	VALVOLAME IN GENERE .....	86
C.04.07	BOCCHETTE, GRIGLIE, DIFFUSORI, VALVOLE DI VENTILAZIONE .....	86
C.04.08	APPARECCHIATURE VARIE .....	86

**SEZIONE A :      DESCRIZIONE DELLE OPERE**

## **Cap. A.01: OPERE OGGETTO DELL'INTERVENTO**

### **A.01.01 PREMESSA**

Il presente disciplinare descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali e delle forniture previste per la realizzazione delle opere meccaniche.

Fanno, inoltre, parte integrante dell'Appalto tutti quegli interventi di completamento delle opere previste in progetto, quali allacciamenti alle reti predisposte con altro appalto per il collegamento degli impianti in progetto alle reti impiantistiche esterne all'edificio.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo con i relativi allegati, dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza, del progetto esecutivo comprensivo delle relazioni e relativi calcoli degli impianti tecnologici, che sarà redatto dall'Appaltatore e approvato dalla Stazione appaltante.

Ai sensi dell'articolo 61 del Regolamento generale e in conformità all'allegato «B» al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di Opere Specialistiche OS28 e OS30.

Gli obiettivi principali del progetto sono l'efficienza energetica e il comfort climatico nei locali serviti. Dovranno essere rispettate, per quanto applicabili, tutte le prescrizioni del D.M. 11 ottobre 2017 (G.U. n. 259 del 6 novembre 2017: Criteri ambientali minimi per lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici).

Nella progettazione degli impianti termomeccanici, sono stati tenuti costantemente in considerazione i seguenti fattori:

- la massima affidabilità e sicurezza
- massimo comfort per gli utenti
- utilizzo ottimizzato dei vettori energetici
- semplicità di operazioni di manutenzione con minor costi di gestione
- massima flessibilità.

Inoltre, ogni componente dell'impianto dovrà essere progettato tenendo in considerazione la destinazione finale degli ambienti, gli spazi disponibili ed i vincoli strutturali ed architettonici. La filosofia impiantistica adottata, nella presente relazione, è compatibile con quanto sopra e con un altro obiettivo primario che è quello di una massima ergonomia nelle operazioni di manutenzione.

### **A.01.02 CONSISTENZA DELLE OPERE**

Costituiscono oggetto della presente tutte le opere di impiantistica termoidraulica necessarie per il corretto funzionamento delle attività di didattica e ricerca previste nell'edificio.

### **A.01.03 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

Di seguito vengono descritti gli impianti previsti per il funzionamento della struttura; l'area di intervento, dal punto di vista impiantistico, presenta diverse zone "termiche" o funzionali, pertanto le tipologie impiantistiche sono scelte in modo tale da ottimizzare la configurazione degli impianti relativi.

#### **(i) Sottocentrale termo-frigorifera**

L'edificio non sarà provvisto di centrale termica e frigorifera in quanto i fluidi termovettori per il riscaldamento e raffrescamento dell'edificio, nonché il vapore per l'umidificazione dell'aria nel periodo invernale, saranno forniti dagli impianti centralizzati dell'Azienda Ospedaliera. A tale proposito, saranno predisposti con un altro appalto, tutti i punti di allacciamento alle reti dell'Azienda Ospedaliera, come riportato negli elaborati grafici allegati.

Al Paino Seminterrato del blocco Laboratori sarà collocata la sottocentrale termo-frigorifera nella quale saranno collocate le seguenti apparecchiature:

- Scambiatore di calore a piastre, acqua-acqua, primario rete di teleriscaldamento dell'Azienda 90-70°C e secondario impianto di riscaldamento dell'edificio 45-60°C. Lo scambiatore sarà con piastre in acciaio inox e guarnizioni in NBR, a passo largo, completo di tutti gli organi di regolazione, di controllo e sicurezza, organi di intercettazione e quant'altro necessario per il suo corretto funzionamento.
- Preparatore di acqua calda sanitaria, del tipo rapido, con scambiatore a piastre in acciaio inox, elettropompa di circolazione lato primario, del tipo a portata variabile, organi di sicurezza intercettazione e regolazione;
- Elettropompe centrifughe di circolazione di tipo a velocità variabile (nella configurazione di due/tre elettropompe per circuito di cui almeno una di riserva) complete ognuna di saracinesche di intercettazione, per la circolazione dell'acqua calda e refrigerata nei vari circuiti delle utenze dell'edificio che sono:
  - Batteria calde UTA (divise per Corpo Laboratori e Corpo Didattico)
  - Batterie fredde UTA (divise per Corpo Laboratori e Corpo Didattico)
  - Batterie di postriscaldamento locale/zone e radiatori (divise per Corpo Laboratori e Corpo Didattico)
  - Batterie di raffreddamento locale (ventilconvettori) (divise per Corpo Laboratori e Corpo Didattico)
- Gruppo di addolcimento dell'acqua di alimentazione degli impianti completo di ogni accessorio e adeguato alle caratteristiche chimico fisiche dell'acqua e dei materiali interessati;
- Complesso di dosaggio sostanze chimiche;
- Gruppo di produzione acqua osmotizzata
- Collettore di distribuzione vapore sterile per umidificazione
- Sistema automatico di regolazione, per il comando delle varie apparecchiature di centrale termica;
- Complesso di riempimento dell'impianto;

Tutte le apparecchiature dovranno essere installate su adeguati basamenti o debitamente staffate agli elementi strutturali portanti e dotate di ogni accessorio atto ad evitare vibrazioni e disturbi sonori.

I collegamenti idraulici tra le varie apparecchiature dovranno essere realizzati con tubazioni e materiali accessori conformi alle specifiche di progetto ed alle normative vigenti secondo percorsi tali da consentire la corretta manutenzione di tutte le apparecchiature installate e il rispetto della configurazione architettonica.

Negli elaborati grafici allegati sono riportate le apparecchiature previste per il corretto funzionamento della centrale termica.

I collegamenti idraulici dovranno essere realizzati con tubazioni e materiali accessori conformi alle normative vigenti secondo percorsi tali da garantire la corretta manutenzione di tutte le apparecchiature installate.

#### **(ii) Reti di distribuzione**

La rete di distribuzione dell'acqua calda e refrigerata in partenza dalla sottocentrale dovrà essere costituita dall'insieme delle tubazioni di alimentazione dai collettori di distribuzione fino alle singole apparecchiature di utenza secondo percorsi ottimizzati.

Particolare attenzione dovrà essere data al bilanciamento dei vari circuiti, ed al controllo preciso della quantità d'acqua inviato alle utenze, al fine di garantire il mantenimento del valore ottimale di differenza di temperatura in ogni circuito. Per questo motivo è previsto l'installazione di valvole di regolazione indipendenti dalla pressione (piccv), da installare nelle

tubazioni di ritorno di ogni circuito secondario.

Inoltre, ogni circuito dovrà essere completo di :

- organi di intercettazione (valvole e saracinesche);
- giunti di dilatazione ed antivibranti;
- staffagli conformi al tipo di tubazione ed al luogo di installazione;
- pendenze adeguate e dispositivi automatici e manuali di sfiato aria;
- verniciatura con doppia mano di vernice antiruggine;
- coibentazioni conformi alle vigenti disposizioni normative con fascette e cartellini di identificazione di ogni circuito e del flusso;

Le tubazioni saranno coibentate con materiali termoisolanti del tipo a cellule chiuse negli spessori di norma finite esternamente con finitura in lamierino di alluminio.

Analogamente dovranno essere coibentati tutti gli organi di regolazione ed intercettazione (valvole, saracinesche, giunti, etc.).

### **(iii) Impianto di climatizzazione laboratori**

Gli impianti di condizionamento estivo ed invernale dell'aria dei laboratori saranno progettati in funzione delle richieste termoigrometriche e le portate di aria di rinnovo usuali e conformi ai valori normativi prescritti, come riportato nel paragrafo dati di progetto.

Gli impianti saranno del tipo a ventilconvettori ed aria primaria a portata variabile per compensazione dell'aria estratta dalle cappe

I ventilconvettori saranno del tipo a quattro tubi, in modo tale da garantire la massima flessibilità di uso degli impianti e di fare fronte alla variabilità dei carichi termici dei vari laboratori.

La distribuzione dell'acqua calda e refrigerata è costituita da reti dedicate, con quattro colonne montanti da posare nei cavedi principali del Corpo Laboratori e distribuzione orizzontale di piano.

Relativamente all'impianto di ventilazione, è prevista la seguente suddivisione delle aree impiantistiche:

- Laboratori Fisiologia (piano seminterrato) – UTA dedicata posta all'interno della Sottocentrale termofrigorifera.
- Laboratori Nord (Piani dal 1° a 4°) – UTA dedicata posta in Copertura
- Laboratori Est (Piani dal 1° a 4°) – UTA dedicata posta in Copertura
- Laboratori Sud (Piani dal 1° a 4°) – UTA dedicata posta in Copertura
- Laboratori Ovest (Piani dal 1° a 4°) – UTA dedicata posta in Copertura

Si premette che gli impianti all'interno dei laboratori saranno predisposti e completati in una seconda fase, con altro appalto. Pertanto, le indicazioni che seguono sono solo a titolo informativo, per lo sviluppo del progetto esecutivo del presente appalto e per lo sviluppo del progetto di completamento.

Nei locali laboratori è prevista la realizzazione delle predisposizioni per l'installazione di ventilconvettori dedicati a garantire il controllo della temperatura ambiente.

Essi saranno di tipo orizzontale, posati a vista negli ambienti serviti. Si dovrà prevedere l'installazione di ventilconvettori completi di ventilatori a corrente continua con magneti permanenti, che garantiscono bassi consumi elettrici e bassi livelli di rumorosità.

L'aria primaria sarà pre-trattata termoigrometricamente in condizioni sostanzialmente neutre dalle suddette UTA, le quali sono costituite essenzialmente da:

- sezioni di presa aria esterna ed espulsione;
- sezioni di prefiltrazione G4 di presa aria esterna e ripresa aria ambiente;
- sezione ventilante di aspirazione;
- sezione di recupero con recuperatori a flusso incrociato e by-pass di free cooling;
- batterie di pre e postriscaldamento;
- batteria refrigerante e deumidificante;
- sezione umidificante del tipo a vapore sterile di rete;
- sezione separatore di gocce e raccolta condensa;

- sezione ventilante di mandata.
- Sezione filtrante di media efficienza F9
- Sezioni silenzianti;

Le reti di mandata e di ripresa saranno realizzate con canalizzazioni in lamiera zincata Fe P02 Z250, congiunzioni longitudinale tipo "Pittsburgh" e giunzioni trasversali con flangia ricavata direttamente dalla lamiera. Tutte le condotte dovranno essere realizzate con lamiere aventi spessore conforme alla Norma UNI EN 12237:2004, alle relative norme ISO, ASHRAE e CEN, e le indicazioni riportate nelle pubblicazioni dell'A.S.A.P.I.A. La tenuta delle reti di mandata e ripresa aria sarà corrispondente alla classe B (UNI EN 12237:2004). Le reti di mandata aria saranno appositamente coibentate esternamente con materiale in polietilene espanso, in conformità a quanto richiesto dalla Legge 09/01/1991, n.10. In considerazione del fatto che tutti i sistemi di mandata-ripresa, ed espulsione dell'aria sono soggetti alla variabilità della portata di aria in funzione del numero delle cappe attive e del loro grado di apertura, tutti i relativi ventilatori dovranno essere dotati di sistemi di regolazione del numero dei giri del motore (mediante convertitori di frequenza) in funzione delle portate e delle relative pressioni e depressioni richieste nelle canalizzazioni costituenti le varie parti dell'impianto.

L'aria esterna sarà prelevata da griglie poste sulla copertura del fabbricato (altezza superiore di 4,0 mt. dal piano di campagna) mentre l'espulsione dell'aria verrà realizzata sempre sopra il coperto del fabbricato ad una distanza superiore di 5.0 mt dalla presa dell'aria e da lucernari apribili, abbaini oppure edifici adiacenti.

Al termine dei lavori le canalizzazioni dovranno risultare complete di staffaggi, pezzi speciali, diffusori e griglie, serrande di regolazione e tagliafuoco, perfettamente installate e funzionanti.

Tutte le apparecchiature e le varie parti dell'impianto dovranno essere facilmente ispezionabili e manutenzionabili. Queste dovranno essere complete in ogni loro parte, con tutti gli accessori di sicurezza previsti dalle norme vigenti e dalla buona regola costruttiva.

Dovrà essere prevista altresì l'installazione di silenziatori sia sui canali di mandata che di ripresa.

Anche relativamente alle canalizzazioni, non si prevede il completamento delle distribuzioni all'interno dei locali dedicati a laboratori, ma solo la predisposizione per il futuro completamento, successivamente alla definizione delle apparecchiature da laboratorio. Negli elaborati allegati sono riportati i limiti di fornitura.

Tutti i sistemi di estrazione di cappe o altre apparecchiature provvederanno ad espellere l'aria viziata al di sopra della copertura dell'edificio.

### **1) Funzionamento laboratori con presenza di cappe chimiche**

Successivamente alla definizione delle attrezzature da installare all'interno dei singoli laboratori, saranno completati gli impianti predisposti con il presente appalto.

A titolo informativo, viene descritto la logica di funzionamento degli impianti di ventilazione e climatizzazione, necessaria per lo sviluppo del progetto esecutivo delle opere previste nel presente appalto e per i lavori futuri di completamento.

In considerazione della tipologia di singolo laboratorio, caratterizzata da eventuale impiego in diversi punti di cappe chimiche operanti a completa espulsione o di sistemi di aspirazione localizzato per i banchi di lavoro, deriva l'esigenza di reintegrare l'aria espulsa con aria adeguatamente trattata, per consentire la climatizzazione invernale ed estiva degli ambienti, pertanto si prevede la realizzazione di impianti ad aria, operanti con un regime di portata variabile tutta prelevata dall'esterno.

Nel dimensionamento dell'impianto dovrà essere preso come riferimento l'indice di contenimento di 0.1 ppm come da norma UNI EN 14175, in assenza di richieste specifiche dal Committente. Comunque, il costruttore delle cappe fornirà un certificato di omologazione con le prove di tipo eseguite in officina o in alternativa le prove di avviamento eseguite direttamente in sito, secondo quanto previsto ed indicato dalla normativa stessa.

La previsione di impiego di cappe chimiche a completa estrazione, tali da garantire una velocità frontale di 0.5 m/s sull'apertura frontale della cappa, richiede un impianto di ventilazione adattivo, che principalmente sarà completo dei seguenti componenti:

- regolatori di portata dell'aria installati sui canali di mandata e di ripresa dell'aria, dell'impianto di ventilazione centralizzato
- sistema di interfacciamento degli impianti di estrazione localizzati con l'impianto centralizzato di distribuzione aria.

Il controllo continuo del sistema di distribuzione aria permetterà la garanzia di una corretta ventilazione degli ambienti della corretta depressione dei laboratori rispetto agli ambienti confinanti.

La logica di funzionamento sarà poi tale per cui all'avviamento delle cappe sarà prima ridotta e poi azzerata la portata aspirata dalle griglie di ripresa e successivamente aumentata quella immessa dalle cassette di mandata.

Il sistema dovrà consentire inoltre di ottenere ulteriori consistenti vantaggi energetici e quindi gestionali qualora saranno adottate cappe complete di sistemi di regolazione della portata estratta in funzione del grado di apertura della cappa stessa. Questa opzione dovrà essere richiesta espressamente ai costruttori delle cappe in sede di appalto delle attrezzature di laboratorio.

L'immissione dell'aria negli ambienti sarà realizzata con l'installazione di bocchette e diffusori ad alta induzione a flusso elicoidale.

#### **(iv) Impianto di climatizzazione laboratorio BSL 3**

L'impianto sarà a tutt'aria, a servizio esclusivo del Laboratorio BSL3. Anche in questo caso, impianto è predisposto per il futuro completamento all'interno dei locali previsti.

L'area di intervento, dal punto di vista impiantistico, presenta una zona unica omogenea. L'impianto di condizionamento farà capo all'unità di trattamento aria dedicata, da installare sulla copertura dell'edificio. Tale unità, realizzata internamente in acciaio inox per garantire la massima sterilità dell'aria, sarà alimentata dalle reti principali di distribuzione fluidi termovettori (acqua calda, refrigerata e vapore).

L'UTA da installare sarà a sezioni componibili sovrapposti per sfruttare al meglio i spazi disponibili.

Il trattamento dell'aria (100% di aria esterna) è come segue:

##### **a) In inverno**

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preriscaldamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- preriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda;
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe F9);
- umidificazione con vapore sterile di rete;
- sezione di postriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda
- sezione silenziante;
- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

##### **b) In estate**

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preraffrescamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe EU9);
- raffreddamento e deumidificazione dell'aria con controllo del punto fisso di saturazione realizzato a mezzo batteria di raffreddamento alimentata con acqua refrigerata;
- sezione silenziante;
- sezioni di postriscaldamento
- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

La sezione di ripresa/espulsione dell'aria sarà costituita di:

- sezione di filtraggio di sicurezza e anticontaminazione con prefiltri piani (classe G4) e filtri assoluti H14;
- sezione di recupero del calore a doppia batteria (vedi sopra)
- sezione ventilante di ripresa a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile
- espulsione dell'aria di ripresa

L'impianto sarà suddiviso in zone ognuna completa di batteria di post-riscaldamento e regolatore volumetrico di portata, atto a mantenere costante la portata dell'aria nella zona corrispondente indipendentemente dalle variazioni di pressione a valle dello stesso.

Tutti i diffusori installati nelle varie zone saranno ad alta induzione e completi di filtri assoluti. I regolatori di portata dovranno bilanciare le variazioni delle perdite di carico nei vari filtri dei diffusori.

Le bocchette di ripresa saranno poste principalmente a filo del controsoffitto. Gli organi di controllo e regolazione saranno posti nell'ambiente controllato oppure nei locali campione.

Le varie apparecchiature di trattamento aria verranno completate da un sistema di regolazione di tipo elettronico atto a controllare i vari parametri termofisici quali temperatura, umidità, pressione, ecc...

Le condizioni termoigrometriche ed i ricambi d'aria che dovranno essere realizzati in questi ambienti, sono evidenziati nella sezione contenente i dati generali di progetto.

L'aria sarà convogliata in ambiente mediante una rete di canalizzazioni, percorrendo in parte all'esterno ed in parte il controsoffitto del 4° piano.

All'interno dei laboratori verranno installate delle cappe a flusso laminare verticale a filtrazione assoluta con ricircolo totale, le quali non influiranno nel funzionamento dell'impianto di climatizzazione.

Al fine di realizzare un bilanciamento delle portate dell'aria di mandata ed espulsione, in maniera tale da garantire in ogni momento uno stato di depressione crescente dal corridoio esterno verso i laboratori, verrà installato un sistema automatico di gestione costituito da regolatori di portata di mandata e ripresa per ogni ambiente, sonde di pressione e variatori di giri dei ventilatori.

La temperatura di immissione sarà controllata dalla sonda di temperatura e umidità posta sul canale di ripresa la quale agirà sulle valvole di regolazione delle batterie di pre e post riscaldamento, e sull'umidificatore in inverno ed in sequenza sulla valvola di regolazione della batteria di raffreddamento e deumidificazione e postriscaldamento in estate.

Le reti di mandata e di ripresa saranno realizzate con canalizzazioni in lamiera zincata Fe P02 Z250, con giunzioni longitudinale tipo "Pittsburgh" e giunzioni trasversali con flangia ricavata direttamente dalla lamiera. Tutte le condotte dovranno essere realizzate con lamiere aventi spessore conforme alla Norma UNI EN 12237:2004, alle relative norme ISO, ASHRAE e CEN, e le indicazioni riportate nelle pubblicazioni dell'AS.A.P.I.A. La tenuta delle reti di mandata e ripresa aria sarà corrispondente alla classe C (UNI EN 12237:2004).

Le reti di mandata saranno appositamente coibentate esternamente con materiale in polietilene espanso, in conformità a quanto richiesto dalla Legge 09/01/1991, n.10.

Serrande tagliafuoco omologate V.V.F. saranno installate negli attraversamenti orizzontali e verticali di luoghi sicuri e pareti REI.

#### **(v) Impianto di climatizzazione Sale operatorie**

L'impianto sarà a tutt'aria, a servizio esclusivo della Zona Sale Operatorie. L'area di intervento, dal punto di vista impiantistico, presenta una zona unica omogenea. L'impianto di condizionamento farà capo all'unità di trattamento aria dedicata, da installare all'interno del locale Sottocentrale termica. L'UTA realizzata internamente in acciaio inox per garantire la massima sterilità dell'aria, sarà alimentata dalle reti principali di distribuzione fluidi termovettori (acqua calda, refrigerata e vapore).

L'UTA e sistema di estrazione saranno a sezioni componibili sovrapposte per sfruttare al meglio i spazi disponibili.

Il trattamento dell'aria (100% di aria esterna) è come segue:

##### **a) In inverno**

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preriscaldamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- preriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda;
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe F9);
- umidificazione con vapore sterile di rete;
- sezione di postriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda
- sezione silenziante;
- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

##### **b) In estate**

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preraffrescamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe EU9);
- raffreddamento e deumidificazione dell'aria con controllo del punto fisso di saturazione realizzato a mezzo batteria di raffreddamento alimentata con acqua refrigerata;
- sezione silenziante;
- sezioni di postriscaldamento

- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

La sezione di ripresa/espulsione dell'aria sarà costituita di:

- sezione di filtraggio di sicurezza e anticontaminazione con prefiltri piani (classe G4) e filtri assoluti H14;
- sezione di recupero del calore a doppia batteria (vedi sopra)
- sezione ventilante di ripresa a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile
- espulsione dell'aria di ripresa

L'impianto sarà suddiviso in zone ognuna completa di batteria di post-riscaldamento e regolatore volumetrico di portata, atto a mantenere costante la portata dell'aria nella zona corrispondente indipendentemente dalle variazioni di pressione a valle dello stesso.

Tutti i diffusori installati nelle varie zone saranno ad alta induzione e completi di filtri assoluti. I regolatori di portata dovranno bilanciare le variazioni delle perdite di carico nei vari filtri dei diffusori.

La ripresa dell'aria sarà realizzata con l'installazione di terminali di ripresa installati principalmente a soffitto. Fanno eccezione i terminali di ripresa delle sale operatorie che saranno posizionati in parete e a soffitto, secondo una proporzione di divisione della quantità di aria ripresa in prossimità del pavimento pari a 2/3 e la restante 1/3 a soffitto. Gli organi di controllo e regolazione saranno posti nell'ambiente controllato oppure nei locali campione.

Le condizioni termogrometriche ed i ricambi d'aria che dovranno essere realizzati in questi ambienti, sono evidenziati nella sezione contenente i dati generali di progetto.

Al fine di realizzare un bilanciamento delle portate dell'aria di mandata ed espulsione, in maniera tale da garantire in ogni momento uno stato di sovrappressione decrescente dalle sale operatorie verso il corridoio di piano, verrà installato un sistema automatico di gestione costituito da regolatori di portata di mandata e ripresa per ogni ambiente, sonde di pressione e variatori di giri dei ventilatori.

La temperatura di immissione sarà controllata dalla sonda di temperatura e umidità posta sul canale di ripresa la quale agirà sulle valvole di regolazione delle batterie di pre e post riscaldamento, e sull'umidificatore in inverno ed in sequenza sulla valvola di regolazione della batteria di raffreddamento e deumidificazione e postriscaldamento in estate.

Le reti di mandata e di ripresa saranno realizzate con canalizzazioni in lamiera zincata Fe P02 Z250, con giunzioni longitudinale tipo "Pittsburgh" e giunzioni trasversali con flangia ricavata direttamente dalla lamiera. Tutte le condotte dovranno essere realizzate con lamiere aventi spessore conforme alla Norma UNI EN 12237:2004, alle relative norme ISO, ASHRAE e CEN, e le indicazioni riportate nelle pubblicazioni dell'AS.A.P.I.A. La tenuta delle reti di mandata e ripresa aria sarà corrispondente alla classe B (UNI EN 12237:2004).

Le reti di mandata saranno appositamente coibentate esternamente con materiale in polietilene espanso, in conformità a quanto richiesto dalla Legge 09/01/1991, n.10.

Serrande tagliafuoco omologate V.V.F. saranno installate negli attraversamenti orizzontali e verticali di luoghi sicuri e pareti REI.

L'aria esterna sarà prelevata da griglie poste in parete (canale comune con altre UTA Piano Seminterrato) da posizionare a soffitto del 1° piano. L'espulsione dell'aria verrà realizzata sopra il coperto dei fabbricati ad una distanza superiore di 5.0 mt dalla presa dell'aria e da lucernari, abbaini, prese d'aria e/o zone con presenza di persone, da ostacoli e/o altri edifici, e comunque saranno posizionati in conformità al vigente Regolamento edilizio del Comune di Bologna.

#### **(vi) Impianto di climatizzazione Stabulari**

L'impianto sarà a tutt'aria, a servizio esclusivo dell'Area Stabulari. L'impianto di condizionamento farà capo all'unità di trattamento aria dedicata, da installare all'interno del locale Sottocentrale termica mentre la sezione di ripresa/estrazione sarà posizionata sulla copertura dell'edificio. L'impianto dovrà garantire un tasso minimo di ventilazione negli stabulari pari a 20 vol/h.

L'UTA realizzata internamente in acciaio inox per garantire la massima sterilità dell'aria, sarà alimentata dalle reti principali di distribuzione fluidi termovettori (acqua calda, refrigerata e vapore).

Il trattamento dell'aria (100% di aria esterna) è come segue:

a) In inverno

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preriscaldamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- preriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda;
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;

- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe F9);
- umidificazione con vapore sterile di rete;
- sezione di postriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda
- sezione silenziante;
- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

b) In estate

- filtraggio dell'aria con filtri piani (classe G4);
- preraffrescamento dell'aria per mezzo di batteria di recupero calore (sistema di recupero calore dell'aria espulsa del tipo a doppia batteria)
- sezione ventilante di mandata a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe EU9);
- raffreddamento e deumidificazione dell'aria con controllo del punto fisso di saturazione realizzato a mezzo batteria di raffreddamento alimentata con acqua refrigerata;
- sezione silenziante;
- sezioni di postriscaldamento
- filtrazione mediante l'utilizzo di filtri assoluti (classe H13).

La sezione di ripresa/espulsione dell'aria sarà costituita di:

- sezione di filtraggio di sicurezza e anticontaminazione con prefiltri piani (classe G4) e filtri assoluti H14;
- sezione di recupero del calore a doppia batteria (vedi sopra)
- sezione ventilante di ripresa a doppio ventilatore (scorta 100%) a portata variabile
- espulsione dell'aria di ripresa

L'impianto sarà suddiviso in zone ognuna completa di batteria di post-riscaldamento e regolatore volumetrico di portata, atto a mantenere costante la portata dell'aria nella zona corrispondente indipendentemente dalle variazioni di pressione a valle dello stesso.

Tutti i diffusori installati nelle varie zone saranno ad alta induzione e completi di filtri assoluti. I regolatori di portata dovranno bilanciare le variazioni delle perdite di carico nei vari filtri dei diffusori.

La ripresa dell'aria sarà realizzata con l'installazione di terminali di ripresa installati principalmente a soffitto. Gli organi di controllo e regolazione saranno posti nell'ambiente controllato oppure nei locali campione.

Le condizioni termogrometriche ed i ricambi d'aria che dovranno essere realizzati in questi ambienti, sono evidenziati nella sezione contenente i dati generali di progetto.

Al fine di realizzare un bilanciamento delle portate dell'aria di mandata ed espulsione, in maniera tale da garantire in ogni momento uno stato di depressione nei stabulari verso il corridoio di piano, verrà installato un sistema automatico di gestione costituito da regolatori di portata di mandata e ripresa per ogni ambiente, sonde di pressione e variatori di giri dei ventilatori. I locali di lavaggio, quarantena e autoclavi saranno in depressione rispetto il corridoio di piano

La temperatura di immissione sarà controllata dalla sonda di temperatura e umidità posta sul canale di ripresa la quale agirà sulle valvole di regolazione delle batterie di pre e post riscaldamento, e sull'umidificatore in inverno ed in sequenza sulla valvola di regolazione della batteria di raffreddamento e deumidificazione e postriscaldamento in estate.

Le reti di mandata e di ripresa saranno realizzate con canalizzazioni in lamiera zincata Fe P02 Z250, con giunzioni longitudinale tipo "Pittsburgh" e giunzioni trasversali con flangia ricavata direttamente dalla lamiera. Tutte le condotte dovranno essere realizzate con lamiere aventi spessore conforme alla Norma UNI EN 12237:2004, alle relative norme ISO, ASHRAE e CEN, e le indicazioni riportate nelle pubblicazioni dell'AS.A.P.I.A. La tenuta delle reti di mandata e ripresa aria sarà corrispondente alla classe B (UNI EN 12237:2004).

Le reti di mandata saranno appositamente coibentate esternamente con materiale in polietilene espanso, in conformità a quanto richiesto dalla Legge 09/01/1991, n.10.

Serrande tagliafuoco omologate V.V.F. saranno installate negli attraversamenti orizzontali e verticali di luoghi sicuri e pareti REI.

L'aria esterna sarà prelevata da griglie poste in parete (canale comune con altre UTA Piano Seminterrato) da posizionare a soffitto del 1° piano. L'espulsione dell'aria verrà realizzata in copertura rispettando i limiti prescritti per le altre zone sopra descritte.

### **(vii) Impianto di climatizzazione Uffici, Ambulatori, Connettivi, Bar, Ristoro/Studio**

Tutti i locali nei quali non sono previste attività specialistiche è previsto la realizzazione di un impianto di climatizzazione a ventilconvettore a quattro tubi ed aria primaria. Sostanzialmente questa tipologia impiantistica riguarda il Piano Terra del Corpo Laboratori e i Connettivi nonché il Piano Seminterrato e Piano Terra del Corpo Didattico.

L'impianto sarà del tipo a quattro tubi in quanto, date le caratteristiche fisiche dell'edificio e la sua destinazione d'uso, si ritiene che sia l'un impianto in grado di garantire le corrette condizioni di confort e benessere per questo tipo d'uso degli ambienti.

Le reti di alimentazione dei ventilconvettori saranno dedicate a questo servizio, come riportato negli elaborati grafici.

I ventilconvettori saranno di principalmente a cassetta da installarsi in controsoffitti con maglia 60x60cm e saranno del tipo a ventilatore centrifugo a doppia aspirazione, predisposti per ricevere aria primaria da condotto dedicato.

I ventilconvettori saranno in grado di sopperire al 90% del massimo carico di progetto alla minima velocità ed al 100% del massimo carico di progetto del modulo alla media velocità. Le caratteristiche di essi ed i livelli di rumorosità massima ammissibile per gli stessi sono indicati nelle specifiche tecniche, fermo restando comunque il rispetto delle Leggi e normative vigenti in termini di rumore, salute e sicurezza del luogo d'installazione.

I ventilconvettori saranno completi di una centralina elettronica di controllo della temperatura e della velocità del ventilatore, due valvole di regolazione a due vie (come indicati negli elaborati grafici) per garantire la massima flessibilità nelle operazioni di manutenzione, ed un modulo ambiente (ritaratore) montato a parete nell'ambiente controllato, su una scatola 503 incassata precedentemente. Le tubazioni per la posa dei cavi elettrici di collegamento tra i vari componenti saranno posate nel controsoffitto oppure incassate con guaina dedicata, avente diametro minimo 22mm. Il modulo ambiente oltre a rilevare la temperatura ambiente, permetterà la variazione della velocità di rotazione del ventilatore e di conseguenza la portata dell'aria da inviare nell'ambiente. Esso sarà montato a parete ad un'altezza di circa 1.5mt, in un'apposita scatola 503 precedentemente incassata, secondo le indicazioni della D.L.

I ventilconvettori saranno fissati su opportune staffe di tipo antisismico, alle strutture dell'edificio.

Sono previste valvole di intercettazione a sfera da installare sull'entrata ed uscita dell'acqua al ventilconvettore. Tutte le tubazioni saranno realizzate in acciaio nero UNI 10255 e appositamente coibentate con materiale a cellule chiuse di tipo anticondensa per l'acqua refrigerata, e in polietilene espanso per l'acqua calda. La rete di scarico della condensa dei mobiletti sarà realizzata con tubi in PVC con giunzioni a mastice. Tale rete sarà indipendente e verrà collegata alla rete di scarico acque bianche all'esterno dell'edificio.

L'impianto di mandata aria primaria, come detto precedentemente farà capo a due UTA dedicate (una Corpo Laboratori ed una Corpo Didattico).

L'aria sarà convogliata nelle zone interessate mediante canalizzazioni in lamiera zincata, isolate esternamente con lastre flessibili in elastomero estruso a celle chiuse, poste nel controsoffitto del piano.

L'immissione dell'aria negli ambienti sarà realizzata con l'installazione di diffusori a flusso elicoidale da controsoffitto, oppure indirettamente tramite i ventilconvettori descritti precedentemente.

L'aria di espulsione sarà estratta direttamente dagli ambienti e dai servizi igienici. Saranno installate delle bocchette di ripresa a filo controsoffitto, collegate alla rete di estrazione aria.

Le reti aerauliche saranno realizzate con canalizzazioni in lamiera zincata Fe P02 Z250, con giunzioni longitudinale tipo "Pittsburgh" e giunzioni trasversali con flangia ricavata direttamente dalla lamiera. Tutte le condotte dovranno essere realizzate con lamiere aventi spessore conforme alla Norma UNI EN 12237:2004, classe di tenuta A.

L'atrio del Corpo Laboratori sarà servito da un'unità di trattamento dedicata, installata sulla copertura dell'edificio. Questo impianto sarà del tipo a tutt'aria, con diffusori ad alta induzione, adatti per grandi altezze, da posare come da elaborati grafici allegati. Le caratteristiche dei componenti dell'impianto (canalizzazioni, isolamenti ecc) sono identiche a quanto descritto precedentemente.

### **(viii) Impianto di climatizzazione Aule**

L'impianto riguarda le aule situate nel Corpo Didattico. Esse saranno servite da impianti indipendenti, del tipo a tutt'aria con ricircolo, a temperatura e portata variabile. Pertanto, è previsto l'installazione di n. 3 unità di trattamento aria aventi la stessa configurazione, da posizionare nei locali tecnici dedicati al 1° Piano del corpo didattico.

Le UTA saranno a sezioni componibili con una configurazione identica, a sviluppo orizzontale.

Il trattamento dell'aria è come segue:

a) In inverno

- filtraggio dell'aria di ripresa con filtri piani (classe G4);

- sezione ventilante di ripresa a portata variabile,
- camera di miscela aria di ripresa – espulsione - aria esterna
- preriscaldamento a mezzo di recuperatore a flussi incrociati
- preriscaldamento dell'aria a mezzo batteria alimentata con acqua calda;
- sezione ventilante di mandata a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe F9);
- umidificazione a vapore;
- sezioni di postriscaldamento (da canale a servizio della zona dedicata);
- sezioni silenzianti

b) In estate

- filtraggio dell'aria di ripresa con filtri piani (classe G4);
- sezione ventilante di ripresa a portata variabile,
- camera di miscela aria di ripresa – espulsione - aria esterna
- preraffreddamento a mezzo di recuperatore a flussi incrociati
- sezione ventilante di mandata a portata variabile;
- filtraggio dell'aria con filtri a tasche (classe F9);
- raffreddamento e deumidificazione dell'aria con controllo del punto fisso di saturazione realizzato a mezzo batteria di raffreddamento alimentata con acqua refrigerata;
- sezioni di postriscaldamento;

Nelle aule, la diffusione dell'aria sarà realizzata mediante diffusori lineari a soffitto, da posare principalmente verso le pareti esterne delle aule, mentre i terminali di ripresa, anch'essi diffusori lineari per avere lo stesso effetto visivo, saranno posizionati sul lato opposto in modo tale da garantire una buona miscelazione dell'aria ambiente. Tali soluzioni garantiranno l'assenza di qualsiasi tipo di getto fastidioso sugli utenti, con un valore di velocità finale massima nella zona occupata inferiore a 0.15m/s.

Il controllo della temperatura ambiente avviene mediante la modulazione della portata immessa mentre la variazione della temperatura di mandata della zona avviene mediante un sistema di compensazione della temperatura che agisce sulla valvola di postriscaldamento corrispondente.

Le condizioni termoigrometriche ed i ricambi d'aria che dovranno essere realizzati in questi ambienti, sono evidenziati nella sezione contenente i dati generali di progetto. L'umidità relativa e la qualità dell'aria saranno gestiti centralmente da relative sonde installate sul canale principale di ripresa.

L'aria esterna sarà prelevata da griglie poste sulla parete esterna del fabbricato (altezza superiore di 4,0 mt. dal piano di campagna) mentre l'espulsione dell'aria verrà realizzata sopra il coperto del Corpo didattico.

#### **(ix) Impianto di riscaldamento a radiatori**

Sarà a servizio dei seguenti locali, distribuiti nei vari piani:

Servizi igienici

Spogliatoi

Depositi/magazzini

Locali di supporto

Corridoi Piano Seminterrato

I radiatori saranno alimentati dalla rete di distribuzione acqua calda di riscaldamento. I suddetti radiatori saranno dotati di valvola di regolazione termostatica e di tutti gli accessori necessari.

Tutte le reti di alimentazione, saranno in acciaio nero, isolate con materiale coibente in conformità alla legislazione vigente.

#### **(x) Impianti specifici Deposito Azoto**

##### **1) Impianto di ventilazione e controllo concentrazione di ossigeno**

Nel locale deposito di contenitori di azoto liquido e congelatori sarà installato un impianto di ventilazione meccanica, in grado di minimizzare i rischi derivati dalla fuoriuscita dell'azoto che provocherebbe l'abbassamento della concentrazione dell'ossigeno in ambiente.

E' previsto un impianto di ventilazione "normale" in grado di garantire in condizioni normali un tasso di ventilazione pari a 10 vol/h. In caso di emergenza è previsto l'installazione di un impianto specifico "di emergenza", in grado di garantire un

tasso di ventilazione pari a 20 vol/h. L'impianto di emergenza sarà attivato quando la concentrazione dell'ossigeno in ambiente scenderà sotto la soglia di 19%.

La ventilazione "normale" sarà garantita dall'impianto di ventilazione dedicato ai locali di servizio del Piano seminterrato mentre la ventilazione "di emergenza" sarà garantita da ventilatori dedicati, posti sulla copertura dell'edificio.

L'impianto "di emergenza" sarà costituito di:

- n.2 sensori trasmettitori per ossigeno montati ad un'altezza di 1.1 mt da pavimento finito e non in prossimità dei punti di prelievo del materiale dai contenitori.
- n.1 regolatore elettronico, impostabile a due gradini in grado di ricevere il segnale dai trasmettitori e comandare i vari ventilatori
- n.2 estrattori di portata unitaria circa a 7.800 mc/h in grado di garantire la ventilazione "di emergenza".
- n.2 avvisatori ottici/acustici
- n.1 indicatore digitale di concentrazione dell'ossigeno
- quadro elettrico di contenimento della strumentazione e l'impianto elettrico a valle del quadro. Il tutto a norma CEI

Alla conclusione dei lavori l'installatore dovrà fornire il certificato di corretta esecuzione (prevista per legge) ed un certificato di prova controfirmata dalla DL.

## **2) Impianto di raffrescamento**

L'obiettivo dell'impianto è il mantenimento della temperatura in ambiente inferiore a 25-26°C durante tutto l'arco dell'anno. Si prevede la realizzazione di impianto ridondante al fine di garantire la massima sicurezza nel controllo della temperatura ambiente.

L'impianto sarà del tipo "ad espansione diretta", a portata variabile di freon (VRF), con unità interne posizionate a vista, a soffitto, come indicato negli elaborati di progetto. La potenza totale delle unità interne sarà 75% superiore alla potenza massima dissipata in ambiente, in maniera tale da garantire un consistente margine di scorta dell'impianto. Le unità esterne saranno posizionate sulla copertura dell'edificio, dimensionate sulla base della potenza massima delle unità interne installate.

Le reti principali di distribuzione del freon, le quali collegheranno le unità interne ed esterne, saranno posate all'interno di canaline in acciaio zincato a filo. Le unità esterne saranno del tipo ad espulsione verticale, in costruzione modulare ed avranno una potenza frigorifera unitaria di circa 40kW. La distribuzione idraulica alle unità interne avverrà con tubazioni in rame precoibentato, secondo le specifiche del fornitore delle unità interne ed esterne. Non sarà ammessa la pendenza diretta delle tubazioni principali di freon. La gestione dell'impianto e il mantenimento delle impostazioni di progetto verrà affidata ad un sistema di regolazione generale dell'impianto che permetterà il controllo e la gestione di tutti i componenti dell'impianto.

La temperatura interna verrà gestita tramite i regolatori delle singole unità interne, i quali permetteranno agli utenti anche una modifica di +2°C rispetto al set-point impostato in centrale. Ogni ritardatore agirà direttamente sul sistema di controllo del ventilconvettore di pertinenza. Le informazioni inviate al sistema centrale dai vari componenti serviranno alla gestione automatica di tutti gli elementi preposti al mantenimento delle condizioni interne di progetto.

Le unità interne sono posizionate come da elaborati grafici e verranno collegate alla rete di scarico della condensa, realizzata con tubazioni in PVC 302.

### **(xi) Impianto di gestione e regolazione automatica**

La regolazione degli impianti tecnologici sarà di tipo elettronico a controllo digitale diretto (DDC) con unità periferiche intelligenti. È previsto l'installazione di controllori modulare per la gestione delle apparecchiature installate (vedi elaborati grafici di progetto - schemi funzionali).

La regolazione di tutti i parametri di funzionamento delle altre apparecchiature ad esse associate sarà gestita da sottostazioni DDC indipendenti ed autonome e complete di tutti i programmi residenti necessari al controllo dei valori delle funzioni da regolare, quali: temperatura, umidità portata e pressione, mentre l'intero impianto sarà gestito da un sistema di supervisione compatibile con quello esistente nell'Azienda Ospedaliera, con il quale dovrà interfacciarsi per lo scambio delle informazioni relative a tutti i parametri controllati.

Per quanto concerne la regolazione dei post-riscaldamenti di zona, si prevede l'installazione in posizioni opportune sonde di temperatura in ambiente che possano rilevare le condizioni negli ambienti serviti dalle rispettive batterie di post-riscaldamento. Il segnale di temperatura, ritardabile dall'utente, andrà ad agire sulla rispettiva valvola a tre vie di regolazione della batteria di post-riscaldamento.

Si precisa che sono a carico dell'installatore meccanico, oltre agli impianti fin qui descritti, anche le seguenti opere: il sistema di elettronico di regolazione con la sola esclusione dei cavidotti principali per la posa della linea Bus il collegamento elettrico di ogni ventilconvettore inteso come cablaggio degli apparecchi costituenti il sistema commutazione della velocità, nonché il cablaggio della parte di potenza a valle della scatola di derivazione quadro elettrico contenete le apparecchiature di regolazione nonché tutti i cablaggi relativi alla regolazione e potenza necessaria per rendere il lavoro finito e funzionante. A questo proposito si dovranno prendere accordi con il fornitore dei quadri elettrici al fine di assicurare la buona esecuzione del lavoro.

#### **(xii) Impianto pressurizzazione Locale "Filtro antincendio a prova di fumo"**

La definizione di filtro a prova di fumo è contenuta nel D.M. 30/11/1983, ampliata e integrata dal D.M. 03/08/2015. Il nuovo testo, applicabile in alternativa alla precedente formulazione, è divenuto legge grazie all'avallo della Comunità Europea e ha confermato per il nostro Paese la possibilità di tenere un locale (tipicamente il vano scala interno di un edificio) libero da fumi attraverso la protezione dei locali che ad esso danno diretto accesso.

Il decreto ministeriale prevede, oltre alla ventilazione naturale, la realizzazione di filtro pressurizzato mantenuto in sovrappressione, ad almeno 30 Pa, in condizioni di emergenza, da specifico sistema progettato realizzato e gestito secondo la regola dell'arte.

Nota: il sistema di sovrappressione deve comunque consentire la facile apertura delle porte per la finalità di esodo (capitolo S.4 del nuovo codice PI) nonché la loro completa auto-chiusura in fase di attivazione dell'impianto.

E' previsto la realizzazione di un sistema di pressurizzazione a flusso parzializzabile conforme al D.M. 3 Agosto 2015 e specifico per i locali "Filtro a prova di fumo". Esso è composto dall'unità di alimentazione e controllo e dall'unità di pressurizzazione. L'alimentatore switching e accumulatori, consentono al ventilatore un'autonomia di funzionamento (oltre 2 ore) anche in condizioni di totale assenza di corrente di rete. La carica delle batterie viene effettuata solo quando richiesto limitando il consumo energetico.

Lo stato di funzionamento verrà segnalato mediante l'accensione di LED luminosi. Sono disponibili uscite per la remotizzazione delle segnalazioni di anomalia a postazione di sorveglianza, building automation system.

L'unità di pressurizzazione è collegata con spazio a cielo scoperto mediante canalizzazioni in lamiera zincata, opportunamente costruite e protette con materassino di lana minerale, il tutto certificato REI 120.

#### **(xiii) Impianto idrico sanitario**

##### **1) Impianto idrico**

L'impianto di adduzione di acqua fredda sarà realizzato mediante derivazione dalla rete generale di distribuzione dell'acqua di consumo nell'Azienda Ospedaliera. Comunque sarà previsto l'installazione di un novo contatore dedicato all'edificio.

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in C-PVC, con raccordi specifici, staffate opportunamente, generalmente in quota superiore alla quota del controsoffitto.

Le apparecchiature dell'impianto idrico sanitario, ad esclusione degli apparecchi utilizzatori, saranno poste nella Sottocentrale termo-frigorifera. Le apparecchiature installate, dimensionate in base alle portate contemporanee scaturite dall'analisi delle unità di carico ed alle portate delle utenze di tipo continuo, saranno le seguenti:

- gruppo di filtrazione
- addolcitore a doppia colonna volumetrico
- produttore acs (vedi sopra)
- gruppo di ricircolo acs
- collettori di distribuzione
- gruppo di produzione acqua osmotizzata

Gli apparecchi sanitari in porcellana vetrificata saranno con superficie perfettamente lisce ed esenti da difetti. Gli apparecchi saranno previsti del tipo sospeso con staffe di sospensione zincate a bagno. Le rubinetterie saranno del tipo pesante con cromatura uniforme e del tipo con comandi a mani libere per i lavelli delle cucine. Ogni colonna montante sarà munita alla base di valvola di intercettazione e valvola di scarico, poste in posizione facilmente accessibile; alla sommità della colonna sarà installato il dispositivo idoneo ad ammortizzare i colpi di ariete.

Gli stacchi, a servizio del laboratorio, avranno i diametri richiesti secondo le esigenze del singolo laboratorio, invece per i servizi del piano dovranno essere realizzati degli stacchi con diametro ¾". All'ingresso di ogni servizio verranno installati dei rubinetti d'intercettazione a cappuccio per acqua calda e fredda da ½". La distribuzione fino all'apparecchio servito sarà del

tipo incassato, con tubazione in c-pvc coibentato con guaina in polietilene espanso di adeguato spessore. Non saranno ammessi tubazioni in rame o acciaio zincato per la distribuzione dell'acqua sanitaria.

Le reti di distribuzione dell'acqua fredda e della acqua calda sanitaria saranno adeguatamente distanziate. Le reti saranno più lineari possibile, evitando tubazioni con tratti terminali ciechi e senza circolazione dell'acqua; le tubature dell'acqua calda saranno coibentate in conformità al DPR 412/93. Non sono previsti serbatoi di accumulo acs.

Le reti saranno realizzati con materiali tali da garantire la possibilità di eseguire adeguati trattamenti di disinfezione chimica e termica.

L'impianto è corredato di rete di ricircolo dell'acqua calda.

Nell'impianto la temperatura dell'acqua calda:

- sarà mantenuta  $\geq 60$  °C nei serbatoi di accumulo,
- non scenderà sotto 50 °C alla base di ciascuna colonna di ricircolo.

L'impianto è stato dimensionato secondo quanto disposto dalla Norma UNI 9182.

I dati per la distribuzione acqua fredda e calda sono:

Lavabi	0,10 l/s	acqua calda e fredda
Wc.	0,10 l/s	acqua fredda
Bidet	0,10 l/s	acqua calda e fredda
Lavello da laboratorio	0,20 l/s	acqua calda e fredda

Contemporaneità generale pari al 25% e nelle colonne pari al 45%.

Portate di scarico per gli apparecchi sanitari.

Vaso	2,5 l/s.
Lavabo	0,5 l/s.
Bidet	0,5 l/s.
Laboratorio	1.2 l/s

Contemporaneità = 0,7 per la radice quadrata delle portate contemporanee.

Per il contenimento dei consumi di acqua potabile anche ai fini del rispetto delle prescrizioni contenute nel RUE vigente del comune di Bologna, scheda di dettaglio E9.1, si è proceduto mediante la progettazione dei seguenti sistemi:

1. Sistemi di risciacquo dei WC a flussometri (apertura a tempo) con doppia capacità di erogazione;
2. Installazione di rubinetteria a tempo per l'erogazione dell'acqua nei lavandini, certificati in classe A o B secondo il sistema Europe WELL ([www.europeanwaterlabel.eu](http://www.europeanwaterlabel.eu));
3. Installazione di contatori volumetrici sulle utenze principali;

## 2) Apparecchi sanitari

Saranno come segue:

lavelli da laboratorio in acciaio inox  
lavaocchi e doccia di emergenza in acciaio inox  
vasi e bidet in porcellana, tipo sospeso  
lavelli in porcellana  
piatti doccia in porcellana  
rubinetteria monocomando cromato a leva lunga  
sifoni, pilette, flessibili e pezzi speciali

## 3) Reti di scarico acque reflue

Gli impianti sono stati progettati in aderenza alle esigenze di rispetto delle normative vigenti;

Sistemi di smaltimento acque bianche	UNI EN 12056-3
Sistemi di smaltimento acque nere	UNI EN 12056-2
Disposizioni sulla tutela delle acque	D.L. n° 152/99
Disposizione di tutela dell'ambiente	D.Lgs. 152/2006
Norme per la sicurezza degli impianti	Legge 37/08

Regolamento Fognario del Comune di Bologna

### a) Acque nere

L'impianto di scarico acque nere è progettato in accordo alla norma UNI EN 12056-2 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici: Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo. Tra i sistemi descritti nella Norma si è scelto di adottare il "Sistema I": - Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente.

Gli apparecchi sanitari sono dunque connessi a diramazioni di scarico riempite parzialmente.

Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e sono connesse ad una unica colonna di scarico. Per il calcolo delle portate delle acque reflue la Norma indica nel prospetto 2 le Unità di scarico (DU) associate ai singoli apparecchi.

La rete di scarico acque usate sarà realizzata con tubazioni in PEHD tipo Geberit in conformità alle norme UNI EN 1519-1:2019 e DIN 19535 per condotte interne. Tutti i pezzi speciali quali braghe, tee, curve, ecc. saranno uniti mediante saldatura di testa a polifusione, ed ove non possibile con giunti a saldatura elettrici. Nella posa verranno usati manicotti dilatatori, curve a largo raggio, braccialetti guida e braccialetti per punti fissi. Tutti gli scarichi acque nere installati all'interno dell'area, saranno collegati alla rete generale di scarico dell'Azienda Ospedaliera previo installazione di pozzetto con sifone Firenze e valvola anti reflusso.

#### **b) Acque bianche**

La rete di scarico sarà dimensionata in base alla norma UNI EN 12056-3 : 2001. L'impianto sarà formato da pluviali, collettori sub orizzontali, pozzetti, sifoni con ispezioni e caditoie.

Sono state calcolate le portate che i pluviali dovranno smaltire con un indice di intensità pari a 0.039 (140 mm/ora) ricavato dai dati forniti dalle Stazioni Meteorologiche di Bologna Rete MNW/CEM.

Tutti gli scarichi acque bianche saranno collegati alla rete generale di scarico dell'Azienda Ospedaliera previo installazione di pozzetto con sifone Firenze e valvola anti reflusso.

#### **c) Scarichi chimici (laboratori)**

Nelle aree laboratori (tutti), Sale operatorie e Stabulari saranno realizzate due reti distinte di raccolta dei reflui. E' previsto la realizzazione di una rete denominata "scarichi di laboratorio" nella quale defluiranno gli scarichi normali di laboratorio (non speciali). Nella seconda rete defluiranno i reflui speciali che non possono scaricati in fognatura, nel rispetto delle prescrizioni di legge.

Le due reti di scarico saranno indipendenti e realizzate con tubazioni in PEHD tipo Geberit in conformità alle norme UNI EN 1519-1:2019 e DIN 19535 per condotte interne. Tutti i pezzi speciali quali braghe, tee, curve, ecc. saranno uniti mediante saldatura di testa a polifusione, ed ove non possibile con giunti a saldatura elettrici. Nella posa verranno usati manicotti dilatatori, curve a largo raggio, braccialetti guida e braccialetti per punti fissi. Le due reti saranno convogliate in due vasche separate; i reflui normali da laboratorio, qualora rispettino i requisiti prescritti di legge potranno immesse nella rete fognaria delle acque nere, mentre i reflui speciali saranno smaltiti da ditte specializzate come "rifiuti speciali".

#### **4) Impianto di recupero e riuso acque piovane**

Il sistema di raccolta dell'acqua meteoriche delle superfici impermeabili in elevazione del nuovo edificio provvederà a fare confluire l'acqua piovana in una vasca di raccolta avente una capacità di circa 35 mc. La vasca sarà completa di:

apertura di accesso per manutenzione

tubi di sfiato, troppo pieno e scarico

pozzetto di fondo

La scheda di dettaglio E9.1 del RUE del Comune di Bologna, indica un parametro di calcolo della capacità della cisterna di accumulo per il riuso dell'acqua piovana pari a  $Sc \times 0,05$  (m) dove Sc è la superficie captante della copertura dell'intervento in progetto; il progetto prevede una superficie impermeabile di copertura di circa 700 m<sup>2</sup>, il che richiederebbe una capacità della vasca di accumulo delle acque piovane di 35 m<sup>3</sup>, che si ritiene compatibile con le esigenze dell'edificio per uso di lavaggio delle aree esterne e locali tecnici nonché per l'irrigazione delle aree verdi. In caso di non funzionamento del sistema di recupero (mancato caricamento e/o guasti), tramite un intervento manuale si potrà erogare l'acqua potabile da acquedotto; a tale scopo è stato previsto sulla tubazione di emungimento dalla rete di distribuzione acqua industriale dell'Azienda Ospedaliera completo di disconnettore a pressione differenziale in grado di evitare potenziali contaminazioni da parte dell'acqua piovana recuperata.

La pressurizzazione dell'acqua piovana recuperata avviene con sistema a portata variabile con due pompe sommergibili installate ad asse orizzontale all'interno della vasca che provvedono ad alimentare un collettore di spinta dal quale si deriva la tubazione principale che dopo il trattamento di filtrazione viene inviata alle utenze. Il trattamento previsto sull'acqua piovana:

- Dosaggio volumetrico di prodotto flocculante

- Dosaggio di cloro;

- Filtrazione con filtro autopulente automatico.

#### **(xiv) Impianto gas tecnici**

Nei laboratori è previsto la distribuzione dei gas tecnici per esigenze di alimentazione della strumentazione, per i processi o per calibrare i dispositivi. I sistemi di distribuzione di gas saranno progettati, dimensionati e localizzati in modo tale da garantire la sicurezza in laboratorio. Inoltre, l'attenzione ai requisiti di elevata purezza (purezza, compatibilità, flusso, materiali di costruzione e altro ancora) saranno elementi fondamentali per la sicurezza, le prestazioni e l'efficienza del sistema. In linea generale per lo stoccaggio, l'uso e l'installazione delle reti di distribuzione dei gas tecnici e medicali dovranno essere rispettati i requisiti della norma UNI EN ISO 7396-1:2019. Inoltre, dovranno essere considerati: NFPA 55: Gas compressi e codice dei fluidi criogenici e OSHA Standards 29 CFR 1910.101: Requisiti generali dei gas compressi.

Per la corretta progettazione esecutiva di ogni impianto di gas è necessario condurre un audit dei gas necessari per ogni laboratorio. Identificare quali gas sono necessari per ogni strumento, il loro livello di purezza, la pressione di consegna richiesta e la domanda di flusso di picco sulla base delle schede tipologiche allegate ai documenti di gara.

Alcuni dei gas previsti saranno derivati dalle reti dell'Azienda Ospedaliera (ossigeno, aria compressa 8 bar, aria compressa 4 bar, protossido di azoto, anidride carbonica e argon) mentre l'azoto liquido sarà fornito da un serbatoio criogenico da posare nella zona dedicata all'interno del perimetro dell'intervento, Nella stessa zona saranno posizionate le bombole di elio e le pompe del vuoto.

Dovrà essere prevista l'installazione di un impianto per gas tecnici per laboratori, costituito essenzialmente da: tubazioni in rame o in acciaio inox per allacciamento alle centrali di distribuzione (bombolaio);

gruppi di riduzione di pressione di zona;

attacchi gas a servizio dei banchi e cappe

Le reti saranno posate principalmente in appositi cavedi aerati, con tratti brevi all'interno dei laboratori.

I gas previsti sono:

- Ossigeno
- Elio
- Argon
- Azoto
- Protossido di azoto
- Anidride carbonica
- Aria compressa
- Vuoto (aspirazione)

Al termine dei lavori l'impianto dovrà essere perfettamente funzionante a completo di tutti gli organi e gli accessori necessari al suo corretto e sicuro funzionamento.

Stoccaggio e di consegna del gas

Per il stoccaggio delle bombole (in aree separate per ogni gas, saranno rispettate le norme in vigore VVF nonché gli standard sopramenzionati. Le bombole di gas devono essere conservate e fissate in posizione eretta utilizzando staffe, catene o cinghie in un'area ben illuminata e ventilata lontana da materiali combustibili e fonti di calore o accensione. I gas devono essere separati per tipo di pericolo. Lo spazio dovrebbe essere consentito di separare completamente dai cilindri vuoti con la segnaletica di notifica del pericolo appropriata.

##### **1) Dimensionamento delle tubazioni**

Le reti di distribuzione dei gas saranno principalmente realizzate con tubazioni in rame conformi alle specifiche richieste. La rete di distribuzione dell'elio sarà in acciaio inox specifico, mentre la rete di alimentazione di azoto liquido, che collega il serbatoio criogenico esterno con il locale di stoccaggio dei serbatoi interni sarà realizzato con tubazioni con camicia sottovuoto. Per il dimensionamento delle tubazioni, tenuto conto della portata massima ed un fattore di sicurezza conservativo per consentire una crescita del fabbisogno di almeno il 20-50%, è necessario considerare la distanza totale dall'ultimo punto di utilizzo ed una caduta massima della pressione non superiore al 10%.

Nel presente appalto è previsto la sola realizzazione delle reti di distribuzione in partenza dalle centrali principali al Piano Seminterrato (le centrali saranno completati con un altro appalto), fino alle predisposizioni all'interno dei singoli laboratori. Anche in questo caso, il completamento degli impianti di distribuzione gas all'interno dei laboratori sarà eseguito un un altro appalto, una volta definite le richieste esatte delle utenze dei laboratori.

A titolo informativo, di seguito vengono descritti le altre parti dell'impianto, da tenere in considerazione per lo sviluppo del progetto esecutivo del presente appalto, e per la definizione delle opere di completamento. Tuttavia, dovrà essere fare riferimento agli elaborati grafici allegati, per la definizione dei limiti di fornitura.

## 2) Sistema di erogazione del gas

Per quasi tutti i gas di laboratorio, mantenere la purezza del gas è un requisito fondamentale. A tal fine, occorre considerare la scelta dei materiali di costruzione e la loro compatibilità con tale gas specifico e il suo livello di purezza. Non è sufficiente che i materiali siano compatibili con il gas specifico, ma che il design garantisce e mantenga la purezza del gas. Le reti saranno in rame a barre o in acciaio inox 316L. Eventuali diaframmi devono essere in acciaio inossidabile 316L e le guarnizioni del diaframma devono essere di un design metallo-metallo.

Il sistema deve avere un'integrità minima delle perdite pari a  $1 \times 10^{-8}$  Scm<sup>3</sup>/sec di elio, che equivale al volume di un centimetro cubo fuoriuscire o entrare nell'arco di 3,1 anni. Questo non solo assicura che il gas non fuoriesca dal sistema, ma anche che le impurità non possano entrare nel sistema e compromettere la purezza del gas.

Il sistema di erogazione del gas deve essere in grado di fornire la pressione e il flusso massimi richiesti come descritto in precedenza e le informazioni determinate dall'audit del gas.

I riduttori di pressione di "secondo stadio" o "di linea"

I riduttori di pressione di "secondo stadio" sono considerati Dispositivi medici soggetti alla normativa UNI ISO 7396-1, e pertanto recheranno il marchio di conformità "CE". Saranno montati in accordo alla ISO 10524-2, ed avranno valvole di isolamento a monte e valle, manometri conformi alla ISO 10524-2 a monte e valle, pressostati per allarmi di alta e bassa pressione con precisione inferiore al 4% a valle, e prese di emergenza (conformi alla norma AFNOR NF 90-116) a valle, per allacciare alimentazioni di emergenza. Tutti i riduttori installati sono del tipo doppio.

## 3) Unità terminali

Le unità terminali ("Prese rapide") sono anch'esse "Dispositivi medici" e pertanto recheranno la marcatura "CE". Saranno conformi alla Norma ISO 9170-1 per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e di portata del gas. Le prese saranno composte da una base provvista di dispositivo automatico di manutenzione e rispondente alla norma ISO 9170-1, mentre il completamento deve rispondere alla norma AFNOR NF-S 90-116. Le prese saranno in ottone cromato, con doppio ritegno per consentire manutenzioni o sostituzioni del frutto senza interrompere il gas al reparto considerato.

Saranno montate in parete in cassetta da incasso. Le prese devono essere installate da sinistra a destra oppure dall'alto in basso nel seguente ordine: Ossigeno – Aria – Vuoto – Gas anestetici

Conformemente alle norme le prese dei vari gas non saranno intercambiabili fra di loro, e riporteranno in modo evidente il nome/simbolo del gas erogato ed il suo colore di riconoscimento.

Il sistema di allarmi

Saranno in conformità con la norma UNI ISO 7396-1, Par. 6. Gli allarmi inoltre saranno di tipo "allarmi di emergenza clinica" (posti in reparto ed immediatamente visibili al personale medico e paramedico).

Pertanto, saranno presenti, in reparto, allarmi di alta e bassa pressione a valle dei riduttori di "secondo stadio", per tutti i gas. Tali allarmi saranno posizionati nella zona presidiata di reparto (locale caposala). La zona presidiata dovrà comunque essere concordata/confermata dal personale sanitario responsabile. Caratteristiche della centralina, colori e visibilità degli allarmi saranno conformi alla UNI ISO 7396-1, ed il suono della sirena sarà conforme alla ISO 3746. Le centraline inoltre recano il marchio CE di conformità alla IEC 60601-1-8 ("Apparecchiature elettromedicali")

## 4) Tubazioni ed installazione

Verranno utilizzate tubazioni in rame che garantiscano la pulizia interna delle tubazioni stabilendo un limite massimo di residui interni. Le tubazioni saranno a Norma UNI ISO 7396-1. Le tubazioni saranno inoltre decappate e tappate alle estremità, ad ulteriore garanzia della pulizia, sia per le tubazioni in rotoli di rame ricotto, che per le tubazioni in verghe di rame crudo.

La posa verrà eseguita conformemente a quanto richiesto dalla UNI ISO 7396-1 oltre che agli usuali standard di buona tecnica. In particolare, per la posa si richiede alla tubazioni di essere giunte fra loro per saldobrasatura con materiale di apporto che mantenga le sue caratteristiche meccaniche fino a 450°C. Le tubazioni saranno inoltre identificate con adesivi indicanti il gas erogato, a distanze come richiesto da norma (max ogni 10 mt, ad ogni gomito, giunzione a "T", etc.) Le tubazioni saranno supportate ad intervalli dipendenti dai diametri come nella seguente tabella 3 (UNI ISO 7396-1):

Diametro Esterno Tubazione	Intervallo massimo tra supporti [m]
Fino a 15 mm	1.5
da 22 a 28 mm	2.0
da 35 a 54 mm	2.5

Le tubazioni saranno staffate con supporti in acciaio zincato, e sostenute da collari in materiale plastico, ad evitare contatti "metallo-metallo". I supporti delle tubazioni saranno dedicati, e le tubazioni stesse non saranno sostenute da altra impiantistica, né faranno da sostegno ad altra impiantistica.

Le tubazioni dovranno correre separatamente dall'impiantistica elettrica (distanti almeno 5 cm.) e saranno evitati contatti con l'impiantistica elettrica stessa nel caso di incroci. Come da norma tutte le valvole saranno identificate, riportando anche l'area servita. Per quanto riguarda le tubazioni interrate, saranno poste in apposito cunicolo e saranno aggiunte bandelle interrate ad adeguata distanza, in modo da avvertire della presenza di tubazioni.

**Impianto di evacuazione gas anestetici**

Nelle sale operatorie e nei locali dove si farà uso di gas anestetici saranno installate Unità Terminali di Evacuazione Gas Anestetici, che consentono di convogliare verso l'esterno i gas anestetici utilizzati all'interno delle sale operatorie durante le sedute operatorie. Tale impianto sarà conforme alla norma UNI ISO 7396-2. L'impianto è composto da prese dedicate, composte da una base da saldobrasare alla rete di espulsione e da un completamento attraverso il quale, utilizzando l'innesto opportuno, avviene l'espulsione del gas anestetico. Il completamento deve essere del colore specifico previsto dalla normativa tecnica di riferimento e deve riportare l'identificativo della presa. Sono provviste di fondello da incasso per essere installate a muro.

Il funzionamento dell'unità terminale avviene mediante collegamento della medesima alla rete di aria (pressione rete aria 4-5 bar), al fine di generare la depressione necessaria all'espulsione dei gas anestetici. Sarà fornita di cassetta da incasso e coperchio di copertura, sul quale deve essere presente una spia pneumatica attraverso la quale è possibile verificare il funzionamento del sistema venturi. L'unità terminale deve inoltre prevedere la possibilità di poter modificare la taratura della portata. Devono essere marcati CE in conformità alla direttiva 93/42 CEE, recepita in Italia con D.Lgs 46/97.

#### **(xv) Impianto idrico antincendio**

L'impianto idrico antincendio sarà conforme alla norma UNI 10779:2014.

Per la protezione interna, considerando il livello di rischi di classe 2 [UNI10779 Par. B.2.3 Prospetto B1], l'impianto sarà dimensionato a garantire il funzionamento contemporaneo di 6 idranti UNI 45 in posizione idraulicamente sfavorita o n. 4 idranti UNI70 (protezione esterna).

Considerando le portate di 120 lt/min. per ogni idrante UNI 45 la portata necessaria dell'impianto interno calcolata risulta 860 l/min.

Per la protezione esterna dovrà essere garantita una portata di 300 l/min per ognuno dei quattro idranti esterni, alla pressione di 4,0 bar.

La durata di funzionamento è stabilita in 60min.

Anche l'autorimessa sarà protetta dall'impianto sopradescritto.

Gli idranti UNI 45 dovranno essere completi di:

cassetta di alloggiamento in lamiera con sportello vetrato;

saracinesca d'intercettazione;

lancia erogatrice munita di valvola regolatrice e di chiusura del getto;

tubazione semirigida in gomma e nylon.

Gli idranti, in numero sufficiente a coprire interamente ogni zona del piano, dovranno garantire le minime portate e pressioni al bocchello, richieste normativamente.

Per la protezione esterna è previsto l'installazione di n. 4 idranti soprasuolo UNI 70.

L'alimentazione dell'acqua sarà garantita dall'impianto centralizzato di distribuzione acqua per usi antincendio, presente nell'Azienda Ospedaliera. Le prestazioni fornite dovranno garantire il funzionamento contemporaneo di n.3 idranti UNI in posizione sfavorita considerando due colonne montanti. All'esterno dell'edificio dovranno essere installati cinque attacchi doppi UNI 70 per autopompa VVF.

**SEZIONE B :      REQUISITI TECNICI DELLE APPARECCHIATURE**

## **Cap. B.01: REQUISITI TECNICI DELLE APPARECCHIATURE**

### **B.01.01 PREMESSA**

Il presente paragrafo ha per oggetto le caratteristiche tecniche, alle quali deve essere aderente la fornitura e l'installazione, delle apparecchiature necessarie per la realizzazione degli impianti termomeccanici ed il raggiungimento dello scopo prefissato.

Le opere relative dovranno essere previste secondo i requisiti e le caratteristiche desumibili dal presente elaborato, dai disegni e dai dati di progetto riportati in relazione tecnica.

Le specifiche riguardano i materiali e le caratteristiche dei componenti, i metodi di posa e le linee guida per il controllo di qualità.

**Tutto quanto di seguito specificato è da intendersi oggetto della fornitura che quindi dovrà comprendere oltre alle apparecchiature, anche gli accessori e quant'altro necessario a rendere l'opera perfettamente funzionante per lo scopo previsto**

### **B.01.02 PRESTAZIONI E FORNITURE RICHIESTE**

*Ad integrazione e completamento di quanto contenuto nella Relazione descrittiva Impianti Meccanici e oltre a quanto specificamente indicato nei paragrafi che seguiranno si precisa:*

- ad aggiudicazione conseguita, l'Impresa dovrà fornire i documenti di ciascuna fornitura di seguito indicata
- certificati di collaudo della fornitura: essi documenteranno tutte le prove richieste di collaudo in officina, eseguite sui componenti della fornitura stessa, le modalità di esecuzione (norme di riferimento) e l'esito;
- una dichiarazione di conformità della fornitura alle presenti specifiche tecniche;

## **Cap. B.02: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### **B.02.01 GENERALITA'**

I materiali da impiegarsi nella costruzione delle opere, purché riconosciuti idonei, delle migliori qualità e rispondenti ai requisiti più oltre specificati, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, e salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'Impresa, a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo perciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali venissero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare.

Nell'eventualità di cui sopra, l'Impresa sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, tutte le varie prescrizioni riferite alle dimensioni e qualità dei materiali, resteranno invariati.

### **B.02.02 PROVE SUI MATERIALI**

Il prelievo dei campioni di materiale sarà eseguito in contraddittorio e i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dall'Impresa o dalla Direzione Lavori contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere o nello stabilimento di origine o produzione o presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori la cui accettazione per altro sarà demandata a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera e riconosciuti non idonei la Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se essi debbano venire scartati; in questo caso l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'allontanamento dal cantiere dei materiali dichiarati non idonei entro il termine di 3 (tre) giorni dalla comunicazione delle decisioni della Direzione Lavori.

Le decisioni della Direzione Lavori, in merito all'accettazione dei materiali, non potranno in alcun modo pregiudicare i diritti dell'Amministrazione appaltante in sede di collaudo.

### **B.02.03 MATERIALI**

Tutti i materiali per le parti in pressione dovranno essere idonei all'impiego secondo la normativa vigente, e certificati di conseguenza.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare dovranno essere quelle descritte in seguito. In mancanza di particolari prescrizioni si intende che i materiali dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

#### **(i) ELETTROPOMPE - GENERALITA'**

Le pompe centrifughe, direttamente accoppiate al motore elettrico, saranno dei seguenti tipi secondo l'installazione e la destinazione rilevabile dagli schemi allegati e saranno adatte al tipo di fluido che devono convogliare.

Ogni pompa dovrà essere dotata di:

- valvole di intercettazione, sia sulla bocca premente che aspirante, dello stesso diametro della tubazione.
- valvola di ritegno di tipo silenzioso dello stesso diametro della tubazione principale
- antivibranti in gomma sia sulla mandata che sull'aspirazione

Accessori compresi nel prezzo

- un manometro con prese sia sull'aspirazione che sulla mandata, rubinetti intercettazione e flangia di prova; le prese dovranno essere: a monte, fra valvola e pompa e a valle fra pompa e valvola di ritegno
- raccordi fra le bocche delle pompe e le tubazioni principali eseguiti esclusivamente mediante tronchetti conici di lunghezza pari a circa cinque volte la differenza fra i due diametri. Eventuali gomiti dovranno essere realizzati con curve di ampio raggio.

Installazione

Le fondazioni per le pompe ad asse orizzontale saranno, salvo diversa prescrizione, di calcestruzzo; l'altezza da terra dei piani di posa dei gruppi elettropompa ed il distanziamento tra gruppi affiancati dovranno essere tali da consentire gli interventi di manutenzione.

Per evitare la trasmissione di vibrazioni ove necessario il basamento di appoggio in calcestruzzo dovrà essere di tipo galleggiante, cioè staccato dalle strutture adiacenti mediante interposizione di strato di materiale antivibrante o sospensioni elastiche.

Le tubazioni di collegamento alle pompe dovranno essere supportate indipendentemente in modo da non creare con il peso e/o con le dilatazioni, sforzi o momenti dannosi. Inoltre dovrà essere possibile la rimozione delle pompe senza che sia necessario installare supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.

I raccordi fra le bocche delle pompe e le tubazioni dovranno essere eseguiti esclusivamente mediante tronchetti conici di lunghezza pari a circa cinque volte la differenza fra i due diametri; eventuali gomiti dovranno essere realizzati con curve ad ampio raggio.

Per le pompe in-line si dovrà porre cura nell'installazione in modo da non far gravare le tubazioni con il peso della pompa stessa.

Esercizio

Per ogni gruppo di pompaggio, le due pompe (di esercizio e di riserva) dovranno alternarsi nel funzionamento in modo automatico.

La pompa di riserva dovrà entrare automaticamente in funzione in caso di blocco della pompa in esercizio in quel momento. Durante il funzionamento dovrà essere evitata nel modo più assoluto la cavitazione, su richiesta dovrà essere fornito il calcolo dell'NPSH.

#### **1) POMPE IN LINE PER INSTALLAZIONE DIRETTA SULLE TUBAZIONI**

a - tipo monoblocco

Il gruppo sarà in esecuzione monoblocco in cui tutte le parti ruotanti sono lubrificate dal fluido vettore stesso. Salvo diverse indicazioni, il corpo sarà in ghisa grigia, l'albero in acciaio inox, girante in materiale sintetico; ove richiesto le giranti saranno in acciaio inox.

Le pompe avranno gli attacchi a flangia e saranno complete di controflange PN 10.

Nell'esecuzione gemellare le due giranti saranno montate in un solo corpo, separate da una valvola a clapet; le due pompe dovranno poter funzionare sia singolarmente che contemporaneamente.

Il gruppo gemellare dovrà essere fornito di un coperchio per permettere l'esercizio anche senza uno dei due motori.

Salvo diversa indicazione i motori saranno a velocità variabile a quattro poli con alimentazione trifase. Ogni pompa avrà la sua riserva di uguali caratteristiche (escluso che per i gruppi gemellari).

b - tipo con motore esterno

Il corpo pompe sarà monostadio accoppiato direttamente ad un motore elettrico tramite flangiatura. pompe e motore saranno accoppiati direttamente con unico albero. La tenuta sarà meccanica, esente da manutenzione i cuscinetti saranno autolubrificati esenti da manutenzione.

Il corpo e la girante saranno in ghisa; dove espressamente richiesto la girante sarà in acciaio inox.

Bocche aspirante e premente flangiate PN 10 complete di controflange e bulloni.

Salvo diverse indicazioni, il motore sarà in corto circuito trifase 380/3/50 a 4 poli ventilato esternamente, classe protezione IP44. (Per installazioni all'esterno classe IP 55); i motori dovranno avere il marchio IMQ. Il gruppo gemellare dovrà essere fornito di un coperchio per permettere l'esercizio anche senza uno dei due motori.

Nel gruppo gemellare le due pompe dovranno poter funzionare sia singolarmente che contemporaneamente.

## **2) POMPE MONOBLOCCO A BASAMENTO**

La pompa sarà monostadio ad asse orizzontale accoppiata direttamente ad un motore elettrico tramite flangiatura. La tenuta sarà meccanica esente da gocciolamenti e da manutenzione.

Il corpo e la girante saranno in ghisa, l'albero in acciaio inox. Su richiesta girante in bronzo od in acciaio inox. Cuscinetti esenti da manutenzione fino a 15 kW e lubrificati per potenze superiori.

Flange di raccordo PN 10 O PN 16 complete di controflange e bulloni. Le flange saranno con foratura per presa pressione.

Salvo diverse indicazioni il motore sarà autoventilato trifase in corto circuito alimentazione 380/3/50 a quattro poli. I motori dovranno avere il marchio IMQ protezione IP 44. Per montaggio all'esterno IP 55.

Sistema di velocità variabile auto-ventilato che consente la variazione continua della velocità del motore mediante segnali standard e bus di campo.

### **(ii) ADDOLCITORE**

Addolcitore automatico con comando elettronico a microprocessori, display digitale con indicazione della portata o del tempo, spia luminosa funzionamento; alimentazione a 220 V con trasformatore incorporato e batteria tampone per conservare l'alimentazione delle memorie in caso di mancanza tensione;

Comando di rigenerazione volumetrico statistica mediante contatore e conta impulsi, con possibilità di fissare l'ora in cui deve avvenire la rigenerazione, possibilità di comando manuale della rigenerazione con pulsante; by-pass interno al gruppo di comando per permettere il passaggio di acqua, non trattata, anche durante la fase di rigenerazione;

Complesso di by-pass installato direttamente sull'addolcitore, comprendente valvola di by-pass, valvola di ritegno, valvola di miscelazione per la regolazione della durezza residua, valvola di sfioro con apertura automatica del by-pass in caso di eccessive perdite di carico nell'addolcitore e successiva chiusura automatica;

Serbatoio addolcitore in resina poliestere rinforzata con fibra di vetro

Serbatoio di contenimento del cloruro sodico in polietilene atossico anti-urto, completo di pozzetto di protezione, valvola a galleggiante, piastra di separazione acqua-sale;

Resina a scambio ionico idonea per uso alimentare;

Complesso di aspirazione salamoia;

Gruppo valvole di comando delle diverse fasi di tipo pneumatico o idraulico a diaframma; tubazioni di collegamento e relativi accessori.

A corredo dell'impianto devono essere forniti e installati:

Manometri in ingresso ed uscita;

Contatore a monte dell'addolcitore, con valvole di intercettazione;

Attacchi 1/2" per prelievo campioni, rispettivamente a monte ed a valle dell'addolcitore, dotati di valvola a sfera con portagomma;

Filtro di sicurezza per attacchi sino a per attacchi da DN 65 a DN 100 con cartuccia filtrante in acciaio inossidabile AISI 304 montata su supporto dello stesso materiale; contenitore in acciaio al carbonio, sabbiato sino al grado A Sa 3 oppure B Sa 3, secondo Swedish Standard Association SIS 55900; rivestimento interno in resina epossidica di tipo idoneo per uso alimentare, spessore a secco non inferiore a 80 micron; rivestimento esterno in ciclo poliuretano antiacido, spessore a secco non inferiore a 80 micron; coperchio amovibile flangiato con guarnizione di tenuta O-ring e bulloni in acciaio inossidabile; manometro come da specifica, con rubinetto a maschio a 3 vie (in alternativa due rubinetti a due vie) installato

a cavallo dell'elemento filtrante, completo di portamanometri con rubinetto a tre vie, flangetta di prova e spirale; eliminatore automatico aria; prima carica di sale e resine; Kit per analisi durezza acqua, con reagenti e dosatore; Targhette di indicazione delle sigle delle apparecchiature, realizzate in acciaio zincato o in materiale plastico con schermo protettivo in plexiglas trasparente; le sigle delle apparecchiature devono essere coerenti con quelle dei quadri elettrici e con le identificazioni della documentazione come costruito.

### **(iii) FILTRO MICROMETRICO AUTOPULENTE AUTOMATICO**

Il filtro autopulente sarà costituito da:

- corpo in bronzo sormontato da una calotta all'interno della quale ci sono gli automatismi di lavaggio; gli automatismi leggeranno la pressione differenziale onde valutare quando il filtro è sporco. Il corpo sarà ruotabile per permettere l'installazione sulla tubazione in qualsiasi posizione si trovi
- timer programmabile per eseguire i lavaggi periodici indipendentemente dallo sporcamento del filtro
- coppa di materiale trasparente contenente l'elemento filtrante
- imbuto di raccolta realizzato secondo le normative europee che impedisce la possibilità di contatto, anche accidentale, tra l'acqua di scarico e l'acqua da filtrare
- cavo elettrico di collegamento
- tubo di scarico visibile fino alla fogna
- 3 valvole a sfera per l'intercettazione e by-pass
- attacchi in tre pezzi per il facile smontaggio

Il filtro dovrà garantire l'erogazione di acqua filtrata anche durante le operazioni di lavaggio.

### **(iv) COLLETTORI IN ACCIAIO NERO – GENERALITA'**

I collettori saranno costruiti in tubo d'acciaio nero con coperchi bombati ed avranno il diametro minimo pari a 1,25 volte il diametro della massima diramazione.

I collettori dovranno essere realizzati in modo che le valvole e saracinesche abbiano gli assi dei volantini perfettamente allineati; inoltre, la distanza fra i vari volantini, che sarà di circa 100 mm, dovrà essere mantenuta perfettamente costante badando nello stesso tempo che la distanza fra le flange non sia inferiore a 50 mm.

In un collettore dove vi saranno anche delle pompe centrifughe del tipo in-line, si dovrà aver cura di installare le pompe in modo che ad installazione ultimata siano perfettamente allineati i motori delle pompe stesse.

In caso di installazione di pompe direttamente sul collettore si dovrà fare in modo che il corpo non disti meno di 50 mm. da flange o isolamento termico adiacenti.

Prima della realizzazione la Ditta dovrà richiedere approvazione del disegno costruttivo.

Ogni collettore sarà completo di:

- mensole di sostegno; fra le mensole ed il collettore dovrà essere interposto uno strato di gomma rigida di spessore non inferiore ad 1 cm
- attacco con rubinetto di scarico, con scarico visibile convogliato in fogna;
- attacchi a flangia e controflange
- verniciatura con due mani di preparato antiruggine (comprese le staffe)
- rivestimento coibente realizzato secondo le prescrizioni della relativa specifica, la finitura sarà come le corrispondenti tubazioni (gusci di alluminio o di PVC allo stesso prezzo)

### **(v) PRODUTTORE ISTANTANEO DI ACQUA CALDA SANITARIA**

Preparatore istantaneo di acqua calda sanitaria, del tipo automatico con controllo a microprocessore e portata variabile del circuito primario. Lo scambio termico avviene mediante scambiatore a piastre in acciaio inox AISI 316 con la massima garanzia di igiene ed elevate prestazioni. Il modulo, collegato ad un termoaccumulo da cui preleva energia, è completo di tutti i componenti necessari al suo funzionamento e, attraverso una centralina con display grafico, permette all'utente di tenere monitorato il funzionamento oltre che impostare facilmente i parametri di utilizzo. La gestione è affidata ad un regolatore elettronico che garantisce il valore di temperatura impostata dell'a.c.s. mediante la modulazione della portata del circuito primario.

Produzione ACS da 10 a 45 °C con primario 55 °C.

Il preparatore istantaneo è dotato di regolatore in grado di gestire le seguenti funzioni:

Regolazione elettronica della velocità della pompa in maniera efficiente

Display grafico Impostazione temperatura di utilizzo ACS

Impostazione temperatura massima ACS. Si tratta di una impostazione di sicurezza che arresta il gruppo se la temperatura dovesse raggiungere il valore massimo impostato

Gestione kit cascata Gestione kit Miscelatrice su circuito primario Gestione kit stratificazione accumulo Possibilità di controllo di una pompa di ricircolo per anello sanitario, potendo impostare le fasce orarie di funzionamento della pompa e la temperatura dell'anello di ricircolo al di sotto della quale la pompa viene attivata Antilegionella: possibilità di gestire trattamenti antilegionella mediante shock termici lungo tutta la linea di adduzione ACS Riscaldamento AL: attivazione di una fonte di calore integrativa quando il trattamento antilegionella è attivo Funzione comfort: se attivata, lo scambiatore di calore viene mantenuto sempre caldo, così da garantire una più rapida messa a regime Protezione anticalore: se attivata, il circolatore rimane in funzione anche quando si esaurisce il prelievo di ACS, così da ridurre le formazioni di calcare Solare: controllo e comando circolatore impianto solare Gestione generatore di calore: possibilità di attivare e disattivare un generatore di calore quando la temperatura dell'accumulo scende al di sotto del set point

#### **(vi) ESTINTORI A POLVERE**

Gli estintori portatili saranno del tipo a polvere chimica permanentemente pressurizzati. Ogni estintore dovrà avere una maniglia per l'impugnatura, una manichetta di erogazione con ugello terminale, valvola di comando, manometro colorato per controllo pressione interna, valvola di sicurezza. Ogni involucro dovrà avere un'etichetta con riportate le caratteristiche della carica e le modalità d'uso. La carica dovrà essere adatta per fuochi di classe A, B, C.

Deve essere di tipo approvato dal Ministero dell'Interno, secondo il DM 20/12/1982, i cui estremi devono apparire sulla targa.

Gli estintori saranno completi di mensole per sospensione a parete e di cartello a parete di segnalazione. La carica minima di ogni estintore dovrà essere di kg. 6.

#### **(vii) TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO – Materiali**

Le tubazioni dovranno essere realizzate in acciaio nero in esecuzione senza saldatura od in esecuzione saldata (Sistema Fretz-Moon) nella serie media UNI 10255.

Le giunzioni saranno con saldature; dove specificatamente richiesto saranno usati giunzioni con flange. Tutti i raccordi dovranno essere di spessore identico a quello dei tubi. Le saldature saranno eseguite con metodo ad arco o ossiacetilenico. La raccorderia sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°. Per quanto riguarda le curve non è ammesso di piegare direttamente il tubo. I raccordi di riduzione nelle tubazioni orizzontali saranno di tipo eccentrico per mantenere il fondo dei due tubi continui allo stesso livello.

Posa in opera

Le tubazioni dovranno essere collegate ben diritte a squadra. Dovranno essere previsti punti di dilatazione (preferibile l'autocompenso) e punti fissi in relazione al percorso, alla lunghezza dei vari tratti ed alle escursioni di temperature.

Nel montaggio si dovranno realizzare le opportune pendenze. Tutte le colonne verticali dovranno essere fissate in modo da evitare carichi di punta o torsioni.

Le tubazioni collegate a tutte le apparecchiature dovranno essere supportate in modo da evitare sforzi eccessivi, deformazioni nel collegamento e consentire la rimozione delle apparecchiature in modo agevole e senza richiedere supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.

Negli attraversamenti di strutture, si dovranno predisporre spezzoni di tubo zincato o acciaio verniciati atti a consentire all'interno di essi il libero passaggio delle tubazioni ivi compreso il rivestimento isolante previsto; per finitura saranno installate rosette in acciaio cromato. Tale finitura non necessari nei locali tecnici.

Staffaggi e supporti

Tutti gli staffaggi, i sostegni e gli ancoraggi dovranno essere del tipo antisismico, eseguiti in profilati di acciaio fissati saldamente alle strutture senza arrecare danno a queste ultime. Tutte le staffe saranno verniciate con antiruggine e una

seconda mano a finire di colore diverso. I supporti scorrevoli saranno del tipo a rulli con perni in acciaio inox e boccale autolubrificanti; per diametri inferiori a 1"1/2 sarà ammesso l'appoggio senza rullo.

Le tubazioni avranno un opportuno distanziatore, che potrà essere del tipo a T o a scarpa, saldato al tubo. Per le tubazioni coibentate i supporti saranno come riportato nella specifica "Isolamento coibente tubazioni".

***I supporti e gli ancoraggi dovranno essere disposti ad un interasse non superiore a quello indicato nella tabella seguente:***

<b>Diametro nom. DN</b>	<b>Interasse massimo L</b>
15	1.5
20,25 e 32	2.0
40 e 50	2.5
65 e 80	3.0
100	3.5
125	4.0
150	4.5

Le guide saranno come i supporti scorrevoli ed inoltre dovranno impedire i movimenti laterali delle tubazioni consentendo solo lo spostamento assiale. La sospensione delle tubazioni potrà essere effettuata anche con collari pensili regolabili. Per ancoraggi multipli si dovrà impiegare l'apposito profilato. I punti fissi dovranno essere realizzati con profilati in ferro saldati ai tubi e rigidamente collegati ad una struttura fissa.

Supporti dovranno essere previsti in prossimità di valvole cambiamenti di direzione od altri apparecchi che possono dar luogo a flessioni. Nell'installazione di compensatori di dilatazione i supporti saranno come raccomandati dal fabbricante.

Nelle installazioni in cui il peso delle tubazioni dopo le eventuali dilatazioni termiche non debba gravare sulle apparecchiature si dovranno impiegare supporti a molla a carico costante oppure variabile secondo le necessità del caso, in modo da scaricare il peso sulle strutture in qualunque condizione di esercizio.

Accessori, finitura, protezioni.

Tutti i punti alti delle reti di distribuzione dovranno essere dotati di barilotti di sfogo d'aria realizzati con tubo d'acciaio, con fondi bombati, tubo di sfogo e rubinetto a maschio o a sfera riportato a circa 1,6 m dal pavimento.

Tutti i punti bassi dovranno essere dotati di dispositivi di scarico e spurgo. Le tubazioni di spurgo e sfogo dovranno avere scarico visibile ed essere convogliate entro ghiotta di raccolta e quindi portate allo scarico più vicino.

Nei casi in cui non sia ammesso (per estetica) avere tubazioni in vista saranno incassati entro le strutture ed in prossimità dei rubinetti e collettori di raccolta sarà installata una cassetta di contenimento dotata di pannello asportabile per l'ispezione.

Sotto ogni valvola od accessorio che possa dare origine a gocciolamenti dannosi alle strutture sarà installata una bacinella di protezione con scarico simile a quello previsto per gli sfiati.

Tutte le tubazioni e staffaggi dovranno essere spazzolate e verniciate con due mani di antiruggine di diverso colore dopo che stata completata la loro installazione.

Per le tubazioni in vista e non coibentate sarà prevista una terza mano di colore conforme alla Norma UNI 5634 - 65P per l'identificazione della natura del fluido convogliato.

Sulle tubazioni coibentate dovranno essere installate fasce colorate (al massimo ogni 6 m) e frecce direzionali per l'identificazione del fluido come detto sopra.

Una o più pannelli riportati i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installata nelle centrali e nei punti in cui può essere necessario o richiesto dalla D.L.

Nei collegamenti tra tubazioni di materiale diverso dovranno essere impiegati dei giunti dielettrici per prevenire la corrosione galvanica.

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, ecc.) e della verniciatura delle tubazioni e dei supporti sarà compreso nel costo unitario della tubazione in opera.

Compensatori di dilatazione

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni delle tubazioni.

Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso.

Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale, plurilamellati in acciaio inox AISI 3041, con estremità flangiate

Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rullini di scorrimento delle tubazioni.

I giunti saranno completi di controflange, guarnizioni e bulloni.

#### **(viii) TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX - Materiali**

Le tubazioni saranno in AISI 316L (ASTMTP316) elettrouniti e calibrati, secondo norme ASTM269.

La raccorderie e le giunzioni saranno del tipo a saldare, per saldatura autogena all'arco elettrico, con speciali elettrodi in acciaio austenitico, rivestiti con materiale di protezione della saldatura.

Non sono ammesse curvature a freddo o a caldo del tubo: si dovranno usare esclusivamente raccordi prefabbricati.

I tratti da saldare dovranno essere perfettamente posti in asse ed allineati e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi, con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°C.

Sono ammessi la prefabbricazione fuori cantiere di tratti con le estremità a flangia ed il successivo assemblaggio in cantiere dei tratti così flangiati, mediante bulloni pure in acciaio inox AISI 304.

Per l'esecuzione di collegamenti facilmente smontabili (ad esempio tubazioni-serbatoi o altre apparecchiature) si useranno esclusivamente giunzioni a flange.

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, ecc.) sarà compreso nel prezzo in opera della tubazione.

#### **(ix) VALVOLAME – GENERALITA'**

Tutto il valvolame flangiato dovrà essere fornito sempre completo di controflange, guarnizioni e bulloni (il tutto compreso nel prezzo unitario). Qualora delle valvole filettate servano ad intercettare una apparecchiatura per consentire lo smontaggio, il collegamento fra apparecchiatura e valvola dovrà avvenire mediante giunti a tre pezzi, in ogni caso (sia per valvolame flangiato che filettato) qualora i diametri delle estremità delle valvole e quelli delle tubazioni in cui esse vanno inserite o quelli delle apparecchiature da intercettare siano diversi, verranno usati dei tronchetti conici di raccordo in tubo di acciaio (o di materiale adeguato), con conicità non superiore a 15 gradi. I rubinetti a maschio non sono ammessi, al loro posto usare valvole a sfera.

#### **(x) VALVOLE A SFERA**

Saranno del tipo a passaggio totale costituite da corpo in bronzo, albero in ottone e sfera in acciaio inox, guarnizioni PTFE.

Nei casi in cui è prevista la coibentazione dovrà essere installata una prolunga del perno (compresa nello stesso prezzo).

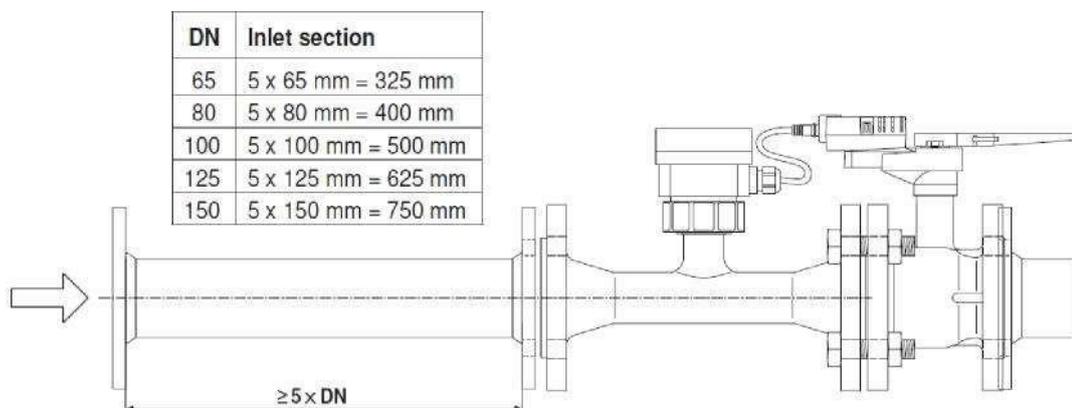
La prolunga dovrà essere zincata od inox. Per diametri fino 2" saranno con attacchi filettati.

Per diametri superiori con attacchi flangiati.

#### **(xi) VALVOLE DI REGOLAZIONE PER ACQUA**

La valvola di regolazione con controllo elettronico della portata è costituito da una valvola a sfera di regolazione, un attuatore, ed un strumento di rilevamento della portata. Essa avrà un funzionamento indipendente dalla pressione, combinando tre funzioni – regolazione, bilanciamento ed intercettazione. La valvola sarà del tipo flangiato in diametri da DN65 e DN150. La portata dell'acqua può essere impostata localmente in base alle proprie necessità tramite il tool di regolazione o con un laptop (tra 30 e 100%; portata minima controllabile fino a 2,4%). Il sensore effettua un monitoraggio costante della portata mentre il regolatore integrato assicura invece che la portata venga adattata istantaneamente e con precisione nel caso di cambi di pressione. E' possibile inoltre visualizzare in qualsiasi momento il valore di portata in m3/h o come segnale elettronico.

Per il corretto installazione della valvola dovrà essere rispettata lo schema seguente:



#### (xii) VALVOLE A F.A. IN GHISA

Saranno in ghisa a flusso avviato, flangiata, del tipo esenti da manutenzione, delle seguenti caratteristiche:

- tenuta morbida con tappo gommato
- corpo e coperchio di ghisa, asta di acciaio inox
- pressione PN 10/16,
- tenuta verso l'esterno con anello (O-Ring) fra corpo e coperchio
- adatte per vapore/acqua surriscaldata
- complete di controflange, guarnizioni e bulloni

Per le installazioni all'esterno la temperatura minima ammissibile dovrà essere  $-10^{\circ}\text{C}$ .

#### (xiii) VALVOLE DI RITEGNO A DISCO

Saranno del tipo a disco, con molla, racchiuse fra due flange PN 16 (temp. max  $250^{\circ}\text{C}$ ), complete di flange guarnizioni e bulloni.

- corpo in ottone fino DN 50
- corpo in ghisa oltre DN 50

#### (xiv) VALVOLE A SFERA IN PVC

Saranno in PVC anticorrosivo, con attacchi filettati gas, smontabili, guarnizioni in PTFE e complete di leva di manovra PN10.

#### (xv) ANTIVIBRANTI

Saranno di forma sferica con rete di supporto di nylon e filo d'acciaio altamente resistente agli strappi ed alle pressioni interne. I giunti dovranno essere installati evitando tensioni, torsioni e inclinature.

Lo spazio di montaggio dovrà essere quello imposto dal costruttore. Pressione massima ammissibile 16 Kg/cmq.

- per diametri inferiori a  $1\frac{1}{2}$  saranno con attacchi in bronzo filettati
- per diametri uguali e superiori a  $1\frac{1}{2}$  saranno con attacchi a flange PN 16: complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

Per uniformità si dovranno impiegare gli stessi attacchi previsti per il valvolame.

#### (xvi) FILTRI IN GHISA

Saranno in ghisa a flangia PN 16 con cestello in acciaio inox 18/8. complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

#### (xvii) SISTEMA DI RIEMPIMENTO AUTOMATICO

Il sistema per il riempimento automatico sarà completo di:

- pressostato differenziale
- elettrovalvola on-off alimentata a 220V a.c.
- valvola di ritegno
- filtro inox

- manometro
  - vite di spurgo
  - 3 valvole a sfera per intercettazione e by-pass
  - a monte del gruppo vi dovrà essere un disconnettore a tre camere con scarico convogliato.
- Pressione max in entrata 16 bar; campo di taratura 0,3 - 4 bar

#### **(xviii) DISCONNETTORE**

Onde evitare il pericolo di ritorno di acque inquinate, si dovranno impiegare disconnettori appositi del tipo a zona di pressione ridotta controllabile e conforme alla norma UNI 9157, costituiti da:

- corpo in bronzo od in ottone (in ghisa per grossi diametri sopra DN 100)
- alberi di scorrimento rivestiti con materiale antifrizione
- guarnizioni di tenuta
- molle in acciaio inox
- due organi di ritegno indipendenti
- controflange, guarnizioni e bulloni per i gruppi flangiati e bocchettone in tre pezzi per quelli filettati
- valvole per intercettazione
- scarico visibile fino alla fognatura previo sifonamento
- filtro (a monte del disconnettore) del tipo a maglia in acciaio inox

#### **(xix) VASO DI ESPANSIONE A MEMBRANA**

I vasi di espansione di tipo chiuso saranno costituiti da un serbatoio in lamiera d'acciaio, di spessore adeguato alla pressione di bollo, e da una membrana in gomma sintetica. La precarica sarà effettuata in fabbrica con azoto. La capacità e costruzione saranno a norma INAIL.

La pressione di bollo non dovrà essere inferiore ad 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto.

I vasi saranno verniciati esternamente. I vasi dovranno essere collegati all'impianto per mezzo di tubazione in acciaio di diametro conforme alle Norme citate in base alla potenzialità dell'impianto.

Sulla tubazione di collegamento non vi dovranno essere intercettazioni. Il vaso dovrà essere montato in modo che non vi sia ristagno di aria al suo interno, ovvero con attacco dall'alto.

I vasi dovranno essere supportati indipendentemente in modo da non gravare con il peso sulle tubazioni di collegamento e sull'impianto.

I vasi, ove necessario, dovranno essere corredati dei certificati di omologazione.

Inoltre, ciascun vaso dovrà avere una targa con sopra riportati i dati di funzionamento e l'omologazione INAIL.

#### **(xx) RADIATORI IN ACCIAIO**

Saranno in acciaio tubolare ad elementi componibili, per montaggio su mensole, trattati in fabbrica con verniciatura protettiva di base e successivamente verniciati a più d'opera con due mani di smalto resistente alle alte temperature, nel colore prescelto dalla Committente.

Ogni radiatore sarà corredato da mensola di sostegno, di valvole termostatiche in entrata e detentore in bronzo in uscita, di nipples, riduzione, tappi, valvoline di sfiato di tipo manuale.

Ogni radiatore dovrà essere accuratamente lavato all'interno onde eliminare eventuali residui di lavorazione, sabbia e sporcizia in genere.

La Ditta dovrà presentare il certificato di omologazione ed una tabella con indicate le rese unitarie riferite alle norme UNI ed un'altra tabella con indicati i coefficienti di correzione al variare della differenza di temperatura fra l'ambiente e la temperatura media dell'acqua all'interno.

#### **(xxi) ACCESSORI RADIATORI CON VALVOLA TERMOSTATICA**

Valvola termostatica (delle migliori marche) con elemento termostatico incorporato nel volantino, oppure separato, se richiesto o necessario, con gradazione corrispondente a diverse temperature ambiente, più posizione di antigelo.

Nel caso di elemento termostatico separato, questo sarà collegato al corpo valvola con un capillare di adeguata lunghezza e robustezza.

## (xxii) UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA

Tutte le sezioni dell'unità di trattamento aria devono essere costruite in conformità alle condizioni di pressione del sistema considerate tutte le condizioni di funzionamento, questo per prevenire rigonfiamenti, distorsioni e vibrazioni se testate ad una pressione differenziale di 2500 N/m<sup>2</sup>.

La costruzione della carpenteria deve essere composta da pannelli autoportanti di 50 mm di spessore, assemblati tra loro senza ausilio di elementi ulteriori di giunzione verticale. Per evitare punti di accumulo polveri non sono permessi l'impiego di telai di supporto o assemblaggio a contatto con il passaggio dell'aria.

I pannelli sono assemblati tra loro mediante fissaggi interni a scomparsa nell'intercapedine dei pannelli. Deve essere evitata la presenza di bulloni o dadi sui pannelli che non garantirebbero l'ermeticità completa degli stessi, contro infiltrazioni di umidità all'interno delle intercapedini poiché questo influenzerebbe negativamente il flusso d'aria. A garanzia di lunga tenuta d'aria e d'acqua tra i pannelli devono essere previsti materiali isolanti idonei

La parete esterna deve essere fissata meccanicamente a quella interna mediante sistema di chiusura che permetta una facile rimozione.

La struttura dell'unità deve essere priva di silicone. Per ragioni di sicurezza in caso d'incendio è proibito l'impiego di poliuretano e di qualsiasi tipo di schiuma.

Non sono permessi viti o dadi a contatto con l'aria trattata.

Per minimizzare le perdite di carico interne e l'impronta a terra sul sito di installazione, il dimensionamento interno delle unità deve basarsi alle dimensioni universali dei telai filtri. Pertanto, le dimensioni interne di larghezza ed altezza devono essere multiple di 305 mm, e 152,5 mm in lunghezza, con un esterno pulito per tutta la lunghezza dell'unità e un aspetto interiore pulito per assicurare una distribuzione dell'aria uniforme senza ostacoli sulla facciata di tutti i componenti.

I pannelli superiori e laterali devono essere fissati tra loro mediante profili per impieghi gravosi di spessore 1,5 mm. Questi profili devono essere realizzati in:

- in alluminio, protetto con una protezione anticorrosione in verniciatura a polvere.
- in acciaio inossidabile Aisi 304

I pannelli di fondo devono essere integrati tra i profili a "C" del telaio di base, imbullonato in acciaio zincato, per rinforzare la stabilità della struttura e facilitare la movimentazione.

Le unità di trattamento aria saranno consegnate in monoblocco o in moduli di trasporto accoppiabili in cantiere. L'assemblaggio tra i moduli di trasporto dovrà garantire la perfetta continuità del flusso d'aria e una finitura interna liscia senza punti ruvidi o cavità negli innesti per evitare accumuli di polvere causa di possibile proliferazione microbica

Tutti i componenti elettrici interni e l'intera unità dovranno essere elettricamente collegati a terra.

Le caratteristiche meccaniche della struttura dovranno essere testate da un laboratorio indipendente e dovranno essere certificate Eurovent. Esse dovranno essere uguali o superiori rispetto alle seguenti classi:

Resistenza dell'involucro / Deflessione max relativa @ 1000 Pa: D1

Fattore di perdita d'aria @ -400 Pa: L1

Fattore di perdita d'aria @ +700 Pa: L1

Perdita bypass filtri: F9

Trasmissione termica: T3

Fattore di ponte termico: TB2

Abbattimento acustico:

Frq. Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione dB	17,0	26,7	31,1	32,1	34,0	36,5	42,1

### PANNELLI

I pannelli devono essere autoportanti, in doppia parete di 50 mm di spessore, perfettamente chiusi, isolati termicamente e acusticamente. Essi dovranno essere montati a filo, garantendo pareti interne lisce senza trattenimenti di polvere per facilitare la pulizia degli interni.

I pannelli saranno protetti contro la corrosione e realizzati in:

La parete interna sarà in acciaio inox AISI 304 con spessore non inferiore a 1,0 mm; la parete esterna sarà in acciaio zincato plastificato con spessore non inferiore a 0,7 mm

Le guide interne dovranno essere in acciaio inox AISI 316L.

Il rivestimento esterno deve essere in lamiera d'acciaio zincato (secondo EN 142-79) plastificato in PVC trattato contro i raggi UV, resistente ai (rivestimento in PVC testato 500h sulla base di ASTM B 117-95 e 1000h sulla base ASTM D 2247 - 94).

Il rivestimento esterno in PVC deve essere di colore bianco, RAL9003 o equivalenti e non essere inferiore a 150 micron di spessore.

I pannelli dovranno essere coibentati con materassino isolante in fibra minerale ininflammabile di 50 mm di spessore con una conducibilità termica massima di  $0,59 \text{ W / m}^2 \text{ K}$  secondo la norma DIN 4108.

Isolamento  $20 \text{ Kg/m}^3$

L'isolamento sarà completamente incapsulato non a contatto con l'aria per prevenire fuoriuscita di fibre nel flusso aria.

L'isolamento dei pannelli dovrà essere conforme alle seguenti classi di reazione al fuoco:

☐ Class 0 in accordo a ISO 1182.2

☐ Class A1 in accordo a DIN 4102

☐ A1 in accordo a EN 13501-1:2007

Per ragioni di sicurezza in caso di incendio non sono ammessi isolamenti a base di poliuretano o altri tipi di espansi.

I pannelli dovranno consentire un alto grado di abbattimento acustico per minimizzare la rumorosità propagata all'esterno, e precisamente dovranno consentire il raggiungimento dei seguenti valori di abbattimento acustico:

Carpenteria esecuzione Standard: (0,7/1,0 mm)

$R_w = 36 \text{ dB}$  in conformità a DIN 52210-3

Insieme all'offerta dovrà essere fornito certificato provante l'attenuazione acustica del pannello

**PORTE D'ACCESSO**

Dovrà essere previsto un adeguato accesso con porte incernierate o asportabili per garantire accesso a tutti i componenti per la pulizia, controllo o manutenzione. Le porte dovranno essere realizzate nella medesima costruzione dei pannelli della carpenteria, spessore 50 mm, completamente chiuse, internamente ed esternamente. Le porte dovranno essere previste in tutte le sezioni dove richiesta una manutenzione regolare, come sezioni ventilatore, filtro o umidificatore.

Le porte dovranno essere montate su telai in alluminio, con cerniere regolabili in alluminio per impieghi gravosi, e maniglie PA6 rinforzate.

Le porte previste nelle sezioni in sovrappressione dovranno essere apribili verso l'interno o dotate di catena o blocco di sicurezza.

I telai porte dovranno avere guarnizione termosaldata in gomma progettate per assicurare l'ottimale tenuta d'aria per la durata di vita dell'unità.

Il sistema di bloccaggio delle maniglie delle deve essere fatto con cuscinetto resistente all'usura a rulli in plastica per prevenire graffi o danni al telaio porta.

Le porte previste nelle sezioni ventilanti dovranno essere munite di serratura a chiave.

Su sezioni strette o dove non sussiste necessita di accesso regolare i pannelli di accesso dovranno essere previsti rimovibili.

**TELAIO DI BASE DELL'UNITA'**

Per motivi di rigidità e stabilità, ogni sezione di fornitura dovrà essere supportata da robusto telaio di base continuo realizzato in lamiera di forte spessore:

Telaio di base tipo a "C", realizzato in zincato, con altezza non inferiore a 200 mm con uno spessore minimo di 4 mm.

Il telaio di base dell'unità sarà previsto su tutto il perimetro della unità di trattamento aria e in prossimità delle giunzioni tra la sezioni di trasporto dovranno essere previsti opportuni fori di fissaggio per i golfari di sollevamento

**CONFIGURAZIONE UNITA'**

La configurazione delle unità di trattamento aria dovrà essere conforme alle specificazioni di progetto allegate. Sovrapposte verticale. ErP conforme secondo regolamento EU no. 1253/2014

L'unità è conforme al regolamento ErP 2018

**DESCRIZIONE COMPONENTI**

**Prefiltri a pannello**

Il prefiltri a pannello dovrà essere di 98 mm di spessore, e in classe G4 nominale secondo la norma EN 779:2002, come specificato nella scheda qui di seguito.

I filtri saranno costituiti da setti metallici o sintetici pieghettati inseriti nelle cornici di acciaio zincato.

I filtri devono essere adatti per  $70^\circ\text{C}$  in servizio continuo.

I prefiltri dovranno essere installati su guide, su telai di fissaggio universale o in guide a scorrimento, come specificato.

Per i prefiltri previsti montati su telai universali, la tenuta ottimale tra le celle filtranti e le cornici sarà assicurata con guarnizioni in gomma continua conforme alle prescrizioni della VDI 6022.

Per ottimizzare costi di manutenzione stoccaggio, le dimensioni del filtro devono essere conformi alle prescrizioni della Eurovent 2 / 2:

592 millimetri x 592 millimetri x 98 mm

592 millimetri x 287 millimetri x 98 mm

Non sono permesse altre dimensioni filtri.

Per il dimensionamento del ventilatore dovrà essere considerata la perdita di carico del filtro a vita media alla portata d'aria nominale.

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

Serrande

Le serrande saranno fornite per controllare l'apertura/chiusura degli ingressi / uscite dell'unità, con controllo ON / OFF o per la miscelazione o d'intercettazione con controllo modulante. Esse devono essere controllate sia con leve manuali o servomotori elettrici come indicato nella descrizione dettagliata.

Serrande realizzate con alette a profilo alare in doppia parete, in acciaio zincato, alluminio o acciaio inox.

I meccanismi d'interconnessione delle alette sono realizzati con ingranaggi in PPTF, adatto a temperature fino a 110 ° C o materiale Ryton, adatti fino a 160 ° C.

Essi consentiranno la controrotazione delle alette rotanti senza slittamenti, e un buon funzionamento con coppia minima.

Le alette in alluminio devono essere provviste di guarnizioni in neoprene, ed essere conformi alla classe 2 secondo EN 1751.

Il perno di azionamento deve essere a sezione quadra, adatto per il montaggio di attuatore standard e devono essere montati su cuscinetti a basso attrito in fibra di vetro rinforzata.

Il telaio della serranda deve essere realizzato con acciaio zincato, alluminio o acciaio inox e comprende flange su ogni lato con fori nei 4 angoli per un facile collegamento alla canalizzazione.

Le serrande superiori a 1.525 mm e/o 1.220 mm di altezza devono essere suddivise in più serrande di stessa misura.

Le serrande fornite su unità esterne devono essere resistenti alle intemperie o installati internamente alle unità.

Per le applicazioni igieniche, le serrande a movimento contrapposto devono essere conformi alla norma DIN 1946-4 e Classe 4 secondo EN 1751. Le alette della serranda devono essere realizzate con profilo alare a doppia parete in alluminio, dotate di guarnizioni. I meccanismi d'interconnessione delle alette sono realizzati con ingranaggi in PPTF, poste esternamente al flusso d'aria. Tra le alette e il telaio saranno fissate ai profili in alluminio speciali guarnizioni all'interno del flusso d'aria per garantire la duratura tenuta d'aria. Il telaio della serranda deve essere in acciaio zincato o in acciaio inox, come indicato nella descrizione dettagliata.

Per garantire una lunga durata di funzionamento, non sono consentiti meccanismi di interconnessione con leve o aste

Filtri a tasche rigide ad alta efficienza

I filtri a tasche rigide dovranno avere efficienza F9 secondo la norma EN 779:2011, come specificato qui di seguito. I filtri a tasche rigide dovranno essere certificati Eurovent, con caratteristiche di bassa caduta di pressione d'aria e lungo ciclo di vita operativo.

Essi saranno realizzati con setti in fibra di vetro fissati su cornici in ABS di 25 mm di spessore o cornici in polipropilene. Essi saranno leggeri, facili da installare e completamente inceneribili.

I filtri devono essere adatti per 70 ° C in servizio continuo.

Per ottimizzare costi di manutenzione stoccaggio, le dimensioni del filtro devono essere conformi alle prescrizioni della Eurovent 2 / 2:

592 mm x 592 mm x 290 mm

592 mm x 287 mm x 290 mm

Non sono permesse altre dimensioni filtri.

I filtri dovranno essere fissati all'interno delle unità su telai universali che dovranno essere idoneamente assemblati e opportunamente sigillati alle pareti interne della carpenteria. La tenuta ottimale tra le celle filtranti e i telai verrà assicurata con guarnizioni in gomma continua conforme alle prescrizioni della VDI 6022.

Per il dimensionamento del ventilatore dovrà essere considerata la perdita di carico del filtro a vita media alla portata d'aria nominale.

La perdita di bypass del filtro non dovrà superare lo 0,5% del flusso d'aria nominale alla condizione di funzionamento nominale, classe F9 secondo EN 1886.

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

Punto luce

Nelle sezioni di accesso verrà prevista lampada come indicato nella descrizione dettagliata.

La lampada deve avere plafoniera in PVC e policarbonato trasparente.

Essa devono essere in classe di protezione IP44 e resistente alla corrosione.

Essa sarà adatta al supporto di lampadine da 60W con 24V o 230V e pre-cablaggio come specificato.

Batteria di riscaldamento ad acqua

Le batterie di riscaldamento ad acqua devono essere facilmente smontabili con rimovibilità, montate su guide con pannello frontale rimovibile.

La velocità dell'aria attraverso la superficie alettata non deve superare i 2,5 m/s.

Le prestazioni della batteria devono essere conformi a standard AHRI 410-2001.

Le batterie di riscaldamento ad acqua devono essere dimensionate per una pressione massima di esercizio di 16 bar, e testate in fabbrica a 30 bar.

Le batterie sono realizzate con tubi in rame di 16 mm di diametro o 9 mm senza saldature, spessore tubi rispettivamente 0,35 o 0,42 mm ed alette in alluminio di spessore minimo 0,12 mm. Il telaio della batteria deve essere in acciaio zincato e collettori realizzati in acciaio verniciato. I collettori devono essere muniti di scarico e sfiato. I materiali previsti e le esecuzioni speciali dovranno essere indicati come specificato nelle schede.

Le alette devono essere piatte per evitare incrostazioni e permettere una corretta pulizia.

Il passo alette minimo non deve essere inferiore a 2,0 mm.

Gli attacchi della batteria devono essere filettati e pre trattati.

Dati di potenza, perdite di pressione lato aria e lato acqua certificati EUROVENT ("rating Standard 6/C/005-2011").

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

Telai antigelo

Il telaio antigelo è composto da un profilo ad "U", montato su guide, che coprono l'intera superficie dello scambiatore a piastre.

Il telaio deve essere munito di occhielli di fissaggio per il capillare di un termostato su tutta la superficie frontale alettata della batteria. Esso è fissato ad una portina asportabile per un facile accesso e inserimento.

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni di accessori e opzioni.

Batterie di raffreddamento ad acqua

Le batterie di raffreddamento ad acqua devono essere facilmente smontabili con rimovibilità, montate su guide con pannello frontale rimovibile.

La velocità dell'aria attraverso la superficie alettata non deve superare i 2,5 m/s.

Le prestazioni della batteria devono essere conformi a standard AHRI 410-2001.

Le batterie di recupero calore devono essere dimensionate per una pressione massima di esercizio di 16 bar, e testate in fabbrica a 30 bar.

Le batterie sono realizzate con tubi in rame di 16 mm di diametro o 9 mm senza saldature, spessore tubi rispettivamente 0,35 o 0,42 mm ed alette in alluminio di spessore minimo 0,12 mm. Il telaio della batteria deve essere in acciaio zincato e collettori realizzati in acciaio verniciato. I collettori devono essere muniti di scarico e sfiato. I materiali previsti e le esecuzioni speciali dovranno essere indicati come specificato nelle schede.

Le alette devono essere piatte per evitare incrostazioni e permettere una corretta pulizia.

Il passo alette minimo non deve essere inferiore a 2,5 mm quando il rapporto di calore sensibile risulta inferiore a 0,9 e non inferiore a 3,0 mm, quando il rapporto di calore sensibile di calore sensibile è inferiore a 0,7.

Gli attacchi della batteria devono essere filettati e trattati.

Per evitare il rischio di acqua di condensa, le batterie di raffreddamento devono essere fornite con separatore di gocce quando la velocità dell'aria attraverso il pacco alette supera i 2,49 m/s e/o quando il rapporto di calore sensibile è inferiore a 0,9.

I separatori delle gocce devono essere realizzati con alette in polipropilene ed avere una larghezza minima di 110 mm. Le alette devono essere montate in un telaio in acciaio zincato o in acciaio inossidabile. Se l'altezza interna dell'unità è massimo di 915 millimetri il separatore di gocce deve essere in esecuzione senza telaio.

Nella parete di fondo della sezione è prevista una vasca di raccolta condensa opportunamente dimensionata, con uno scarico di 32 mm di diametro situato sul lato dell'unità.

Dati di potenza, perdite di pressione lato aria e lato acqua certificati EUROVENT ("rating Standard 6/C/005-2011").

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

Oblò d'ispezione

Gli oblò d'ispezione saranno previsti dove indicato nella descrizione dettagliata.

Gli oblò dovranno essere in policarbonato con guarnizioni di tenuta.

Il sistema di fissaggio sarà realizzato con viti di bloccaggio e sarà fissato solo alla struttura in policarbonato e non al pannello, per evitare ponti termici. Per assicurare l'alta tenuta d'aria deve essere prevista una guarnizione cilindrica a soffietto tra l'interno/esterno. Gli oblò dovranno essere circolari, di diametro minimo 200 mm e a doppio vetro.

Non sono accettati oblò a vetro singolo.

**Ventilatore a girante libera**

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni

Le giranti sono direttamente accoppiate ai motori con giunto fisso o bussola conica. I ventilatori devono avere giranti a 7 pale rovesce in acciaio saldato e protetto contro la corrosione con una verniciatura a polvere. Essi devono essere dotati con coni d'aspirazione aerodinamici per prestazioni ottimizzate. Le prestazioni dei ventilatori devono essere determinate secondo ISO 5801. I dati di rumorosità devono essere riferiti alla norma DIN 45635-38, ISO 3745 (classe 1) o ISO 13347-3. I ventilatori devono essere bilanciati staticamente e dinamicamente in base alle G2.5 / 6,3 a ISO 1940 T1. I motori devono essere conformi alla norma IEC, raffreddati ad aria, forma costruttiva B3, testati VDE, in classe di protezione IP55, in classe di isolamento F, classe di efficienza IEC60034: IE2, e adatto per collegamento con inverter. Essi saranno dotati di protezione termica PTC.

Devono essere previsti i passacavi per l'alimentazione del motore. Gruppo motore/ventilatore con dati certificati secondo la. EUROVENT "Rating standard 6/C/005-1997"

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

**Silenziatori**

I silenziatori forniranno un'elevata attenuazione del rumore del ventilatore e la riduzione della trasmissione acustica negli ambienti attigui all'unità

Sarà composto da coulisse di 200 mm di spessore contenente materiale fonoassorbente in lana minerale di 40 kg/m<sup>3</sup> di densità.

La lana minerale fonoassorbente deve essere incombustibile e certificata classe A1 secondo la norma DIN 4102 e classe A1 secondo la norma EN 13501-1:2007.

Su entrambe i lati delle coulisse, la metà sono coperte con lamiera in acciaio zincato o in acciaio inox. L'altra metà delle coulisse sono coperte con un velo vetro anti-abrasione, adatti fino a 20 m/s di velocità d'aria.

Il materiale d'isolamento del silenziatore deve essere testato alla resistenza contro batteri e funghi secondo la norma DIN EN 846 per soddisfare le normative d'igiene secondo VDI 6022 e DIN 1946-4.

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

**Sezione vuota**

Le sezioni vuote saranno dotate di adeguate portine al fine d'ispezione, di dimensione adeguata alle finalità richieste per l'ispezione, pulizia e manutenzione.

Quando le sezioni vuote sono necessarie per installare in una fase successiva dei componenti, la sezione deve essere sufficientemente lunga da garantire un'installazione semplice e veloce.

Oblò, luci cablate, o altre opzioni dove previste, come indicato nella descrizione dettagliata.

**Sezione di aspirazione/espulsione**

Le sezioni di ingresso e uscita devono essere previste rispettivamente all'inizio o alla fine dell'unità per permettere il flusso d'aria una deviazione a 90°. Le aperture di entrata o uscita aria devono essere posizionate in modo efficiente da o verso un lato, sul fondo o la parte superiore dell'unità, e devono essere dotate di giunti flessibili, serrande o griglie, come indicato nella descrizione dettagliata.

Oblò, luci cablate, vasche condensa o altre opzioni dove previste, come indicato nella descrizione dettagliata

**Recuperatori di calore a piastre**

Gli scambiatori di calore a piastre devono essere realizzati da pacchi scambiatori di calore e involucri per recuperare energia dall'aria di ripresa scambiandola all'aria di rinnovo.

I flussi d'aria d'espulsione e d'aria di mandata dovranno essere separati con una perdita d'aria massima tra i due flussi d'aria di 0.022% con meno di 250 Pa di caduta di pressione differenziale. Essi saranno adatti per applicazioni ospedaliere o camere bianche.

Il pacco scambiatore a piastre consisterà da piastre in alluminio con struttura con appositi distanziatori per fornire l'efficienza ottimale. Sarà escluso il trasferimento di odori o umidità.

Per controllare la temperatura dell'aria in uscita e il congelamento degli scambiatori di calore a piastre, dovranno essere dotati di serrande frontale e bypass sul lato aria fresca.

Le pareti laterali saranno in lamiera di acciaio zincata, imbullonati saldamente a queste estrusioni.

Le sezioni scambiatori a piastre dovranno essere dotate di vasche di scarico su entrambi i lati dello scambiatore con connessioni di drenaggio di 32 mm di diametro sul lato ispezioni dell'unità

Dovranno essere previsti separatori di gocce sul lato espulsione aria esausta, quando identificato il rischio d'acqua di condensa.

Gli scambiatori di calore a piastre dovranno essere privi di silicone e resistenti a 90 ° C.

I dati prestazionali degli scambiatori a piastre dovranno essere certificati Eurovent

Per applicazioni con requisiti igienici o aria aggressiva, gli scambiatori di calore a piastre dovranno essere muniti di protezione con un rivestimento epossidico o in acciaio inox.

Nella descrizione dettagliata dovranno essere fornite indicazioni delle prestazioni, accessori e opzioni.

Sezione di aspirazione/espulsione

Le sezioni di ingresso e uscita devono essere previste rispettivamente all'inizio o alla fine dell'unità per permettere il flusso d'aria una deviazione a 90°. Le aperture di entrata o uscita aria devono essere posizionate in modo efficiente da o verso un lato, sul fondo o la parte superiore dell'unità, e devono essere dotate di giunti flessibili, serrande o griglie, come indicato nella descrizione dettagliata.

Oblò, luci cablate, vasche condensa o altre opzioni dove previste, come indicato nella descrizione dettagliata

### **(xxiii) VENTILATORI A CASSONETTO**

La presente specifica riguarda i ventilatori impiegati singolarmente (estrazione, ventilazione ecc.) e non inseriti entro centrali di trattamento aria, torri evaporative, frigo ecc. I ventilatori dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Involucro

L'involucro dovrà essere in doppia pannellatura autoportante oppure con telaio in profilati di alluminio e pannelli. In entrambi i casi la pannellatura sarà in lamiera d'acciaio zincata verniciata a forno e nei casi in cui sia prevista l'installazione esterna dovrà essere interamente in alluminio.

La pannellatura avrà interposto uno strato di isolante termoacustico rigido con spessore minimo di 25 mm. Nelle applicazioni esterne vi dovrà essere un tettuccio parapiooggia a spiovente onde evitare ristagno di acqua piovana.

La portina d'ispezione dovrà essere dotata di oblò e di cerniere; pannellature ancorate con viti sono ammesse solo quando non vi sia lo spazio sufficiente per la completa apertura dello sportello. Dovrà essere assicurata la perfetta tenuta dell'acqua.

Ventilatore

Il ventilatore sarà centrifugo a doppia aspirazione a pale in avanti, bilanciata staticamente e dinamicamente, montato assieme al motore elettrico su di un telaio antivibrato mediante ammortizzatori in gomma e giunto antivibrante sulla bocca. Il basamento sarà completo di slitte tendicinghia.

Motore

Il motore elettrico sarà del tipo chiuso autoventilato a norme CEI, protezione IP 54, e sarà a quattro poli oppure a doppia polarità (4/6) secondo le indicazioni sul computo e/o elaborati grafici.

Il motore avrà una potenza installata superiore di almeno il 30% rispetto alla potenza assorbita.

Il motore e ventilatore saranno assemblati su unico basamento completo di slitte tendicinghia e di supporti antivibranti a molla o in gomma.

Trasmissione

La trasmissione sarà mediante cinghie e pulegge a gole trapezoidali. Per potenza superiore ad 1 kW si dovranno avere almeno due cinghie. Per potenze fino a 7,5 kW le pulegge dovranno essere a diametro variabile per agevolare la regolazione; la scelta dovrà essere effettuata a metà del campo di taratura in modo da poter effettuare una regolazione sia in aumento che in diminuzione.

Tutte le parti in movimento dovranno essere protette con carter regolamentare.

Accessori

- per l'installazione all'esterno dovrà essere prevista la rete antivolatile e la bocca di espulsione con griglia ad alette fisse anti-piooggia.
- pressostato differenziale per segnalazione cinghia rotta (assenza di flusso).
- antivibranti in tela sul collegamento alle canalizzazioni
- serranda di taratura (di caratteristiche analoghe a quelle descritte per le unità di trattamento aria)
- tronchetto di canale sagomato anti-piooggia e con rete antivolatile per i casi di espulsione libera in atmosfera
- sezionatore della linea elettrica di alimentazione in esecuzione IP 55

#### **(xxiv) CONVERTITORE DI FREQUENZA**

Il convertitore di frequenza da abbinare con i ventilatori centrifughi sarà a transistor bipolari con sistema di modulazione VVC (Vector Voltage Control), racchiuso in un contenitore metallico in alluminio con protezione IP54, con canale di dissipazione del calore posto sul retro. Il variatore deve poter comandare il motore senza alterarne la temperatura normale d'esercizio. Esso deve integrare, quale componente interno, i filtri contro l'emissione di radio disturbi (RFI) secondo le normative EN 55011 classe A gruppo I, come da direttiva europea 89/336/EEC. Il prodotto sarà marcato CE conformemente alle normative Low Voltage ed EMC.

Il fornitore deve dichiarare la massima distanza raggiungibile sia con cavo schermato, come non schermato, garantendo il rispetto della normativa sulla compatibilità elettromagnetica EMC 89/336/EEC.

Il convertitore di frequenza deve essere equipaggiato di una induttanza antiarmonica sullo stadio intermedio in corrente continua per la filtrazione delle armoniche propagabili in rete. Inoltre deve permettere il controllo del motore sino a 60 Hz quale massimo ammissibile, fornendo perciò la coppia necessaria alla girante a questa velocità di rotazione.

Il convertitore di frequenza deve permettere il coordinamento di potenza, a monte, tramite un interruttore automatico tarato per la massima corrente ammessa sul motore, ovvero  $1,2 I_n$ , e non per valori maggiori, e deve quindi avere una corrente nominale assorbita circa pari od inferiore a quella del motore.

Il convertitore di frequenza sarà in grado di sopportare commutazioni di carico in uscita senza subire danni, viene ammesso solo il blocco funzionale temporaneo se seguito da tentativi di riavviamento automatico. Esso dovrà fornire i segnali d'allarme necessari all'invio a distanza delle informazioni di avaria variatore ed allarme protezione termica. Le informazioni saranno disponibili su n. 4 coppie di contatti programmabili NC o NA liberi da potenziale. Devono anche essere disponibili 2 uscite analogiche, in 4 - 20 mA programmabili per la lettura di alcune grandezze fisiche (velocità motore o pressione regolata o corrente assorbita dal motore o potenza istantanea assorbita dal motore).

Il convertitore di frequenza deve poter essere comandato da un sistema di supervisione, con segnale 0-10V oppure 4 -20 mA. Il software deve essere in grado di effettuare la comunicazione seriale per bus di campo utilizzando, quali dotazioni di serie, i protocolli più comuni nel mercato. E' inoltre prerogativa qualificante la disponibilità della possibilità di dialogo Profibus.

Il convertitore di frequenza deve essere dotato di un regolatore PID integrato in grado di gestire simultaneamente 2 retroazioni e 2 riferimenti. Deve poter eseguire operazioni di confronto tra i 2 segnali di retroazione come somma, differenza, media, valore massimo, valore minimo ecc. La programmazione del convertitore di frequenza deve avvenire per mezzo di tastiera con display alfanumerico LCD retroilluminato, con un numero di righe e caratteri sufficiente alla descrizione dei parametri per esteso, in almeno 9 lingue selezionabili, compresa quella italiana.

Deve essere possibile visualizzare simultaneamente sul display quattro grandezze fisiche, a scelta, relative al funzionamento del convertitore di frequenza, o del motore, o dell'impianto. Sul display deve essere possibile visualizzare i segnali di riferimento e retro azione espressi direttamente in unità di misura ingegneristiche.

Il convertitore deve essere in grado di ridurre automaticamente la potenza erogata, senza fermarsi e senza andare in blocco se si dovesse verificare un eccessivo aumento della temperatura ambiente (Auto-declassamento). Il convertitore deve essere in grado di ridurre automaticamente la potenza erogata senza fermarsi e senza andare in blocco se dovesse verificarsi la mancanza di una fase di alimentazione (Auto-declassamento). Il convertitore di frequenza deve essere in grado di allungare automaticamente i tempi di rampa di accelerazione e/o decelerazione, se impostati erroneamente troppo corti. Si dovrà prevedere la funzione automatica di riaggancio del ventilatore, nel caso la girante sia già in rotazione naturale per effetto camino. Prima dell'avviamento del motore il convertitore deve alimentare il motore con una frequenza sincrona al senso di rotazione momentaneo e riportare la macchina alla velocità prestabilita con il giusto senso di rotazione.

La sequenza non deve prevedere dispositivi esterni al variatore e deve avvenire automaticamente. Sia le morsettiere di potenza come quelle ausiliarie devono essere del tipo estraibile a "memoria di cablaggio", e deve essere prodotto da linea certificata secondo lo standard BS 7750 relativo all'impatto ambientale.

Sarà in grado di erogare la corrente nominale in servizio continuo, fino ad una temperatura ambiente di 45° C.

#### **(xxv) CASSETTA MONOCONDOTTO A PORTATA VARIABILE**

Le cassette saranno di tipo a portata variabile atte a garantire la portata prestabilita indipendentemente dalla variazione di pressione a monte della cassetta. Esse saranno realizzate come segue:

- Involucro in lamiera zincata sendzimir secondo DIN 17142, con bordi superiori forati per la sospensione.
- perdita di tenuta secondo classe II VDI 3803 o DIN 24194;

- raccordo lato alta pressione, rotondo;
- serranda per la variazione della portata, in lamiera zincata con guarnizione perimetrale in materiale speciale in grado di assicurare una perdita di tenuta (a serranda chiusa) secondo DIN 1946 ( $\leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$  per  $\text{m}^2$  di superficie con  $\Delta p = 200 \text{ Pa}$ );
- opportuni deflettori ed equalizzatori interni;
- parte silenziante rivestita con materiale fonoassorbente, resistente ad abrasione fino a  $20 \text{ m/s}$ , classe di resistenza al fuoco A2 secondo DIN 4102 (ininfiammabile);
- lo stesso rivestimento dovrà essere previsto per la camera del regolatore;
- lato bassa pressione a sezione rettangolare, predisposta per montaggio di controtelai o flange per canali;
- servomotore ad azione modulante elettronica  $24 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$ ;
- scheda di comunicazione LON;
- sonda per la misurazione del  $\Delta p$  dell'aria;
- unità regolante collegata a detta sonda con le seguenti funzioni:
  - rendere la cassetta indipendente dalle variazioni della pressione nel canale;
  - linearizzare la curva caratteristica del regolatore;
  - possibilità di ritarare sul posto i valori di  $V_{\text{max}} / V_{\text{min}}$  o  $V_{\text{cost}}$  prearati in fabbrica;

#### Caratteristiche tecniche

- minima perdita di carico  $\Delta p_m$   $50 \text{ Pa}$
- massima pressione differenziale di funzionamento  $1500 \text{ Pa}$
- campo di regolazione della portata:  
 $10 \div 100\%$  con servomotore elettrico; precisione della regolazione: da  $\pm 5\%$  a  $\pm 9\%$  a seconda dei tipi;
- temperatura d'esercizio  $+ 10\% \div + 50\%$

#### (xxvi) VENTILCONVETTORI

I ventilconvettori saranno atti a trattare aria di ricircolo, provvedendo a:

- in inverno: alla filtrazione e al riscaldamento dell'aria;
- in estate: alla filtrazione, al raffreddamento e alla deumidificazione dell'aria;
- nelle stagioni intermedie: alla filtrazione ed alla ventilazione.

Dovranno essere costituiti da:

- involucro di contenimento completo di griglie di mandata in metallo, costituite da elementi componibili ed orientabili e di zoccolo per sistemazione a pavimento completo di organi di ancoraggio.

Il mobile di contenimento dovrà essere rivestito internamente con materiale coibente e fonoassorbente ed avere i pannelli del tipo smontabile per consentire una facile ispezione interna ed un facile accesso a tutte le parti meccaniche ed elettriche; esso sarà inoltre verniciato con almeno due mani di antiruggine internamente ed esternamente, e verniciato a fuoco nel colore indicato dalla Direzione Lavori.

- batterie a pacco in rame alluminio: a tre ranghi .
- bacinella raccolta acqua condensa con relativo attacco per la rete di drenaggio.
- gruppo motoventilatore, costituito da uno o due ventilatori centrifughi a doppia aspirazione direttamente accoppiati a motori elettrici monofasi con avvolgimento per tensione  $220 \text{ V}$   $50 \text{ Hz}$  su bronzine, di tipo estraibile per permettere facilmente smontaggio e sostituzione in caso di avaria.
- filtro dell'aria di grande superficie con materassino filtrante in fibra sintetica completo di intelaiatura in alluminio costruito in modo da avere una rapida estrazione dal mobiletto.
- rubinetti di intercettazione.
- isolamenti antistillicidio degli attacchi.

Qualora il mobiletto sia installato nel vano finestra dovrà essere fornito e installato a corredo, per completare la chiusura del vano, un pannello in lamiera di spessore  $10/10$  verniciato con le stesse modalità del cassone e spruzzato internamente di vernice antirombo.

Gli apparecchi saranno asserviti a termostati ambiente agenti sul ventilatore, secondo le indicazioni di progetto per offrire un buon controllo della temperatura ambiente. Inoltre sarà possibile una emissione termica a più livelli mediante regolazione della velocità del termoventilatore.

I ventilatori, funzionando a velocità media, non dovranno superare l'indice NR38 quando la misura viene effettuata secondo la norma ISO R 495.

La rete di scarico condensa dei ventilconvettori sarà in polietilene ad alta densità se espressamente indicato.

#### **(xxvii) VENTILCONVETTORI DA CONTROSOFFITTO**

I ventilconvettori saranno di tipo adatto per il montaggio in controsoffitto standard a quadretti 600x600mm.

La struttura portante è in lamiera zincata rivestita con materiale termoisolante ed è predisposta per l'immissione di aria esterna di rinnovo e per la deviazione di una piccola parte di aria trattata in un locale attiguo. Il pannello di copertura è realizzato in materiale plastico autoestinguento ed è completo di griglia di aspirazione, di efficaci filtri acrilici rigenerabili e delle bocchette di espulsione aria con deflettore manuale.

La bacinella di raccolta condensa è dotata di pompa per lo scarico.

Dovranno essere costituiti da:

- involucro di contenimento completo di griglie di mandata in metallo, costituite da elemento ad incastro nel telaio, organi di ancoraggio.

Il mobile di contenimento dovrà essere rivestito internamente con materiale coibente e fonoassorbente ed avere i pannelli del tipo smontabile per consentire una facile ispezione interna ed un facile accesso a tutte le parti meccaniche ed elettriche; esso sarà inoltre verniciato con almeno due mani di antiruggine internamente ed esternamente, e verniciato a fuoco nel colore indicato dalla Direzione Lavori.

- filtro aria direttamente applicato sullo scambiatore di calore
- percorsi trappola
- scambiatore di calore unico a circuiti distinti
- coperchio di revisione
- vasca di raccolta condensa in acciaio INOX
- griglia lineare asportabile
- canale a pavimento
- cassa in acciaio con piedini di regolazione

Gli apparecchi saranno asserviti a termostati ambiente agenti sul ventilatore, secondo le indicazioni di progetto per offrire un buon controllo della temperatura ambiente. Inoltre sarà possibile una emissione termica a più livelli mediante regolazione della velocità del termoventilatore.

I ventilatori, funzionando a velocità media, non dovranno superare l'indice NR38 quando la misura viene effettuata secondo la norma ISO R 495.

La rete di scarico condensa dei ventilconvettori sarà in polietilene ad alta densità se espressamente indicato.

#### **(xxviii) ACCESSORI RADIATORI CON VALVOLA TERMOSTATICA**

Valvola termostatica (delle migliori marche) con elemento termostatico incorporato nel volantino, oppure separato, se richiesto o necessario, con gradazione corrispondente a diverse temperature ambiente, più posizione di antigelo.

Nel caso di elemento termostatico separato, questo sarà collegato al corpo valvola con un capillare di adeguata lunghezza e robustezza.

#### **(xxix) APPARECCHI IGIENICO-SANITARI E RUBINETTERIA**

Gli apparecchi igienico-sanitari dovranno essere corrispondenti alle norme UNI 4542 e costruiti con i seguenti materiali:

- i vasi e i lavabi saranno in porcellana dura (vetrochina) bianca.

I vasi igienici saranno del tipo per fissaggio a parete con scarico a parete.

I vasi saranno corredati di cassetta di scarico a zaino in PVC e di sedile pesante in plastica.

I bidet saranno del tipo per fissaggio a parete con sifone incorporato; i lavabi ed i lavelli del tipo per fissaggio a parete. La rubinetteria dovrà essere del tipo pesante, con corpo in ottone stampato OT 60 con tutte le parti in vista cromate a comando con miscelatore monocomando a leva lunga.

Le pilette di scarico ed i sifoni dei lavabi, nonché le varie parti in vista di alimentazione e di scarico dei vari apparecchi saranno in ottone cromato.

Le pilette a pavimento per la raccolta delle acque di lavaggio dei servizi igienici saranno polietilene ad alta densità del tipo sifonato e dotate di griglia.

#### **(xxx) VASO A SEDERE SOSPEO CON CASSETTA DA INCASSO**

In vetrochina bianco tipo a cacciata con scarico a parete, completo di:

- cassetta da incasso, di tipo a doppio flusso da 6/3 litri, in materiale plastico, con coperchio in plastica nera o bianca, bloccato con bulloni cromati.
- telaio di sostegno in profilati di acciaio zincato a caldo di grosso spessore (atto anche ad installazione su parete non portante) corredato di bulloni di fissaggio dell'apparecchio, con rondelle e guarnizioni;
- sedile e coprisedile in plastica del tipo pesante;
- rubinetto di arresto da incasso con cappuccio chiuso cromato.
- quota parte di tubazioni di acciaio zincato 1/2" per adduzione acqua fino alla colonna o rete principale
- quota parte di tubo di polietilene (o equivalente) diam. 110mm per scarico fino alla colonna
- quota parte di rivestimento antistillicidio tubazione acqua fredda
- quota parte di tubazione in PVC (o equivalente) per ventilazione
- quant'altro occorra

#### **(xxxii) BIDET SOSPESO CON GRUPPO MISCELA MONOCOMANDO**

In vitreous-china bianco con erogazione acqua a zampillo, completo di:

- gruppo di miscela monocomando a leva sollevabile e girevole, scarico a salterello e piletta in ottone cromato m 1"1/4
- due rubinetti d'arresto e di regolaggio a squadra m 1/2" tipo esterno, con cappuccio cromato, rosetta e cannetta rigida cromata. Non sono ammessi collegamenti flessibili
- sifone ad 1"1/4 con tubazioni di collegamento telescopiche e rosettone, il tutto in ottone cromato.
- telaio di sostegno in profilati di acciaio zincato a caldo di grosso spessore, adatto anche a parete non portante, corredato di bulloni di fissaggio dell'apparecchio, con rondelle e guarnizioni.
- quota parte di tubazioni di acciaio zincato 1/2" per adduzione acqua fino alla colonna o rete principale
- quota parte di tubo di polietilene (o equivalente) diam. 40 mm per scarico fino alla colonna
- quota parte di rivestimento coibente tubazioni acqua calda e fredda
- quota parte di tubazione in PVC (o equivalente) per ventilazione
- quant'altro occorra

#### **(xxxiii) LAVABO DA 65x50 CON GRUPPO MISCELA MONOCOMANDO**

Rettangolare od ovale in vitreous-china bianco di tipo pensile da cm 65x50 circa completo di:

- mensole originali di fissaggio a muro con viti;
- batteria di erogazione da 1/2" del tipo a miscelatore monocomando in ottone cromato a leva lunga (composto da blocco centrale con leva lunga sollevabile e girevole e bocca centrale con rompigitto); piletta 1"1/4 con scarico a saltarello;
- due rubinetti d'arresto e di regolaggio m 1/2" esterno di tipo a squadra, con filtro, cappuccio cromato, rosetta e cannetta rigida cromata. Non sono ammessi collegamenti flessibili
- sifone a bottiglia 1"1/4 con regolazione telescopica, completo di cannotti e rosone, il tutto in ottone cromato.
- quota parte di tubazioni di acciaio zincato 1/2" per adduzione acqua fino alla colonna o rete principale
- quota parte di tubo di polietilene (o equivalente) diam. 40 mm per scarico fino alla colonna
- quota parte di rivestimento coibente tubazioni acqua
- quota parte di tubazione in PVC (o equivalente) per ventilazione
- quant'altro occorra

#### **(xxxiiii) SERVIZI IGIENICI PER PORTATORI DI DISABILITA'**

I blocchi servizi igienici per portatori di handycap saranno progettati e realizzati in conformità al D.P.R. del 27/4/1978, n.384, in particolare all'art.14 per consentirne l'uso anche a persone con capacità motorie ridotte o impedite.

Comprendono:

- lavabo ceramico ergonomico con appoggia gomiti antispruzzo, completo di miscelatore monocomando a leva lunga, sifone di scarico a parete con piastra in acciaio inox o scarico flessibile
- vaso ceramico sospeso con scarico a parete completo di sedile ergonomico con apertura anteriore e coperchio, cassetta di scarico ad incasso con comando pneumatico agevolato e rubinetto di alimentazione.
- gruppo doccia a parete con miscelatore termostatico monocomando.
- corrimano orizzontale continuo da fissare lungo il perimetro del locale, n. 2 corrimani verticali a corredo del vaso
- specchio ad inclinazione regolabile

#### **(xxxiv) CASSETTA ANTINCENDIO**

Sarà di tipo unificato UNI45, da incasso o da esterno, secondo quanto richiesto.

Sarà costituita essenzialmente da:

- cassetta metallica in lamiera di acciaio verniciato, da cm 60x38x15 circa con porta apribile (in alluminio anodizzato) vetrata;
- idrante UNI 45 in bronzo con volantino e raccorderia;
- 25 metri di tubo di nylon gommato, con lancia e bocchello in rame, a getto regolabile con rubinetto di esclusione, completo di raccorderia.

#### **(xxxv) SERRANDE TAGLIAFUOCO**

Le serrande tagliafuoco saranno della stessa forma (circolare o rettangolare) e dimensioni del canale in cui vanno inserite. Dovranno essere di tipo omologato ed approvato dal M.I.; REI 120.

Saranno realizzate in robusta lamiera di acciaio zincato, collegate al canale con sistema a flangia, con interposizione di adeguata guarnizione tale da garantire perfetta tenuta del giunto.

La serranda sarà inoltre dotata di portello d'ispezione, vite di regolazione.

Qualora le canalizzazioni dell'aria nelle quali inserita la serranda non sia in lamiera zincata, la serranda dovrà essere costruita nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio inox) con cui sono costruiti i canali.

La serranda sarà azionata da servomotore elettrico con ritorno a molla per caduta di tensione. Il comando di chiusura della serranda tagliafuoco dovrà poter essere azionato indipendentemente sia dall'impianto di rilevazione fumi che dal fusibile termoelettrico (collegato al motore e tarato a 72°C). Il servocomando dovrà comunque permettere il riarmo sia manuale che elettrico della serranda.

Caratteristiche servomotore:

- Custodia metallica antimanomissione resistente al fuoco
- Accoppiamento con perno serranda di tipo geometrico anti-slittamento (innesto per perno quadro).
- Termofusibile precablato con rilevazione della temperatura (72° c) sia interna che esterna al condotto e dispositivo di prova che simuli l'intervento di sicurezza in loco.
- Contatti ausiliari di segnalazione a punto di intervento fisso corrispondente alle posizioni di apertura e chiusura della serranda.
- Temperatura funzionamento di sicurezza garantita 24h a 75° c.
- Durata vita min. 60.000 posizionamenti di sicurezza.
- Potenza assorbita :
  - in apertura 7 W (5 W)\*
  - in stand by 2 W (2.5 W)\*

Ogni serranda tagliafuoco dovrà inoltre essere equipaggiata di un apparecchio di alimentazione e comunicazione dotato di trasformatore 220/24 V con presa già cablata tipo EURO e predisposto a ricevere i terminali di connessione del servomotore (alimentazione e segnalazioni).

La serranda dovrà essere fornita dal costruttore di serrande completamente premontata e garantita.

In ogni caso sia la serranda che tutti gli automatismi dovranno essere omologati ed approvati dal M.I. nel loro insieme.

#### **(xxxvi) SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO A DISTANZA DELLE SERRANDE TAGLIAFUOCO**

Il sistema dovrà garantire la comunicazione tra serranda e quadro di controllo che dovrà avvenire attraverso un cavo bipolare. I cavi in arrivo da ogni serranda dovranno essere numerati onde permettere l'immediata e certa identificazione della provenienza dei segnali soprattutto in fase di collaudo iniziale.

A completamento del sistema di controllo e monitoraggio delle serrande tagliafuoco sarà sistemato nel quadro di comando, un apparecchio in grado di comunicare attraverso i cavi con un numero massimo di nove serrande e con la possibilità di gestione delle seguenti funzioni:

- Possibilità di comando apertura/chiusura attraverso contatto on/off da inserire nel circuito elettrico.
- Segnalazione della posizione della serranda.
- Memoria visiva di situazioni di emergenza avvenute in assenza di controllo diretto dello operatore addetto e individuale per ogni serranda collegata.
- Contatti ausiliari di segnalazione con funzionamento selezionabile.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di alimentazione 24 V AC  $\pm$  20% 50...60 Hz
- Montaggio a quadro su guida DIN

#### **(xxxvii) ESTINTORE**

Gli estintori portatili saranno del tipo di seguito specificato permanentemente pressurizzati. Ogni estintore dovrà avere una maniglia per l'impugnatura, una manichetta di erogazione con ugello terminale, valvola di comando, manometro colorato per controllo pressione interna, valvola di sicurezza. Ogni involucro dovrà avere un'etichetta con riportate le caratteristiche della carica e le modalità d'uso. Dovranno essere di tipo approvato dal Ministero dell'Interno, secondo il DM 20/12/1982, i cui estremi devono apparire sulla targa. Gli estintori saranno completi di mensole per sospensione a parete e di cartello a parete per segnalazione.

Dati i requisiti della norma UNI 11292 (par. 6.7), si dovranno prevedere sia un estintore a polvere di classe 34A-144BC, sia un estintore a CO<sub>2</sub> di classe 113BC.

#### **(xxxviii) SISTEMA DI REGOLAZIONE PER VENTILCONVETTORE**

Il sistema sarà costituito da:

- sonda di temperatura ambiente completa di potenziometro per la impostazione del set-point regolatore di temperatura con indicatore della variabile;
- commutatore della velocità del ventilconvettore;
- commutatore estate inverno;
- collegamenti elettrici e pneumatici;
- accessori vari per il completamento e per dare perfettamente funzionante il sistema.

#### **(xxxix) TUBAZIONI IN C-PVC**

Le tubazioni per il trasporto dell'acqua potabile saranno realizzate in C-PVC dall'avviso tecnico rilasciato dal CSTB, in PN 25 e PN 16, nelle seguenti classi d'impiego:

- Classe 2: acqua calda e acqua fredda sanitarie (70°C).

Tubo PN 16 6 bar

Tubo PN 25 10 bar

- Classe 4: riscaldamento a bassa temperatura.

Tubo PN 16 6 bar

Tubo PN 25 10 bar

- Distribuzione d'acqua fredda: installazione di rete di distribuzione d'acqua fredda sanitaria con punte di 70°C per la depurazione, in condizioni simili a quelle descritte nella "guida tecnica alla manutenzione delle reti d'acqua destinata al consumo umano all'interno di edifici" per le reti d'acqua calda.

- Cucine industriali: installazione di sistemi di scarico di lavanderie e cucine industriali o di acque di condensa di locali caldaia con temperature di scarico prossime a 100°C fino al separatore di grassi o al serbatoio di raffreddamento.

I raccordi HTAR per le condutture, raccordi ed equipaggiamenti metallici, filettati (conici o cilindrici) devono essere realizzati con l'impiego di raccordi C-PVC/METAL destinati a tale scopo fatta eccezione per l'unione su supporti (Riferimento GAAP) realizzata con flange di raccordo a guarnizione piana (Riferimento HDR).

I tubi e i raccordi HTAR GIRPI non dovranno essere in nessun caso filettati meccanicamente.

In caso di raccordi con filettatura in plastica del tipo HEA, HEB, HMM) l'unione può essere utilizzata su componenti metallici con filettatura cilindrica.

Nel caso di utilizzo di manicotti, gomiti, raccordi a T o altri tipi di raccordi in HTAR con filettatura nello stesso materiale, la loro chiusura verrà effettuata a mano, tranne l'ultimo . di giro che, se necessario, potrà essere realizzata con chiave a cinghia. In questo caso, per ottenere una corretta tenuta, è vietato l'utilizzo di filaccia o materiale simile o resina anaerobica, poiché una chiusura eccessiva potrebbe provocare una rottura.

Per fare ciò, si consiglia di utilizzare i seguenti materiali di tenuta:

- nastro PTFE preferibilmente caratterizzato da alta densità.
- pasta al silicone morbida. Tempo di indurimento: 24 h per i diametri 1/2" e 3/4" il tempo indicato può essere ridotto a 3 h. La resistenza e la tenuta sotto pressione delle paste di tenuta dovrà essere garantita dai produttori di tali prodotti.

Dopo il completamento delle reti, verrà realizzato un test di tenuta (tutte le parti della rete dovranno essere visibili e accessibili per l'intera durata della prova)

#### **(xi) TUBAZIONI IN RAME RICOTTO**

Trafilato serie pesante secondo UNI 6507/69 tipo B.

Le tubazioni saranno poste in opera possibilmente senza saldatura, per i diametri fino 18 mm.

Le tubazioni sottopavimento dovranno essere senza saldatura.

Qualora fosse necessario eseguire saldature di testa fra tratti di tubo, si useranno raccordi a bicchiere e la saldatura avverrà, previa accurata preparazione delle estremità (pulizia e spalmatura di pasta fluidificante-disossidante), con lega a brasare tipo "castolin".

Il collegamento delle tubazioni agli organi finali (valvolame-collettori complanari, o simili) avverrà mediante raccordi filettati a compressione in ottone, con interposizione di un'ogiva in ottone (o altro materiale, perché sia garantita la durata nel tempo della tenuta) all'esterno del tubo e di un'anima di rinforzo all'interno del tubo. Le curve saranno eseguite tutte con piegatubi.

Per i diametri superiori a 18 mm, le curve saranno realizzate tutte con pezzi speciali in rame, con estremità a bicchiere e la saldatura avverrà come sopra detto.

Le tubazioni disposte a pavimento anche se coibentate saranno adeguatamente protette da schiacciamenti o altri danni che si potessero verificare in cantiere prima della realizzazione del pavimento; dovrà inoltre essere assicurata la libera dilatazione delle tubazioni realizzando attorno al tubo intercapedini entro le quali i tubi possano liberamente muoversi.

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, raccordi, ecc.) sarà compreso nel prezzo in opera della tubazione.

#### **(xli) TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' PER SCARICHI**

Ad alta densità per scarichi. Saranno di dimensioni conformi alle Norme UNI EN 12666-1:2006 per le condotte interrate e UNI EN 1519-1:2019 e ISO R 161 per le condotte di scarico all'interno del fabbricato.

Il materiale impiegato per la costruzione dei tubi sarà resistente agli urti, al gelo, all'acqua calda fino a 100°C., alle aggressioni chimiche e alle acque leggermente radioattive.

La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare; la saldatura potrà essere o del tipo a specchio (eseguita con apposita attrezzatura, seguendo scrupolosamente le prescrizioni del costruttore) o del tipo con manicotto a resistenza (anche per questo tipo di raccordo saranno seguite scrupolosamente le prescrizioni del costruttore).

Sulle condotte principali od orizzontali potranno essere usate giunzioni a bicchiere, con guarnizioni di tenuta ad O.R. o a lamelle multiple; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.

Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà con tronchi terminali speciali di tubo in polietilene, con guarnizione a lamelle multiple in gomma.

Il collegamento a tubazioni di ghisa potrà avvenire con giunto a bicchiere sulla tubazione di ghisa, con guarnizione in gomma a lamelle multiple o ad O.R.

Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a viti;
- tappo di gomma (sul terminale della tubazione in ghisa) con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni di polietilene, con garanzie di tenuta.

Per i collegamenti che dovranno essere facilmente smontati (sifoni, tratti di ispezione etc.), si useranno giunti con tenuta ad anello in gomma O.R. e manicotto esterno avvitato.

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, raccordi, ispezioni, ecc.) sarà compreso nel prezzo in opera della tubazione.

Le tubazioni di scarico dovranno avere i seguenti requisiti:

- evacuare completamente le acque e le materie di rifiuto per la via più breve, senza darà luogo ad ostruzioni, deposito di materiale od incrostazioni lungo il loro percorso;
- essere a tenuta di acqua e di ogni esalazione;
- essere installate in modo che i movimenti dovuti a dilatazioni, contrazioni od assestamenti non possano darà luogo a rotture, guasti e simili tali da provocare perdite;
- dovranno essere sempre della stessa sezione trasversale per tutta la loro lunghezza;
- dovranno innalzarsi fin oltre la copertura (almeno 50 cm.) degli edifici e culminare con idonei esalatori.

Le colonne dovranno essere munite di tappi che consentano l'ispezione e la pulizia delle tubazioni.

Tali tappi, a completa tenuta, dovranno essere contenuti entro idonee scatole di acciaio munite di sportello. I tappi dovranno essere applicati in corrispondenza di ogni cambio di direzione ad ogni estremità ed almeno ogni 15 metri di percorso delle tubazioni sia in verticale che in orizzontale.

Ogni colonna di scarico dovrà essere immessa in un pozzetto di raccordo sifonato; tali pozzetti dovranno essere sempre facilmente ispezionabili. Se non sarà possibile installare un pozzetto si dovrà mettere un sifone ispezionabile.

I collettori orizzontali avranno una pendenza minima del 2%.

Nelle colonne verticali saranno installati collari di sostegno ogni 15 diametri e giunti scorrevoli ogni piano. Per le tubazioni orizzontali sospese i collari saranno posti a distanza non superiore a 10 diametri e i giunti scorrevoli almeno ogni 6 metri.

Le tubazioni libere dovranno essere collegate ad idonei collari fissi e scorrevoli in modo da poter assorbire, senza svirgolamenti, le dilatazioni.

**Diramazione di scarico**

Le diramazioni di scarico in polietilene dovranno essere collocate in opera incassate, sotto pavimento o sotto il solaio dove indicato; le tubazioni dovranno avere pendenza non inferiore a 2%; le giunzioni saranno eseguite esclusivamente per saldatura elettrica.

Le derivazioni di scarico dovranno essere raccordate fra loro sempre nel senso del flusso, con angolo tra gli assi non superiore a 45°.

#### **(xlii) TUBAZIONI IN PVC PER SCARICHI**

Rigido (non plastificato) per scarichi, tipo 302 (scarichi civili ed industriali) secondo Norme UNI EN 1329-1:2000

La raccorderia dovrà essere tutta conforme alle Norme UNI EN 1452-3:2001 del tipo a bicchiere, da incollare con appositi collanti che realizzino una saldatura chimica fra le parti.

L'incollaggio dovrà avvenire seguendo scrupolosamente le istruzioni del fabbricante e ponendo particolare attenzione nell'evitare la formazione di miscele esplosive con i solventi.

Lungo le tratte di tubazioni diritte, sia verticali che orizzontali, ogni 12 metri al massimo saranno installate delle giunzioni a bicchiere con anelli di tenuta O.R., e manicotto esterno avvitato.

Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà per mezzo di tronchi terminali speciali di tubazione in pvc, con guarnizioni a lamelle multiple in gomma. Il collegamento a tubazione di ghisa, con guarnizioni in gomma a lamelle multiple o ad O.R. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a viti;
- tappo di gomma (sul terminale della tubazione in ghisa), con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni di pvc, con garanzia di tenuta.

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, raccordi, ispezioni, ecc.) sarà compreso nel prezzo in opera della tubazione.

Ogni apparecchio dovrà essere ventilato con diramazioni che dal sifone dell'apparecchio stesso vadano ad innestarsi alle colonne di ventilazione.

Le diramazioni di ventilazione dovranno essere disposte in modo che le acque di scarico non possano risalire in esse. La disposizione dovrà inoltre essere tale da agevolare il più possibile l'afflusso ed il deflusso dell'aria.

Dovrà essere evitata nel modo più assoluto la formazione di sifoni lungo il percorso.

Il dimensionamento dovrà essere effettuato secondo le unità di scarico degli apparecchi tenendo presente che nessun tubo dovrà essere inferiore al diametro 32 mm. e che in nessun caso la colonna di ventilazione dovrà essere di diametro interno inferiore alla metà del diametro interno della colonna di scarico corrispondente.

#### **(xliii) GRUPPO PREMONTATO DRENAGGIO VAPORE**

Gruppo premontato di drenaggio condensa vapore primario, completo di valvola manuale di intercettazione linea alimentazione, comprendente: Separatore di condensa Tipo Spirax-Sarco mod. 5800Z DN50 PN16, Valvola di intercettazione Tipo Spirax-Sarco mod. BSA1T DN50 PN16, Gruppo automatico di scarico condensa con 3 valvole mod. M10S2RB, filtro mod. 12SG, scaricatore a galleggiante mod. FT14/14, indicatore di passaggio mod. SG13, valvola di ritegno a disco mod. DCV2, con attacchi filettati di ½", Tubazioni in acciaio al carbonio, schedula 40, con verniciatura epossidica per alta temperatura RAL 5010 Condizioni di progetto: 12 bar @ 191,7°C

struttura di supporto e sostegno dell'evaporatore, realizzata in adeguati profilati di acciaio (verniciati con due mani di antiruggine di colore diverso), per sopportare e sostenere l'evaporatore stesso nel modo richiesto.

#### **(xliv) FILTRO DECLORATORE**

Filtro decloratore automatico gestito da microprocessori con rigenerazione a tempo per rimuovere dall'acqua cloro, odori, sapori, inquinanti organici quali pesticidi erbicidi, nonché una vasta gamma di altri inquinanti presenti nelle acque di pozzo e nelle acque in genere.

IQ - Informazioni Qualità:

- programma rigenerazione a tempo
- declorazione delle acque per processi di potabilizzazione
- in particolari condizioni di esercizio eliminazione di pesticidi e molti altri inquinanti
- adatto per acque di processo e tecniche
- autonomia memoria circa 20 giorni (in mancanza di corrente)
- da utilizzare in caso di consumi contenuti e non continuativi (in genere per abitazioni civili)
- dichiarazione di conformità CE

Dati tecnici:

Portata nominale m<sup>3</sup>/h: 1,0, Raccordi: 1", Alimentazione V/Hz: 230/50, Pressione min./max. bar: 2,5/6

Temperatura min./max. acqua °C: 5-20, Temperatura min./max. ambiente °C: 5-40

#### **(xlv) IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA OSMOTIZZATA**

Impianto di dissalazione secondo il principio dell'osmosi inversa per produrre acqua a bassa salinità ad uso potabile, tecnologico. L'impianto viene fornito rifinito in ogni sua parte e pronto per l'installazione, montato su di una tavola da fissare a parete o su un idoneo supporto.

Nella fornitura sono compresi:

- una struttura di supporto adeguatamente protetta e predisposta per il fissaggio a parete
- valvola manuale di intercettazione in ingresso
- filtro da 5 micron per la prefiltrazione dell'acqua in ingresso
- elettrovalvola di alimentazione dell'acqua
- pressostato di sicurezza contro la marcia a secco
- una pompa per garantire l'alimentazione dei moduli con la portata e la prevalenza necessaria del tipo a paletta in acciaio inox
- moduli osmotici ad alta produttività specifica e a elevata resistenza meccanica e chimica
- contenitori a pressione in poliestere rinforzato con fibra di vetro per l'alloggiamento dei moduli osmotici
- gruppo valvole in AISI 316 per la regolazione fine della quantità di concentrato da scaricare e da ricircolare
- gruppo di manometri a monte ed a valle del filtro 5 micron e dei moduli osmotici per rilevarne l'intasamento
- flussimetri su permeato e concentrato
- quadro elettronico di comando a microprocessore multifunzione e programmabile che esplica le principali seguenti funzioni:
  - lettura conduttività del permeato
  - contatore di funzionamento pompa
  - selezione funzionamento manuale/livelli
  - protezione contro la marcia a secco
  - protezione contro le sovrappressioni sul permeato
  - protezione contro lo scatto termico dell'elettropompa
  - risciacquo moduli automatico a fine esercizio
  - risciacquo automatico temporizzato a intervalli regolari
  - contatto stop a distanza
  - contatto di allarme cumulativo
  - contatto per comando pompa dosatrice antiscaling

Il quadro elettronico inoltre visualizza le seguenti funzioni/allarmi a led:

- rete inserita / - pompa ON / - risciacquo / - stop esterno / - livello min./max. / - termica pompa
- allarme conduttività / - bassa pressione / - sovrappressioni

Caratteristiche costruttive:

- struttura di supporto resistente alle corrosioni o adeguatamente protetta dalle medesime
- moduli osmotici ad alta produttività specifica e ad elevata resistenza meccanica e chimica del tipo a spirale avvolta a film composito poliammidico su supporto polisulfonico
- pompa a palette con gruppo di by-pass di regolazione in acciaio inox con una pressione max. di lavoro di 14 bar a bassa rumorosità, completa di motore elettrico, giunto elastico e coprigiunto a lanterna
- contenitori a pressione in poliestere rinforzato con fibra di vetro per il contenimento dei moduli osmotici resistenti ad una pressione almeno doppia rispetto a quella operativa
- raccorderia, valvolame e tubazione di collegamento resistenti alle corrosioni nonché alla pressione operativa dell'impianto.
- materiali conformi al D.M. 174/04.
- dichiarazione di conformità CE

Caratteristiche di progetto acqua ingresso impianto:

- Temperatura °C: 15 / - pH: 6-8 / - Indice di blocco (SDI): < 3 / - Sali totali disciolti mg/l: < 1000
- Cloro libero mg/l: < 0,1 / - Durezza totale °fr: assente o condizionata mediante dosaggio di Cillit Uo Stabil / - Ferro totale mg/l: < 0,1 / - Ossidanti mg/l: < 0,1 / - Ossidabilità mg/l O<sub>2</sub>: < 1,0 / - TOC mg/l < 1 / - Oli, solventi e grassi: assenti / - Silice totale mg/l: < 20 / - Rimanenti parametri chimico-fisici e microbiologici: all'interno dei limiti di parametro previsti dal D.L. 31/01

Dati tecnici:

Produzione permeato a 15°C e 1000 ppm di salinità l/h: 240 / Portata acqua alimento min./max. l/h: 320/480 / Potenza motore kW: 0,75 / Potenza assorbita kW: 0,54 / Numero moduli: 1 / Tipo: spirale avvolta a film composito poliammidico su supporto polisulfonico / Reiezione salina %: >95% / Recupero %: 25÷50 / Pressione alimento min./max. bar: 2,5/5 / pH acqua ingresso: 6-8 / Temperatura acqua min./max. °C: 10/30 / Temperatura ambiente min./max. °C: 5/40 / Tensione V: 230 / Frequenza Hz: 50

Attacchi idraulici: - ingresso: DN15 / - uscita: DN15 / - scarico: DN15 / Dimensioni mm (lpxh): 750x260x800

N.B.: il contenuto di cloro residuo nell'acqua in alimento ai moduli deve essere assente

#### **(xlvii)ELETTROPOMPA SOMMERSA PER ACQUE CHIARE**

Le pompe saranno caratterizzate da corpo pompa in acciaio al CrNi, girante in poliamide, saranno dotate di motore asincrono trifase in esecuzione antideflagrante 400 V 50 Hz, con corpo motore in acciaio inox, grado di protezione IP 68, classe di isolamento F. Le prestazioni sono indicate sugli elaborati grafici.

Inoltre il gruppo di sollevamento sarà completo di quadro elettrico con comando ON-OFF e protezione termica del motore, opportune segnalazioni al sistema di allarme incendio di anomalia e funzionamento pompe, n° 3 interruttori a galleggiante a due contatti, kit piedino di appoggio, involucro, catena 5 mt. in acciaio zincato incluso contenitore in acciaio inossidabile con trazione da 250 kg, valvole di ritegno, valvole di intercettazione, curve, raccordi, tubo e tutto l'occorrente affinché il sistema sia finito e funzionante.

#### **(xlviii)SCAMBIATORE A PIASTRE**

Gli scambiatori di calore sono formati da piastre di calore, sagomate a pressione, entro le quali sono creati i canali di scorrimento. Guarnizioni fra le piastre separano i canali di scorrimento, in modo che i liquidi nei diversi canali non entrino in contatto e si miscelino. La forte turbolenza e il principio della controcorrente consentono un efficiente trasferimento del calore. La funzione dello scambiatore è trasferire il calore dal fluido primario a quello secondario per mezzo delle piastre e in modo che i flussi non vengano a contatto tra loro. Lo scambiatore di calore a piastre può essere ispezionato per gli interventi di pulizia o di sostituzione di piastre e guarnizioni. La capacità di scambio termico può essere regolata modificando il numero delle piastre. La scelta dello scambiatore dipenderà dalla capacità termica, dalle temperature desiderate e dalle perdite di pressione consentite.

Larghezza canale (escluso lo spessore delle piastre): 3,80 mm

Numero di piastre: 160;

Pressione nominale: 10 bar

Perdite di carico massime ammesse: 50kPa;

materiale piastre: Acciaio inox Aisi 316L;

materiale guarnizioni: EPDM;

Dimensioni connessioni: DN150

Connessioni rivestite in AISI316

Certificazioni in accordo alla normativa EN 10204 2.2 Documentazione standard: - Istruzioni di installazione e manutenzione  
- Disegni dimensionali - Dichiarazione di conformità  
- Certificati materiali 3.1 per le parti a contatto col prodotto - Certificati di conformità delle guarnizioni US FDA e USP Class VI - Certificati finitura superficiale - Certificati trattamenti superficiali - Report prova idraulica - Certificati controlli non distruttivi - Documentazione di saldatura - Preparazione ed esecuzione dei protocolli DQ/IQ/OQ.

## **(xlviii) SISTEMA AD ESPANSIONE DIRETTA**

### **1) UNITA' ESTERNE**

Unità motocondensanti per sistema a volume di refrigerante variabile, controllate da inverter, refrigerante R410A, a pompa di calore, con recupero

Le unità dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Potenzialità nominale in regime di raffreddamento (indicato negli elaborati di progetto), alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 22°C (b.s.)/15.5°C (b.u.), temperatura esterna 38°C (BS)

Carpenteria in lamiera zincata preverniciata, adatta per esposizione esterna, completa di piedi di sostegno rimovibili per ridurre l'altezza dei moduli a soli 1.650 mm ; possibilità di installazione affiancata;

Compressore di tipo scroll, ermetico ad alta efficienza, equipaggiato con inverter a controllo lineare con campo di azione tra il 16% ed il 100%, avente potenza nominale e resistenza di riscaldamento del carter di: n° 1 x 6,8 kW - 0,035 kW

Circuito frigorifero dotato di separatore d'olio, valvola di inversione a quattro vie, valvola solenoide, ricevitore di liquido, accumulatore di gas, sonde per alta e bassa pressione, pressostato di sicurezza e valvola di by-pass e quanto occorre per ottimizzare il loro funzionamento.

Schede elettroniche di controllo e di sicurezza, in grado di attivare automaticamente le modalità di raffreddamento e riscaldamento simultanei e il recupero di calore tramite il distributore in base alle impostazioni delle singole unità interne periferiche e gestire la funzione di sbrinamento degli scambiatori, in relazione ai segnali provenienti dai sensori delle sezioni stesse, tramite bus di trasmissione, secondo il sistema di controllo Fuzzy Logic;

Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità, dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch;

Display a 4 cifre in grado di fornire codici per informazioni di servizio (autodiagnosi); collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato. Al fine di garantire la compatibilità con la legge 37/08 relativamente all'indipendenza di apparati in tensione tra porzioni immobiliari contigue di diversa proprietà, nonché per gli aspetti gestionali inerenti la libertà individuale del singolo inquilino di disattivare per qualsivoglia motivo la tensione elettrica all'interno della propria unità immobiliare, e non ultima la necessità che un guasto alle unità interne installate all'interno di una unità immobiliare non comprometta mai il funzionamento di apparati installati presso altrui proprietà, l'unità di raffreddamento e riscaldamento simultanei a recupero di calore dovrà essere in grado di alimentare autonomamente la linea di trasmissione alle unità interne, incluse le valvole di espansione LEV, e i controlli/comandi remoti. Il sistema VRF dovrà quindi essere in grado di garantire la continuità di funzionamento anche nel caso di mancanza di alimentazione di rete a una o più delle unità interne, per qualsivoglia motivo questa venga a mancare (guasto o disattivazione volontaria). La mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne o il guasto ad una scheda di controllo non dovrà in alcun modo costituire anomalia per il sistema che dovrà continuare a funzionare correttamente senza alcun tipo di intervento per le restanti parti, sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera;

scambiatore di calore verso l'ambiente esterno, in tubo di rame con alettatura a pacco in alluminio anticorrosione (Blue Fin), di tipo piegato ad U, con prese d'aria protette da rete metallica a maglia quadra.

refrigerante utilizzabile R410A;

ventilatore di scambio termico con l'esterno, di tipo elicoidale, livello di rumorosità 57 dB(A).

campo di funzionamento: in raffreddamento = esterno tra -5 e 46°C B.S., interno tra 15 e 24°C B.U.

L'unità dovrà poter operare secondo due modalità diverse, selezionabili a mezzo Dip Switch:

modalità 'capacità'

modalità 'efficienza (COP)'

In modalità 'capacità' l'unità dovrà fornire il 100% della capacità in riscaldamento fino a -2,5°C di temperatura dell'aria esterna, garantendo, inoltre, fino a -20°C maggiore capacità rispetto alla modalità 'efficienza'.

In modalità 'efficienza', invece, l'unità dovrà predisporre per mantenere per tutto l'intervallo operativo di temperatura dell'aria esterna, il miglior bilanciamento tra capacità resa e potenza assorbita.

Struttura autoportante in acciaio, dotata di pannelli amovibili, con trattamento di galvanizzazione ad alta resistenza alla corrosione, griglie di protezione sulla aspirazione ed espulsione dell'aria di condensazione a profilo aerodinamico ottimizzato avente le dimensioni non superiori a 1710x920x760 ( HxLxP ) con peso massimo 270 kg. E' necessario che vengano poggiate su basamento formato da putrelle in acciaio aventi altezza max 80mm per garantire la distribuzione del peso.

## 2) UNITA' INTERNE

Le unità interne sono del tipo a vista a soffitto, ultra silenziosa, 20 dB(A), del tipo a portata variabile di refrigerante secondo il sistema VRF, avente le seguenti caratteristiche.

-Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%.

-Refrigerante utilizzabile R410A o R407C con sistema di controllo in grado di riconoscere il refrigerante in circuito.

-Portata d'aria assicurata da ventilatore a tre velocità pari a 288/348/474 mc/h .

-Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch .

-Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato .

-Alimentazione elettrica di tipo monofase 50 Hz - 220 V con assorbimento elettrico massimo in raffreddamento di 0.06 kW.

-Livello sonoro dell'unità non superiore a 20/25/30 dB(A) a 220V in funzione della velocità di rotazione del ventilatore.

La sezione di controllo dell'unità interna dovrà essere alimentata autonomamente dalla linea di trasmissione proveniente dall'unità esterna incluse le valvole di espansione LEV, senza che la mancanza di alimentazione di rete all'unità interna stessa costituisca anomalia per il sistema sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

L'unità interna dovrà essere dotata di appositi connettori liberamente programmabili per il collegamento di segnali di INPUT ed OUTPUT digitali, al fine di gestire apparecchiature generiche tecnologiche di terzi presenti in campo.

Dovranno essere disponibili almeno 3 segnali di INPUT e 4 segnali di OUTPUT. Ogni unità interna dovrà poter collegare 2 apparecchiature generiche, ognuna delle quali gestita attraverso i seguenti segnali:

INPUT:

\* Stato di ON/OFF

Stato di Anomalia

OUTPUT:

\* Comando di ON/OFF

Tramite il kit composto da sistema di supervisione + centralizzatori + PLC dovrà essere possibile programmare liberamente i segnali collegati all'unità interna, visualizzarli, ed interagire con essi.

Dovrà inoltre essere possibile programmare liberamente interazioni tra le apparecchiature generiche e le unità interne dell'impianto, per le quali dovranno poter essere controllate le seguenti funzioni:

- ON/OFF
  - Impostazione della temperatura
  - Modo operativo
  - Velocità ventilatore

L'unità sarà costituita da telaio di supporto in acciaio zincato stampato, dotata di filtri in fibra sintetica a nido d'ape rigenerabili e lavabili.

La batteria, a più ranghi, sarà di tipo Cross-Fin con tubi di rame alettati in alluminio.

Il quadretto di alimentazione elettrico sarà posto in posizione esterna con accesso facilitato, semplificando così l'esecuzione dei collegamenti elettrici .

Il movimento dell'aria sarà assicurato da ventilatore tipo Sirocco direttamente accoppiato a motore monofase ad induzione a tre velocità , ed avrà potenza pari a 0.018kW . Il motore sarà dotato di protezione elettrica di sovraccarico.

Gli attacchi della linea gas dovranno essere di 12.7 mm mentre quelli della linea del liquido saranno di 6.35 mm.

Lo scarico della condensa sarà di tipo flessibile.

Dichiarazione di conformità alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

### **(xlix)ACCESSORI IMPIANTO VRV**

Accessori per collegamenti idraulici e sistema di gestione centralizzata impianto di climatizzazione composto come segue:

- giunti di derivazione
- distributore per unità interne (segue descrizione)
- alimentatore elettrico
- centralizzatore per massimo 50 gruppi (segue descrizione)
- comandi remoti (segue descrizione)
- cavo BUS schermato e twistato 2x1,25mm
- scatole di derivazione dim.100x100x72mm
- programma di gestione e controllo sistema (segue descrizione)
- accessori di fissaggio e montaggio per collegamento delle unità interne alle linee frigorifere

### **(I)CENTRALIZZATORE E PROGRAMMA DI GESTIONE**

Controllo Centralizzato WEB SERVER costituito da un unico dispositivo dotato di display touch-screen 9" a colori ad alta risoluzione retroilluminato per montaggio da incasso, oppure a parete, con l'ausilio di scatole di montaggio opzionali. In configurazione STAND-ALONE, esso dovrà essere collegato ai sistemi di climatizzazione/moduli idronici per mezzo di linea di trasmissione dedicata costituita da cavo a due conduttori non polarizzato, con alimentatore dedicato da fornirsi separatamente. Dovrà essere possibile gestire fino a 50 unità interne suddivise in 50 gruppi, in modo indipendente e in modo collettivo.

In configurazione ESTESA, esso dovrà essere collegato ai Moduli d'Espansione per mezzo della rete Ethernet, con alimentatore dedicato da fornirsi separatamente. Dovrà essere possibile gestire fino a 150 unità interne suddivise in 150 gruppi, in modo indipendente e in modo collettivo. I Moduli d'Espansione (PAC-YG50ECA-J) dovranno collegarsi alle unità interne mediante bus di trasmissione a 2 conduttori non polarizzati. Ogni Modulo d'Espansione dovrà permettere di collegare fino a 50 gruppi e 50 unità complessive fino ad un massimo di 3 Moduli d'Espansione (per un totale di 150 unità Interne). I Moduli d'Espansione dovranno poter essere alimentati da alimentazione di rete.

Il Controllo Centralizzato potrà essere collegato ad una rete informatica di tipo Ethernet senza hardware aggiuntivo e/o dedicato, e potranno essere collegati direttamente alla rete, senza hardware aggiuntivo dedicato, computer per l'eventuale sistema di supervisione.

Dovrà essere possibile utilizzare una rete LAN/WAN Ethernet aziendale esistente (non dedicata).

Le unità saranno rappresentate da apposite icone e simboli che riportano lo stato di funzionamento delle stesse.

Le informazioni minime previste, in modo indipendente oppure in modo collettivo, saranno le seguenti.

Unità interne standard:

- \* Disposizione reale su Planimetria Grafica
- \* On/Off
- \* Modo di funzionamento
- \* Temperatura setpoint
- \* Temperatura ambiente
- \* Velocità del ventilatore
- \* Direzione del flusso aria
- \* Indirizzo del climatizzatore
- \* Nome del climatizzatore
- \* Anomalie (codice e messaggio esteso di descrizione)
- \* Segnalazione filtro sporco
- \* Eventuali programmazioni orarie
- \* Eventuali Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni dei comandi locali

Interagendo con i comandi dovrà essere possibile regolare il funzionamento dei climatizzatori tramite le seguenti operazioni :

- \* On/Off
- \* Modo di funzionamento
- \* Regolazione temperatura setpoint
- \* Regolazione velocità del ventilatore

\* Regolazione direzione del flusso aria

\* Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni dei comandi locali

Dovrà essere possibile proibire/abilitare le seguenti funzioni:

\* On/Off,

\* Regolazione temperatura,

\* Scelta modo di funzionamento,

\* Reset segnalazione filtro sporco

Dovrà essere possibile controllare in modo indipendente o interbloccato le funzioni principali di eventuali sistemi di recupero e/o di trattamento aria.

Il Controllo Centralizzato disporrà dell'archivio storico degli eventi relativi alle anomalie delle unità, comprensivi delle seguenti informazioni: data e ora anomalia, indirizzo dell'unità in anomalia, codice dell'anomalia, indirizzo del dispositivo che ha rilevato l'anomalia.

Esso manterrà in memoria gli ultimi 64 eventi, e gestirà la registrazione degli stessi attraverso il metodo FIFO, cioè cancellando gli eventi più vecchi quando l'archivio è pieno.

Il controllo di supervisione dovrà consentire la gestione di ingressi ed uscite digitali per informazioni di tipo collettivo :

Input : Comando di arresto di emergenza delle unità

Input : Comando di On/Off collettivo ordinario

Output : Informazione collettiva ON/OFF unità

Output : Informazione collettiva Anomalia/Normale unità

FUNZIONI DI SERIE:

Il Controllo Centralizzato disporrà di porta dedicata al collegamento di memorie USB per il trasferimento dei dati di impostazione iniziale, e dei dati registrati nella memoria dello stesso (registrazioni consumi, misure sensori analogici, dati di trend).

Funzione di caricamento e visualizzazione planimetrie grafiche:

Tramite la porta USB sarà possibile caricare fino a 10 planimetrie grafiche di formato GIF e dimensione 1890 x 660 pixel per la visualizzazione, monitoraggio e controllo sia su display touch-screen locale che su WEB.

Funzione di Temperatura Scorrevole:

Tramite un'interfaccia hardware opzionale per l'acquisizione del sensore di temperatura esterna, sarà possibile impostare il campo di funzionamento della funzione di temperatura scorrevole. La funzione agirà automaticamente variando la temperatura di setpoint ambiente al variare della temperatura esterna.

Sarà possibile variare la temperatura di setpoint per gruppo per creare zone di comfort differenti. La funzione sarà attiva solo in modalità RAFFREDDAMENTO.

Funzione di Start-Up ottimizzato:

La funzione di Start-Up ottimizzato agirà, se abilitata, automaticamente sul sistema impostandone il tempo di pre-accensione rispetto alla programmazione oraria sulla base dell'auto-apprendimento del controllo di supervisione AG-150. Il tempo massimo di pre-accensione è definito sulla base di 60 minuti in anticipo rispetto alla programmazione oraria col fine di raggiungere la temperatura impostata all'orario impostato.

Funzione di programmazione temperatura di mantenimento estiva e invernale (night set back):

La funzione night setback permetterà di programmare le temperature di mantenimento estiva e invernale garantendo una temperatura d'ambiente minima durante l'inverno, e massima durante l'estate. La funzione si disattiverà automaticamente in concomitanza dell'accensione del sistema su base programmazione oraria o, se abilitata, della funzione di Start-Up ottimizzato.

Funzione di Timer programmatore giornaliero e settimanale:

Disponibile timer giornaliero e/o settimanale, per gruppi o per blocchi o per zone di unità. Per ogni giorno saranno disponibili 24 profili di funzionamento. Possibilità di una programmazione settimanale. Le impostazioni della temperatura, della velocità del ventilatore e della direzione di mandata dell'aria saranno modificabili e dovrà essere anche possibile eseguire una ri-taratura oraria della temperatura.

Per ogni passo di programmazione è possibile impostare :

\* On/Off

\* Modo di funzionamento

\* Temperatura regolata di set point

\* Velocità del ventilatore

- \* Direzione del flusso aria
- \* Eventuali Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni dei comandi locali

E' possibile proibire/abilitare le seguenti funzioni :

- \* On/Off,
- \* Regolazione temperatura set point,
- \* Scelta modo di funzionamento,
- \* Reset segnalazione filtro sporco/anomalia circuito acqua

Il timer esteso settimanale consente di impostare la funzione di "night setback", mediante la quale è possibile regolare in modo HEAT e COOL, le temperature di mantenimento a partire da 12°C.

Sono previsti strumenti di programmazione facilitata per semplificare la programmazione di grandi parti di impianto, del tipo "copia e incolla".

#### FUNZIONI OPZIONALI

(Per mezzo di licenze PIN code opzionali dovrà essere possibile attivare le seguenti funzioni opzionali)

Funzione WEB Browser:

Tramite Internet Explorer, in lingua Italiana, dovrà essere possibile interagire con il Controllo Centralizzato al fine di gestire tutte le funzioni delle unità controllate, analogamente alla navigazione di un sito web. La gestione ed individuazione delle unità interne sarà resa intuitiva grazie alla visualizzazione grafica delle planimetrie.

La gestione tramite Internet Explorer dovrà essere possibile senza la necessità di installare software aggiuntivo o dedicato sul computer.

La gestione tramite internet Explorer dovrà essere possibile sia da postazione locale che da postazione remota.

La gestione remota del controllo di supervisione dovrà essere possibile attraverso il collegamento su rete Ethernet e tramite la funzione di accesso remoto per mezzo di router su linea telefonica pubblica o privata e/o su linea trasmissione dati.

Il controllo di supervisione dovrà essere pronto per essere pubblicato direttamente in Internet, senza software o hardware aggiuntivo, mediante linea ADSL del tipo "ad indirizzi IP statici", in modo da consentire la gestione remota attraverso il web. La sicurezza del collegamento pubblico dovrà essere garantita dal protocollo di cripta tura SSL, e l'accesso alle pagine web dovrà essere protetto da apposite password.

Dovrà essere possibile collegare il controllo a reti LAN aziendali dotate di Proxy server.

Il controllo di supervisione disporrà di serie del protocollo di comunicazione XML, mediante il quale dovrà essere possibile scambiare informazioni di tipo gestionale con un sistema BMS di Building Automation di terzi. Il protocollo XML dovrà essere disponibile tramite il collegamento di rete Ethernet.

Funzione di Timer programmatore esteso settimanale 2 e annuale:

Al timer di serie giornaliero e settimanale, è possibile aggiungere di un secondo timer settimanale ed annuale, per gruppi o per blocchi o per zone di unità.

Per ogni giorno saranno disponibili 24 profili di funzionamento. Possibilità di due programmare 2 timer settimanali e quindi impostazione delle date di inizio e di fine della stagione invernale ed estiva. Per ogni anno saranno disponibili 5 profili di funzionamento da P1 a P5 ed a ciascuno di essi possono essere assegnate fino a 50 date. Le impostazioni della temperatura, della velocità del ventilatore e della direzione di mandata dell'aria saranno modificabili e dovrà essere anche possibile eseguire una ri-taratura oraria della temperatura.

Per ogni passo di programmazione è possibile impostare :

- \* On/Off
- \* Modo di funzionamento
- \* Temperatura regolata di set point
- \* Velocità del ventilatore
- \* Direzione del flusso aria
- \* Eventuali Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni dei comandi locali

E' possibile proibire/abilitare le seguenti funzioni :

- \* On/Off,
- \* Regolazione temperatura set point,
- \* Scelta modo di funzionamento,
- \* Reset segnalazione filtro sporco/anomalia circuito acqua

Il timer esteso settimanale consente di impostare la funzione di "night setback", mediante la quale è possibile regolare in

modo HEAT e COOL, le temperature di mantenimento a partire da 12°C.

Sono previsti strumenti di programmazione facilitata per semplificare la programmazione di grandi parti di impianto, del tipo "copia e incolla".

Funzione di 'Notifica automatica dei malfunzionamenti attraverso l'invio di e-mail':

Dovrà essere possibile programmare 10 indirizzi e-mail per la notifica automatica dei messaggi di malfunzionamento e di successivo ripristino. Il messaggio di notifica conterrà il codice e la data & ora dell'anomalia, nonché l'identificazione del controllo di supervisione. Dovrà essere possibile selezionare la tipologia di codici di anomalia da inoltrare. Dovrà essere, inoltre, possibile notificare via e-mail allarmi legati al superamento di soglie superiori/inferiori di temperatura e umidità e trasmettere i dati di andamento delle grandezze fisiche misurate ed acquisite tramite interfaccia hardware dedicata ed opzionale. Per espletare questa funzione il controllo di supervisione dovrà essere predisposto per il collegamento ad un router /modem esterno, oppure attraverso un server di posta presente nella rete LAN.

Funzione di "Programmazione Interblocchi":

Dovrà essere possibile programmare fino a 150 relazioni d'interblocco scalabili su fino a 150 unità interne / moduli idronici / Lossnay.

Dovrà essere possibile programmare relazioni per cui a fronte di un cambiamento di stato di un'unità interna / modulo idronico / Lossnay o di una apparecchiatura generale acquisita tramite interfaccia hardware dedicata ed opzionale, si generi il cambiamento di stato di un'unità interna / modulo idronico / Lossnay o di una apparecchiatura generale collegata tramite interfaccia hardware dedicata ed opzionale.

Funzione di "Personal WEB browser" per la gestione individuale dei climatizzatori :

Per questa funzione il controllo di supervisione dovrà essere collegato ad una rete LAN aziendale. Dovrà essere possibile impostare fino a 150 utenti, ciascuno dei quali con proprio nome utente e password, ed assegnare agli stessi da 1 a 150 climatizzatori per la gestione individuale degli stessi.

COMANDO REMOTO:

controllo ambiente costituito da un unico dispositivo comprendente tastiera e display a cristalli liquidi alfanumerico. Esso dovrà essere collegato direttamente ai climatizzatori per mezzo di linea di trasmissione dedicata costituita da cavo a due conduttori non polarizzato.

Dovrà essere possibile gestire 1 gruppo fino a 16 climatizzatori in modo collettivo. I climatizzatori dovranno essere rappresentati sul display tramite icone e simboli che riportino lo stato di funzionamento degli stessi.

Le informazioni minime previste saranno le seguenti :

On/Off

Modo di funzionamento

Temperatura regolata

Posizione dei deflettori

Velocità del ventilatore

Eventuali Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni locali

Interagendo con i comandi dovrà essere possibile regolare il funzionamento dei climatizzatori tramite le seguenti operazioni :

On/Off

Scelta del modo di funzionamento

Regolazione temperatura

Regolazione velocità del ventilatore

Il controllo sarà di tipo autoindirizzante.

Dovrà essere possibile proibire, da parte di un controllo gerarchicamente superiore, le funzioni di ON/OFF, regolazione temperatura.

Dovrà essere possibile limitare il campo di impostazione della temperatura da tastiera locale.

Dovrà essere possibile inibire la visualizzazione della temperatura ambiente.

Resta compresa la linea di trasmissione dati dal comando alla unità interna installata entro tubo di protezione e ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa e funzionante.

### **(ii)CONDIZIONATORE AUTONOMO AD ARIA**

Il condizionatore sarà split-system, con unità motocondensante da montare remota, ad inverter. Saranno compresi nel prezzo anche le tubazioni di collegamento (complete di isolamento termico in neoprene espanso) fra le due sezioni, opportunamente dimensionate. Il condizionatore sarà costituito essenzialmente da:

- mobile in profilati e pannelli di acciaio zincato e verniciato con vernice resistente agli agenti atmosferici, rivestito internamente in materiale isolante termoacustico;
- l'unità fan-coil sarà corredata di filtro piano smontabile e rigenerabile e, in caso di ripresa non canalizzata, di griglia di aspirazione in acciaio verniciato c.p.d. con alette orizzontali asportabile (eventualmente ricavata direttamente su un pannello del mobile).
- l'unità motocondensante sarà ad inverter e dotata di griglie c.p.d. alla aspirazione e mandata
- evaporatore a pacco alettato con tubi in rame ad alette in alluminio, con distributori di flusso del gas. Sotto l'evaporatore sarà applicata la bacinella (in PVC) per la condensa.
- condensatore idem c.s. completo di valvola di sicurezza a scarico convogliato all'esterno.
- elettroventilatori di caratteristiche adeguate per l'evaporatore ed il condensatore.
- compressore ermetico ad inverter, con motore raffreddato dal gas aspirato e protezione termica incorporata;
- tubazioni di collegamento per freon, in rame (isolate con guaina di neoprene espanso, ove necessario) valvole di espansione termostatiche (una per compressore), filtri disidratatori, spie di carica, rubinetti di esclusione.
- dispositivo di inversione del ciclo.
- quadro elettrico di comando-controllo (di tipo protetto, nel caso di installazione all'esterno ed apribile solo con apposito attrezzo) a sezioni separate per ogni compressore, comprendente i teleruttori con protezioni termiche e fusibili per ogni utenza (ventilatore, compressori, etc.); pressostati di a.p. e b.p. (e differenziali per l'olio, se necessari); termostato a bulbo e capillare (a gradini, nel caso di più compressori); commutatore per inversione del ciclo; le morsettiere con attacchi per interblocchi e collegamenti esterni, nonché tutte le altre apparecchiature di comando, controllo, sicurezza e protezione necessari al perfetto funzionamento.

Le linee di interconnessione fra le due unità sono a carico dell'installatore.

In ogni caso, qualora fossero necessari sistemi di alimentazione o collegamenti elettrici diversi da quanto esposto, l'adeguamento all'uso del quadro(i) del gruppo (senza che per questo decada la garanzia da parte dell'installatore) e/o di quello generale (da cui partono le linee di alimentazione) e delle stesse linee sarà a completo carico della Ditta, senza alcun sovrapprezzo.

Ogni linea di alimentazione in arrivo al quadro della macchina sarà provvista (sul quadro stesso in apposito scomparto vicino al quadro) di un organo di sezionamento di portata adeguata, di tipo stagno (per montaggio della macchina all'aperto) ed accettato dall'ENPI.

Il condizionatore sarà corredato di:

- raccordi antivibranti in tela o similari;
- dispositivo di comando a distanza;
- carica di fluido frigorifero ed olio incongelabile.

### **(iii)FLUSSOSTATO PER ACQUA**

Sarà costituito essenzialmente da:

- scatola in alluminio pressofuso
- microinterruttore
- raccordo in ottone per collegamento alla tubazione
- paletta in acciaio inox
- vite di taratura

Massima pressione del fluido 10 bar, massima temperatura 110°C.

Il flussostato deve essere montato secondo le prescrizioni del costruttore in particolare la paletta deve essere di lunghezza adatta al diametro del tubo e non deve toccare la tubazione stessa.

### **(iiii)CANALIZZAZIONI – GENERALITA'**

Tutte le condotte degli impianti aeraulici nella loro complessità, compresi i pezzi speciali, le giunzioni, staffaggi e coibentazioni, dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 12237:2004, alle normative ASHRAE e alle documentazioni pubblicate dell'A.S.A.P.I.A.

#### a) Sezione quadrangolare

Saranno costruiti secondo le buone regole dell'arte ed i fondamentali principi dell'aerodinamica. Saranno provviste, ove necessario, di captatori, deflettori ed alette direttrici a profilo alare.

In particolare saranno usati captatori di tipo adeguato:

In tutti i gomiti ad angolo retto e le curve con raggio di curvatura interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno.

Non saranno ammesse bocchette, griglie o diffusori "montati" a filo di canale, ciò senza il tronco di raccordo di cui si detto, e ciò sia per mandata che per aspirazione.

I canali con lato di dimensione maggiore di 45 cm saranno in genere bombati, a meno che non siano rinforzati in altro modo. Se in fase di esecuzione o di collaudo si verificassero delle vibrazioni, l'installatore dovrà provvedere all'eliminazione mediante l'aggiunta di rinforzi, senza nessun onere aggiuntivo.

I canali dovranno essere costruiti a perfetta tenuta d'aria, e dovranno quindi essere sigillati con mastice od altro su tutte le giunzioni delle lamiere (sia di ogni singolo tronco, che fra un tronco e l'altro) e sui raccordi.

In tutte le diramazioni principali saranno previsti due attacchi con tronchetti in tubo con tappi, per permettere la misurazione della portata dell'aria mediante tubo di pitot.

Lungo tutte le canalizzazioni aventi un lato di dimensione superiore o pari a 30 cm sarà realizzato dei portelli di ispezione (posti sul lato inferiore del canale, possibilmente) con spaziatura non inferiore a 10 metri, e comunque in vicinanza di ogni curva, diramazione o simile, ma soprattutto in prossimità di serrande tagliafuoco.

#### Sospensioni, supporti, ancoraggi

Tutto il materiale di supporto ed ancoraggio sarà in acciaio zincato (salvo il caso di canali in acciaio inox, in cui supporti ed ancoraggi saranno pure in acciaio inox), fissati con bulloni.

Nei percorsi orizzontali, i supporti saranno costituiti da profilati posti sotto i canali (collari costituiti da due gusci smontabili, nel caso di canali circolari) e sospesi con tenditori a vite regolabili.

Tali tenditori saranno generalmente fissati mediante chiodi a sparo nelle strutture, murati, o in altri sistemi tali da non compromettere la staticità e la sicurezza delle strutture portanti.

In ogni caso il sistema di ancoraggio dovrà essere espressamente approvato dalla D.L.

Il numero dei supporti dipenderà dal percorso e dalle caratteristiche dei canali; generalmente la distanza sarà quella usata per le tubazioni.

Nei percorsi verticali, i supporti saranno costituiti da collari, con l'interposizione di spessori ad anello in gomma o materiale analogo.

I collari saranno fissati alle strutture e alle murature come sopra indicato.

La distanza tra gli stessi dipenderà dal peso e dalle caratteristiche dei canali.

Qualora i canali passino attraverso pareti, divisori, etc., tra i canali e le pareti sarà interposto un adeguato strato di materiale di supporto elastico, onde evitare trasmissioni di vibrazioni o crepe.

#### Antivibranti

Tutti i canali d'aria collegati a macchine con elementi in movimento (sorgenti di vibrazioni) saranno corredati di giunti antivibranti in tela olona o in neoprene.

### **(liv)CANALI IN LAMIERA ZINCATA**

I canali saranno eseguiti in lamiera di acciaio zincato Fe P02 Z250.

#### **1) CANALI RETTANGOLARI – Spessori minimi ammessi**

Canali per bassa pressione:

lato maggiore sino a 300 mm.	spessore 6/10 di mm
lato maggiore compreso tra 310 e 750 mm.	spessore 8/10 di mm
lato maggiore compreso tra 760 e 1500 mm.	spessore 10/10 di mm
lato maggiore compreso tra 1510 e 2100 mm.	spessore 12/10 di mm
lato maggiore compreso tra 2110 e 2500 mm	spessore 15/10 di mm

Canali per media pressione ed alta pressione:

lato maggiore sino a 450 mm.	spessore 8/10 di mm
lato maggiore compreso tra 460 e 1200 mm.	spessore 10/10 di mm
lato maggiore compreso tra 1210 e 1800 mm.	spessore 12/10 di mm

lato maggiore compreso tra 1810 e 2400 mm.

spessore 15/10 di mm

I lati dei canali aventi dimensioni superiori a 600 mm., devono essere irrigiditi mediante piegatura a croce di Sant'Andrea, o similare. La profondità delle piegature dovrà essere sufficiente per evitare pulsazioni delle lamiere specialmente all'arresto e alla messa in marcia dei ventilatori. Le variazioni di sezioni e di forma, le derivazioni, le curve e i particolari costruttivi devono essere realizzati in conformità ai dettagli standard allegati alla presente specifica.

#### **(lv)SERRANDE DI TARATURA**

Saranno del tipo ad alette multiple con movimento contrapposto ruotanti su boccole in ottone o nylon.

Le alette saranno a profilo alare realizzate con doppia lamiera di acciaio zincata, di spessore compreso fra 6/10 e 10/10 mm in funzione della lunghezza.

Le singole alette saranno contenute in un involucro ad U in lamiera d'acciaio zincata e saranno collegate fra loro mediante leverismi posti all'esterno del telaio, permanentemente lubrificati.

Le alette saranno dotate di guarnizione in neoprene che ne assicuri la perfetta tenuta in fase di chiusura.

Le serrande di taratura avranno il settore di manovra a comando manuale e galletto di fissaggio.

I leverismi saranno protetti da un carter in lamiera zincata facilmente asportabile per la lubrificazione.

#### **(lvi)GRIGLIA DI RIPRESA A.E. OD ESPULSIONE**

Sarà in alluminio anodizzato oppure in acciaio inox secondo le indicazioni della D.L. con alette parapigioggia inclinate fisse.

La griglia sarà completa di rete antiinsetto, tegolo rompigioggia e controtelaio.

#### **(lvii)DIFFUSORE AD ALTA INDUZIONE**

Diffusore ad effetto elicoidale ad elevata induzione costituito da:

- camera di raccordo in lamiera zincata sendzimir, conforme a DIN 1742, con ganci per la sospensione a mezzo tiranti (questi esclusi) e deflettori di flusso interni per assicurare un'uniforme distribuzione dell'aria sulla parte attiva del diffusore;
- raccordo circolare laterale, con serranda di taratura manovrabile dalla parte frontale;
- parte frontale in lamiera fosfatizzata e verniciata per elettroforesi in colore bianco (Ral 9002), resistente ad acqua di condensa almeno 100 ore, conforme a DIN 50017 senza alterazioni, in esecuzione quadrata con deflettori regolabili in ABS colore nero, a profilo allare;
- la parte frontale è fissata alla camera di raccordo tramite una barra ed una vite centrale; risulta pertanto facilmente smontabile.

La ditta installatrice dovrà fornire alla D.L. le seguenti documentazioni tecniche (come punto vincolante, per un corretto controllo delle caratteristiche del diffusore)

- perdita di carico in funzione della portata;
- livello di potenza sonora in dB(A) alla bocca del diffusore in funzione della portata;
- diagramma della velocità finale alla parete e all'entrata della zona di soggiorno, nel punto di interesse fra due diffusori in funzione della portata, della distanza dal controsoffitto e della distanza eventuale fra due file parallele di diffusori;
- diagramma del quoziente di temperatura e cioè della differenza tra temperatura ambiente e temperatura dell'aria di mandata rapportato alla differenza tra temperatura ambiente e temperatura alla fine del lancio;

#### **(lviii)UNITA' DI FILTRAZIONE ANTICONTAMINAZIONE**

Il contenitore sarà costituito come segue:

- collettore d'ingresso in lamiera d'acciaio zincata e verniciata per elettroforesi, non a spruzzo, in colore bianco Ral 9002, completo di flangia d'ingresso rettangolare;
- contenitore tipo Canister a perfetta tenuta, munito di attacchi per prese pressione, dispositivo di centratura e fissaggio dell'elemento filtrante azionato da una leva ad eccentrico e molle a balestra per una uniforme distribuzione del carico;
- bordo porta sacco barriera con due scanalature e sacco barriera con elastico in un sol pezzo;
- fune metallica guidata da impugnatura in plastica per una speciale estrazione del filtro;
- dispositivo per il controllo della tenuta fra il contenitore ed il filtro (secondo DIN 1946) per i filtri assoluti;
- coperchio di chiusura con guarnizione perimetrale semitonda e volantini di chiusura rapida.
- sicurezza:
  - 1) la leva di comando può essere azionata solo se il filtro si trova nella sede corretta;
  - 2) il coperchio può essere richiuso solo se la leva è in posizione di serraggio;

- realizzazione in lamiera zincata sendzimir con verniciatura per elettroforesi, non a spruzzo, in colore bianco Ral 9002;
- completo di attacco per pressostato differenziale;
- attacco per il dispositivo di prova del filtro con DOP;
- adatto per contenere un filtro assoluto ;
- ulteriore camera di raccordo tra contenitore porta-filtro e filtro in lamiera d'acciaio zincata verniciata per elettroforesi, non a spruzzo, in colore bianco Ral 9002
- sul perimetro esterno della camera di raccordo è previsto un angolare sui due lati in lamiera d'acciaio zincata e verniciata per elettroforesi, non a spruzzo, montato in modo da permettere lo scorrimento dello stesso in senso verticale per consentire un semplice montaggio e fissaggio della camera di raccordo stessa al variare delle altezze della soletta;
- cella filtrante avente le seguenti caratteristiche
  - Dimensioni BxHxP : 762x610x292 mm.
  - Portata nominale : 3750 m3/h
  - Perdita di carico iniziale : 280 Pa
  - Perdita di carico finale : 600 Pa
  - Temperatura max di esercizio : 100° C
  - Umidità relativa : 100%
  - Efficienza : 99,999% DOP

#### **(Iix)SILENZIATORE PER CANALI QUADRANGOLARI**

I silenziatori a sezione rettangolare dovranno essere del tipo rettilineo a settori.

La cassa dovrà essere realizzata in alluminio, di adeguato spessore, con opportuni rinforzi che ne garantiranno una perfetta solidità; alle estremità dovranno essere predisposte flange, guarnizioni e bulloni per il collegamento delle canalizzazioni.

Il materiale fonoassorbente utilizzato dovrà essere costituito da speciali pannelli in lana minerale ad altissima densità (100 kg/mc) ininfiammabili apprettati sulla superficie a contatto con l'aria con uno strato di neoprene perfettamente permeabile alle onde sonore che dovrà assicurare una notevole resistenza superficiale all'erosione dovuta al flusso dell'aria.

Il materiale fonoassorbente non dovrà essere igroscopico, non dovrà favorire lo sviluppo e la formazione di batteri, non dovrà essere soggetto a corrosione da parte degli agenti atmosferici.

I settori, costruiti col materiale fonoassorbente sopra descritto, dovranno avere uno spessore minimo di 150 mm. e dovranno essere racchiusi entro apposite lamierini d'alluminio forellato e dovranno essere solidamente inseriti e fissati alla cassa di contenimento.

Le parti laterali dei silenziatori dovranno essere rivestite interamente con settori di spessore di 100 mm. onde impedire le fughe laterali di rumore.

Il silenziatore dovrà avere come minimo le seguenti caratteristiche di abbattimento complessivo (tenuto conto anche della rigenerazione) per banda di ottava:

HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000
dB	7	12	16	28	35	35	28

Tali prestazioni dovranno essere rese con una perdita di carico, valutata alla portata di esercizio, non superiore a 5 mm.c.a.

Il silenziatore sarà raccordato al canale con appositi tronchi conici, con conicità non superiore a 15 gradi. Le prestazioni su esposte devono intendersi come dei minimi, nel senso che se la rumorosità nei locali superasse, a causa di rumori provenienti dalle canalizzazioni, i livelli NC consigliati, la Ditta dovrà, senza alcun onere per la S.A., sostituire o modificare i silenziatori, in modo da far rientrare la rumorosità entro livelli accettabili.

Qualora i canali d'aria entro cui inserito il silenziatore non siano in acciaio zincato, il silenziatore sarà realizzato nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio inox) dei canali.

#### **(Iix)SILENZIATORI PER CANALI CIRCOLARI**

Saranno in analogia con quelli quadrangolari

- involucro esterno in lamiera zincata da almeno 10/10, con flange, bulloni e guarnizioni per il collegamento ai canali;
- rivestimento interno in materiale fonoassorbente, e lamierino forato, o simile;
- per i diametri interni da 300 mm in poi: ogiva interna in materiale fonoassorbente, rivestito c.p.d.

Il silenziatore dovrà avere come minimo le seguenti caratteristiche di abbattimento complessivo (tenuto conto anche della rigenerazione) per banda di ottava:

HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000
SENZA OGIVA dB	2	5	10	14	14	11	8
CON OGIVA dB	6	9	14	22	22	17	15

Altre caratteristiche come indicato per i canali quadrangolari.

#### **(Ixi)BOCCHETTA DI MANDATA**

Sarà a sezione rettangolare, realizzata in alluminio estruso, anodizzato e satinato oppure in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto ed allo stesso prezzo) con due ranghi di alette singolarmente orientabili e completa di serranda di taratura ad alette multiple, controrotanti, manovrabili con chiavetta.

Qualora la bocchetta debba essere montata a muro dovrà essere fornita completa di controtelaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio; il fissaggio della bocchetta al controtelaio avverrà con clips o nottolini o viti (a scelta della D.L.); nella battuta della cornice esterna sarà inserita una guarnizione per la perfetta tenuta.

Il canale di alimentazione della bocchetta dovrà arrivare murato fino al controtelaio.

Qualora la bocchetta debba essere montata direttamente sul lato del canale (anche se si tratti di un terminale) essa sarà collegata da un tronchetto di lamiera zincata, (di lunghezza sufficiente a contenere la bocchetta e la serranda e compreso nel prezzo) con cornice esterna piegata, cui andrà fissata con viti la bocchetta, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

In entrambi i casi il costo della bocchetta in opera sarà lo stesso.

#### **(Ixii)BOCCHETTA DI RIPRESA**

Sarà costituita in alluminio estruso o acciaio come quelle di mandata ma con un solo ordine di alette, fisse inclinate e complete di serranda di taratura c.p.d.. Il montaggio avverrà in maniera analoga alla bocchetta di mandata.

#### **(Ixiii)GRIGLIA DI TRANSITO**

Saranno realizzate in alluminio anodizzato tipo a labirinto, ciascuna completa di controcornice per applicazioni su porte; per applicazioni su pareti dovranno essere accoppiate ad una griglia di ripresa con controtelaio.

#### **(Ixiv)DIFFUSORE AD ALTA INDUZIONE**

Diffusore ad effetto elicoidale ad elevata induzione costituito da:

- camera di raccordo in lamiera zincata sendzimir, conforme a DIN 1742, con ganci per la sospensione a mezzo tiranti (questi esclusi) e deflettori di flusso interni per assicurare un'uniforme distribuzione dell'aria sulla parte attiva del diffusore;
- raccordo circolare laterale, con serranda di taratura manovrabile dalla parte frontale;
- parte frontale in lamiera fosfatizzata e verniciata per elettroforesi in colore bianco (Ral 9002), resistente ad acqua di condensa almeno 100 ore, conforme a DIN 50017 senza alterazioni, in esecuzione quadrata con deflettori regolabili in ABS colore nero, a profilo allare;
- la parte frontale è fissata alla camera di raccordo tramite una barra ed una vite centrale; risulta pertanto facilmente smontabile.

La ditta installatrice dovrà fornire alla D.L. le seguenti documentazioni tecniche (come punto vincolante, per un corretto controllo delle caratteristiche del diffusore)

- perdita di carico in funzione della portata;
- livello di potenza sonora in dB(A) alla bocca del diffusore in funzione della portata;
- diagramma della velocità finale alla parete e all'entrata della zona di soggiorno, nel punto di interesse fra due diffusori in funzione della portata, della distanza dal controsoffitto e della distanza eventuale fra due file parallele di diffusori;
- diagramma del quoziente di temperatura e cioè della differenza tra temperatura ambiente e temperatura dell'aria di mandata rapportato alla differenza tra temperatura ambiente e temperatura alla fine del lancio;

#### **(Ixv)COIBENTAZIONI – GENERALITA'**

Tutti gli isolamenti dovranno essere realizzati in conformità della Legge n.10 del 09/1/91 sul contenimento dei consumi energetici e nel successivo regolamento di esecuzione pubblicato sulla G.U. n.36 del 6/2/78.

Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura della Ditta adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.

La conduttività di riferimento dei materiali sarà di 0,041 W/m°C (0,035 Kcal/h m °C) come indicato nel regolamento di applicazione della legge n. 10 del 09/1/1991.

La Ditta dovrà fornire apposita documentazione di calcolo degli spessori impiegati in base al materiale prescelto. Gli spessori indicati negli elaborati di progetto si intenderanno sempre misurati in opera.

Le conduttività termiche dovranno essere documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate a 50°C.

**Avvertenza**

Si fa presente che la D.L. potrà rifiutare gli isolamenti che, già eseguiti, fossero realizzati senza seguire accuratamente quanto prescritto o comunque non fossero fatti a perfetta regola d'arte, e ciò con particolare riferimento agli incollaggi e sigillature degli isolanti.

Si consiglia quindi la Ditta a sottoporre campioni di esecuzione alla D.L..

### **(lxvi) COIBENTAZIONE TUBAZIONI E SERBATOI**

I materiali coibenti a contatto con le tubazioni dovranno presentare stabilità dimensionale e funzionale alle temperature di esercizio e per la durata dichiarata dal produttore.

Dovranno essere imputrescibili e non infiammabili, da dimostrare con documentazione di avvenuti accertamenti di laboratorio.

I materiali isolanti non dovranno essere applicati fino a quando siano state eseguite le prove di tenuta degli impianti e tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco siano stati rimossi e le superfici siano verniciate, pulite ed asciutte.

I materiali da impiegare potranno essere:

A) coppelle di lana di minerale autoestinguenta a fibra lunga, apprettata con resine termoindurenti, con conduttività termica non superiore a 0,040 kcal/mh°C, poste in opera avvolte con carta canettata o cartone ondulato catramato (con funzione di barriera anticondensa per tubazioni fredde) e filo di ferro a rete zincata.

B) guaina (lastra per i diametri più elevati) di elastomero a base di neoprene espanso a cellule chiuse, con reazione al fuoco classe 1 e con conduttività termica non superiore a 0,035 kcal/mh°C.

Il materiale sarà posto in opera incollato al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 5 cm) incollato lungo le giunzioni e sigillato lungo queste ultime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) costituito da impasto di prodotti catramosi e sughero, il tutto previa accurata pulitura delle superfici.

Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o pvc) nemmeno di nastro adesivo in neoprene. Sia il collante che il nastro dovranno essere della stessa casa produttrice dell'isolante.

Se necessario, per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolamento sarà in doppio strato, a giunti sfalsati.

C) Guaina (lastra per i diametri più elevati) di elastomero a base di polietilene espanso a cellule chiuse, autoestinguenta, con conduttività termica non superiore a 0,035 kcal/mh°C, posto in opera con le stesse modalità di cui al punto C.

Questo tipo di isolamento sarà ammesso solo per tubazioni di piccolo diametro, poste sottotraccia nelle murature o pavimenti.

D) coppelle di polistirolo espanso autoestinguenta, con conduttività termica non superiore a 0,035 kcal/mh°C, e densità non inferiore a 20 kg/mc.

Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice Bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice.

Il polistirolo dovrà essere di tipo estruso ed a bassa emissione di gas tossici.

N.B. per le tubazioni convoglianti acqua refrigerata non è ammesso l'uso di isolamenti tipo A.

La barriera al vapore per le tubazioni d'acqua refrigerata (se necessaria e/o richiesta) sarà realizzata esclusivamente con spalmatura esterna di due mani di prodotto bituminoso, alternate a stesura di due strati di telo di lana di vetro.

La barriera al vapore dovrà essere assolutamente continua e, sulle eventuali testate delle coppelle, dovrà coprire anche le testate stesse, fino al tubo.

N.B. I materiali da impiegare dovranno essere adatti alle temperature di esercizio dei fluidi contenuti nelle tubazioni e serbatoi; questa dovrà essere documentato da appositi certificati.

1) Isolamento delle tubazioni percorse solamente da fluidi caldi

1.1 Spessori

Gli spessori dovranno essere conformi a quanto specificato nella lex 10/91 e relativo regolamento di attuazione.

La Ditta dovrà fornire adeguata documentazione di calcolo dei vari spessori in funzione del tipo di coibente scelto.

La coibentazione per tubazioni percorse da vapore od acqua surriscaldata avranno spessore minimo 50 mm.

1.2 Modalità di staffaggio

In questo caso l'appoggio potrà essere come nel caso successivo (punto 2.3) oppure vi dovrà essere un opportuno distanziatore del tipo a T o a scarpa saldato al tubo e sporgente dall'isolamento termico. L'isolamento dovrà essere accuratamente finito intorno a tale distanziatore.

### 2.3 Modalità di staffaggio

L'isolamento dovrà essere continuo. Non sono ammesse discontinuità di nessun genere.

Nei punti in cui la tubazione dovrà essere appoggiata alle staffe di sostegno, si dovrà mettere (qualunque sia il tipo di materiale prescelto) una coppella rigida di sughero o altro materiale idoneo approvato dalla D.L., per una lunghezza di circa 25 + 30 cm la quale poggerà su di una sella in lamiera di lunghezza inferiore di qualche centimetro, il tutto sarà fasciato con idonea barriera al vapore e finitura come descritto più avanti.

#### 3) Rete acqua fredda sanitaria e scarico condensa

L'isolamento, antistillicidio, dovrà essere realizzato con spessori minimi di 6 mm. Se le tubazioni corrono all'esterno lo spessore minimo dovrà essere 15 mm. per protezione dal gelo.

#### 4) Serbatoi e scambiatori

I materiali potranno essere del tipo A) C) D)

Lo spessore minimo sarà 60 mm

### **(I xvii) ISOLAMENTO VALVOLE, POMPE, ECC..**

Ove necessario e/o richiesto (ad esempio per tubazioni di acqua refrigerata, oppure per tubazioni poste all'esterno o in altri casi) dovranno essere isolati corpi pompa, valvole, compensatori di dilatazione, filtri ad Y e simili.

Il materiale usato sarà lo stesso di quello delle tubazioni rispettive (ove possibile).

Nel caso di tubazioni isolate con neoprene o polietilene espanso, potrà venire usato nastro apposito, dello spessore di alcuni millimetri, costituito da un impasto di prodotti bituminosi e granuli di sughero, disposto in più strati, fino a raggiungere uno spessore pari a quello dell'isolamento della tubazione.

La finitura esterna dell'isolamento sarà dello stesso tipo di quella delle relative tubazioni, realizzata in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla (gusci chiusi con clips).

Se richiesto, l'isolamento dei componenti per acqua refrigerata sarà realizzato con gusci di alluminio, entro i quali verrà schiumato in loco del poliuretano espanso.

Rimarranno fuori del guscio i dadi dell'eventuale premistoppa (o i tappi dei filtri ad Y).

In ogni caso l'isolamento (e la relativa finitura) di valvole, filtri, etc., dovrà essere realizzato, ove sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanicici di tutti i punti ove ciò sia necessario.

### **(I xviii) FINITURA ISOLAMENTO IN FOGLI DI PVC**

Rivestimento con guaina di materiale plastico autoestinguento (tipo sitafol o isogenopak o simile).

Sigillato lungo le giunzioni con apposito collante fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine).

Tutte le curve, T, etc. dovranno essere rivestite con i pezzi speciali gi disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità.

Nelle testate saranno usati collarini di alluminio.

### **(I xix) FINITURA ISOLAMENTO IN LAMIERINO DI ALLUMINIO**

La finitura in gusci di alluminio spess. 6/10 mm sarà, ove richiesto, sia per tubazioni, serbatoi e per canalizzazioni.

Il lamierino di alluminio, eseguito per le tubazioni, sarà a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice.

Il fissaggio lungo la generatrice avverrà, previa ribordatura e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in materiale inattaccabile agli agenti atmosferici.

La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti.

I pezzi speciali, quali curve, T, etc., saranno pure in lamierino eventualmente realizzati a settori.

Anche per i serbatoi, scambiatori, etc., il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti-rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi).

La finitura in alluminio per i fondi sferici dei serbatoi dovrà essere effettuata a spicchi e non in un unico pezzo tipo cappello cinese.

In ogni caso, per tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata, i collarini di tenuta dovranno essere installati dopo aver accuratamente sigillato tutta la testata dell'isolamento con la barriera al vapore o con apposito sigillante.

Per le finiture di tubazioni, serbatoi ecc. correnti all'esterno dovrà essere eseguita la sigillatura dei gusci mediante mastice a base di siliconi onde evitare infiltrazioni di acqua.

La manovra delle apparecchiature (es. valvole) non dovrà danneggiare in alcun modo la finitura in alluminio.

#### **(Ixx) FINITURA ISOLAMENTO PER POMPE, VALVOLE, ECC... IN ALLUMINIO**

Per le apparecchiature soggette ad ispezione come le valvole, pompe, filtri ecc. si dovrà installare una scatola di alluminio incernierata e con chiusure a leva, facilmente smontabile senza danneggiare la parte rimanente della coibentazione.

Le cerniere e la chiusura dovranno essere in materiale anticorrosivo.

La manovra delle apparecchiature (es. valvole) non dovrà danneggiare in alcun modo la finitura in alluminio.

#### **(Ixxi) TERMOMETRI PER ACQUA**

Dovranno essere del tipo a quadrante a carica di mercurio con gambo verticale o al massimo inclinato di 45 G., eccezionalmente con gambo orizzontale.

La guaina rigida in ottone dovrà raggiungere il centro della tubazione e dovrà sporgere dall'isolamento termico.

I termometri dovranno essere facilmente smontabili e la guaina dovrà essere tale da potervi inserire un termometro di controllo.

I termometri a quadrante avranno la cassa in ottone cromato m 80 mm. gambo rigido e dovranno essere corredati di dispositivo di taratura; le scale di lettura dovranno essere scelte nella gamma più appropriata delle temperature sotto controllo.

Non saranno ammessi termometri a contatto.

Installazione

La posizione dei termometri dovrà essere tale da garantire una facile lettura.

Qualora lo strumento venga a trovarsi ad un'altezza superiore a 2 m dal piano calpestio, oppure in luogo difficilmente accessibile per la lettura, si dovrà impiegare un termometro con bulbo e capillare e riportare il quadrante su di un pannello in posizione facilmente leggibile.

#### **(Ixxii) MANOMETRI, IDROMETRI**

Gli apparecchi dovranno essere a quadrante del diametro minimo di 80 mm., sistema "Bourdon" cassa in ottone cromato, attacchi filettati m 1/2", lancetta di massima, completi di rubinetto di intercettazione con flangetta di attacco manometro campione a norma ISPEL.

Il fondo scala dovrà essere massimo 1,5 volte la pressione massima di esercizio.

#### **(Ixxiii) REGOLAZIONE AUTOMATICA – GENERALITA'**

Il sistema di regolazione che dovrà essere impiegato elettronico e pneumatico con apparecchiature di costruzione modulare.

La pressione di alimentazione delle apparecchiature sarà 1.55 bar mentre quello di produzione e distribuzione dal compressore fino ai riduttori sarà 6 bar .

Ciascun modulo avrà una determinata funzione e potrà funzionare singolarmente o in combinazione.

I tipi di regolazione possibili saranno:

- funzionamento modulante tramite regolatore con comandi in sequenza od in opposizione;
- funzionamento a due posizioni tramite regolatori ad uno o più stadi di intervento in sequenza.

Dovranno essere possibili le seguenti funzioni: -compensazioni universali;

-limitazioni di minima e/o di massima; -comandi a distanza;

Le apparecchiature saranno complete di pannello frontale con scala per l'impostazione del valore prescritto, indicazione del segnale di comando e commutatore manuale/automatico.

Ciascun modulo costituirà una funzione completa e determinata e sarà all'occorrenza affiancato da moduli ausiliari per la realizzazione di particola operazioni.

Tutte le grandezze regolate e quelle altre utilizzate dai regolatori (come ad esempio nella compensazione) dovranno essere indicate su strumenti indicatori di dimensioni identiche ai moduli sopra detti; potranno essere impiegati indicatori a più ingressi.

Tutti i moduli dovranno essere raggruppati e collocati all'interno dei quadri di regolazione, e dovranno essere visibili attraverso finestra trasparente con cornice in alluminio anodizzato.

### **1) SISTEMA DI CONTROLLO DIGITALE**

Il sistema di controllo degli impianti sarà di tipo digitale, a microprocessori, che usa la tecnologia DDC (Controllo Digitale Diretto).

Sarà ad intelligenza distribuita, con software collaudato, liberamente programmabile e modulare, orientato agli impianti di riscaldamento ventilazione e climatizzazione.

Avrà compiti di: regolazione automatica, comando di start-stop, acquisizione di stati/allarmi e misura di grandezze fisiche, unitamente a programmi a tempo, ad evento e di risparmio energetico.

L'hardware sarà costituito da una o più Stazioni Remote intelligenti (SR), con funzionamento autonomo (stand-alone).

Le SR dovranno avere la capacità di comunicare tra loro, previa installazione di Bus di trasmissione seriale, per il trasferimento di dati e funzioni comuni a più SR.

Dovranno essere di tipo compatto, costituite da circuiti elettronici fissi, in modo da semplificare l'installazione elettrica e ridurre i tempi di montaggio.

Ciascuna SR sarà dotata di custodia precablata e testata secondo le normative europee attualmente in vigore. Al suo interno saranno alloggiati l'alimentatore, il microprocessore con la memoria ed i circuiti digitali d'Ingresso/Uscita (I/U).

Il tutto sarà predisposto per collegamento diretto alla linea di alimentazione a 24V/50Hz.

Dovrà essere possibile collegare a ciascuna SR un terminale portatile per accesso locale, di tipo interattivo con testi in lingua italiana.

Alla Stazione Remota verranno collegati gli "Elementi in Campo" necessari, cioè sensori, attuatori ed organi finali in genere, secondo i tipi descritti, e nelle quantità necessarie a gestire gli impianti del presente appalto.

Le Stazioni Remote, attualmente richieste di tipo "stand-alone", dovranno avere la possibilità di collegarsi ad eventuale Unità di Centrale di Supervisione (Personal Computer), per mezzo di Bus seriale dedicato, oppure via Modem per trasmissione su linea telefonica.

#### **Requisiti generali**

Il Sistema offerto dovrà prevedere estese funzioni di controllo intelligenti e decentralizzate, per garantire un elevato livello di sicurezza e di affidabilità. Dovrà quindi consentire, nella fase di messa in funzione, di effettuare tutti i controlli in prossimità di ciascuna Stazione Remota. Questo avverrà per mezzo di una semplice unità locale di accesso, senza richiedere l'utilizzo di computer di livello superiore (PC centrale).

Il software e l'hardware, inclusi gli elementi in campo, dovranno essere di un unico costruttore, in modo da garantire la funzionalità e la compatibilità tra tutti i componenti. Ogni deroga dovrà quindi essere concordata con il Committente.

Per la programmazione dovranno essere usati i più aggiornati strumenti disponibili sul mercato, utilizzando ad esempio l'ambiente Windows\*, che permette la programmazione in forma grafica e interattiva, con menu guida a finestra.

Il Software di Programmazione dovrà essere in grado di generare, e rendere disponibili al Committente per verifica prima della messa in funzione, la documentazione seguente:

- Elenco dei Data Point fisici e virtuali
- Schemi dell'impianto
- Schemi della regolazione automatica (DDC) con la logica di funzionamento
- Schemi di logica degli interblocchi e degli eventi
- Schemi delle morsettiere delle schede di Ingresso/Uscita con relativi indirizzi, necessari per i collegamenti elettrici.

Il tutto dovrà essere eseguito con testi e Nomi mnemonici in lingua italiana.

### **2) L'HARDWARE DELLE STAZIONI REMOTE**

Le Stazioni Remote saranno di tipo compatto o modulare, con custodia adatta per installazione a parete o a retroquadro, dotata degli accessi per i cavi di alimentazione e dei segnali. All'interno della stessa saranno alloggiati i circuiti elettronici, precablati e portati a morsettiera numerata, per l'ingresso e l'uscita dei Punti Dati.

### **3) TERMINALE DI ACCESSO LOCALE**

Costituisce l'interfaccia di dialogo tra l'operatore ed il sistema di controllo digitale.

Sarà di tipo portatile, ma potrà essere collegato su una postazione fissa fino ad almeno 15 m di distanza.

Sarà dotato di tasti funzionali e display da almeno 6 righe per 34 caratteri.

Il Terminale dovrà consentire le seguenti funzioni:

- Visualizzazione dei punti fisici e virtuali, con Nomi e descrizioni estese scelti dall'Utente
- Visualizzazione immediata dei messaggi di Allarme
- Impostazione e variazione dei Set-Point
- Modifica del Programma a Tempo
- Comandi manuali
- Programma di Trend Log.

#### 4) INSTALLAZIONE ELETTRICA

Dovrà essere eseguita a regola d'arte, nel rispetto delle Norme CEI/Europee ed antinfortunistiche vigenti. Tutti i cavi del Sistema Digitale relativi ai Punti Dati ed al Bus, dovranno correre in canaline e/o protezioni dedicate, distanti da linee di potenza per rendere il Sistema immune da disturbi. Le protezioni metalliche saranno collegate alla rete equipotenziale di terra, assicurando la continuità elettrica, secondo le normative vigenti.

Saranno pure collegate a detta rete equipotenziale le tubazioni idrauliche, per le quali dovrà essere assicurata continuità elettrica, prevedendo ponti (shunt) in corrispondenza di controflange e manicotti.

Tutti i cavi saranno stesi senza interruzioni intermedie.

Dovranno avere caratteristiche d'isolamento e di sicurezza secondo le attuali normative.

Le linee Dati per Ingressi Digitali dovranno essere costituite da cavi bipolari, di sezione minima 0.5 mm<sup>2</sup> fino a 400 m di lunghezza, twistati e con schermatura totale.

Le linee Dati per Ingressi Analogici saranno realizzate:

con cavi 2x1,5 mm<sup>2</sup>, twistati con schermatura totale, per collegare sonde di temperatura NTC o trasmettitori 0(4)..20mA e 0..10Vcc alimentati localmente, con cavi 3x1,5 mm<sup>2</sup>, con schermatura totale, per collegare trasmettitori 0..10V cc., alimentati a max 24V/50 Hz dal trasformatore posto nella SR.

Le linee Dati per Uscite Analogiche (0..10V cc.) saranno realizzate con cavi con schermatura totale. 3x1,5 mm<sup>2</sup> per distanze fino a 100 m; 3x2,5 mm<sup>2</sup> fino a 170 m. Oltre tale distanza, installare un trasformatore locale, vicino all'attuatore.

Le linee Dati per Uscite Digitali saranno costituite da cavi normali, bipolari o tripolari secondo i casi, con sezione pari a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Il cavo di trasmissione digitale BUS tra le SR e tra queste e l'Unità Centrale di Supervisione, se previsto, sarà bipolare, twistato, di sezione 0,5mm<sup>2</sup>, con schermatura totale per standard RS485, di primaria casa costruttrice.

Per ogni stazione remota sarà previsto un armadietto con portina in vetro. Avrà dimensioni adeguate e protezione IP54. Sul fronte sarà alloggiato l'interruttore bipolare bloccoporta.

All'interno, dietro la portina in vetro, saranno installate le Stazioni Remote Excel 100 e le spie di segnalazione.

Sulla piastra di fondo saranno alloggiati i trasformatori, fusibili, ecc., le canaline con i cavi, e le morsettiere, con inclusa la presa di messa a terra per la massa metallica dell'armadietto. Allo stesso morsetto di terra sarà collegato lo schermo dei cavi dei Punti Dati.

In alternativa le SR potranno essere installate negli stessi quadri elettrici di comando, se di tipo metallico, purché siano loro dedicate delle sezioni distinte dagli altri componenti elettrici.

Componenti in campo

sonde trasmettentrici

Le sonde trasmettentrici delle grandezze rilevate, dovranno: -avere gli attacchi per la pressione d=6mm

- avere pressione di segnale in uscita 0.21-1.05 bar -essere scelte nei campi di misura appropriati;
- essere complete di eventuali guaine e staffe per fissaggio.

Le sonde di temperatura per canali dovranno:

- essere di lunghezza tale da rilevare sempre la temperatura media dell'aria; -non essere a contatto con le pareti del canale.

Servocomandi per valvole

I servo comandi dovranno:

- essere esenti da manutenzione;

- essere completi di staffa per accoppiamento ai corpi valvola e dispositivo di indicazione di apertura;
- avere la possibilità di un comando manuale;
- avere un dispositivo di ritorno (una molla) in mancanza alimentazione, che potrà essere in chiusura o in apertura della valvola secondo la sicurezza che si dovrà garantire;
- avere membrana in neoprene.

I servo comandi dovranno avere una forza di azione tale da superare di almeno il 30% la pressione differenziale dell'impianto.

I servocomandi da impiegare su valvole funzionanti per alte temperature dovranno avere una protezione affinché l'alta temperatura non li danneggi

#### **Servocomandi per serranda ON-OFF**

Servocomando per serranda direttamente accoppiabile sul perno della serranda stessa, con 24 V. di alimentazione, segnale di comando 0-10 V., microinterruttore per la selezione del senso di rotazione e tempo di corsa 100 secondi. Dispositivo con ritorno a molla in mancanza di tensione o in servizio di emergenza. Forza all'albero 17Nm. Corsa angolare 95° C regolabile.

#### **TERMOSTATO ELETTRICO ANTIGELO**

Termostato di tipo elettronico che dovrà essere impiegato per la protezione contro il gelo delle batterie uta, corredato di bulbo capillare di lunghezza 6m. Campo di rilevazione -5°/+15°C con la regolazione del valore di temperatura e del differenziale fisso di 1K. Contatto in scambio da potenziale libero (SPDT) - Grado di protezione IP42.

#### **SENSORE TEMPERATURA PER MONTAGGIO TUBAZIONI**

Sensore elettronico di temperatura con elemento di rilevazione a termistore, avente un coefficiente di temperatura negativo NTC. L'elemento sensibile avrà un alto coefficiente di resistenza (20 Khom a 25°C) in modo che l'incidenza della resistenza del cavo di collegamento sia trascurabile. Il campo di misura dell'elemento sensibile dovrà essere -50 +150° C ed in sensori dovranno essere scelti in relazione alle esigenze. Misura temperatura immersione campo -20 + 110° C

#### **SENSORE TEMPERATURA PER MONTAGGIO ESTERNO**

Sensore di temperatura NTC per montaggio da esterno, campo di lavoro -40 +70°C. Completo di collegamento elettrico alla sottostazione di regolazione corrispondente composto da quota parte tubazione in acciaio zincato serie leggera, cavo tipo 2x1,5 mmq., twistato con schermatura totale, guaina metallica rivestita in Pvc, cassette di derivazione in alluminio pressofuso, accessori e quant'altro occorra per rendere il lavoro finito.

#### **TRASMETTITORE DI UMIDITA' RELATIVA DA CANALE**

Trasmettitore di l'umidità relativa, costruito in base alle esigenze per misurare a canale.

L'elemento sensibile sarà di tipo capacitivo stabilendo una 0-10 Vcc., 0-100% U.R., il rapporto potrà anche essere secondo necessità 0-1 Vcc., 0-100% U.R. Alimentazione 24 Vca, uscita 2 fili polarizzato, collegamento a 3 o 4 fili.

#### **TRASMETTITORE DI PRESSIONE DA CANALE**

Trasmettitore elettronico in grado di rilevare una pressione differenziabile con campo selezionabile : 0-1250/0-625/0-312.5 Pa

Da scegliere in base alle specifiche esigenze. Segnale di uscita 0-10 Vcc. Alimentazione 24 Vca.

#### **UMIDOSTATO DA CANALE**

Umidostato in grado di rilevare l'umidità relativa nel canale dell'aria , con elemento sensibile in nylon, campo di taratura 35-65%, differenziale nominale 5%, contatto in commutazione, corrente contatto 1.5° a 220 V c.a.. Temperatura ambiente per il corretto funzionamento 16-52°C.

#### **VALVOLA A DUE VIE**

Valvola a 2 vie filettata diam. ½" - 1" ½. miscelatrice PN 16, attacchi filettati, caratteristica di regolazione equipercentuale, corsa 6,5 mm, accoppiamento diretto con servocomando ad azione diretta e/o inversa in funzione dell'uso della valvola. Corpo in ottone rosso, stelo in acciaio inox, tenuta a mezzo O-RING, trafilamento < 0,02 da KV. 09. Tempo del fluido da 2° C a 110° C con max 50% di glicole. Passaggi interni ampi, limiti di temperatura 2 - 170° C. Corpo in ottone rosso, otturatore ottone, stelo acciaio inox, tenuta a mezzo anello di teflon autoregolanti.

#### **PRESSOSTATO DIFFERENZIALE**

Il pressostato differenziale dovrà essere in grado di rilevare l'intasamento dei filtri nelle sezioni di filtraggio aria sulle centrali di trattamento aria. Dovranno essere disponibili diversi modelli per la rilevazione dei seguenti campi di misura : 4.....40mmc.a. oppure 20.....100mmc.a. Dovrà essere corredato di prese di pressione aria. Contatto in scambio da potenziale libero (SPDT). Grado di protezione IP54.

#### **SENSORE TEMPERATURA PER MONTAGGIO CANALE ARIA**

Sensore elettronico di temperatura con elemento di rilevazione a termistore, avente un coefficiente di temperatura negativo NTC. L'elemento sensibile avrà un alto coefficiente di resistenza (20 Khom a 25°C) in modo che l'incidenza della resistenza del cavo di collegamento sia trascurabile.

Il campo di misura dell'elemento sensibile dovrà essere -50 +150° C ed in sensori dovranno essere scelti in relazione alle esigenze. Misura temperatura canale campo -20 + 100° C

### **MODALITÀ DI POSA**

#### **Sonde ambiente**

Le sonde ambiente dovranno essere installate sulle pareti interne del locale da riscaldare o condizionare, ad un'altezza da terra di circa 1,5 m, ma non all'interno di nicchie, scaffali, dietro a tende, sopra od in prossimità di sorgenti di calore o in posizione esposta ai raggi del sole

#### **Sonde da immersione**

La sonda da immersione su tubazioni dovrà essere montata, ove possibile, in una curva in modo da opporsi al senso di circolazione del fluido. In caso di impianti con valvola miscelatrice, l'acqua deve risultare ben miscelata nel punto di installazione della sonda e comunque non dovrà essere ad una distanza inferiore al ,5 metri dalla valvola stessa.

#### **Sonda climatica da esterno**

La sonda climatica da esterno dovrà essere installata preferibilmente sulla parete dell'edificio esposta a nord e comunque non esposta ai raggi del sole. L'altezza da terra dovrà essere minimo 2,5 metri.

Dovranno essere evitate installazioni sopra finestre, porte, correnti d'aria o altre sorgenti di calore, ed in corrispondenza di balconi o gronde.

Il tubo dei conduttori in corrispondenza della sonda dovrà essere isolato per evitare errori di misura. La sonda non dovrà essere verniciata.

#### **Servocomandi per valvole**

I servo comandi per valvole non dovranno essere montati con la testa verso il basso o in altre posizioni sconsigliate dal costruttore. Comunque seguire istruzioni del fabbricante.

Non deve essere superata la temperatura di esercizio massima imposta dal costruttore.

#### **Valvole**

Le valvole dovranno essere montate preferibilmente con lo stelo verso l'alto e comunque mai con lo stelo verso il basso.

Per il collegamento idraulico rispettare il senso del fluido indicato sul corpo e sulle istruzioni del costruttore.

Tutte le valvole dovranno avere la possibilità di essere smontate facilmente per cui impiegare flange o manicotti in tre pezzi (per valvole filettate ).

Tutte le valvole di regolazione dovranno essere dotate di valvole di intercettazione e di by- pass e di filtro a monte.

### **(Ixxiv)COMPONENTI IMPIANTO DISTRIBUZIONE GAS TECNICI**

Tutti i componenti dell'impianto di produzione e distribuzione dei gas tecnici e del vuoto dovranno essere costruiti ed installati in conformità alla Direttiva PED e relative norme derivate o complementari.

### **(Ixxv)TUBAZIONI PER DISTRIBUZIONE GAS TECNICI**

Tutte le tubazioni usate per la realizzazione delle linee di distribuzione dei gas tecnici, dovranno essere in rame o acciaio inox, per uso specifico. I tubi dovranno essere forniti con le estremità chiuse da tappi per evitare l'inquinamento degli stessi. Le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con una guaina gialla specifica per gas, la guaina dovrà sporgere oltre la traccia.

### **(Ixxvi)GRUPPO DI VUOTO MONOBLOCCO AUTOMATICO**

La centrale per la "produzione" del vuoto sarà con doppia pompa ad inserimento automatico. Sarà costituita di:

Due pompe per vuoto lubrificate complete di motore elettrico e filtro disoleatore allo scarico;

Un serbatoio in acciaio saldato a tenuta di vuoto completo di valvola di scarico condensa;

Due valvole di ritegno integrate sull'aspirazione delle pompe per mantenere in vuoto il serbatoio a pompa ferma;

Due filtri a cartuccia per proteggere le pompe da eventuali impurità presenti sull'impianto.

Una valvola a sfera posta sull'attacco del serbatoio per isolarlo dall'impianto;

Un quadro elettrico di comando (alimentazione standard 400V 50-60Hz) completo di interruttore generale bloccaporta, pulsante d'emergenza, protezione amperometrica, sensore di pressione, dispositivo di scambio automatico del funzionamento delle pompe in modo da bilanciare l'usura delle stesse e PLC, il quale permette l'avvio e l'esercizio delle pompe in manuale o automatico gestendo tutte le operazioni di settaggio e controllo dei parametri di funzionamento. Il tutto è racchiuso in una cassetta metallica con protezione IP55;

Due valvole a sfera a comando manuale montate tra le pompe e il serbatoio per isolare le pompe in fase di manutenzione; Un rubinetto manuale per lo spurgo della condensa formatasi all'interno del serbatoio.

#### **(Ixxvii) VALVOLA D'INTERCETTAZIONE PER RETI GAS TECNICI**

Valvola di blocco per gas tecnici e vuoto, realizzata in ottone cromato con leva in alluminio,

- Valvola a sfera con connessione ingresso/uscita con codolo a saldare per tubo D. 16
- Pressione ingresso massima 15 bar.
- Temperatura di utilizzo: -5°C / +50°C
- Tutti i particolari sono sgrassati

#### **(Ixxviii) COMPONENTI IMPIANTO DISTRIBUZIONE GAS MEDICINALI**

Tutti i componenti dell'impianto di produzione e distribuzione dei gas medicinali e del vuoto dovranno essere costruiti ed installati in conformità alla norma UNI ISO 7396 -1:2019 e relative norme derivate o complementari. I costruttori dei componenti e l'installatore dell'impianto dovrà essere in possesso dei requisiti previsti in allegato al D.Lgs. 46/97; l'impresa dovrà possedere la certificazioni di conformità UNI EN ISO 9001 2000 e la UNI CEI EN ISO 13485:2016 per le attività di progettazione, fabbricazione, installazione, assistenza e manutenzione di impianti di distribuzione gas medicinali e altri gas, impianti aspirazione endocavitaria, impianti evacuazione gas anestetici, inoltre deve essere autorizzata ad apporre la marcatura CE secondo il D.Lgs. 46/97 sugli ampliamenti e nuove fabbricazioni.

L'impianto di produzione e distribuzione dei gas medicinali e vuoto dovranno essere collaudati secondo la norma UNI ISO 7396 -1 :2019.

Le materie plastiche presenti nelle apparecchiature e in generale negli impianti gas medicali che distribuiscono e/o vengono a contatto con l'Ossigeno, devono rispettare le indicazioni della Norma UNI EN-ISO 15001/04, ALLEGATO "D".

#### **(Ixxix) TUBAZIONI PER DISTRIBUZIONE GAS MEDICINALI**

Tutte le tubazioni usate per la realizzazione delle linee di distribuzione dei gas medicinali, dovranno essere in rame, per uso specifico in impianti gas medicinali e vuoto, evacuazione gas anestetici. I tubi di rame dovranno essere forniti inbustati e con le estremità chiuse da tappi per evitare il reinquinamento, e devono riportare la marcatura con tutte le informazioni richieste dalla norma EN 13348:2016. Le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con una guaina gialla specifica per gas, la guaina dovrà sporgere oltre la traccia in contro soffitto. Le distanze massime consentite tra supporti consecutivi sono quelli previsti dalla norma UNI ISO 7396 -1:2019.

#### **(Ixxx) GRUPPO DI BLOCCO RETI GAS MEDICINALI**

Gruppo di blocco di area per Protossido d'Azoto - Aria medica - Ossigeno e Vuoto in cassetta da semincasso dotate di plexiglas frangibile, frontale in acciaio verniciato.

Per Ossigeno, Aria compressa e Protossido d'Azoto:

- Permette di inserire un blocco fisico quando si effettuano le manutenzioni a valle della valvola.
- Fornisce un ulteriore punto di alimentazione di emergenza (presa di emergenza a forma geometrica a norma NF S 90-116)
- Garantisce un rapido accesso alla valvola di intercettazione in caso di incendio o di notevoli perdite sulla linea.
- Connessione ingresso/uscita con codolo a saldare per tubo D. 16
- Pressione ingresso massima 15 bar.
- Temperatura di utilizzo: -5°C / +50°C
- Connessione supplementare, dotata di valvola automatica on/off, disponibile per il collegamento di un manometro o di un pressostato.
- Tutti i particolari sono sgrassati per uso ossigeno

Per Vuoto:

- Costituito da una valvola a sfera da 1" completa di raccordo a tre pezzi con codolo a saldare per tubo D. 28

### **(Ixxxii)GRUPPO DI RIDUZIONE DI SECONDO STADIO**

Quadro riduzione II stadio a gas compressi e vuoto (O<sub>2</sub>-AM-AS-N<sub>2</sub>O-V) in cassetta da incasso con pressostati composto da: Cassetta in lamiera zincata completa di pannello frontale in acciaio verniciato con finestratura in plexiglas per visualizzazione manometri / vuotometro e chiavi di chiusura.

Gruppo di controllo Vuoto con valvola a sfera da 1" completa di raccordi a tre pezzi d.22, vuotometro scala -1/0 e vuotostato N.A.

Riduttori di 2° stadio Ossigeno, Aria medicale, Aria Strumentale, Protossido d'Azoto doppi (realizzati in conformità alla norma ISO 7396-1) con valvole a sfera di intercettazione a monte e a valle di ogni singolo riduttore, collegati tramite collettore. Codolo a saldare in ingresso e uscita.

Manometri di alta e bassa pressione conformi alla norma europea EN837-1.

Valvole automatiche on/off che permettono la manutenzione dei manometri e pressostati senza che sia necessario interrompere il flusso del gas.

Pressostato di alta tarato 5,4 bar, pressostato di bassa tarato 3,6 bar, forniti sgrassati per ossigeno e marcati CE in conformità alla direttiva bassa tensione e compatibilità elettromagnetica. I dispositivi con valore di intervento pretarato hanno un errore sulla soglia di intervento pari a +- 4% del valore regolato come richiesto dalla norma ISO 7396-1.

Pressostato di alta tarato 9,6 bar, pressostato di bassa tarato 6,4 bar, forniti sgrassati per ossigeno e marcati CE in conformità alla direttiva bassa tensione e compatibilità elettromagnetica. I dispositivi con valore di intervento pretarato hanno un errore sulla soglia di intervento pari a +- 4% del valore regolato come richiesto dalla norma ISO 7396-1.

Componenti sgrassati per ossigeno in impianto di lavaggio ad ultrasuoni.

Presa di emergenza per by-pass a valle dei riduttori (con esclusione Aria Compressa strumentale).

Corpo monoblocco in ottone nichelato chimicamente.

- Pressione ingresso max. 1000KPa.
- Pressione ingresso minima 800 KPa.
- Pressione uscita nominale 480 KPa.
- Portata 30 Nm<sup>3</sup>/h, caduta di pressione 10 %.

### **(Ixxxiii)QUADRO D'ALLARME**

Allarme di reparto in cassetta da incasso idoneo al controllo della pressione della linea di secondo stadio (a valle dei riduttori di piano).

Gli ingressi sono tutti optoisolati per garantire un'altissima immunità ai disturbi, possono essere configurati con allarme in apertura o in chiusura.

La tacitazione suoneria avviene tramite un tasto di reset ( la suoneria riprende a suonare dopo 15 minuti se la condizione di allarme sussiste).

Il dispositivo è marcato CE in conformità alla direttiva bassa tensione e compatibilità elettromagnetica.

Tensione di alimentazione 230V-50Hz 50Ma

Portata max uscita di riporto 24V DC 40 mA max per singola uscita

N° 6 moduli DIN

N° 9 ingressi allarme con segnalazione tramite led ad alta luminosità e visibilità per segnalazione d'allarme e di led verde per la presenza della tensione di alimentazione.

Nel dettaglio risponde ai requisiti delle seguenti direttive.

- Direttiva EMC 89/336
- BT 93/68
- EN 50081-1 (norme generiche per emissioni/immunità elettromagnetiche)
- EN 50082-1 (norme generiche per emissioni/immunità elettromagnetiche)
- EN 60601-1 (specifiche per elettromedicali)
- EN 60601-2 (specifiche per elettromedicali)
- EN.5502 (specifica per apparecchiature contenenti microprocessori)
- UNI EN ISO 7396-1:2019
- segnali visivi con indicatori LED rossi visibili fino ad una distanza di almeno 4 mt entro un angolo di osservazione di +- 30°, frequenza del lampeggio degli indicatori di 2 Hz, ciclo di attività prossimo al 50%.

- segnale sonoro con frequenza di 720 Hz con mobilità di ripetizione come da norma e con le seguenti caratteristiche d'impulso: T salita = T discesa = 40 mS, durata effettiva dell'impulso Ton = 200 mS, distanza tra gli impulsi Toff = 190 mS

#### **(Ixxxiii)KIT VALVOLE D'INTERCETTAZIONE GAS MEDICALI**

Cassetta di alloggiamento per 5 valvole a sfera per intercettazione pensili di sala operatoria in lamiera zincata con pannello frontale in inox e finestra in plexiglas completa di n° 4 valvole a sfera da 1/2" e n°1 valvola a sfera da 3/4".

#### **(Ixxxiv)VALVOLA D'INTERCETTAZIONE PER GAS MEDICALI**

Valvola di intercettazione a sfera sgrassata in impianto ad ultrasuoni, completa di codoli a saldare e guarnizioni idonee all'utilizzo con gas medicali; valvola realizzata in ottone cromato con leva in alluminio, pressione di ingresso massima 16 bar.

#### **(Ixxxv)PRESA IMPIANTO OSSIGENO**

La presa viene fornita con ghiera colore bianco, stampa identificativa del gas di utilizzo e con dado e codolo a saldare per la connessione alla linea.

La presa è dotata di sistema a doppia valvola che permette la manutenzione della valvola esterna senza dover interrompere l'erogazione del gas nella tubazione principale

- Norme di riferimento: UNI 9507 - ISO 7396-1
- Pressione nominale 400-500 KPa
- Pressione ingresso massima 1000 Kpa
- Perdita di carico 60 l/min 0.04 bar (<0.15 bar)
- Perdita di carico 200 l/min 0.45 bar (<0.7 bar)
- Forza inserimento innesto 80N (<100 N)

#### **(Ixxxvi)PRESA IMPIANTO ARIA COMPRESSA**

La presa viene fornita con ghiera colore bianco-nero, stampa identificativa del gas di utilizzo e con dado e codolo a saldare per la connessione alla linea.

La presa è dotata di sistema a doppia valvola che permette la manutenzione della valvola esterna senza dover interrompere l'erogazione del gas nella tubazione principale

- Norme di riferimento: UNI 9507 – ISO 7396-1:2019
- Pressione nominale 400-500 KPa
- Pressione ingresso massima 1000 Kpa
- Perdita di carico 60 l/min 0.04 bar (<0.15 bar)
- Perdita di carico 200 l/min 0.45 bar (<0.7 bar)
- Forza inserimento innesto 80N (<100 N)

#### **(Ixxxvii) PRESA IMPIANTO VUOTO**

La presa viene fornita con ghiera colore giallo, stampa identificativa del gas di utilizzo e con dado e codolo a saldare per la connessione alla linea. La presa è dotata di sistema a doppia valvola che permette la manutenzione della valvola esterna senza dover interrompere l'erogazione del gas nella tubazione principale

- Norme di riferimento: UNI 9507:2004 – ISO 7396-1:2019
- Pressione nominale <-40 Kpa
- Perdita di carico 40 l/min 0.13 bar (<0.15 bar)
- Forza inserimento innesto 75N (<100N)

## **SEZIONE C :            PRESCRIZIONI TECNICHE COMPLEMENTARI**

Il presente fascicolo completa le prescrizioni amministrative che regolano l'appalto e che sono raccolte e descritte nel "Capitolato Speciale di Appalto Generale".

## **Cap. C.01: CRITERI DI VALUTAZIONE- LEGGI E REGOLAMENTI**

### **C.01.01 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA FORNITURA**

Sono comprese le opere e spese previste ed imprevedute necessarie per la fornitura, installazione e messa in opera degli impianti descritti negli elaborati allagati relativi alle opere termomeccaniche, che devono essere consegnati completi di ogni loro parte secondo le prescrizioni tecniche e le migliori regole d'arte.

Gli impianti alla consegna devono essere in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili, e ciò nonostante qualsiasi deficienza di previsione ancorché i relativi progetti fossero stati approvati dalla D.L..

Si ricorda espressamente che l'Appaltatore deve obbligatoriamente e senza alcun aumento di prezzo apportate tutte quelle modifiche, integrazioni anche di materiali che dovessero emergere per necessità durante il corso dei lavori e che siano indispensabili al raggiungimento dello scopo prefisso.

La qualità degli impianti stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato il progresso tecnologico ha reso disponibile per impianti del genere.

L'Appaltatore ha comunque la responsabilità del corretto funzionamento dell'impianto ed ha l'onere della verifica di tutti i calcoli e dimensionamenti di progetto.

### **C.01.02 OPERE DI ASSISTENZA MURARIA**

Gli oneri dovuti alla assistenza muraria relativa all'installazione degli impianti meccanici sono in parte compresi nei prezzi unitari delle varie categorie di lavoro (tubazioni, canali ecc.) e in parte previsti nel Progetto delle Opere Murarie ( gli interventi riguardanti i basamenti e/o le strutture di supporto, i camini di presa ed espulsione aria ecc).

### **C.01.03 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione:

Tutti i componenti di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore devono essere omologati, secondo le prescrizioni della Legge 10/91 e del relativo regolamento di attuazione, e ciò deve essere documentato dai certificati di omologazione (e/o di conformità dei componenti ai prototipi omologati) che l'Appaltatore deve fornire alla D.L..

Tutti i serbatoi, i recipienti in pressione e le apparecchiature soggetti a collaudo o ad omologazione INAIL devono essere regolarmente collaudati e provvisti di targa di collaudo e/o punzonatura dell'INAIL.

L'Appaltatore deve consegnare alla D.L. tutta la documentazione relativa (certificati, libretti, ecc.).

Tutti i componenti elettrici devono essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (IMQ).

Si precisa che l'Appaltatore deve assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione ed il collaudo degli impianti.

Tutte le spese inerenti alla messa a norma degli impianti, comprese quelle maggiori opere non espressamente indicate nel progetto ma richieste dagli Enti di cui sopra, e le spese per l'ottenimento dei vari permessi (relazioni, disegni, ecc.) sono a completo carico dell'Appaltatore che, al riguardo non può avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi deve provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine, anche se nel frattempo fosse già stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla D.L. e deve adeguarvisi; il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della Norma risulterà posteriore alla dell'appalto.

Tutte le documentazioni di cui sopra devono essere riunite in una raccolta, suddivisa per tipi di apparecchiature e componenti, e consegnata alla D.L..

## **Cap. C.02: OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE**

Oltre agli obblighi e oneri del "Capitolato Speciale di Appalto Generale", si intendono a carico dell'Appaltatore, e quindi compresi nei compensi del contratto di fornitura. tutti i seguenti oneri necessari per dare gli impianti ultimati e funzionanti.

### **C.02.01 ONERI DI CANTIERE**

Sono a completo carico dell'Appaltatore tutti gli allacciamenti, approvvigionamenti, opere e relativi consumi per la conduzione del cantiere e l'esecuzione delle opere in appalto e i seguenti ulteriori oneri:

- smontaggio di eventuali apparecchiature installate provvisoriamente e rimontaggio secondo il progetto definitivo
- smontaggio e rimontaggio di apparecchiature che, a giudizio insindacabile della D.L., possono compromettere la buona esecuzione di altri lavori in corso
- protezione mediante fasciature, copertura ecc. degli apparecchi e di tutte le parti degli impianti per difenderli da rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo.
- operazioni di pulizia, ripristini e verniciatura che dovessero essere ripetuti in conseguenza di esecuzione ritardata di impianti e modifiche per aderire alle prescrizioni di Capitolato
- pulizie interne ed esterne di tutte le apparecchiature, i componenti e le parti degli impianti, secondo le modalità prescritte dai costruttori, dalla D.L., dalla Relazione Descrittiva e dal Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici o dalla migliore tecnica, prima della messa in funzione
- montaggio e smontaggio di tutte le apparecchiature che per l'esecuzione della verniciatura finale richiedessero una tale operazione

### **C.02.02 DISEGNI DI CANTIERE**

In base ai disegni di progetto e di tutti gli elaborati allegati, l'Appaltatore deve redigere il progetto costruttivo con i disegni di dettaglio e di montaggio di tutte le opere appaltate (piante e sezioni centrali tecnologiche in scala 1:20; particolari di montaggio singole apparecchiature in scale 1:10 o 1:20; particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici ecc. in scala 1:5 o 1:10; opere murarie come cunicoli, basamenti, ecc. in scala 1:20).

Per disegni di dettaglio e di montaggio si intendono:

- le piante in scala opportuna (massimo 1:50), dove siano riportate le canalizzazioni, le tubazioni, diffusori, bocchette, macchine ed elementi speciali, apparecchi sanitari, ecc., quotati rispetto ai solai, alle pareti, al pavimento o assi strutturali
- le piante delle centrali, in scala 1:50 con indicati i percorsi delle reti, gli ingombri effettivi delle macchine, dei quadri, ecc. (con le relative zone di rispetto) e le quote di installazione di tutti gli impianti;
- i particolari di dettaglio dei cavedi degli impianti, con gli ingombri dei vari componenti che vi sono all'interno; inoltre le sezioni ai vari piani e nei punti di uscita dai cavedi delle canalizzazioni, tubazioni, ecc.

- la verifica degli ingombri degli altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali, per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete.

**Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista meccanico per definire le zone interessate da ciascuna rete.**

- l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture  
- disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc..  
Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., sono considerati integrativi del progetto originale esecutivo.

Modifiche e lavori non previsti possono succedersi varie volte nel corso dei lavori e l'Appaltatore deve procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo. L'Appaltatore può redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L..

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla D.L. in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con riserva oppure respinta. In quest'ultimo caso l'Appaltatore non può procedere con i relativi lavori, ma deve sottoporre nuovi elaborati ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato. Nel caso dell'approvazione con riserva deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

E' comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L..

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la responsabilità resta dell'Appaltatore.

### **C.02.03 PARTICOLARI COSTRUTTIVI**

E' pure compito dell'Appaltatore fornire tutti i disegni costruttivi necessari per le opere inerenti gli impianti, per esempio basamento; pozzetti; i relativi calcoli strutturali.

Tali disegni devono essere consegnati alla D.L. in triplice copia ed in base al Programma Lavori, considerando il tempo di approvazione da parte della D.L..

### **C.02.04 DOCUMENTAZIONE PER PRATICHE BUROCRATICHE**

E' compito dell'Appaltatore:

- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte dei competenti Enti di controllo (ISPESL, ecc.);
- fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della D.L. e secondo quanto richiesto dal presente Capitolato e dalla Normativa Vigente
- fornire alla D.L. la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti di controllo; seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;
- procedere alla stesura finale dei documenti secondo Legge 10 del 09/01/1991 da presentare in Comune, aggiornati con le eventuali variazioni avvenute in corso d'opera.
- sostenere le spese per l'esame dei progetti da parte dei vari Enti e quelle per gli eventuali professionisti che firmeranno i documenti

- rilasciare una dichiarazione che riepiloghi tutte le apparecchiature soggette ad omologazione. Detta dichiarazione deve elencare: tipo di dispositivo, marca, numero di omologazione, termine di validità.

#### **C.02.05 SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI**

Qualità e provenienza dei materiali

Tutti i materiali impiegati devono rispondere alle norme UNI, CNR, CEI, di prova e di accettazione, ed alle tabelle UNEL in vigore, nonché alle altre norme e prescrizioni richiamate nel presente Capitolato.

Resta comunque stabilito che tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi.

Ogni approvazione rilasciata dalla D.L. non costituisce implicita autorizzazione in deroga alle norme facenti parte degli elaborati contrattuali, a meno che tale eventualità non venga espressamente citata e motivata negli atti approvativi.

Marche e modelli

La scelta delle marche e dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti in oggetto è eseguita dalla D.L. subito dopo la consegna dei lavori in base all'elenco proposto dall'Appaltatore.

L'Appaltatore deve anche presentare all'approvazione della D.L. i sistemi di ancoraggio, di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee. Resta inteso che la scelta, di cui viene steso regolare Verbale di Approvazione dei materiali, è vincolante per l'Appaltatore il quale non può sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo.

Collaudi in fabbrica

Le apparecchiature speciali, macchine e componenti funzionali vanno sottoposti a prove e collaudi in fabbrica. L'Appaltatore deve informare la D.L. una settimana prima della data di esecuzione per permetterne l'eventuale presenza. E' comunque tenuto a redigere il Verbale di Collaudo in Fabbrica che dovrà fare parte della documentazione finale.

Materiali in cantiere

Dopo il loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti devono essere approvati dalla D.L. che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali.

L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti. La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali. La D.L. può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore.

#### **C.02.06 OPERE DA RICOPRIRE**

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e prevedere qualsiasi opera prima che sia ricoperta o comunque posta fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo. La D.L. darà corso alla verifica, misura e prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

### **C.02.07 DOCUMENTAZIONE FINALE**

A lavori ultimati, in coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti l'Appaltatore deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata. La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto al Programma Lavori.

#### **Disegni finali**

I disegni finali di cantiere, aggiornati e perfettamente corrispondenti agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati.

Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in piante e nelle sezioni, degli impianti e componenti di regolazione automatica.

Quantità (se non diversamente indicato nel "Capitolato Speciale di Appalto Generale"):

n.3 copie eliografiche entro robuste cartelle in plastica per una facile consultazione ed una buona-conservazione

n. 1 copia su supporto informatico (dischetto) con allegato le relative licenze d'uso dei software usati nell'ultima versione.

#### **Manuali d'uso e manutenzione**

Contengono tutte le norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature, secondo le istruzioni date dalla D.L.. Dovrà essere verificato e completato il relativo elaborati di Progetto Esecutivo.

Si vuole qui precisare che non si tratta di generiche informazioni, ma precise documentazioni di ogni apparecchiatura con fotografie, disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, smontaggio, installazione e taratura. Tutto ciò perfettamente ordinato, con un indice preciso ed analitico per l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate.

Quantità (se non diversamente indicato "Capitolato Speciale di Appalto Generale"):

n.3 copie. Ogni copia è costituita da uno o più volumi rilegati con copertina in pesante cartone plastificato.

#### **Schemi**

In ogni centrale, sottocentrale e locale tecnico va fornito ed installato a parete un pannello con gli schemi delle relative apparecchiature ed impianti.

Tipo e caratteristiche dei pannelli sono da concordare con la D.L.. Gli schemi sono in copia eliografica. Qualora non fosse possibile installare disegni su pannelli, vanno forniti entro robuste cartelle di plastica.

Questi disegni sono da considerarsi in aggiunta a quelli precedentemente richiesti

#### **Liste ricambi, materiali di consumo ed attrezzi**

Una lista completa delle parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di due anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni.

Accanto al nome di ogni singola ditta fornitrice di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono e, possibilmente, di telex e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;

- una lista completa di materiali di consumo, quali oli, grassi, gas, ecc. con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;

- una lista completa di attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli impianti.

## **Nulla osta**

Nulla osta degli Enti preposti alla operatività degli impianti.

## **Dichiarazione di conformità**

La dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni dell'Art.7 della Legge 37/2008.

### **Cap. C.03: TARATURE, PROVE E COLLAUDI**

#### **C.03.01 GENERALITÀ**

Devono essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto.

E' compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L.
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti nel presente Capitolato. L'Appaltatore deve informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi, restando escluso solo l'onorario per il Collaudatore ufficiale
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo.
- mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

Elenco strumenti indispensabili (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- termometro per aria
- termometro per acqua
- igrometro e anemometro (a filo caldo)
- lancia campione per la prova degli impianti antincendio a Norma UNI.
- fonometro integratore (almeno di classe I secondo standard IEC nx651 del 1979 e nx804 del 1985) adatto alla misurazione della Leq (A) e completo di stampante

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonerare l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite.

#### **Verifiche e prove da prevedere**

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna provvisoria e una consegna definitiva degli impianti. Per la consegna provvisoria, da farsi appena ultimati i lavori, sono previste:

- 1 - verifiche in officina prove in fabbrica verifiche e prove in corso d'opera messa a punto e taratura
- 2 - verifiche e prove preliminari.

Per la consegna definitiva, da farsi dopo la consegna provvisoria, sono previste:

- 3 - verifiche e prove definitive.

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con la D.L., alla eventuale presenza della Commissione di Collaudo in corso d'opera. Consegna provvisoria degli impianti

#### **Periodo di messa a punto e taratura**

A montaggi ultimati ha inizio un periodo di funzionamento degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo di ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore deve provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto, prove e tarature degli impianti registrandone i risultati su schede da concordare con la D.L.

(tali schede (ASTRAE, UNI, CEN ecc) devono essere corredate di diagrammi, calcoli, curve di intervento e di tutto quanto può servire al controllo dei risultati ottenuti.

### **C.03.02 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI**

Prima dell'inizio delle verifiche e prove preliminari, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché:

- copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla D.L.
- nelle centrali, sottocentrali, locali tecnici, ecc., ci siano tutte le apparecchiature e quei materiali di ricambio necessari per le prove preliminari (es. fusibili, cinghie di motori, ecc.).

L'esecuzione e il risultato delle verifiche e prove preliminari formano oggetto di verbali firmati dalla D.L. e dall'Appaltatore. Se durante le verifiche e prove preliminari dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse devono essere indicate sul verbale e viene fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione.

Per gli impianti di climatizzazione si procede alle verifiche invernali, estive e di mezza stagione che potranno aver luogo nelle stagioni successive alla firma del Certificato di Ultimazione Lavori e durante il tempo utile per la consegna definitiva agli stessi termini e condizioni sopra descritti per gli altri impianti.

In linea generale consistono nella verifica qualitativa e quantitativa dei materiali e nelle prove di funzionamento dei singoli apparecchi sia in corso d'opera che al termine dei lavori.

Tali verifiche preliminari sono eseguite utilizzando personale ed attrezzature messa a disposizione dell'Appaltatore. Gli oneri per tali verifiche sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Si intendono per verifiche e prove preliminari degli impianti meccanici tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento dei circuiti d'acqua, il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Le verifiche e le prove preliminari di cui in appresso, si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori:

a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali costituenti gli impianti, quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, macchine, apparecchiature, prese ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto.

Per le tubazioni che corrono in cavedii chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura. E' inteso che le prove siano eseguite prima della posa dell'eventuale isolamento.

b) prova idraulica a freddo con tubazioni ancora in vista e prima che si proceda a verniciature e coibentazione; la prova deve essere fatta, se possibile, mano a mano che si esegue l'impianto, ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alla seguente lettera c), ad una pressione di 1,5 volte superiore a quella corrispondente alla pressione massima di esercizio (ma comunque non inferiore a 6 bar), e mantenendo tale pressione per ore 24 (ventiquattro).

Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito.

Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe o deformazioni permanenti.

c) prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, per controllare gli effetti della dilatazione nelle condutture dell'impianto, portando la temperatura nelle apparecchiature di trasformazione ai valori previsti e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti o refrigeranti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete e le apparecchiature di trasformazione abbiano raggiunto lo stato di regime.

Si ritiene positivo il risultato delle prove quando in tutte indistintamente le apparecchiature l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza tutte le variazioni di volume dell'acqua dell'impianto.

#### Verifiche in officina

Vengono effettuate alla presenza della D.L. ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti. La D.L. deve godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi fornitori. Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti i certificati.

#### **Impianti di climatizzazione**

Per gli impianti di climatizzazione devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

a) due prove della circolazione dell'acqua (dopo effettuata quella di cui alla precedente capitolo), in corrispondenza della temperatura interna massima (viceversa nel caso estivo). Si ritiene positivo l'esito della prove quando in tutte indistintamente le bocchette d'immissione dell'aria negli ambienti si raggiunga la temperatura ed il grado igrometrico previsti in progetto.

b) prova preliminare della distribuzione dell'aria onde verificare la tenuta delle canalizzazioni, le condizioni termoigrometriche e le portate. Saranno verificate inoltre le portate delle bocchette di mandata, di ripresa e dei diffusori. Si dovrà procedere, ove necessario, alle tarature dell'impianto

c) prova di funzionamento delle unità di trattamento aria e dei ventilatori per un periodo sufficiente onde a consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione di sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature.

Per questo periodo saranno impiegati filtri provvisori che si intendono a carico dell'Appaltatore.

Tale operazione avverrà generalmente prima della posa di diffusori e bocchette.

d) una prova di tutte le apparecchiature soggette a verifiche da parte dell'I.S.P.E.S.L; l'esito si ritiene positivo quando corrisponde alle prescrizioni dell'Ente citato.

e) per tutti i sistemi di regolazione si deve verificare il buon funzionamento di tutti gli organi di regolazione e la correttezza dei collegamenti, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi riscaldanti e/o raffreddanti.

Tali verifiche comprendono inoltre l'allineamento dei regolatori, il posizionamento degli indici sui valori previsti dagli schemi di regolazione, la taratura di eventuali posizionatori e quanto altro richiesto per il corretto funzionamento dell'impianto nelle condizioni reali di esercizio.

f) un particolare importanza verrà data dei collaudi presso i fornitori o in corso d'opera. In linea generale le apparecchiature e gli impianti in questione dovranno fornire uno spettro sonoro inferiore per ogni frequenza alla curva di livello sonoro di riferimento (curve ISO) indicata nelle specifiche tecniche.

Per raggiungere tale risultato l'Appaltatore dovrà quindi adottare tutti gli opportuni accorgimenti del caso, utilizzando silenziatori, attenuatori, capottature fonoassorbenti, ecc.

L'Appaltatore dovrà dunque precisare per ogni apparecchiatura fornita il:

- livello di pressione sonora (dB)
- livello di potenza sonora (dB W)
- analisi del suono in bande d'ottave (da 63 Hz a 8.000 Hz)

Nel caso in cui la macchina o l'impianto sia stato insonorizzato per rientrare nei limiti di livello sonoro prescritti, si dovranno fornire alla D.L. i calcoli relativi alla determinazione dell'attenuazione così ottenuta. Inoltre l'Appaltatore dovrà certificare il livello sonoro di fondo esistente nel luogo della rilevazione di rumore e l'attenuazione risultante.

La misura del livello sonoro sarà fatta secondo le normative in vigore, presso il costruttore delle apparecchiature. Potrà essere richiesto inoltre un altro test "sul campo", ad apparecchiature installate e con gli impianti in funzionamento normale, secondo la normativa UNI - CTI, le disposizioni degli Enti Ufficiali (Regione, Comune, etc.) e la raccomandazione ISO R 1966.

Le prove dei livelli sonori massimi ammessi nei vari locali, con lettura sul fonometro in scala A, devono essere eseguite con tutti gli impianti funzionanti. I livelli massimi si intendono derivati sia dalle apparecchiature installate all'interno, sia da quelle, sempre inerenti agli impianti, installate all'esterno dell'ambiente ove vengono fatte le misure.

Tali limiti valgono inoltre in presenza di livello sonoro di fondo (ottenuto con misurazioni, nei medesimi locali controllati, con tutti gli impianti fermi ad ambienti senza attività) inferiore di almeno 3 dBA dei livelli ammessi. Le misure acustiche in genere devono essere eseguite al centro del locale per singoli ambienti, ed in 4 punti diversi per i saloni. ad un'altezza di m 1.20 dal pavimento e ad una distanza in pianta di 1m dalle sorgenti interne di rumore. Tali misure sono eseguite comunque con ambienti arredati e durante le ore diurne.

Nella scelta delle macchine e delle apparecchiature in genere, l'Appaltatore deve provvedere a tutti quegli accorgimenti necessari ad impedire la trasmissione del rumore. sia aereo che dovuto a vibrazioni. In particolare, deve tener conto dei seguenti punti:

- tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti in gomma per l'allacciamento alle rispettive tubazioni
- le unità di trattamento d'aria devono essere allacciate alle canalizzazioni tramite giunti antivibranti in tela plastificata
- ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento e opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni alla struttura dell'edificio
- le prove di rumorosità negli ambienti serviti da ventilconvettori devono essere effettuate con i relativi ventilatori funzionanti alla media velocità. indipendentemente dalle condizioni previste di impiego (se non diversamente indicato).
- inoltre, nel caso siano stati prescritti motori a velocità variabile, i ventilatori delle unità di trattamento aria. delle sezioni di ripresa e degli estrattori, vengono fatti funzionare alla velocità massima

- l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria.
- devono essere fornite tutte le curve caratteristiche di pompe e ventilatori con l'indicazione del punto di funzionamento effettivo

### **Impianti idrico sanitari**

Per gli impianti idrico sanitari devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

- a) prova idraulica a freddo (come al precedente paragrafo) , con manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 50 kPa.
- b) prova di portata rete acqua fredda e calda, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità.

#### Note conclusive

Le verifiche e prove preliminari vengono effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore. Per tale onere non è previsto alcun compenso.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

### **C.03.03 CONSEGNA DEFINITIVA DEGLI IMPIANTI**

#### **Verifiche e prove definitive**

Le verifiche e prove definitive sono intese ad accertare e certificare per conto della Stazione Appaltante che le prestazioni finali degli impianti nel loro insieme corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

La verifica della buona esecuzione degli impianti è approfondita sino al punto giudicato necessario per formare la convinzione che tutte le parti siano in piena regola senza che l'Appaltatore abbia diritto a chiedere alcun indennizzo.

#### **Addestramento**

Durante il periodo di messa a punto, l'Appaltatore deve addestrare il personale addetto all'esercizio ed alla manutenzione degli impianti nei termini e nei tempi da concordare con la D.L.. Tale periodo può essere prolungato dopo l'ultimazione lavori, qualora la D.L. giudichi necessario procedere ad ulteriori addestramenti per il personale. In ogni caso il periodo di addestramento deve essere concluso entro due mesi dall'ultimazione lavori.

### **Buone regole dell'arte**

Gli impianti devono essere realizzati; secondo le prescrizioni del presente capitolato, nonché secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori. Ad esempio tutte le rampe di tubazioni devono avere gli assi allineati; i collettori devono avere gli attacchi raccordati e gli assi dei volantini delle valvole d'esclusione delle linee in partenza e/o arrivo devono essere allineati; tutti i rubinetti di sfiato di tubazioni o serbatoi devono essere in posizione facilmente accessibile senza necessità d'uso di scale o altro; tutti i serbatoi, le pompe, le apparecchiature di regolazione, i collettori e le varie tubazioni in arrivo/partenza devono essere provvisti di targa d'identificazione in plexiglas, con tutte le indicazioni necessarie (circuito, portata, prevalenza capacità ecc.), i vari circuiti dovranno essere dotati di punti alti e bassi per rendere possibile il riempimento e lo svuotamento completo di qualsiasi parte dei circuiti, e così via.

Tutto quanto sopra è ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

### **Consistenza delle verifiche e prove definitive**

Le prove si suddividono in due parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "come costruito", accertino che i componenti dei vari impianti siano conformi alle richieste di Capitolato, alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti ed installati secondo le normative, che siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- prove per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove vengono effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di elenco.

In particolare, per le verifiche e prove definitive degli impianti di climatizzazione occorre procedere a:

#### **Verifica invernale**

La verifica invernale ha luogo entro la prima stagione invernale corrente successiva all'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori, in un periodo da fissarsi fra il 1° gennaio e il 28 febbraio.

#### **Verifica estiva**

La verifica estiva ha luogo in un periodo generalmente corrente tra il 15 giugno ed il 30 agosto. Verifica di mezza-stagione

Dove il funzionamento con caratteristiche di mezza stagione sia prolungato, la D.L. può chiedere una verifica anche in questi periodi.

I periodi saranno precisati dalla D.L. a seconda dell'ubicazione dell'impianto.

Le apparecchiature della regolazione automatica devono essere provate e verificate alla presenza di un tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali.

#### **Esami a vista**

Sono da eseguire i seguenti esami (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- presenza di barriere tagliafuoco o altro per impedire la propagazione del fuoco o altri effetti
- identificazione dei circuiti idrici, gas, aerulici
- presenza di schemi, cartelli monitori e di informazioni analoghe
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

#### **Note conclusive**

Le verifiche e prove definitive vengono effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Per tale onere non è previsto alcun compenso.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell' Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

#### **Cap. C.04: NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

##### **C.04.01 NOTE GENERALI**

I prezzi di ogni singolo materiale ne comprendono la fornitura e posa in opera.

Nei singoli prezzi si intendono già conteggiate anche quelle opere e quegli accessori che, pur non essendo espressamente menzionati, sono però indispensabili per la completezza e il buon funzionamento delle apparecchiature e degli impianti.

Nei singoli prezzi è compreso il materiale d'uso e consumo e l'attrezzatura in normale dotazione ai montatori, nonché l'onere per il fissaggio su qualsiasi tipo di struttura in acciaio tradizionale, in calcestruzzo, ecc. di profilati e apparecchiature in genere tramite tappi ad espansione, chiodi a sparo, zanche, opere di saldatura.

Nei singoli prezzi unitari devono essere compresi gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, curve, guide, guarnizioni, sfridi di lavorazione, ecc.

Sono infine compresi nei singoli prezzi unitari eventuali viaggi, trasporti e imballi, trasferte, scarichi per materiale e manovalanza.

Le norme di misurazione e valutazione lavori che seguono servono ad illustrare i criteri da osservare per la contabilizzazione dei materiali ed apparecchiature (sono gli stessi seguiti in fase di computazione per la determinazione delle varie quantità contabilizzate utilizzando disegni e schemi di progetto).

##### **C.04.02 TUBAZIONI**

###### **Tubazioni in acciaio**

Sono valutate a peso, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera lungo l'asse, e moltiplicando le lunghezze, senza alcuna maggiorazione, per il peso derivato dalle rispettive tabelle UNI.

Non concorrono a costituire lunghezza, e quindi peso, gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, pezzi speciali, quali curve, gomiti, riduzioni, imbuti, punti fissi, guide, flange, bulloni, guarnizioni e sfridi di lavorazione.

Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

##### **C.04.03 TUBAZIONI IN PVC O IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ**

Sono valutate a metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo in opera. lungo l'asse, senza tenere conto di eventuali parti sovrapposte.

Non concorrono a costituire lunghezza gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, pezzi speciali, curve, gomiti, tee, riduzioni, imbuti, manicotti, braghe, ispezioni, punti fissi, guide, flange, bulloni, guarnizioni, sfridi di lavorazione.

Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

#### **C.04.04 CANALIZZAZIONI**

##### **Canali a sezione rettangolare in lamiera zincata**

Sono valutati a peso con misure in opera in base ai criteri sottoindicati:

- le lunghezze sono sempre valutate in asse;
- le superfici sono ricavate moltiplicando le lunghezze per lo sviluppo ottenuto sommando le lunghezze dei quattro lati, senza tenere conto di ribordature od altro;
- per le curve a sezione costante lo sviluppo è quello del canale rettilineo cui sono allacciate;
- per curve a sezione non costante, riduzioni o pezzi speciali in genere, lo sviluppo è la media degli sviluppi dei canali rettilinei rispettivamente a monte ed a valle.

Le superfici così determinate, senza alcuna maggiorazione, concorrono alla formazione del peso mediante l'applicazione dei seguenti pesi convenzionali, comprensivi della zincatura:

##### Impianti a bassa velocità

Dimensione lato maggiore del canale	Spessore della lamiera	Peso convenzionale
fino a 450 mm	6/10	5,2 kg/m <sup>2</sup>
da 451 a 700 mm	8/10	6,7 kg/m <sup>2</sup>
da 701 a 1.000 mm	10/10	8,3 kg/m <sup>2</sup>
oltre 1.000 mm	12/10	10,0 kg/m <sup>2</sup>

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi peso, gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, rinforzi, ribordature, flange, pezzi speciali quali curve, riduzioni, deflettori, captatori, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

Nei prezzi unitari si intende compensato inoltre l'onere per la verniciatura delle staffe, delle mensole; dei supporti, dei profilati in genere di sostegno ed ancoraggio delle canalizzazioni.

##### **Canalizzazioni circolari flessibili**

Sono valutate a metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo in opera, lungo l'asse. Non concorrono a costituire lunghezza gli oneri derivanti da sistemi di sostegno, fascette stringitubo, sfridi di lavorazione.

Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

Nei prezzi unitari si intende compensato inoltre l'onere per la verniciatura delle staffe, delle mensole, dei supporti, dei profilati in genere di sostegno ed ancoraggio delle canalizzazioni.

La verniciatura deve essere effettuata conformemente alle indicazioni contenute nell'apposito capitolo relativo alla descrizione tecnica dei materiali.

#### **C.04.05 RIVESTIMENTI ISOLANTI**

##### **Rivestimento isolante per tubazioni**

E' valutato a metro lineare nel caso siano previste guaine a cellule chiuse, oppure a metro quadrato nel caso si usino materassini o coppelle.

La lunghezza delle tubazioni è valutata, in opera, lungo l'asse.

Nel caso di valutazione al metro quadrato, il diametro teorico esterno delle tubazioni va aumentato di una quantità pari a due volte il spessore teorico del solo materiale isolante.

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi superficie gli oneri derivanti da pezzi speciali in genere e dagli sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

#### **Rivestimento isolante per valvolame e corpo elettropompe**

E' valutato a numero, secondo le caratteristiche costruttive richieste e, per il valvolame, in funzione del relativo diametro nominale. Il prezzo unitario comprende ogni onere per dare il lavoro finito.

#### **Rivestimento isolante per canali**

E' valutato a metro quadrato con misure in opera della superficie esterna, in base ai criteri sotto indicati:

- superficie dei canali valutata con i criteri esposti alla voce relativa;
- incremento del diametro (per canali circolari) o delle dimensioni dei lati (per canali rettangolari) di una quantità pari a due volte lo spessore teorico del solo materiale isolante.

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi superficie gli oneri derivanti da pezzi speciali in genere e dagli sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

#### **C.04.06 VALVOLAME IN GENERE**

E' valutato a numero, secondo le caratteristiche e dimensioni richieste.

Si intende flangiato il valvolame per il quale il diametro nominale è espresso in millimetri. Qualora il diametro nominale sia espresso in pollici, gli attacchi si intendono filettati.

Le controflange, i bulloni, le guarnizioni, i raccordi a tre pezzi, i materiali di tenuta in genere sono compresi nel prezzo.

Il prezzo unitario compensa pure l'onere per la verniciatura aggrappante e successiva mano di smalto sul volantino o sulla leva di comando nel caso in cui i suddetti siano in materiale ferroso o in lega leggera.

#### **C.04.07 BOCCHETTE, GRIGLIE, DIFFUSORI, VALVOLE DI VENTILAZIONE**

Le bocchette e le griglie sono valutate a metro quadrato di area nominale, inteso come prodotto delle dimensioni nominali riportate sui cataloghi dei costruttori.

I diffusori e le valvole di ventilazione sono valutati a numero in funzione delle caratteristiche dimensionali.

Nei singoli prezzi sono compresi gli oneri derivanti dai controtelai, controflange e minuteria di completamento.

#### **C.04.08 APPARECCHIATURE VARIE**

Sono valutate a numero in funzione delle rispettive caratteristiche costruttive e prestazionali. Nel prezzo unitario è comprensivo degli accessori e prestazioni a completamento per gli allacciamenti alle reti impiantistiche (meccaniche ed elettriche) a monte ed a valle e della minuteria necessaria alla completezza della posa in opera ed al corretto funzionamento.

Rientrano nella dicitura "apparecchiature varie" componenti impiantistici quali: strumenti di misura/sicurezza, apparecchiature per la regolazione automatica, apparecchi sanitari, rubinetterie sanitarie, attrezzature antincendio, cartellonistica di sicurezza, ecc.

Le prevalenze dei ventilatori devono essere adeguate agli effettivi percorsi delle reti e alle apparecchiature adottate.



# AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

ACCORDO QUADRO DI LAVORI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO -  
OPERE STRUTTURALI

# CSA – CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

## DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI STRUTTURE

### SOMMARIO

ART. I.1. OGGETTO DEL CAPITOLATO SPECIALE PARTE SECONDA.	6
ART. II.1. ACCETTAZIONE	9
ART. II.2. IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI	9
ART. II.3. IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO	9
ART. II.4. IMPIEGO DI MATERIALI RICICLATI E DI TERRE E ROCCE DA SCAVO	9
ART. II.5. NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE	10
ART. II.6. PROVVISATA DEI MATERIALI	10
ART. II.7. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO	11
ART. II.8. ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE	11
ART. II.9. INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI	11
ART. III.1. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	12
<b>FORNITURA 13</b>	
MARCHIO DI CONFORMITÀ	13
METODI DI PROVA	15
SISTEMA DI ATTESTAZIONE DELLA CONFORMITÀ	16
MARCATURA CE	17
CONTROLLI D'ACCETTAZIONE	17
<b>SABBIA 18</b>	
NORME PER GLI AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DI CALCESTRUZZI	18
NORME DI RIFERIMENTO PER GLI AGGREGATI LEGGERI	19
CENERI VOLANTI	19
<b>MICROSILICE 20</b>	
ADDITIVI ACCELERANTI	21
ADDITIVI RITARDANTI	21
ADDITIVI ANTIGELO	22
ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI	22
ADDITIVI AERANTI	23
AGENTI ESPANSIVI	24
CLASSI DI RESISTENZA	25
ART. III.3. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	27

IL CASO DELL'UNITÀ MARCATA SCORPORATA. LE ULTERIORI INDICAZIONI DEL DIRETTORE DEI LAVORI PER LE PROVE DI LABORATORIO	30
CONSERVAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE D'ACCOMPAGNAMENTO	30
INDICAZIONE DEL MARCHIO IDENTIFICATIVO NEI CERTIFICATI DELLE PROVE MECCANICHE	30
FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO: L'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE	30
CENTRI DI TRASFORMAZIONE	31
L'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C	33
L'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450A	33
LA PROVA DI PIEGAMENTO	34
LA PROVA DI TRAZIONE	34
LA SAGOMATURA E L'IMPIEGO	35
LE RETI E I TRALICCI ELETTROSALDATI	35
LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE	36
CONTROLLI SISTEMATICI	37
LE PROVE DI QUALIFICAZIONE	37
LE PROVE PERIODICHE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ	38
LA VERIFICA DELLE TOLLERANZE DIMENSIONALI PER COLATA O LOTTO DI PRODUZIONE	38
LA FACOLTATIVITÀ DEI CONTROLLI SU SINGOLE COLATE O LOTTI DI PRODUZIONE	39
CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE	39
CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	39
IL PRELIEVO DEI CAMPIONI E LA DOMANDA AL LABORATORIO PROVE	40
ART. III.4. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE	41
LA COMPOSIZIONE CHIMICA DEGLI ACCIAI	43
IL PROCESSO DI SALDATURA. LA QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI	43
<b>BULLONI 44</b>	
I BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO	45
<b>CHIODI 45</b>	
I CONNETTORI A PIOLO	46
CONTROLLI IN STABILIMENTO DI PRODUZIONE	47
CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE	50
<b>ESECUZIONE 52</b>	
ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	53
PROFILATI CAVI	53
PRODOTTI LAMINATI A CALDO	53
UNI EN 10025-6 - PRODOTTI LAMINATI A CALDO DI ACCIAI PER IMPIEGHI STRUTTURALI. PARTE 6: CONDIZIONI	53
ART. III.5. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO PER IMPALCATI A SOLETTA PIENA IN C.A.	53
ART. IV.1. RILIEVI, TRACCIATI E CAPISALDI	55

ART. IV.2. PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI	55
ART. V.1. DEMOLIZIONI	57
ART. V.2. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E SBANCAMENTI IN GENERALE	59
POMPE DI AGGOTTAMENTO	60
PROSCIUGAMENTO DELLO SCAVO CON SISTEMA WELLPOINT	60
ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE	61
ART. V.3. RILEVATI E RINTERRI	62
ART. V.4. FONDAZIONI DIRETTE	63
ART. V.5. PALI TRIVELATI	64
PALI TRIVELLATI	64
PALI TRIVELLATI	64
PALI TRIVELLATI A ELICA CONTINUA	64
ATTREZZATURE DI SCAVO	64
TOLLERANZE DIMENSIONALI	65
ARMATURE METALLICHE	66
RIVESTIMENTI METALLICI	66
FANGHI BENTONITICI	67
ATTREZZATURA	67
PREPARAZIONE DEL FANGO BENTONITICO	67
PERFORAZIONE	67
ARMATURE 68	
GETTO DEL CALCESTRUZZO	68
CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE	69
ATTREZZATURE	69
TUBI-FORMA 70	
PERFORAZIONE	70
ATTREZZATURE	71
PERFORAZIONE	71
ARMATURA 71	
GETTO DEL CALCESTRUZZO	72
CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE	72
ART. V.6. CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO	73
ATTREZZATURA DI CANTIERE	75
CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO	76
TEMPO DI MESCOLAMENTO	76
TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO	77
DOCUMENTI DI CONSEGNA	77

PROGRAMMA DEI GETTI	78
MODALITÀ ESECUTIVE E VERIFICA DELLA CORRETTA POSIZIONE DELLE ARMATURE	78
REALIZZAZIONE DELLE GABBIE DELLE ARMATURE PER CEMENTO ARMATO	79
ANCORAGGIO DELLE BARRE E LORO GIUNZIONI	79
GETTO DEL CALCESTRUZZO ORDINARIO	80
GETTO DEL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE	81
GETTI IN CLIMI FREDDI	82
GETTI IN CLIMI CALDI	83
RIPRESE DI GETTO. RIPRESE DI GETTO SU CALCESTRUZZO FRESCO E SU CALCESTRUZZO INDURITO	84
COMPATTAZIONE DEL CALCESTRUZZO	85
COMPATTAZIONE MEDIANTE VIBRAZIONE	86
STAGIONATURA	87
CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME	91
CASSEFORME SPECIALI	93
CASSEFORME IN LEGNO	93
PULIZIA E TRATTAMENTO	94
LEGATURE DELLE CASSEFORME E DISTANZIATORI DELLE ARMATURE	94
STRUTTURE DI SUPPORTO	95
GIUNTI TRA GLI ELEMENTI DI CASSAFORMA	95
PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ	95
DISARMANTI	96
NORME DI RIFERIMENTO	96
DIFETTI SUPERFICIALI DELLE STRUTTURE, CAUSE E RIMEDI	98
PILASTRI	104
TRAVI	104
ART. V.7. ARMATURE MINIME E LIMITAZIONI GEOMETRICHE DELLE SEZIONI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO	104
ARMATURA MINIMA DELLE TRAVI	104
ARMATURA MINIMA DEI PILASTRI	105
COPRIFERRO E INTERFERRO	105
ART. V.8. ESECUZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO	106
SPESSORI LIMITE	106
PROBLEMATICHE SPECIFICHE	106
GIUNTI DI TIPO MISTO	107
RACCOMANDAZIONI E PROCEDURE	108
PREPARAZIONE DEI GIUNTI	109
QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI	109

NORME DI RIFERIMENTO	109
ART. VI.1. CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	111
VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE	111
CONTROLLO DI ACCETTAZIONE	111
PROVE COMPLEMENTARI	111
PRELIEVO DI CAMPIONI	112
DIMENSIONI DEI PROVINI	113
CONFEZIONAMENTO DEI PROVINI	113
CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORMI CALBRATE PER PROVINI	114
MARCATURA DEI PROVINI	114
VERBALE DI PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO IN CANTIERE	114
DOMANDA DI PROVA AL LABORATORIO UFFICIALE	115
CONSERVAZIONE E MATURAZIONE	115
RESOCONTO DELLA PROVA DI COMPRESSIONE	115
ART. VI.2. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO	116
ART. VI.3. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA	118
LINEE GENERALI	121
NORME DI RIFERIMENTO	122
VERBALE DI PRELEVAMENTO DEI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO INDURITO	122
CALIBRATURA DELLE CURVE DI CORRELAZIONE TRA RISULTATI DI PROVE NON DISTRUTTIVE E LA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA	123
DETERMINAZIONE DI ALTRE PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO IN OPERA: DIMENSIONI E POSIZIONE DELLE ARMATURE E STIMA DELLO SPESSORE DEL COPRIFERRO	124 LA
NON CONFORMITÀ DEI CONTROLLI D'ACCETTAZIONE	124
ART. VI.4. PROVE DI CARICO SUI PALI DI FONDAZIONE	125
PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	127
VERBALE DI PROVA DI CARICO SU PALO DI FONDAZIONE	128
ART. VI.5. CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI DI FONDAZIONE	128
ART. VI.6. CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO	130
NORME DI RIFERIMENTO	130
NORME DI RIFERIMENTO	131
IL VOLUME DEL GIUNTO DA ESAMINARE. LA PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI	132
NORME DI RIFERIMENTO	132

## CAPO I: PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

### ART. I.1. OGGETTO DEL CAPITOLATO SPECIALE PARTE SECONDA.

Il presente documento è parte integrante del capitolato speciale d'appalto, unitamente al capitolato speciale - parte prima. Esso contiene tutte le prescrizioni tecniche necessarie all'esecuzione del progetto.

### ART. I.2. PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO

#### Lavori Pubblici :

- D.M. 19.04.2000 n.145 e successive modificazioni e integrazioni : Nuovo capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici
- D.Lg.vo 12.04.2006 n.163 : Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
- DPR 05.10.2010 n.207 : Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 : Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture

#### Sicurezza e salute nei cantieri e tutela dell'ambiente :

- D.Lgs.14.08.1996 n.494 e s.m.i.: Attuazione direttiva 92/57/CEE Prescrizioni minime di sicurezza e salute nei cantieri temporanei
- D.Lgs. 09.04.2008 n.81 e s.m.i. : Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs. 03.08.2009 n.106 e s.m.i. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.P.R. 3.07.2003 n. 222 : Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei e mobili
- D.Lgs.3.04. 2006 n.152 : Norme in materia ambientale.
- Per quanto allo smaltimento dei rifiuti speciali e pericolosi si veda il catalogo europeo di classificazione e le ulteriori disposizioni vigenti in materia.

#### Norme tecniche per le costruzioni :

- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 (NTC) Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circ. Min. Infrastrutture n.617 CSLLPP del 02.02.2009 Nuova circolare delle norme tecniche per le costruzioni.
- Circ. Min. per i Beni e le Attività Culturali n. 26 del 2 Dicembre 2010 Linee guida per la valutazione e

riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, allineate alle nuove norme tecniche per le costruzioni ( D.M. 14.01.2008 ).

- L.R. Emilia-Romagna n. 19 del 30.10.2008, Direttive e documenti ad essa collegati - Norme per la riduzione del rischio sismico.Art. 1.3. Elenco delle lavorazioni e criteri di misura

Si richiamano i criteri generali di misurazione.

### **1.3.1. Lavori a misura**

1. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.

2. Nei casi di cui al comma 1, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 46 del presente Capitolato, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".

3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

4. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

5. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari.

6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

### **1.3.2. Lavori a corpo**

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione.

#### Manufatti e materiali a piè d'opera

1. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal Direttore dei Lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

2. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori ai sensi dell'art. 18, comma 1 del Cap. Gen. 145/2000.

## **CAPO II: ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

### **ART. II.1. ACCETTAZIONE**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

### **ART. II.2. IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI**

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

### **ART. II.3. IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO**

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

### **ART. II.4. IMPIEGO DI MATERIALI RICICLATI E DI TERRE E ROCCE DA SCAVO**

#### ***II.4.1. Materiali riciclati***

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203, Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

#### **II.4.2. Riutilizzo delle terre e rocce da scavo**

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, come sostituito dall'art. 13 del D.Lgs. n. 205/2010.

Al comma 1 dell'art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006: il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;

- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

#### **ART. II.5. NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/cee (cpd), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura ce attestante la conformità all'appendice za delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

#### **ART. II.6. PROVISTA DEI MATERIALI**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

#### **ART. II.7. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/2010.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

#### **ART. II.8. ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### **ART. II.9. INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI**

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

## CAPO III: MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### ART. III.1. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

#### *III.1.1. Identificazione, certificazione e accettazione*

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

#### *III.1.2. Procedure e prove sperimentali d'accettazione*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R.

n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura ce ai sensi del D.P.R.

21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uso stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee en o nazionali UNI , ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

#### *III.1.3. Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure

e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

#### Art. III.2. Componenti del calcestruzzo

##### III.2.1. Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (eta), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

#### FORNITURA

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogravimetriche.

#### MARCHIO DI CONFORMITÀ

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizio presa (min)	Espansione (mm)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	<sup>3</sup> 32,5	£ 52,5	<sup>3</sup> 60	10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	<sup>3</sup> 42,5	£ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	<sup>3</sup> 52,5	-	<sup>3</sup> 45	
52,5 R	> 30	-				

Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti <sup>1</sup>
Perdita al fuoco	en 196-2	cem i - cem iii	Tutte le classi	5,00%
Residuo insolubile	en 196-2	cem i - cem iii	Tutte le classi	5,00%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	en 196-2	cem i cem ii2 cem iv cem v	32,5 32,5 r 42,5	3,50%
			42,5 r 52,5 52,5 r	4,00%
		cem iii3	Tutte le classi	
Cloruri	en 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte le classi	0,10%
Pozzolanicità	en 196-5	cem iv	Tutte le classi	Esito positivo della prova

<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa. <sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo cem ii/a e cem ii/b, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio ii/a-s o li/B-V, salvo il tipo cem ii/b-t, che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza. <sup>3</sup> Il cemento tipo cem iii/c può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>. <sup>4</sup> Il cemento tipo cem iii può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,	-	-	-	-	-

		0					
	28 giorni	30.0	30.0	40.0	40.0	50.0	50.0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) - Limite superiore	Tipo I Tipo II1 Tipo IV Tipo V	4.0			4.5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4.5					
	Tipo III/C	5.0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore <sup>2</sup>		0.11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
1 Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO <sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza. 2 Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.							

## METODI DI PROVA

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche; UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI ENV sperimentale 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici; UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione; UNI EN 196-9 -

Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

UNI EN 197-4 - Cemento. Parte 4. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità; UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

### III.2.2. Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso za della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, etc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, etc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

#### SISTEMA DI ATTESTAZIONE DELLA CONFORMITÀ

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella seguente.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7,

comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

## MARCATURA CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella seguente. La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Aggregati che devono riportare la marcatura ce

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

## CONTROLLI D'ACCETTAZIONE

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3

Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	UNI EN 1097-2

## SABBIA

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

### III.2.3. Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

## NORME PER GLI AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DI CALCESTRUZZI

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche; UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;

UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;

UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;

UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;  
UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;  
UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;  
UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;  
UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;  
UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;  
UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica; UNI EN 13139 - Aggregati per malta.

#### NORME DI RIFERIMENTO PER GLI AGGREGATI LEGGERI

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:  
UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;  
UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;  
UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

#### III.2.4. Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.  
Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.  
I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

#### CENERI VOLANTI

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.  
Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.  
Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

norme di riferimento

UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;

UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

## MICROSILICE

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub>, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

Norme di riferimento

UNI 8981-8 - Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;

UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

### III.2.5. Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;

- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2. L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco. Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

#### ADDITIVI ACCELERANTI

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

#### ADDITIVI RITARDANTI

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14

gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123. Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

## ADDITIVI ANTIGELO

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

## ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

## ADDITIVI AERANTI

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

## Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 480 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;  
UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;  
UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura; UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;  
UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

## AGENTI ESPANSIVI

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### Norme di riferimento

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;  
UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;  
UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;  
UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

### III.2.6. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra UNI 8656 e UNI 8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

### Norme di riferimento

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

### III.2.7. Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

### III.2.8. Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

#### Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO4 minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

### III.2.9. Classi di resistenza del conglomerato cementizio

## CLASSI DI RESISTENZA

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella.

#### CLASSI DI RESISTENZA

Classi di resistenza	
C8/10	LC 8/9
C12/15	LC12/13
C16/20	LC16/18
C20/25	LC20/22
C25/30	LC25/28
C28/35	LC30/33
C32/40	LC35/38
C35/45	LC40/44
C40/50	LC45/50
C45/55	LC50/55
C50/60	LC55/60
C55/67	LC60/66
C60/75	LC70/77
C70/85	LC80/88
C80/95	
C90/105	

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

#### Impiego delle diverse classi di resistenza

<b>STRUTTURE DI DESTINAZIONE</b>	<b>CLASSE DI RESISTENZA MINIMA</b>
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 N.T.)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

#### III.2.10. Costruzioni di altri materiali

I materiali non tradizionali o non trattati nelle Norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle Norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

### **ART. III.3. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

#### *III.3.1. Le forme di controllo obbligatorie*

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione. A tale riguardo si definiscono:
  - lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, etc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
  - forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
  - lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### *III.3.2. La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella seguente si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

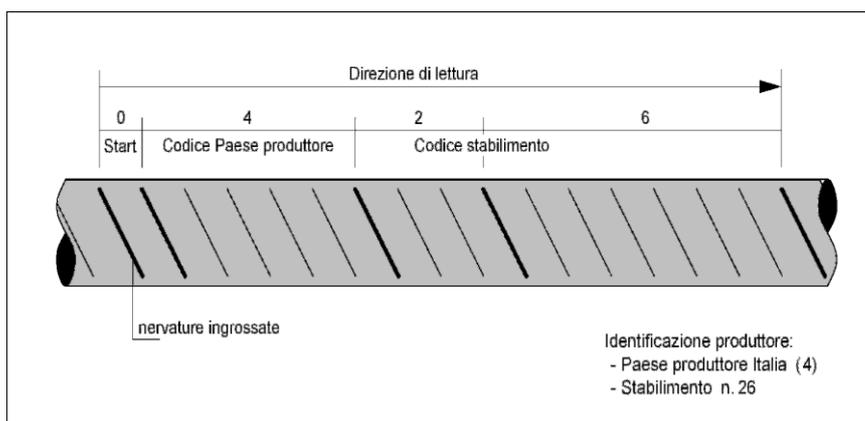
Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7

Grecia	8
Altri	9

### Identificazione del produttore

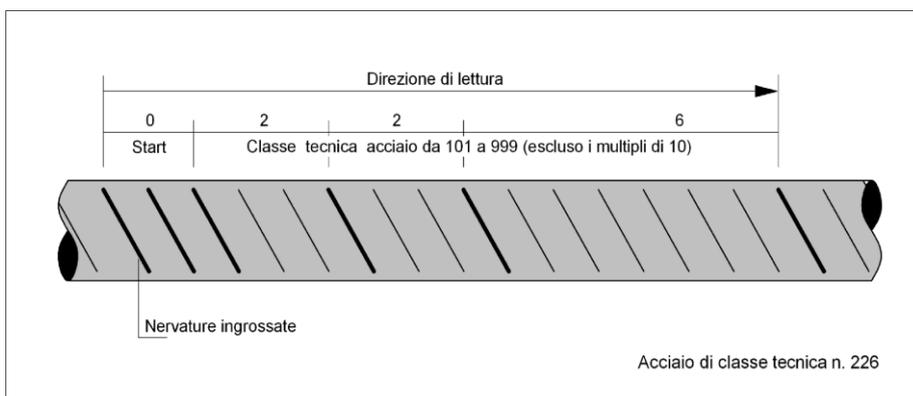
Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



### Identificazione del produttore

#### Identificazione della classe tecnica

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura riporta è riferito a un acciaio di classe tecnica n. 226.



#### Identificazione della classe tecnica

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### IL CASO DELL'UNITÀ MARCATÀ SCORPORATA. LE ULTERIORI INDICAZIONI DEL DIRETTORE DEI LAVORI PER LE PROVE DI LABORATORIO

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

#### CONSERVAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE D'ACCOMPAGNAMENTO

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

#### INDICAZIONE DEL MARCHIO IDENTIFICATIVO NEI CERTIFICATI DELLE PROVE MECCANICHE

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO: L'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

## CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, etc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, etc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

### *///.3.3. Rintracciabilità dei prodotti*

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

### *///.3.4. Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori*

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### III.3.5. I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella seguente

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ( $6 \leq \bar{A} \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ( $5 \leq \bar{A} \leq 12$ mm)

## L'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_y$  nom: 450 N/mm<sup>2</sup>;
- $f_t$  nom: 540 N/mm<sup>2</sup>.

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente. Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{ynom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_t$ nom	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche	$f < 12$ mm	4 f
	$12 \leq f \leq 16$ mm	5 f
	per $16 < f \leq 25$ mm	8 f
	per $25 < f \leq 50$ mm	10 f

## L'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente.

Acciaio per cemento armato trafileto a freddo B450A

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_y$ nom	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_t$ nom	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $f < 10$ mm	4 f	

### III.3.6. L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f(0,2)$ .

#### LA PROVA DI PIEGAMENTO

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

#### LA PROVA DI TRAZIONE

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di  $A_{gt}$ , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- se  $A_{gt}$  è misurato usando un estensimetro,  $A_{gt}$  deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se  $A_{gt}$  è determinato con il metodo manuale,  $A_{gt}$  deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m/2000$$

dove

$A_g$  è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo  $F_m$   $R_m$  è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

#### III.3.7. Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralici, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, etc.) o preassemblati (gabbie di armatura, etc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura ce.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $f$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle seguenti.

#### Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre

Acciaio in barre	Diametro $f$ (mm)
B450C	$6 \leq f \leq 40$
B450A	$5 \leq f \leq 10$

#### Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli

Acciaio in rotoli	Diametro $f$ (mm)
B450C	$6 \leq f \leq 16$
B450A	$5 \leq f \leq 10$

### LA SAGOMATURA E L'IMPIEGO

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

### LE RETI E I TRALICCI ELETTROSALDATI

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro f come riportato nella tabella seguente.

Diametro  $\phi$  degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

Acciaio tipo	Diametro $f$ degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq f \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq f \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere:  $f_{\min}/f_{\max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

#### LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modopermanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

#### III.3.8. La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente.

Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	Ceq	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del Ceq venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

### III.3.9. Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella seguente.

Deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale (mm)	$5 \leq f \leq 8$	$8 < f \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### III.3.10. Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

#### I CONTROLLI SISTEMATICI

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

#### LE PROVE DI QUALIFICAZIONE

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$  ed effettuate le prove di piegamento.

#### LE PROVE PERIODICHE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

#### Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

#### Verifica di qualità non per gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

#### LA VERIFICA DELLE TOLLERANZE DIMENSIONALI PER COLATA O LOTTO DI PRODUZIONE

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

## LA FACOLTATIVITÀ DEI CONTROLLI SU SINGOLE COLATE O LOTTI DI PRODUZIONE

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

## I CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

## I CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 16.12. Questi

limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
fy minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
fy massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 6,0%	Per acciai B450C
Agt minimo	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

## IL PRELIEVO DEI CAMPIONI E LA DOMANDA AL LABORATORIO PROVE

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### ART. III.4. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

##### III.5.1. Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura ce, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura ce, prevista dalla direttiva 89/106/cee sui prodotti da costruzione (cpd), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali  $f_y = ReH$  e  $f_t = R_m$ , riportati nelle relative norme di prodotto.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura ce e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura ce. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria. Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1 e UNI EN 10045-1.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
UNI EN 10025-2				
s 235	235	360	215	360
s 275	275	430	255	410
s 355	355	510	335	470
s 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				

s 275 n/nl	275	390	255	370
s 355 n/nl	355	490	335	470
s 420 n/nl	420	520	390	520
s 460 n/nl	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
s 275 m/ml	275	370	255	360
s 355 m/ml	355	470	335	450
s 420 m/ml	420	520	390	500
s 460 m/ml	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
s 235 w	235	360	215	340
s 355 w	355	510	335	490

#### Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	fyk (N/m <sup>2</sup> )	ftk (N/mm <sup>2</sup> )	fyk (N/mm <sup>2</sup> )	ftk (N/mm <sup>2</sup> )
UNI EN 10210-1				
S 235 h	235	360	215	340
S 275 h	275	430	255	410
S 355 h	355	510	335	490
S 275 nh/nlh	275	390	255	370
S 355 nh/nlh	355	490	335	470
S 420 nh/nlh	420	540	390	520
S 460 nh/nlh	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 h	235	360	-	-
S 275 h	275	430	-	-
S 355 h	355	510	-	-
S 275 nh/nlh	275	370	-	-
S 355 nh/nlh	355	470	-	-
S 275 mh/mlh	275	360	-	-
S 355 mh/mlh	355	470	-	-
S 420 mh/mlh	420	500	-	-

S460 mh/mlh	460	530	-	-
----------------	-----	-----	---	---

### III.5.1. L'acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293. Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

### III.5.1. L'acciaio per strutture saldate

#### LA COMPOSIZIONE CHIMICA DEGLI ACCIAI

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

#### IL PROCESSO DI SALDATURA. LA QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 hv30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la norma UNI EN ISO 14555.

Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle

operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella seguente

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, $s \leq 30$ mm S275, $s \leq 30$ mm	S355, $s \leq 30$ mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s \leq 30$ mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare en ISO 3834-4	Medio en ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo en ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
I Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

### III.5.1. I bulloni e i chiodi

#### I BULLONI

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 - devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle seguenti

Classi di appartenenza di viti e dadi

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti sono riportate nella tabella seguente. Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti

Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

#### I BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella seguente (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle precedenti.

Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto hrc 32,40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto hrc 32,40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la relativa marcatura ce, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura ce, prevista dalla direttiva 89/106/cee sui prodotti da costruzione (cpd), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

#### I CHIODI

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.

Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci

da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

## I CONNETTORI A PIOLO

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0$  5, 65  $\sqrt{A_0}$  trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;
- rapporto  $f_t / f_y \geq 1,2$ .

dove  $A_0$  è l'area della sezione

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

- C ≤ 0,18%;
- Mn ≤ 0,9%;
- S ≤ 0,04%;
- P ≤ 0,05%.

### III.5.1. L'impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di

prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

### III.5.1. Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

### III.5.1. Procedure di controllo su acciai da carpenteria

## I CONTROLLI IN STABILIMENTO DI PRODUZIONE

### La suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

#### Le prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre un'adeguata documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2000$  t oppure a un numero di colate o di lotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma

merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

#### Il controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne  $f_y$  e  $f_t$ , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle

delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

#### La verifica periodica della qualità

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato deve effettuare le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.

## I CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE

I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme UNI EN 10326 e UNI EN 10149 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto tu.Rd della lamiera grecata. La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma UNI EN 1994-1. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura ce, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni sia quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura ce o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

I centri di prelaborazione di componenti strutturali

Le Nuove norme tecniche definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle Nuove norme tecniche, ove applicabili.

Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### *III.5.1. I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori*

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

## NORME DI RIFERIMENTO

### ESECUZIONE

UNI 552 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni; UNI 3158 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;

UNI ENV 1090-1 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;

UNI ENV 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;

UNI ENV 1090-3 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;

UNI ENV 1090-4 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;

UNI ENV 1090-6 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile; UNI EN ISO 377 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;

UNI EN 10002-1 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente); UNI EN 10045-1 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

## ELEMENTI DI COLLEGAMENTO

UNI EN ISO 898-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;  
UNI EN 20898-2 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;  
UNI EN 20898-7 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;  
UNI EN 5592 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;  
UNI EN ISO 4016 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

## PROFILATI CAVI

UNI EN 10210-1 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10210-2 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;  
UNI EN 10219-1 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10219-2 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate  
- Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

## PRODOTTI LAMINATI A CALDO

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;  
UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;  
UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;  
UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;  
UNI EN 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

### UNI EN 10025-6 - PRODOTTI LAMINATI A CALDO DI ACCIAI PER IMPIEGHI STRUTTURALI. PARTE 6: CONDIZIONI

tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

## ART. III.5. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO PER IMPALCATI A SOLETTA PIENA IN C.A.

### *III.5.1. Generalità*

Nell'ambito della realizzazione degli impalcati a soletta piena è prevista l'adozione di blocchi di alleggerimento, da posizionarsi al centro delle campate, come riportato negli elaborati strutturali.

### III.5.2. Caratteristiche prestazionali del sistema adottato

Esecuzione di solaio in calcestruzzo armato a piastra, alleggerito tipo "U-Boot Beton®" con portata bidirezionale, da gettare in opera su idonea casseratura orizzontale di sostegno (o su lastra prefabbricata) ed accessori.

Lo spessore totale del solaio è di 40 cm alleggerito secondo progetto con elementi in plastica riciclata tipo "U-Boot Beton®" della Daliform Group, di forma tronco-piramidale con incavo semicilindrico a croce posto in sommità per ospitare barre d'armatura o impianti da integrare nel getto; dimensione in pianta 52 x 52 cm e di H 26 cm, con i quattro angoli ad incavo semicircolare alla cui base è ricavato in modo solidale il piedino conico elevatore rivolto verso il basso di H 7 cm poggiante sull'impalcato per la formazione dello spessore dell'intradosso opportunamente armato con maglia bidirezionale di tondini in acciaio da C.A. tipo B450C di diametro e passo adeguati alle sollecitazioni di progetto. E' compresa la fornitura e la posa degli elementi "U-Boot Beton®" muniti di relativi giunti distanziatori rigidi a formare un incastro, per la formazione di nervature ortogonali tra gli alleggerimenti secondo lo spessore prestabilito e assicurarne la perfetta geometria e tenuta in sede di getto, da porre in sommità degli stessi in appositi incavi previa posa, qualora previsti, di tralicci metallici (larghezza min. 10 cm) fra gli elementi "U-Boot Beton®". È anche compresa la fornitura e getto di calcestruzzo alleggerito (classe di resistenza minima LC30/33, classe di consistenza Slump S4 o S5 e diametro degli aggregati tale da evitare fenomeni di "segregazione") necessario per realizzare la soletta inferiore; riempiendo e vibrando la prima parte fino al ricoprimento completo dei piedini degli "U-Boot Beton®" (max 4 cm sopra gli stessi) e proseguendo con getto di completamento non appena inizia la presa del primo strato (in questa seconda fase è ammessa una classe di consistenza diversa dalla precedente).

Gli elementi "U-Boot Beton®" prodotti in ALAPLEN® CV30, dovranno essere pedonabili in sicurezza e certificati a resistenza caratteristica di 150 kg nel punto più debole su appoggio 8 x 8 cm; non devono rilasciare sostanze inquinanti, essere muniti di Attestato di Compatibilità Ambientale e prodotti da azienda dotata di Sistema di Gestione Integrato (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SA 8000). Il progetto esecutivo delle solette alleggerite dovrà essere corredato di elaborati grafici e di calcolo della ditta fornitrice degli "U-Boot Beton®" che dovrà inoltre esibire certificazione di prodotto approvato da Ente membro EOTA (European Organisation for Technical Approvals).

La ditta produttrice dovrà fornire, scheda tecnica e di sicurezza del prodotto nonché del granulo impiegato "ALAPLEN® CV30", un certificato di comportamento acustico che attesti al grezzo un valore minimo di abbattimento da rumore aereo ( $R_w$ ) pari a 56 db, ed un valore dell'indice di valutazione della pressione sonora da calpestio ( $L_{nw}$ ) massimo di 82 db, verificati su una soletta alleggerita tipo di spessore 26 cm (5+16+5) rilasciato da Ente accreditato.

Con riferimento alla normativa antincendio la ditta produttrice degli alleggerimenti dovrà fornire test di comportamento al fuoco che dimostri per una soletta alleggerita tipo di spessore 25 cm (5+16+4) una resistenza al fuoco REI 180 con un momento sollecitante di almeno 4880 da Nm e copriferro minimo da 3 cm, rilasciata da Ente accreditato.

Inoltre la ditta produttrice dovrà fornire, su richiesta, opportune certificazioni afferenti a prove sperimentali comprovanti la piena efficacia del meccanismo resistente bidirezionale del sistema, vale a dire il suo effettivo comportamento a piastra; nonché opportune certificazioni afferenti a prove sperimentali su connessioni fra pilastro e piastra, comprovanti la capacità del sistema di adempiere, in zona sismica, alla sua funzione di sistema secondario affiancato ad un sistema primario di controventi duttili.

E' altresì compreso nel prezzo l'onere per la formazioni di fori di dimensioni e sezioni come da disegni architettonici, è compreso e compensato ogni onere per dare il lavoro finito a regola d'arte; rimane esclusa la fornitura e la posa invece della casseratura orizzontale di sostegno della soletta ed accessori, dei tralicci e dell'armatura metallica che verranno contabilizzati a parte.

## CAPO IV: NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

### ART. IV.1. RILIEVI, TRACCIATI E CAPISALDI

#### *IV.1.1. Rilievi*

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

#### *IV.1.2. Tracciati*

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

#### *IV.1.3. Capisaldi di livellazione*

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche della Commissione geodetica italiana (igm, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata a uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

#### *IV.1.4. Strumentazione*

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 \text{ E} - 6 \cdot \text{D}$  (con D espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

### ART. IV.2. PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI

Entro i termini stabiliti dal capitolato speciale d' appalto l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori strutturali, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

*IV.2.1. Oneri a carico dell'appaltatore.*

Si rimanda alle prescrizioni del capitolato speciale d' appalto.

*IV.2.2. Impianto del cantiere*

Si rimanda alle prescrizioni del capitolato speciale d' appalto.

*IV.2.3. Vigilanza del cantiere*

Si rimanda alle prescrizioni del capitolato speciale d' appalto.

*IV.2.4. Locale ufficio di direzione dei lavori*

Si rimanda alle prescrizioni del capitolato speciale d' appalto.

*IV.2.5. Ordine dell'esecuzione dei lavori*

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché a giudizio della direzione dei lavori ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

## CAPO V: MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

### ART. V.1. DEMOLIZIONI

#### V.1.1. Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi prima dell'inizio delle demolizioni dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas e allacci di fognature nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento- amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

#### V.1.2. Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

#### V.1.3. Idoneità delle opere provvisionali

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza. Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie a evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

#### V.1.4. Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel pos, tenendo conto di quanto indicato nel psc, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

#### V.1.5. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

#### V.1.6. Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore nell'esecuzione dei lavori scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### V.1.7. Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando a giudizio della direzione dei lavori possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà a essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, etc.

#### V.1.8. Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso deve evitarsi che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o a opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

## ART. V.2. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E SBANCAMENTI IN GENERALE

### V.2.1. Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterrati e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

### V.2.2. Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, etc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

### V.2.3. Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

### V.2.4. Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterrati e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

### V.2.5. Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti.

Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

#### V.2.6. Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

#### V.2.7. Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti scavi in acqua quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisoriale di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

### POMPE DI AGGOTTAMENTO

Le pompe di aggotamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggotamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

### PROSCIUGAMENTO DELLO SCAVO CON SISTEMA WELLPOINT

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di aspirazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui

necessita tale abbassamento. Le tubazioni di diametro e di lunghezza adeguata dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con accorgimenti atti a evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino a una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove in situ.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti ove possibile senza creare a immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

#### ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

##### V.2.8. Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

##### V.2.9. Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

##### V.2.10. Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica - se siano da temere emanazioni di gas pericolosi - l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

##### V.2.11. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, etc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltrech  naturalmente alla direzione dei lavori.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### V.2.12. Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

#### V.2.13. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non pu  iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### V.2.14. Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, etc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

### ART. V.3. RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore creder  di sua convenienza, purch  i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovr  essere usata ogni diligenza perch  la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarit  e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e cos  da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

#### ART. V.4. FONDAZIONI DIRETTE

##### V.4.1. Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

##### V.4.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

##### V.4.3. Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

## ART. V.5. PALI TRIVELATI

### V.5.1. Definizioni

#### PALI TRIVELLATI

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

##### Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati a elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella a elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

##### Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

### V.5.2. Pali di medio e grande diametro

#### PALI TRIVELLATI

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

#### PALI TRIVELLATI A ELICA CONTINUA

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

#### ATTREZZATURE DI SCAVO

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

#### TOLLERANZE DIMENSIONALI

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi:

- coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo):  $\pm 10\%$  (max 5 cm);
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:
  - pali aventi diametro < 600 mm:  $\pm 15$  cm;
  - pali aventi diametro > 600 mm:  $\pm 25$  cm.
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota di testa palo:  $\pm 5$  cm.

L'impresa è tenuta a eseguire, a suoi esclusivi oneri e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

#### V.5.3. IMPALCATI IN C.A. - Prescrizioni

Per quanto riguarda gli impalcati del tipo "flat slab", si prevede l'impiego di un conglomerato alleggerito LC30/33, avente densità pari a  $18 \text{ kN/m}^3$ , nelle porzioni di campata, soggette a una ridotta azione tagliante si prevede un ulteriore alleggerimento mediante l'alloggiamento di blocchi di alleggerimento del tipo Uboot di spessore pari a 24 cm, nei tratti centrali la soletta sarà pertanto costituita da un elemento continuo inferiore di spessore pari a circa 8 cm, un elemento continuo superiore di spessore sempre pari a circa 8 cm e un tratto intermedio formato da blocchi di alleggerimento e nervature di collegamento tra loro ortogonali. Tale soluzione permette di ottenere un'ulteriore alleggerimento che è stato stimato conservativamente pari a circa  $1.80 \text{ kN/m}^2$ .

Le porzioni adiacenti ai pilastri dovranno invece essere gettate a pieno spessore e sprovviste di alleggerimenti, esse saranno opportunamente provviste di armatura a taglio/punzonamento. Per quanto riguarda invece le porzioni situate nell'immediata prossimità dei pilastri è previsto l'impiego del medesimo conglomerato costituente i pilastri stessi, al fine di evitare - per quest'ultimi - discontinuità delle caratteristiche meccaniche lungo il loro sviluppo verticale.

Al fine di ottenere ciò il getto dei pilastri dovrà avvenire necessariamente solamente dopo aver completato la carpenteria dei singoli impalcati e la posa delle relative armature. La delimitazione dell'area di impalcato interessata dal getto con il conglomerato dei pilastri è rappresentata correttamente nei dettagli tipo contenuti negli elaborati degli impalcati, essa dovrà terminare con una rastremazione a  $45^\circ$  circa, come indicato.

Per quanto riguarda invece il getto delle rimanenti porzioni di impalcato è previsto l'impiego di un conglomerato alleggerito. Data l'estensione complessiva delle porzioni di impalcato si prevede una suddivisione dello stesso in 4 differenti quadranti, denominati A, B, C e D, che dovranno essere gettati alternativamente secondo la sequenza A, D, B, C. Le tavole degli impalcati riportano in maniera chiara le limitazioni delle aree interessate dai getti.

#### V.5.4. Materiali

##### ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente a ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in situ senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiate ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, tramite impiego di un adeguato numero di morsetti.

##### RIVESTIMENTI METALLICI

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti sia provvisori sia definitivi saranno conformi alle prescrizioni del progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, etc.

Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere realizzato con il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

## FANGHI BENTONITICI

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango  $\leq 5\%$ ;
- densità  $\leq 1,15$  t/m<sup>3</sup>.

### V.5.5. Pali trivellati con fanghi bentonitici

## ATTREZZATURA

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e alla consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché in relazione alle dimensioni (diametro e lunghezza) dei pali da eseguire.

## PREPARAZIONE DEL FANGO BENTONITICO

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

## PERFORAZIONE

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immersionamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello, possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

## ARMATURE

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

## GETTO DEL CALCESTRUZZO

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto all'estremità superiore di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5- 0,6 m<sup>3</sup> e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superiori 20 cm, si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura).

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

## CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito a una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

### V.5.6. Pali trivellati con rivestimento provvisorio

## ATTREZZATURE

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

### Morsa muovi-colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

### Vibromorsa

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

### Utensile di scavo

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello a elevata energia demolitrice.

### TUBI-FORMA

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

### PERFORAZIONE

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

### Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

#### Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

#### Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### V.5.7. Pali trivellati a elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

### ATTREZZATURE

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

### PERFORAZIONE

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella a elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaimento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore con l'accordo della direzione dei lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

### ARMATURA

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto 56.5.1.

## GETTO DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata a una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari a evitare sbulbature ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

## CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, etc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

### V.5.8. Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, etc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche a utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento a opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

## ART. V.6. CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

### V.6.1. Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto

finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche

all'attrezzatura di un laboratorio idoneo a eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

#### V.6.2. Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo (da individuare tenuto conto anche della quantità e disposizione delle armature metalliche).

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente a essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

#### V.6.3. Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di 320 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con le modalità di cui alla norma uni 6393. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

#### V.6.4. Contenuto di acqua di impasto

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita e adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di 0.45, potrà ridursi con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione.

## RESISTENZE MECCANICHE

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica richiesti in progetto. Il controllo della resistenza a compressione avverrà mediante prove su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2 e UNI EN 12390-3.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma UNI EN 12390-5. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma UNI EN 12390-6. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

### V.6.5. Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato

#### ATTREZZATURA DI CANTIERE

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

## CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito e infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

## TEMPO DI MESCOLAMENTO

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo e, in ogni caso, non potrà essere inferiore a un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature

di confezionamento saranno completamente verificate e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

## TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

## DOCUMENTI DI CONSEGNA

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

#### V.6.6. Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

### PROGRAMMA DEI GETTI

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, etc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

### MODALITÀ ESECUTIVE E VERIFICA DELLA CORRETTA POSIZIONE DELLE ARMATURE

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, etc., dentro le casseforme;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;

- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, etc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, etc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

## REALIZZAZIONE DELLE GABBIE DELLE ARMATURE PER CEMENTO ARMATO

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

## ANCORAGGIO DELLE BARRE E LORO GIUNZIONI

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o

condizioni operative previste nel progetto esecutivo;

- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro  $\phi_n > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

#### GETTO DEL CALCESTRUZZO ORDINARIO

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

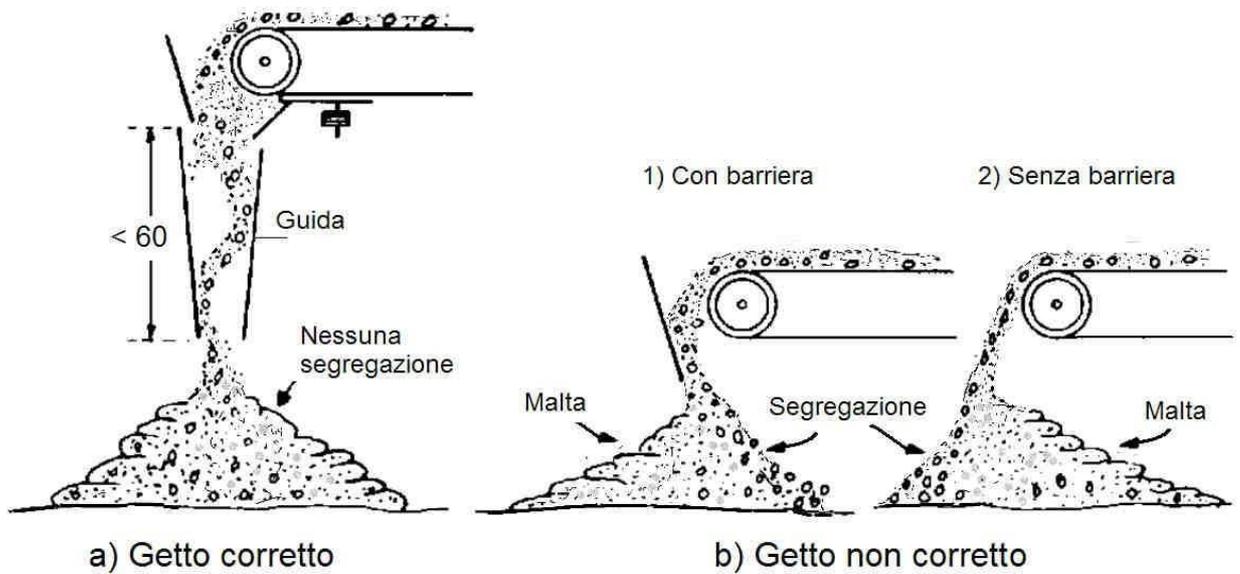
Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

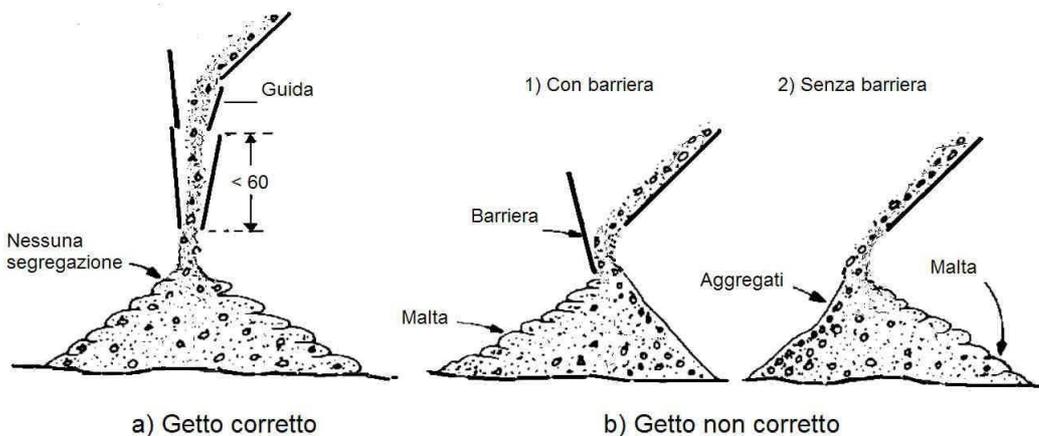
Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

\*\*\*\*\*



Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione



Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

#### GETTO DEL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi

omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

## GETTI IN CLIMI FREDDI

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura > + 5 °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è ≤ 0 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, etc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			

13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### GETTI IN CLIMI CALDI

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;

- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti. Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### RIPRESE DI GETTO. RIPRESE DI GETTO SU CALCESTRUZZO FRESCO E SU CALCESTRUZZO INDURITO

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

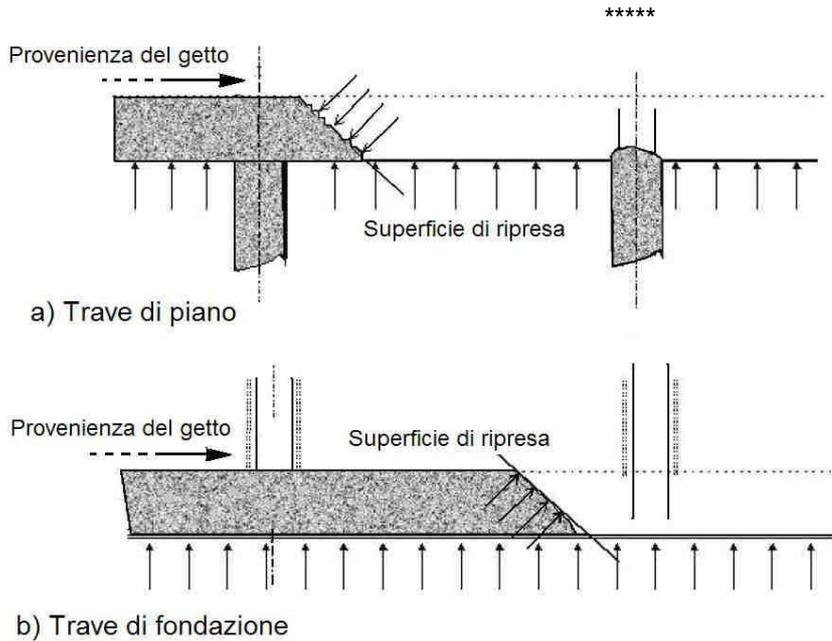
- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

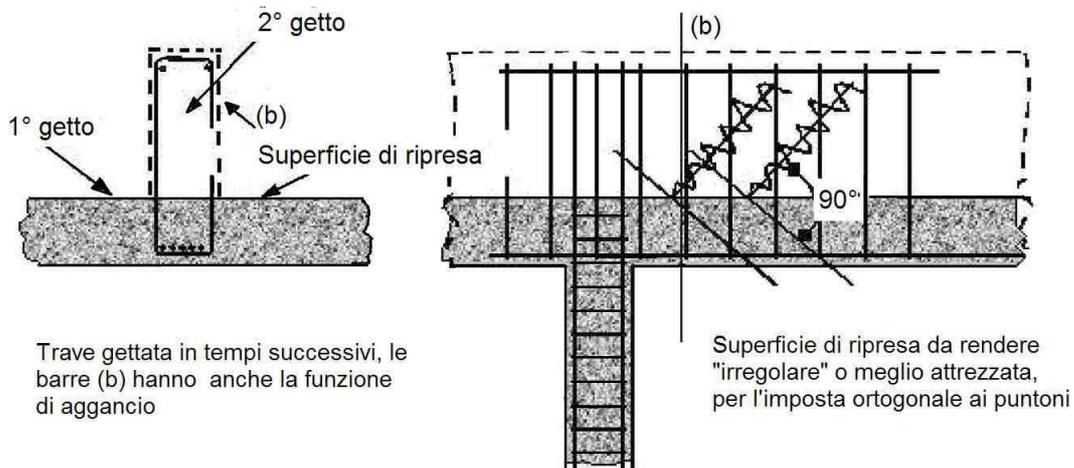
- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.  
 Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.



Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione



Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

### COMPATTAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendoli vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

## COMPATTAZIONE MEDIANTE VIBRAZIONE

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche a immersione o ad ago, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

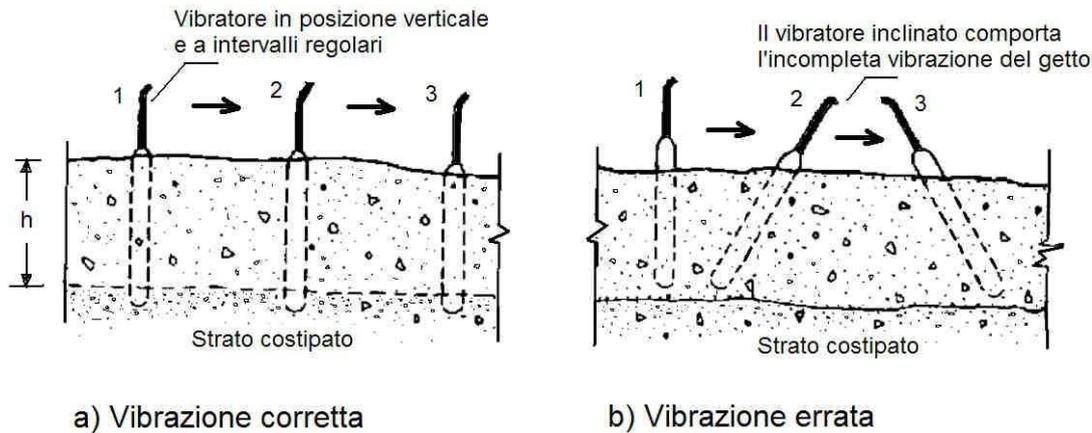
Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo stato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore a immersione.

I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'ideale sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

## STAGIONATURA

Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
  - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
  - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
  - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;

- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70 °C;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20 °C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

#### Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

#### Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

#### Cassaforma isolante

Il  $Dt \leq 20$  °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm o se il getto si trova contro terra.

### Sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

### Immersione in leggero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

### Coibentazione con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto tuttavia che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

### Durata della stagionatura

Con il termine durata di stagionatura si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 58.3 è riportata, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura t della superficie del calcestruzzo (°C)	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3

25 > t ≥ 15	1,0	2,0	3,0	5
15 > t ≥ 10	2,0	4,0	7,0	10
10 > t ≥ 5	3,0	6,0	10	15
<p>1 La velocità di sviluppo della resistenza r è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica fcm alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura &lt; 5 °C non deve essere computato come tempo di maturazione.</p>				

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e **nei punti di giunzione**;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

uni 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

uni 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

uni 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

uni 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

uni 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20 °C.

#### Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento aci 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

#### V.6.7. Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

### CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare o almeno contenere i difetti stessi.

#### Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

	Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme	Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
	Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
Per i pannelli	Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
	Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
	Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti	Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi

	Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante
--	-----------------------------	----------------------------	---

## CASSEFORME SPECIALI

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento da parte del calcestruzzo di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta, avanzano su rotaie e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento a un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali invece sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali invece il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di casserratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

## CASSEFORME IN LEGNO

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

### Legname per carpenteria

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	Spessore 2,5 cm Larghezza 8-16 cm Lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	Spessore 5 cm Larghezza 30-40 cm Lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	Sezione quadrata da 12 ´ 12 a 20 ´

		20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	Diametro min 12 cm Lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	Diametro 10-12 cm Lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	Da tavole (mascelle) Da travi (mozzature)	Lunghezza > 20 cm

## PULIZIA E TRATTAMENTO

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

## LEGATURE DELLE CASSEFORME E DISTANZIATORI DELLE ARMATURE

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che dovunque sia possibile gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

## STRUTTURE DI SUPPORTO

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, etc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi anche parzialmente al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna- piano, etc.).

## GIUNTI TRA GLI ELEMENTI DI CASSAFORMA

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

## PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

#### V.6.8. Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo prematuro delle strutture.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

#### DISARMANTI

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

uni 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;

uni 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

#### V.6.9. Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### V.6.10. Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

#### V.6.11. Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia invece dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate - come indicato ai punti precedenti - dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

#### DIFETTI SUPERFICIALI DELLE STRUTTURE, CAUSE E RIMEDI

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità. I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle 58.7-58.16, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)

Cause		Rimedi
Progettuali	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	Adeguare la disposizione delle armature
Casseforme	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
Messa in opera	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibrator insufficiente	Correggere l'uso dei vibrator

Tabella 58.8. Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma: cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm

Cause	Rimedi
-------	--------

Progettuali	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
Casseforme	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
Condizioni operative	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
Proprietà del calcestruzzo fresco	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
Messa in opera	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

Tabella 58.9. Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure

Cause	Rimedi
-------	--------

Casseforme	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
Messa in opera	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

Tabella 58.10. Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
Compattazione	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

Tabella 58.11. Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)

Cause		Rimedi
Progettuali	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibratorii, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
Casseforme	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne	Assicurare la continuità del getto

	e i solai o le travi)	
Proprietà del calcestruzzo fresco	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
Messa in opera	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.12. Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)

Cause		Rimedi
Progettuali	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
Casseforme	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
Messa in opera	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

Tabella 58.13. Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)

Cause	Rimedi
-------	--------

Casseforme	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
Condizioni operative	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.14. Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
Condizioni operative	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
	del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	
Proprietà del calcestruzzo fresco	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
Compattazione	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.15. Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)

Cause		Rimedi
Progettuali	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione

Condizioni operative	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato a indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
Proprietà del calcestruzzo fresco	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
Messa in opera	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
Compattazione	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.16. Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme o come conseguenza di difetti delle casseforme)

Cause		Rimedi
Progettuali	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
Casseforme	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto

Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratorii	Adeguare la vibrazione

#### V.6.12. Tolleranze dimensionali

#### PILASTRI

lunghezza  $\pm 1$  cm dimensione esterna  $\pm 0,5$  cm  
fuori piombo per metro di altezza 1/500 incavo per alloggiamento travi  $\pm 0,5$  cm

#### TRAVI

lunghezza  $\pm 2$  cm  
larghezza  $\pm 0,5$  cm  
altezza  $\pm 1$  cm  
svergolature per metro di lunghezza 1/1000

### ART. V.7. ARMATURE MINIME E LIMITAZIONI GEOMETRICHE DELLE SEZIONI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO

#### V.7.1. Dettagli costruttivi per le zone non sismiche

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 4.1.6.1.1 delle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### ARMATURA MINIMA DELLE TRAVI

L'area dell'armatura longitudinale  $A_{s,min}$  in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0.0013 \times b_t \times d \text{ dove}$$

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di  $b_t$  si considera solo la larghezza dell'anima)

$d$  è l'altezza utile della sezione.

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0.04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore a  $A_{st} = 1.5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque con passo non superiore a 0.8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

#### ARMATURA MINIMA DEI PILASTRI

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro area non deve essere inferiore a:

$$A_{s,\min} = 0.003 A_c$$

dove  $A_c$  è l'area di calcestruzzo.

Le armature trasversali devono essere poste a interasse non maggiore di dodici volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare  $A_{s\max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

#### COPRIFERRO E INTERFERRO

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non inferiore a 15 mm.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in tabella 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle Norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli) e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, etc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc).

Ai valori della tabella 60.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 60.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo la tabella 2.4.I delle Norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{\min}$ , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, etc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella 60.1. Valori minimi di copri ferro

			Barre da cemento armato		Cavi da cemento armato precompresso		Cavi da cemento armato precompresso			
			Elementi a piastra		Altri elementi		Elementi a piastra		Altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	$C \geq C0$	$Cmin \leq C < C0$	$C \geq C0$	$Cmin \leq C < C0$	$C \geq C0$	$Cmin \leq C < C0$	$C \geq C0$	$Cmin \leq C < C0$
c25/30	c35/4	Ordinar	15	20	20	25	25	30	30	35
	5	io								
c28/35	c40/50	Aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
c35/45	c45/55	Molto aggressivo	35	40	40	45	45	50	50	55

#### V.7.2. Dettagli costruttivi per le zone sismiche

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera sia alle strutture in cemento armato prefabbricate (paragrafo 7.4.6 ntc). I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

### ART. V.8. ESECUZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO

#### V.8.1. Composizione degli elementi strutturali

##### SPESSORI LIMITE

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino a uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

##### PROBLEMATICHE SPECIFICHE

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;

- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

## GIUNTI DI TIPO MISTO

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

### V.8.2. Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN iso 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN iso 15614-1.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN iso 14555. Valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà inoltre essere rispettata la norma UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN iso 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN iso 5817. Per strutture soggette a fatica invece si adotterà il livello B della stessa norma.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi x o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma UNI EN 473, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN iso 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella

65.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 65.1. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s < 30mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN iso 3834	Elementare en iso 3834-4	Medio en iso 3834-3	Medio en iso 3834-3	Completo en iso 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

## RACCOMANDAZIONI E PROCEDURE

UNI EN 288-3 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;

UNI EN iso 4063 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;

UNI EN 1011-1 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 1. Guida generale per la saldatura ad arco;

UNI EN 1011-2 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 2. Saldatura ad arco per acciai ferritici;

UNI EN 1011-3 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 3. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;

UNI EN 1011-4 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;

UNI EN 1011-5 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

## PREPARAZIONE DEI GIUNTI

UNI EN 29692 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

## QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI

UNI EN 287-1 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai; UNI EN 1418 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.

### *V.8.3.* Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati a essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati ma possono essere invece zincati a caldo.

## NORME DI RIFERIMENTO

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;

UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;

UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;

UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;

UNI EN iso 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 1. Introduzione generale;

UNI EN iso 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 2. Classificazione degli ambienti;

UNI EN iso 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 3. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN iso 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 4. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN iso 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 6. Prove di laboratorio per le prestazioni;

UNI EN iso 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 7. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

## CAPO VI: ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

### ART. VI.1. CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

#### VI.1.1. Resistenza caratteristica

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce resistenza caratteristica la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

#### VI.1.2. Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

#### VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi) e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma UNI EN 206-1).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, etc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### PROVE COMPLEMENTARI

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, a integrazione delle precedenti prove.

### VI.1.3. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

### VI.1.4. Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:

- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

Tabella 124.1. Controlli di accettazione

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )
dove $R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $R_i$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $s$ = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

### VI.1.5. Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

#### PRELIEVO DI CAMPIONI

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere a identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta resistenza di prelievo, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

## DIMENSIONI DEI PROVINI

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma UNI EN 12390-3. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma UNI EN 12390-1 indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo:
- lato b (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .
  - provini cilindrici:
- diametro d (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
  - altezza pari a due volte il diametro;
  - tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.
  - provini prismatici:
- lato di base b (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - lunghezza maggiore o uguale a 3,5 b;
  - tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm. La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d$  (b).

## CONFEZIONAMENTO DEI PROVINI

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma uni 12390-2, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm  $\times$  25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con diametro 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma uni 12390-2 indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore a immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

## CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORMI CALIBRATE PER PROVINI

Le casseforme calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma UNI EN 12390-1, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, etc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma UNI EN 12390-1.

Le caratteristiche costruttive delle casseforme devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseforme in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori a incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma UNI EN 12390-1.

## MARCATURA DEI PROVINI

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, etc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

## VERBALE DI PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO IN CANTIERE

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;

- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma uni 12390-2;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

#### DOMANDA DI PROVA AL LABORATORIO UFFICIALE

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### CONSERVAZIONE E MATURAZIONE

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo devono avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma UNI EN 12390-2 devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'impallaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la resistenza di prelievo, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

#### RESOCONTO DELLA PROVA DI COMPRESSIONE

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con

l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

## ART. VI.2. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

### VI.2.1. Prove per la misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sottoelencati non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

La norma UNI EN 206-1 raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono:  $\geq 10$  mm e  $\leq 210$  mm;
- tempo Vebè:  $\leq 30$  secondi e  $> 5$  secondi;
- indice di compattabilità:  $\geq 1,04$  e  $< 1,46$ ;
- spandimento:  $> 340$  mm e  $\leq 620$  mm.

Tabella 125.1. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	Semifluida
S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	$> 210$	-

Tabella 125.2. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Tempo Vebè (s)
-----------------------	----------------

V0	<sup>3</sup> 31
V1	Da 30 a 21
V2	Da 20 a 11
V3	Da 10 a 6
V4	Da 5 a 3

Tabella 125.3. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≤ 340
FB2	Da 350 a 410
FB3	Da 420 a 480
FB4	Da 490 a 550
FB5	Da 560 a 620
FB6	<sup>3</sup> 630

Tabella 125.4. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	<sup>3</sup> 1,46
C1	Da 1,45 a 1,26
C2	Da 1,25 a 1,11
C3	Da 1,10 a 1,04

#### VI.2.2. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma uni 6393 (ritirata senza sostituzione) è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 12350-1.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

#### VI.2.3. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (uni 7122) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

## ART. VI.3. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA

### VI.3.1. Le finalità

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme uni.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza in situ dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, etc.)

qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale. Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi.

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

#### VI.3.2. Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla UNI EN 13791.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente a una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

#### VI.3.3. Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme uni e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, etc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, etc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate dipende la significatività della stima della resistenza.

La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

Tabella 126.1. Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza
-----------------	-------	------------------------	----------------------	-------------------------------------	---

			struttura		misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata
<p><sup>1</sup> La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, etc.). <sup>2</sup> La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.</p>					

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.

La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche per elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

Tabella 126.2. Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità (%)	Limiti di confidenza ( $\pm\%$ ) al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
-----------------	--	--	--

Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

#### VI.3.4. Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi a un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma UNI EN 13791, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3, nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio), o paragrafo 8.2.4, nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

#### VI.3.5. Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo in situ può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c \leq 20 \text{ N/mm}^2$ ) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, etc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma UNI EN 13791.

### LINEE GENERALI

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto

all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;

- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o la preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova possono non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

#### Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla UNI EN 12504-1:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

#### NORME DI RIFERIMENTO

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle norme:

UNI EN 12504-1 - Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;

UNI EN 12390-1 - Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni e altri requisiti per provini e per casseforme;

UNI EN 12390-2 - Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;

UNI EN 12390-3 - Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;

UNI EN 13791 - Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.

#### VERBALE DI PRELEVAMENTO DEI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO INDURITO

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la UNI EN 12504-1, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;

- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### VI.3.6. Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della stessa UNI EN 13791 mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti a indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma UNI EN 13791.

#### CALIBRATURA DELLE CURVE DI CORRELAZIONE TRA RISULTATI DI PROVE NON DISTRUTTIVE E LA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma UNI EN 13791. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte a indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

## DETERMINAZIONE DI ALTRE PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO IN OPERA: DIMENSIONI E POSIZIONE DELLE ARMATURE E STIMA DELLO SPESSORE DEL COPRIFERRO

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati misuratori di ricoprimento o pacometri.

### VI.3.7. Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ( $R_{opera,m}$ ), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto  $R_{progetto,cm}$ :

$$R_{opera, m} \geq 0,85 R_{progetto,cm} \text{ N/mm}^2$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle Norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto  $R_{progetto,cm}$ .

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma UNI EN 13791, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto  $R_{ck}$  alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto  $f_{ck}$ , con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \text{ N/mm}^2$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La  $R_{opera,ck}$  deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma UNI EN 13791 che prevede un controllo di tipo statistico nel caso che la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2) e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.); in sintesi si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0,85 R_{progetto,ck} \text{ N/mm}^2$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma UNI EN 13791.

### LA NON CONFORMITÀ DEI CONTROLLI D'ACCETTAZIONE

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma UNI EN 13791:

- 1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se:

$f_{opera,m} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$  e  
 $f_{opera, min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

dove

$f_{progetto,ck}$  = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto  $f_{opera,m}$  = valore medio delle resistenze a compressione delle carote

$f_{opera,min}$  = valore minimo di resistenza a compressione delle carote

$s$  = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali. Se il valore di  $s$  è minore di 2,00 N/mm<sup>2</sup> si assume pari a 2,00 N/mm<sup>2</sup>.

Il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla en 206-1. In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno 2 carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se:

$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

2) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei 2 punti di prelievo delle carote ese:

$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

## ART. VI.4. PROVE DI CARICO SUI PALI DI FONDAZIONE

### VI.4.1. Prove di verifica in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte a un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche sle.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche sle.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto, se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

#### VI.4.2. Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.

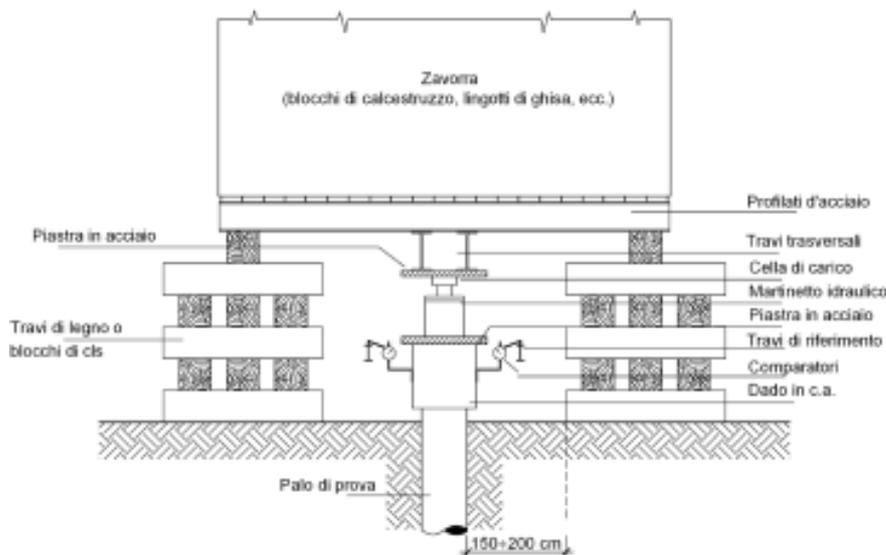


Figura 128. 1

Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato

#### VI.4.3. Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

#### PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

## VERBALE DI PROVA DI CARICO SU PALO DI FONDAZIONE

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, etc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

## ART. VI.5. CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI DI FONDAZIONE

### VI.5.1. Criteri generali

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d \geq 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

### VI.5.2. Prove di eco sonico

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che deve essere impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, etc.).

Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) e a pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo - resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone - con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco.

La lunghezza del palo oggetto di controllo o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo stesso, è determinata dalla relazione:

$$2L = t \cdot V \text{ dove}$$

L = lunghezza del palo

V = velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo

t = tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al palo.

#### VI.5.3. Prova di ammettenza meccanica verticale

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, etc.), il vincolo d'interfaccia laterale e il grado di incastro alla base, nonché la rigidità elastica del sistema palo terreno.

La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe essere libera e accessibile.

#### VI.5.4. Metodo Cross-hole

Per l'esecuzione del controllo cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3,4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35,42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico.

Con metodo cross-hole è possibile indagare soltanto la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde. Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, etc.

#### VI.5.5. Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio, si deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato.

#### VI.5.6. Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### ART. VI.6. CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO

#### VI.6.1. Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma cnr uni 10011 (ritirata senza sostituzione);
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

#### VI.6.2. Qualificazioni del personale e dei procedimenti di saldatura

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 15614-1.

### NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 287-1 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai;

UNI EN 1418 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici;

UNI EN iso 15614-1 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.

### VI.6.3. Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma UNI EN 12062.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti fasi:

- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

### VI.6.4. Controlli non distruttivi

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle Norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche) ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi x o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati secondo la norma UNI EN 473.

## NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12062 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;

UNI EN 473 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali;

UNI EN 1713 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;

UNI EN 1714 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;

UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità;

UNI EN 1290 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;

UNI EN 12062 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;

UNI EN 473 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

#### VI.6.5. Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore.

Il paragrafo 11.3.4.5 delle Nuove norme tecniche stabilisce che, per giunti a piena penetrazione, si possono impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare solo il controllo con gli ultrasuoni.

Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere qualificato in conformità alla norma UNI EN 473 e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati da esaminare.

#### IL VOLUME DEL GIUNTO DA ESAMINARE. LA PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

Si premette che, con riferimento alla norma UNI EN 1714, il volume da esaminare deve comprendere, oltre alla saldatura, anche il materiale base, per una larghezza di almeno 10 mm da ciascun lato della stessa saldatura, oppure il controllo delle zone laterali termicamente alterate.

In generale, la scansione del fascio di onde ultrasoniche deve interessare tutto il volume in esame.

Le superfici oggetto di controllo e in particolare quelle di applicazione delle sonde, devono essere prive di sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, spruzzi di saldature, etc.).

#### NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1712 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;

UNI EN 1713 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;

UNI EN 1714 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;

UNI EN 583-1 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 1: Principi generali;

UNI EN 583-2 - Prove non distruttive. Esami ad ultrasuoni. Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi;

UNI EN 583-3 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Tecnica per trasmissione;

UNI EN 583-4 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie;

UNI EN 583-5 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità;

UNI EN 12223 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1;

UNI EN 27963 - Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature;

UNI EN 473 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

#### VI.6.6. Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiere e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma UNI EN 435.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (paragrafo 11.3.4.5 delle Nuove norme tecniche).

Norme di riferimento

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;

UNI EN 10246-10 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;

UNI EN 12517-1 - Controllo non distruttivo delle saldature. Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe. Livelli di accettazione.

#### VI.6.7. Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d \text{ dove}$$

$d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone

$N_s = 0,80 \cdot f_k \cdot N \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_k \cdot N$  la tensione di snervamento.

La norma cnr uni 10011 (ritirata senza sostituzione) detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella 130.1. Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (fonte: cnr 10011)

Diametro D (m)	Area resistente $A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )	Coppia di serraggio $T_s$ (N · m)					Forza normale $T_s$ (kN)				
		4.6	5.6	6.6	8.8	10.9	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9
		4.6	5.6	6.6	8.8	10.9	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9

12 14	84 115	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
16	157	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
18 20	192	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
22	245	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
24 27	303	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
30	353	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
	459	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
	561	476	595	714	111	138	88	110	132	206	257
		646	808	969	0	8	108	135	161	251	314
					150	188					
					8	5					

Il serraggio dei bulloni può, inoltre, essere effettuato anche mediante serraggio a mano o con chiave a percussione, fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado compresa fra 90° e 120°, con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio, la norma cnr uni 10011 (ritirata senza sostituzione) consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a 60° e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Il controllo in situ deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:

- valore della coppia di serraggio;
- mancanza del bullone;
- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, etc.