

Comune di Formigine



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

*Adeguamento sismico della palestra e spogliatoi
Scuola Statale Secondaria di I grado "A. Fiori"*

CUP: E19F19000020004

Via Pio Donati, 8, 41043 Formigine MO

PROGETTO ESECUTIVO



Progetto a cura di:



ingegneri riuniti
Ingegneria Architettura Ambiente

Direttore Tecnico: Ing. Emanuele Gozzi

Progettista:

Ing. Luca Reggiani

Collaboratori:

Ing. Francesco Giliberti

Dott. Ing. Giovambattista Grimaldi

Stazione appaltante:

Comune di Formigine (MO)

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Laura Fantini

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO -
PARTE TECNICA**

Codice Progetto

1861 LR PR

Scala

-

Codice Elaborato

E-00-G-R-03

a	Settembre 2022	emissione	lr	lr
Rev.	Data	Descrizione revisione	Dis.	Contr.

Comune di Formigine (MO)
Servizio Lavori Pubblici - Patrimonio
Via Unità d'Italia, 26 - 41043 Formigine (MO)

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Parte tecnica

INDICE

CAPO I -	RISPETTO DELLA NORMATIVA INERENTE I CRITERI AMBIENTALI MINIMI.....	6
ART. 1	QUADRO GENERALE	6
ART. 2	SELEZIONE DEI CANDIDATI	7
ART. 3	VARIANTI	7
ART. 4	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI.....	8
4.1	CRITERI COMUNI A TUTTI I COMPONENTI EDILIZI	8
4.2	CRITERI SPECIFICI PER I COMPONENTI EDILIZI	8
ART. 5	SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE.....	10
5.1	DEMOLIZIONI E RIMOZIONE DEI MATERIALI	10
5.2	PRESTAZIONI AMBIENTALI.....	10
5.3	PERSONALE DI CANTIERE	11
5.4	SCAVI E RINTERRI.....	12
CAPO II -	SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	12
ART. 6	MATERIALI IN GENERE.....	12
ART. 7	MATERIALI PER I QUALI È RICHIESTA LA PROTEZIONE AL FUOCO	13
7.1	REQUISITI DI POSA IN OPERA	14
7.2	IMPIEGO DEI PRODOTTI	14
ART. 8	ACQUA, CALCI, CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI, GESSO	14
ART. 9	MATERIALI INERTI E AGGIUNTIVI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE	15
ART. 10	ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO.....	16
CAPO III -	NORME SPECIFICHE DI ESECUZIONE	17
ART. 11	OPERAZIONI PRELIMINARI, RILIEVI, CAPISALDI, TRACCIATI, PROCEDURE DI GESTIONE DELLE TERRE 17	
ART. 12	CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO – JET GROUTING	18
ART. 13	SCAVI IN GENERE	20
13.1	GENERALITÀ	20
13.2	SCAVI DI SBANCAMENTO	20
13.3	SCAVI DI FONDAZIONE.....	21
ART. 14	SISTEMI DI AGGOTTAMENTO DELLA FALDA – WELL-POINT	21
ART. 15	RINTERRI	22
ART. 16	PARATIE E OPERE DI SOSTEGNO DEI FRONTI DI SCAVO	22
16.1	PALANCOLE.....	23
ART. 17	DEMOLIZIONI	25
17.1	SMONTAGGI ACCURATI E DEMOLIZIONI.....	25
ART. 18	REALIZZAZIONE DI PALI	25
18.1	CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.....	25
18.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	27
18.3	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	48
18.4	CONTROLLI DI QUALITA'	49
18.5	PROVE DI CARICO	49

18.6	SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITA'	58
18.7	PALIFICATA CON L'IMPIEGO DI PALI IN C.A. CENTRIFUGATO	72
ART. 19	MAGRONI	73
ART. 20	OPERE E STRUTTURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	73
20.1	VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO	73
20.2	IMPASTI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	74
20.3	REQUISITI GENERALI	74
20.4	CASSEFORME	90
20.5	CONTROLLI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	92
20.6	NORME DI ESECUZIONE PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE	93
20.7	QUALIFICAZIONE DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	93
20.8	QUALIFICAZIONE DEI COMPONENTI	94
20.9	MALTE SPECIALI PER INGHISAGGI	96
20.10	PROVE DI OMOGENEITA' E LAVORABILITA' DEL CALCESTRUZZO	96
20.11	PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE	96
20.12	SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ PER CONFEZIONAMENTO CONGLOMERATO CEMENTIZIO	97
20.13	APPROVAZIONE DELLA DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE	99
20.14	IMPERMEABILIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO TIPO VASCA BIANCA	101
ART. 21	ACCIAIO PER C.A.	103
21.1	LE FORME DI CONTROLLO OBBLIGATORIE	103
21.2	LA MARCATURA E LA RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI	103
ART. 22	ACCIAI DA COSTRUZIONE E COMPONENTI ACCESSORI	112
22.1	GENERALITÀ	112
22.2	RILIEVI E TRACCIAMENTI	112
22.3	MONTAGGIO	112
22.4	SALDATURE	113
22.5	TRATTAMENTO SUPERFICIALE	114
22.6	COLLAUDO E PROVE DI CARICO	114
ART. 23	OPERE E STRUTTURE DI MURATURA	115
23.1	MALTE PER MURATURE	115
23.2	MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE	116
ART. 24	ANCORAGGI STRUTTURALI SU ELEMENTI ESISTENTI	116
ART. 25	VESPAI	117
ART. 26	CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI	117
25.1	CONSOLIDAMENTO MURATURE (GENERALITÀ)	117
25.2	CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INTONACO ARMATO E/O INCAMICIATURA	117
25.3	CREAZIONE DI PLACCAGGI CON PROFILATI METALLICI	118
ART. 27	RIVESTIMENTI PROTETTIVI	118
26.1	DESCRIZIONI E CLASSIFICAZIONI	118
26.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	119
26.3	ZINCATURA	123
26.4	PROTEZIONE ANTINCENDIO	124

26.5	SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI	124
ART. 28	ESECUZIONE DELLE PARETI, PARTIZIONI E CONTROPARETI INTERNE	125
27.1	PARETI E PARTIZIONI IN LATERIZIO E SIMILI	125
27.2	PARETI E CONTROPARETI IN CARTONGESSO	125
ART. 29	SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI	126
29.1	GENERALITA'	126
29.2	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI RIGIDI	127
29.3	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLESSIBILI	127
29.4	SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLUIDI	128
29.5	PARETI IN CARTONGESSO	129
ART. 30	IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE	130
ART. 31	SISTEMI DI RIVESTIMENTO PARETI E COPERTURE CON LAMIERE METALLICHE	130
ART. 32	PRODOTTI A BASE DI LEGNO	131
ART. 33	OPERE DI SISTEMAZIONE ESTERNA	132
33.1	OPERE DI SCAVO PER POSA TUBAZIONI, REINTERRO, RIPRISTINO	132
33.2	DEMOLIZIONI	133
33.3	REINTERRO DEGLI SCAVI CON MATERIALI INERTI DI TIPO CALCAREO STABILIZZATI CON LEGANTE ARTIFICIALE	134
33.4	REINTERRO DEGLI SCAVI CON MATERIALI SABBIOSI STABILIZZATI CON LEGANTE ARTIFICIALE	134
33.5	POZZETTI DI ISPEZIONE DELLE FOGNATURE E POZZETTI DI SCOLO DELLE ACQUE PIOVANE	135
33.6	FOGNATURE IN PVC	136
33.7	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	139
33.8	SOVRASTRUTTURA PERCORSI CARRABILI INTERNI AL LOTTO	144
33.9	COSTRUZIONE DI CORDONATE E CUNETTE	155
33.10	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	156
33.11	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE	156
33.12	OPERE A VERDE	157
33.13	CANALIZZAZIONE PER SERVIZI A RETE M.T., B.T., I.P.	159
CAPO IV -	NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE	159
ART. 34	ASSISTENZE MURARIE IN GENERE	159
ART. 35	NOLI	160
ART. 36	TRASPORTI	160
ART. 37	COLLOCAMENTO IN OPERA – NORME GENERALI	160
ART. 38	IMPIEGO DELLA MANODOPERA	161
ART. 39	RISPETTO DELLE NORMATIVE DI PREVENZIONE INCENDI E SULLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	161
CAPO V -	NORME PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DELL'OPERA	161
ART. 40	ASPETTI GENERALI DEL CANTIERE	161
ART. 41	COMPETENZE SPECIFICHE DELL'IMPRESA EDILE: COORDINAMENTO DEI LAVORI E DELLE PROCEDURE DI SICUREZZA	162
ART. 42	PRESCRIZIONI OPERATIVE PARTICOLARI	162
42.1	STRUTTURE IN GENERE	162
42.2	REALIZZAZIONE DI PROTOTIPI PER COMPONENTI EDILIZI SU MISURA	163

CAPO VI -	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI	163
ART. 43	INCLUSIONI ED ESCLUSIONI	163
ART. 44	CONDIZIONI COMUNI A TUTTI I LAVORI E MATERIALI	163
ART. 45	PROVE DI CARICO IN CORSO D'OPERA	163
ART. 46	PROVE SPECIALI SUI MATERIALI	164
ART. 47	ORDINE DA SEGUIRSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	164
ART. 48	POTERI E ORDINI DELLA DIREZIONE LAVORI	164
ART. 49	SEQUENZE OPERATIVE E PROGRAMMI	165
ART. 50	RESPONSABILITÀ TECNICA DELL'APPALTATORE.....	165
ART. 51	RESPONSABILI DI CANTIERE.....	165
ART. 52	VARIANTI AL PROGETTO.....	165
ART. 53	PRESCRIZIONI GENERALI DI TUTELA AMBIENTALE	166
ART. 54	RAPPORTI CON ENTI DI CONTROLLO - DOCUMENTAZIONE	166
ART. 55	RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE PER CONTAMINAZIONE AMBIENTALE	167
ART. 56	GESTIONE RIFIUTI	167
ART. 57	ABBATTIMENTO POLVERI	168
ART. 58	SMANTELLAMENTO CANTIERE E RIPRISTINI FINALI	168
CAPO VII -	NORME FINALI.....	168
ART. 59	ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	168
ART. 60	OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE	170
ART. 61	ONERI SPECIFICI RICOMPRESI NELL'APPALTO	171
61.1	OPERE DI SOSTEGNO (PALI E MICROPALI)	171
61.2	FONDAZIONI	171
61.3	SOLAI E SOLETTE IN CLS ARMATO	171
61.4	PILASTRI E SETTI STRUTTURALI IN CLS ARMATO	171
61.5	PONTEGGI ZAVORRATI.....	172
61.6	CARPENTERIE LIGNEE.....	172
61.7	CARPENTERIE METALLICHE.....	172
61.8	PUNTONI SU TRAVE DI CORREA.....	172
ART. 62	PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE	172
ART. 63	CUSTODIA DEL CANTIERE.....	173
ART. 64	CARTELLO DI CANTIERE	173
ART. 65	SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE.....	174
ART. 66	NORME DI MISURAZIONE	175
66.1	DEMOLIZIONE E RIMOZIONE.....	175
66.2	STRUTTURE IN LEGNO	175
66.3	STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA.....	175
66.4	IMPERMEABILIZZAZIONE E ISOLAMENTI.....	176

CAPO I - RISPETTO DELLA NORMATIVA INERENTE I CRITERI AMBIENTALI MINIMI

ART. 1 QUADRO GENERALE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno dalle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché essi, ad insindacabile giudizio della Direzione, siano riconosciuti accettabili e rispondenti ai requisiti appresso stabiliti ed alle caratteristiche indicate nei successivi articoli ed alle voci in elenco.

In ottemperanza al Piano d'Azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della Pubblica Amministrazione e a quanto contenuto nelle Comunicazioni su consumo e produzione sostenibile (COM 397-2008) e sul GPP (COM 400-2008) adottate dal Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea e s.m.i., i materiali forniti dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel DECRETO 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici". (17A07439) (GU Serie Generale n.259 del 06-11-2017), ovvero essere forniti ove possibile di certificato ECOLABEL, ed essere improntati a principi di tutela delle risorse naturali e di risparmio energetico, con particolare riferimento ai punti:

2.3 Specifiche tecniche dell'edificio

2.4 Specifiche tecniche dei componenti edilizi

2.5 Specifiche tecniche del cantiere

2.7 Condizioni di esecuzione (Clausole contrattuali)

In linea generale si stabilisce il principio al quale l'Appaltatore si dovrà inderogabilmente uniformare - che tutti i materiali impiegati dovranno essere di buona qualità, ben conservati, privi di qualsiasi difetto, di costruzione o provocato da danni subiti durante il trasporto e l'immagazzinamento e di caratteristiche tecniche e funzionali adeguate alla loro destinazione ed idonee allo scopo per il quale vengono utilizzati.

Essi dovranno altresì soddisfare - per gli specifici campi di applicazione - ogni norma vigente in ordine alle caratteristiche tecniche o di impiego di ciascun singolo materiale o manufatto, ivi comprese, ove esistenti, le relative norme UNI (o, in loro mancanza, progetti di unificazione) e l'obbligo di marcatura CE come prescritto dal DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106 che disciplina l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, il quale fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione ed abroga la direttiva 89/106/CEE.

Prima dell'inizio dei lavori (o quanto meno di ogni singola categoria di opere) l'Impresa appaltatrice, a semplice richiesta verbale della D.L., dovrà presentare scheda tecnica, dichiarazione di prestazione e campionatura dei materiali e manufatti che intende impiegare, ovvero fornire sufficienti e non equivocabili elementi di informazione (marca e tipo, provenienza, depliant illustrativi risultati di prove di laboratorio, certificati ufficiali, ecc.) atti ad individuarne le caratteristiche di qualità e di impiego, od ancora eseguire direttamente in sito campionature di getti, murature, intonaci, tinteggiature, ecc..

La D.L., esaminate le campionature e gli elementi di informazione suddetti, darà il benestare all'impiego od all'esecuzione oppure, nel caso in cui materiali e manufatti non vengano ritenuti di qualità e caratteristiche convenienti, ordinerà la presentazione di ulteriori campionature o darà essa stessa precise indicazioni sui materiali da impiegare.

La scelta tra materiali di uguali od analoghe caratteristiche tecnico-costruttive e prestazioni funzionali, ma di diversa forma od aspetto è demandata alla esclusiva ed insindacabile facoltà della Direzione Lavori. In linea di principio simili materiali non risultano graditi e saranno di difficile accettazione.

La D.L. potrà altresì, in qualsiasi momento in corso d'opera procedere in cantiere al prelievo di campioni di materiali e sottopori, o farli sottoporre, a tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie al fine di accertarne la rispondenza alle condizioni di Capitolato ed allo scopo o funzione cui sono destinati.

Qualora da tali prove o verifiche risultino difformità qualificative inaccettabili, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ordinerà la sostituzione dei materiali suddetti anche se in tutto o in parte installati, restando gli oneri conseguenti - nonché quelli relativi al ripristino delle opere ed alla successiva reinstallazione di materiali idonei - a completo carico dell'Appaltatore.

Resta infine espressamente inteso che conformemente a quanto disposto dall'art. 15 comma 2 del Capitolato Generale di appalto per le opere pubbliche "l'accettazione dei materiali è definitiva solo dopo la loro messa in opera" e che il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo la introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa non fossero conformi alle condizioni del contratto, e l'Appaltatore dovrà rimuovere dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese rimanendo altresì responsabile di ogni onere conseguente.

I materiali utilizzati per le strutture dovranno essere sottoposti a procedure di controllo stabilite dal capitolo 11 "MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE" del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni".

ART. 2 SELEZIONE DEI CANDIDATI

L'offerente deve essere in possesso di una registrazione EMAS (regolamento n. 1221/2009 sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit), in corso di validità, oppure una certificazione secondo la norma ISO 14001 o secondo norme di gestione ambientale basate sulle pertinenti norme europee o internazionali, certificate da organismi di valutazione della conformità.

L'appaltatore deve rispettare i principi di responsabilità sociale assumendo impegni relativi alla conformità a standard sociali minimi e al monitoraggio degli stessi.

L'appaltatore deve aver applicato le Linee Guida adottate con decreto ministeriale 6 giugno 2012 «Guida per l'integrazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici», volte a favorire il rispetto di standard sociali riconosciuti a livello internazionale e definiti dalle seguenti Convenzioni internazionali:

- ☐ le otto Convenzioni fondamentali dell'ILO n. 29, 87, 98, 100, 105, 111, 138 e 182;
- ☐ la Convenzione ILO n. 155 sulla salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro;
- ☐ la Convenzione ILO n. 131 sulla definizione del «salario minimo»;
- ☐ la Convenzione ILO n. 1 sulla durata del lavoro (industria);
- ☐ la Convenzione ILO n. 102 sulla sicurezza sociale (norma minima);
- ☐ la «Dichiarazione universale dei diritti umani»;
- ☐ art. n. 32 della «Convenzione sui diritti del fanciullo»

L'offerente può dimostrare la conformità al criterio presentando la documentazione delle etichette che dimostrino il rispetto dei diritti oggetto delle Convenzioni internazionali dell'ILO sopra richiamate, lungo la catena di fornitura, quale la certificazione SA 8000:2014 o equivalente, (quali, ad esempio, la certificazione BSCI, la Social Footprint), in alternativa, deve dimostrare di aver dato seguito a quanto indicato nella Linea Guida adottata con decreto ministeriale 6 giugno 2012 «Guida per l'integrazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici». Tale linea guida prevede la realizzazione di un «dialogo strutturato»

lungo la catena di fornitura attraverso l'invio di questionari volti a raccogliere informazioni in merito alle condizioni di lavoro, con particolare riguardo al rispetto dei profili specifici contenuti nelle citate convenzioni, da parte dei fornitori e subfornitori.

L'efficace attuazione di modelli organizzativi e gestionali adeguati a prevenire condotte irresponsabili contro la personalità individuale e condotte di intermediazione illecita o sfruttamento del lavoro si può dimostrare anche attraverso la delibera, da parte dell'organo di controllo, di adozione dei modelli organizzativi e gestionali ai sensi del decreto legislativo 231/01.

ART. 3 VARIANTI

Per evitare che in fase di esecuzione dei lavori vengano apportate modifiche non coerenti con la progettazione, sono ammesse solo varianti migliorative rispetto al progetto oggetto dell'affidamento redatto nel rispetto dei CAM, ossia che la variante preveda prestazioni superiori rispetto al progetto approvato.

4.1 CRITERI COMUNI A TUTTI I COMPONENTI EDILIZI**Disassemblabilità**

Almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali.

L'impresa dovrà fornire l'elenco di tutti i componenti edilizi e dei materiali che possono essere riciclati o riutilizzati, con l'indicazione del relativo peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio.

Materia recuperata o riciclata

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali.

L'impresa deve fornire l'elenco dei materiali costituiti, anche parzialmente, da materie recuperate o riciclate ed il loro peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Sostanze pericolose

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente:

1. additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso.

2. sostanze identificate come «estremamente preoccupanti» (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso;

3. sostanze o miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo:

- come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351, H361f, H361d, H361fd, H362);
- per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331);
- come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2 (H400, H410, H411);
- come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H371, H372, H373).

Per quanto riguarda la verifica del punto 1, l'appaltatore deve presentare dei rapporti di prova rilasciati da organismi di valutazione della conformità. Per la verifica dei punti 2 e 3 l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto degli stessi. Tale dichiarazione dovrà includere una relazione redatta in base alle Schede di Sicurezza messe a disposizione dai produttori.

4.2 CRITERI SPECIFICI PER I COMPONENTI EDILIZI**Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati**

I calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul 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 materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Elementi prefabbricati in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo utilizzati nell'opera devono avere un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Laterizi

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materie riciclate e/o recuperate (sul secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano, oltre a materia riciclata e/o recuperate, anche sottoprodotti e/o terre e rocce da scavo, la percentuale deve essere di almeno il 15% sul peso del prodotto.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materie riciclate e/o recuperate (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano, oltre a materia riciclata e/o recuperate, anche sottoprodotti e/o terre e rocce da scavo, la percentuale deve essere di almeno il 7,5% sul peso del prodotto.

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Ghisa, ferro, acciaio

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;

- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

ART. 5 **SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE**

5.1 DEMOLIZIONI E RIMOZIONE DEI MATERIALI

Le demolizioni e le rimozioni dei materiali devono essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:

- nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di edifici, parti di edifici, manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio;
- il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:
 - individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
 - una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
 - una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
 - una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

L'offerente deve presentare una verifica precedente alla demolizione che contenga le informazioni specificate nel criterio, allegare un piano di demolizione e recupero e una sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

5.2 PRESTAZIONI AMBIENTALI

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), le

attività di cantiere devono garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato) ;
- Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, etc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:
 - accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi pubbliche e private;
 - tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
 - eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee: gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, la relazione tecnica deve contenere anche l'individuazione puntuale delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente

circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie delle lavorazioni. La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- le misure adottate per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;
- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (tipo di cassonetti/contenitori per la raccolta differenziata, le aree da adibire a stoccaggio temporaneo, etc.) e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D);
- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.
- Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:
- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla «Watch-list della flora alloctona d'Italia» (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 3 metri).

L'offerente deve dimostrare la rispondenza ai criteri suindicati tramite la documentazione nel seguito indicata:

- relazione tecnica nella quale siano evidenziate le azioni previste per la riduzione dell'impatto ambientale nel rispetto dei criteri;
- piano per il controllo dell'erosione e della sedimentazione per le attività di cantiere;
- piano per la gestione dei rifiuti da cantiere e per il controllo della qualità dell'aria e dell'inquinamento acustico durante le attività di cantiere.

5.3 PERSONALE DI CANTIERE

Il personale impiegato nel cantiere deve essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere con particolare riguardo a:

- sistema di gestione ambientale;

- gestione delle polveri;
- gestione delle acque e scarichi;
- gestione dei rifiuti.

L'offerente deve presentare in fase di offerta, idonea documentazione attestante la formazione del personale, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, etc.

5.4 SCAVI E RINTERRI

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

Per i rinterri, deve essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1. Per i riempimenti con miscela di materiale betonabile deve essere utilizzato almeno il 50% di materiale riciclato.

CAPO II - SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

ART. 6 MATERIALI IN GENERE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno dalle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché essi, ad insindacabile giudizio della Direzione, siano riconosciuti accettabili e rispondenti ai requisiti appresso stabiliti ed alle caratteristiche indicate nei successivi articoli ed alle voci in elenco.

In linea generale si stabilisce il principio al quale l'Appaltatore si dovrà inderogabilmente uniformare - che tutti i materiali impiegati dovranno essere di buona qualità, ben conservati, privi di qualsiasi difetto, di costruzione o provocato da danni subiti durante il trasporto e l'immagazzinamento e di caratteristiche tecniche e funzionali adeguate alla loro destinazione ed idonee allo scopo per il quale vengono utilizzati.

Essi dovranno altresì soddisfare - per gli specifici campi di applicazione - ogni norma vigente in ordine alle caratteristiche tecniche o di impiego di ciascun singolo materiale o manufatto, ivi comprese, ove esistenti, le relative norme UNI (o, in loro mancanza, progetti di unificazione).

Prima dell'inizio dei lavori (o quanto meno di ogni singola categoria di opere) l'Impresa appaltatrice, a semplice richiesta verbale della D.L., dovrà presentare la campionatura dei materiali e manufatti che intende impiegare, ovvero fornire sufficienti e non equivocabili elementi di informazione (marca e tipo, provenienza, depliant illustrativi risultati di prove di laboratorio, certificati ufficiali, dop indicante la % di riciclato, ecc.) atti ad individuarne le caratteristiche di qualità e di impiego, od ancora eseguire direttamente in sito campionature di getti, murature, intonaci, tinteggiature, ecc..

La D.L., esaminate le campionature e gli elementi di informazione suddetti, darà il benestare all'impiego od all'esecuzione oppure, nel caso in cui materiali e manufatti non vengano ritenuti di qualità e caratteristiche convenienti, ordinerà la presentazione di ulteriori campionature o darà essa stessa precise indicazioni sui materiali da impiegare.

La scelta tra materiali di uguali od analoghe caratteristiche tecnico-costruttive e prestazioni funzionali, ma di diversa forma od aspetto è demandata alla esclusiva ed insindacabile facoltà della Direzione Lavori. In linea di principio simili materiali non risultano graditi e saranno di difficile accettazione.

La D.L. potrà altresì, in qualsiasi momento in corso d'opera procedere in cantiere al prelievo di campioni di materiali e sottoporli, o farli sottoporre, a tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie al fine di accertarne la rispondenza alle condizioni di Capitolato ed allo scopo o funzione cui sono destinati.

Qualora da tali prove o verifiche risultino difformità qualificative inaccettabili, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ordinerà la sostituzione dei materiali suddetti anche se in tutto o in parte installati, restando gli oneri conseguenti - nonché quelli relativi al ripristino delle opere ed alla successiva reinstallazione di materiali idonei - a completo carico dell'Appaltatore.

Resta infine espressamente inteso che conformemente a quanto disposto dall'art. 15 comma 2 del Capitolato Generale di appalto per le opere pubbliche "l'accettazione dei materiali è definitiva solo dopo la loro in

opera” e che il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo la introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa non fossero conformi alle condizioni del contratto, e l'Appaltatore dovrà rimuovere dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese rimanendo altresì responsabile di ogni onere conseguente.

ART. 7 MATERIALI PER I QUALI È RICHIESTA LA PROTEZIONE AL FUOCO

Laddove per i prodotti sono prescritte caratteristiche di incombustibilità ovvero è richiesta la classe 0 (zero) di reazione al fuoco, sono utilizzati prodotti di classe (A1) per impiego a parete e a soffitto, di classe (A1FL) per impiego a pavimento e di classe (A1L) per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.

Negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, in luogo di prodotti di classe 1, e nei limiti per essi stabiliti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, sono installati prodotti classificati in una delle seguenti classi di reazione al fuoco, in funzione del tipo di impiego previsto:

IMPIEGO A PAVIMENTO (A2FL-s1), (BFL-s1)

IMPIEGO A PARETE (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1)

IMPIEGO A SOFFITTO (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0), (B-s2,d0)

In tutti gli altri ambienti non facenti parte delle vie di esodo, in luogo di prodotti di classe 1, 2 e 3, sono installati prodotti classificati in una delle classi di reazione al fuoco riportate nelle seguenti tabelle, in funzione del tipo di impiego previsto:

Tabella 1 – Impiego a Pavimento

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2 _{FL} -s1), (A2 _{FL} -s2), (B _{FL} -s1), (B _{FL} -s2)
II	Classe 2	(C _{FL} -s1), (C _{FL} -s2)
III	Classe 3	(D _{FL} -s1), (D _{FL} -s2)

Tabella 2 – Impiego a Parete

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1)
II	Classe 2	(A2-s1,d2), (A2-s2,d2), (A2-s3,d2), (B-s3,d0), (B-s3,d1), (B-s1,d2), (B-s2,d2), (B-s3,d2), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s3,d1), (C-s1,d2), (C-s2,d2), (C-s3,d2), (D-s1,d0), (D-s2,d0), (D-s1,d1), (D-s2,d1)

Tabella 3 – Impiego a Soffitto

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0)
II	Classe 2	(B-s3,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)

Negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, in luogo di **prodotti isolanti** di classe 1, e nei limiti per essi stabiliti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, sono installati prodotti isolanti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0) e (B-s1,d1) per impiego a pavimento e a parete, e in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto.

Qualora per il prodotto isolante è prevista una protezione da realizzare in sito affinché lo stesso non sia direttamente esposto alle fiamme, sono ammesse le seguenti classi di reazione al fuoco:

- protezione con prodotti ricompresi in una delle classi di reazione al fuoco indicate nell'articolo 4 (entro i limiti consentiti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi per i materiali combustibili):

prodotti isolanti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0) e (B-s1,d1) per impiego a pavimento e a parete, e in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto.

- protezione con prodotti e/o elementi da costruzione aventi classe di resistenza al fuoco non inferiore a EI 30: prodotti isolanti classificati in una delle classi di reazione al fuoco riportate nelle righe I, II e III della tabella 2 dell'articolo 5, per qualsiasi tipo di impiego (pavimento, parete e soffitto).

7.1 REQUISITI DI POSA IN OPERA

I prodotti ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco sono posti in opera in conformità alle effettive modalità di installazione e posa in opera a cui è stato sottoposto il prodotto in prova e tenendo altresì conto delle possibili estensioni del risultato di classificazione definite al punto 13 della norma UNI EN 13501-1 e nella norma UNI EN 13238, nonché, eventualmente, nelle norme armonizzate di prodotto.

Qualora i prodotti siano installati non in aderenza agli elementi costruttivi in maniera da delimitare una intercapedine orizzontale e/o verticale, all'interno della quale siano presenti possibili fonti di innesco, occorre determinare, nel caso di prodotti aventi sezioni trasversali asimmetriche, anche la classe di reazione al fuoco relativa alla superficie interna all'intercapedine. Tale classe di reazione al fuoco deve essere non inferiore a quanto stabilito agli articoli 4 e 5 del DM 15 marzo 2005, a seconda che si tratti di prodotti installati nelle vie di esodo o in altri ambienti, in funzione del tipo di impiego previsto.

7.2 IMPIEGO DEI PRODOTTI

I prodotti legalmente commercializzati in uno degli Stati membri dell'Unione Europea o in Turchia, ovvero in uno degli Stati aderenti all'Associazione europea di libero scambio (EFTA), firmatari dell'accordo SEE, possono essere impiegati in Italia nelle opere in cui è prescritta la loro classe di reazione al fuoco, secondo l'uso conforme alla loro destinazione, se muniti della marcatura CE prevista dalle disposizioni comunitarie. In mancanza di dette disposizioni comunitarie ed in attesa della loro emanazione si applica la normativa italiana vigente che prevede specifiche clausole di mutuo riconoscimento stabilite dal D.M. 5 agosto 1991.

ART. 8 ACQUA, CALCI, CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI, GESSO

- a) *Acqua* – l'acqua per la confezione dei conglomerati cementizi e per gli impasti in genere, dovrà essere dolce, limpida, inodore ed incolore, scevra da materie terrose (argille, humus, limi) e da residui grassi, oleosi o zuccherini. Essa potrà inoltre contenere un massimo di 1 g/litro di SO₄ (solfati) e di 0,1 g/litro di CL (cloruro). L'acqua impiegata per il confezionamento del conglomerato cementizio dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.
- b) *Calci idrauliche naturali* – Le malte di allettamento, rinzafo, intonaco e finiture dovranno essere ottenute con l'impiego di calce idraulica naturale, a bassissimo tenore di sali idrosolubili, ottenuta dalla calcinazione a bassa temperatura (900 °C circa), in forni tradizionali, di calcari marnosi ricchi di silice. Il legante utilizzato dovrà presentare analisi chimiche dove si evinca l'assoluta mancanza di clinker a comprova dell'effettiva naturalezza del prodotto. Il colore del legante dovrà rispettare quello delle malte esistenti, riscontrate in fase di lavorazione.
- c) *Cementi e agglomerati cementizi*
 - 1) I cementi da impiegare nelle opere in progetto dovranno essere accompagnati da certificazione di conformità, rilasciata da organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 e, per quanto non in contrasto, corrispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 6 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 («Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi») e successive modifiche, comunque conformi per qualità e tipo a quanto prescritto dal NTC 2018, ovvero dotati dei certificati attestanti il rispetto dei requisiti normativi richiesti.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 6 maggio 1965, n. 595 e nel DM 31 agosto 1972 e s.m.i. Il calcestruzzo per impieghi strutturali dovrà di norma rispondere alle specifiche previste nelle relative Linee Guida emanate dal Consiglio Superiore dei LL.PP..

- 2) A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'industria del 9 marzo 1988, n. 126 («Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi»), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della Legge 26 maggio 1965, n. 595 (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 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086; i laboratori dovranno essere autorizzati secondo le modalità previste dalla Circ. Min. LL.PP. n° 1603/UL del 20.07.1989, modificata dalla Circ. Min.

LL.PP. n° 346/STC del 14.12.1999. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione dovrà obbligatoriamente essere svolta presso laboratori notificati ai sensi dell'art. 18 della direttiva n. 89/106/CEE o dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

I cementi da utilizzare sono i cementi comuni, rispondenti alle norme UNI EN 197-2; in base al p. 5.1. di detta norma i cementi comuni sono suddivisi in 5 tipi principali con la seguente dizione:

- CEM I (Portland)
- CEM II (Portland composito)
- CEM III (Altoforno)
- CEM IV (Pozzolánico)
- CEM V (Composito)

In relazione alla loro specifica composizione i 5 tipi principali vengono classificati come da prospetto I della suddetta normativa.

È vietato l'utilizzo di cemento alluminoso.

ART. 9 MATERIALI INERTI E AGGIUNTIVI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

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 nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

- 1) *Sabbia*: la sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezze assortite, dovrà essere aspra al tatto, non dovrà lasciare traccia di sporco, dovrà essere esente da cloruri.

Per la determinazione della accettabilità di una sabbia dal punto di vista del contenuto di materie organiche si dovrà procedere così come prescritto nell'allegato 1 al D.M. 3/6/68 che detta le norme per la accettazione e le modalità di prova dei cementi e alle NTC 2018.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri la necessità di eliminare le materie nocive potrà ordinare, a tutte spese dell'Appaltatore il lavaggio della sabbia in acqua dolce e limpida, ad una o più riprese finché non presenti i requisiti prescritti.

Per i vari tipi di opere nelle quali la sabbia potrà trovare impiego, si stabilisce inoltre quanto appresso:

- si intenderà come sabbia ordinaria da impiegare per le murature in genere quella passante allo staccio 2 UNI 2332;
- per intonaci, rifiniture di superfici, stuccatura delle murature di paramento e simili, dovrà essere impiegata sabbia passante allo staccio 0,5 UNI 2332;
- per le opere in conglomerato cementizio la sabbia dovrà avere i requisiti prescritti al punto 1.2 dell'allegato 1 D.M. 16/6/1976.

La distribuzione granulometrica dovrà essere adeguata alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. L'Appaltatore, inoltre, a semplice richiesta verbale del Direttore dei Lavori, dovrà mettere a disposizione gli stacci di cui alle norme di unificazione:

UNI 2331 - Tele metalliche per stacci di controlli,

UNI 2332 - stacci di controllo e relativi coperchi e fondi.

- 2) *Ghiaia*: la ghiaia dovrà essere formata da elementi resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo; gli elementi dovranno essere pulitissimi, esenti da cloruri; dovranno inoltre escludersi dall'impiego elementi a forma di ago o di piastrelle.

Per la ricerca delle materie organiche e delle impurità limose, argillose ecc. nonché per la loro eliminazione valgono le prescrizioni indicate per la sabbia; allo stesso modo l'Appaltatore dovrà, a richiesta, mettere a disposizione i crivelli necessari per il controllo delle dimensioni delle ghiaie.

La ghiaia da impiegare per le opere in conglomerato cementizio - in particolare - dovrà avere i requisiti prescritti al punto 1.2 dell'allegato 1 D.M. 16/6/76, e la distribuzione granulometrica dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed al procedimento di posa del conglomerato.

Ad ogni modo, in linea generale, la dimensione massima della ghiaia, dovrà essere commisurata, per l'allestimento del getto, ai vuoti tra le armature e tra casseri ed armature, tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non dovrà superare 0,6-0,7 della distanza minima tra due ferri contigui e che dovrà essere sempre inferiore a 1/4 della minima dimensione della struttura.

In linea generale gli aggregati per il confezionamento di calcestruzzo dovranno corrispondere ai requisiti di cui al punto 11.2.9.2 del DM 17.01.2018.

- 3) *Additivi*: gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Essi devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 934-2.
- 4) *Aggiunte*: l'impiego di aggiunte, in particolare ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice è ammesso purché siano rispettati i requisiti delle norme europee citate al punto 11.2.9.3 del DM 17.01.2018.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle rispettive norme.

5) Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida non inquinata da materie organiche, dovrà essere definita la sua provenienza ad avere caratteristiche costanti nel tempo e rispondenti a quelle indicate nella tabella seguente.

TABELLA ACQUA DI IMPASTO		
CARATTERISTICA	PROVA	LIMITI DI ACCETTABILITA'
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO4-- minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Con.tot. di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Con. Di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Con. Di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

Le caratteristiche dell'acqua d'impasto dovranno essere verificate con le frequenze e le modalità indicate nella "Specificazione di Controllo Qualità".

Le predette analisi dovranno essere ripetute ogni 14 giorni se l'acqua proviene da pozzo, se non potabile e comunque quando richiesto dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE per giustificati motivi.

ART. 10 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.

Gli elementi in laterizio dovranno essere conformi al punto 2.4.2.2 dell'allegato 1 del DM 15/12/2015.

Nel caso di impieghi per uso strutturale dovranno essere conformi alle norme armonizzate europee della serie UNI EN 771 e recare la marcatura CE secondo il sistema di accettazione indicato nella tabella 11.10.1 del DM 17.01.2018 che si riporta nel seguito:

Specificazione Tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di attestazione della conformità
---	-----------	--

Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	CATEGORIA I	2+
	CATEGORIA II	4

1) *Laterizi di tipo comune*: i laterizi da impiegare per murature di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione integrate con le vigenti norme di unificazione.

La dimensione ed il tipo dei laterizi da impiegare, qualora non specificatamente indicato negli articoli di elenco, sarà precisata dal Direttore dei Lavori tra quelle previste dalla corrispondente norma di unificazione.

In linea generale, comunque, i laterizi - di qualsiasi tipo essi siano ed a qualsiasi impiego essi siano destinati - dovranno presentare regolarità di forma, integrità di superficie, uniformità di colorazione ed essere inoltre esenti da fessurazioni, screpolature ed altri simili difetti.

Per esigenze specifiche, anche in considerazione di materiali ed usi locali, il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di laterizi di dimensioni diverse da quelle indicate nelle norme UNI, ma che presentino sempre le medesime caratteristiche tecnico-qualitative.

Nel caso venga richiesto o consentito, l'impiego di mattoni di recupero, confezionati meccanicamente o manualmente, gli stessi dovranno possedere i requisiti sopra descritti ed essere, prima dell'impiego, accuratamente ripuliti da qualsiasi traccia di intonaci, malte e leganti precedenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.

2) *Laterizi alleggeriti (termolaterizi)*: i laterizi da impiegare per murature aventi funzione isolante dovranno presentare elevate caratteristiche termocoibenti ottenute attraverso la miscelazione di argilla con sfere di polistirolo espanso (\varnothing 2 mm) eliminate poi in fase di cottura del laterizio sotto forma di ossidi di carbonio ed acqua, così da lasciare nella pasta di argilla cotta alveoli perfettamente sferici e/o attraverso una idonea disposizione delle cartelle interne che renda minima la conducibilità termica. In ogni caso essi dovranno presentare conducibilità termica (attestata da prove ufficiali di laboratorio) non superiori a quanto previsto nella relazione Legge 10/91, offrire scarsa resistenza alla diffusione del vapore, avere una elevata inerzia termica, nonché un buon potere fonoisolante. Essi dovranno inoltre possedere ottime caratteristiche di resistenza meccanica e presentare, legati con malta "bastarda", un valore della tensione ammissibile a compressione non inferiore ad 8 daN/cm².

CAPO III - NORME SPECIFICHE DI ESECUZIONE

ART. 11 OPERAZIONI PRELIMINARI, RILIEVI, CAPISALDI, TRACCIATI, PROCEDURE DI GESTIONE DELLE TERRE

Prima di dare inizio ai lavori che interessano in qualunque modo movimento di terre, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto o successivamente consegnati, segnalando le eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna; in difetto i dati plano-altimetrici riportati nei suddetti allegati si intenderanno definitivamente accettati a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o non fossero inseriti in contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi; in difetto nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sulla ultimazione dei lavori.

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità ed ogni edificio - o corpo di fabbrica - dovrà essere riferito ad almeno due capisaldi, l'onere della conservazione dei quali spetterà all'Appaltatore fino a collaudo.

Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la completa picchettazione delle opere e ad indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti; sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine. Il tracciato di ogni edificio, con l'apposizione in sito dei relativi vertici, verrà effettuato partendo dai capisaldi in precedenza menzionati, mentre i tracciamenti altimetrici dovranno sempre partire da un piano di mira, indicato in modo ben visibile in ogni ambiente e per ogni livello di calpestio.

L'Appaltatore ha l'obbligo di rispettare le procedure operative per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi del Decreto n. 279/2016 anche di carattere locale o regionale; in particolare durante le operazioni di scavo e movimentazione delle terre di scavo dovrà eseguire i campionamenti previsti dalle norme vigenti ovvero la caratterizzazione delle terre.

Nel caso in oggetto si prevede il prelievo di almeno 1 campione ogni 3000 m³ per scavi in profondità e 1 campione ogni 500 m di tracciato per scavi a sviluppo lineare. Le indagini di laboratorio sui campioni prelevati dovranno di norma accertare al minimo i parametri di presenza delle seguenti sostanze:

- Arsenico, cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Piombo, Rame e Zinco;
- Idrocarburi pesanti (C>12)

ART. 12 CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO – JET GROUTING

Il processo di jet grouting consiste nella disaggregazione del suolo o della roccia tenera e nella sua miscelazione con, e parziale sostituzione mediante, un agente di cementazione; la disaggregazione si ottiene per mezzo di un getto ad alta energia di un fluido che può essere l'agente di cementazione stesso.

Sistema monofluido

Procedimento di jet grouting in cui la disaggregazione e la cementazione del terreno si ottengono mediante un getto ad alta energia di un unico fluido, solitamente malta di cemento.

Sistema bifluido (aria)

Procedimento di jet grouting in cui la disaggregazione e la cementazione del terreno si ottengono mediante un fluido ad alta energia (solitamente malta di cemento) coadiuvato da un getto d'aria come secondo fluido.

Sistema trifluido

Procedimento di jet grouting in cui la disaggregazione del terreno è ottenuta mediante un getto d'acqua ad alta energia coadiuvato da un getto d'aria e la sua cementazione è simultaneamente ottenuta mediante un getto separato di malta.

Esecuzione

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa deve fornire informazioni dettagliate alla Direzione Lavori sui seguenti punti, nel rispetto delle specifiche di progetto:

- sistema esecutivo (monofluido, bifluido, trifluido);
- procedimento esecutivo (perforazione, iniezione, sequenza di esecuzione);
- parametri di trattamento;
- materiali (per perforazione e iniezione);
- precauzioni adottate per evitare cedimenti o sollevamenti
- inaccettabili, specialmente in suoli limosi e argillosi;
- luogo di installazione e aree di lavoro;
- impianto ed attrezzature; gestione del materiale refluito; procedure di controllo qualità;
- misure adottate per garantire l'accuratezza di perforazione;

- procedure relative a possibili interruzioni durante le operazioni di iniezione;
- misure adottate per garantire che il livello finito di iniezione sia mantenuto durante la
- presa iniziale del materiale consolidato;
- possibili modifiche di trattamento durante i lavori;
- metodi di prova.

Le ipotesi progettuali concernenti la geometria e la condizione strutturale delle strutture vicine devono essere accuratamente verificate prima di eseguire i trattamenti di jet grouting. Inoltre le ipotesi progettuali devono essere verificate e modificate se necessario, in conformità alle informazioni ottenute durante la fase di esecuzione, previa approvazione della Direzione Lavori.

Quando non è disponibile alcuna esperienza precedente comparabile, si deve eseguire una prova rappresentativa preliminare in sito, utilizzando le apparecchiature, i materiali e le tecniche proposte per i lavori principali di jet-grouting. Le attrezzature di jet grouting devono essere in grado di effettuare il trattamento secondo il procedimento adottato, garantendo:

- il movimento di traslazione e rotazione della batteria di aste di iniezione alla
- velocità di progetto;
- l'erogazione alla batteria di aste di iniezione dei fluidi provenienti dall'impianto, alla
- pressione e alla portata richieste.

Materiali e prodotti - Miscele cementizie

Le miscele cementizie utilizzate nel jet-grouting devono essere costituite da una sospensione cementizia con un rapporto in peso tra acqua/cemento compreso tra 0,5 e 1,5 in funzione della granulometria, della permeabilità del terreno e delle proprietà meccaniche che si vogliono ottenere.

Quando nella miscela si utilizza bentonite, la sospensione di acqua/bentonite deve essere preparata prima di aggiungere il cemento.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori il mix design della miscela cementizia.

Si deve prestare particolare attenzione per garantire che nei materiali di iniezione non siano presenti particelle di grandi dimensioni che potrebbero bloccare gli ugelli.

Se il materiale consolidato deve essere assoggettato a condizioni gravose, quali sollecitazioni elevate o ambienti aggressivi, devono essere eseguite specifiche prove preliminari di laboratorio su campioni di terreno da trattare e sulla malta da utilizzare, atte a verificare se la malta è compatibile con il terreno. Deve essere testato in laboratorio un campione prelevato dai volumi consolidati durante la campagna di definizione delle procedure di intervento, in modo tale da verificare se sono raggiungibili le resistenze richieste dal progetto.

Materiali e prodotti - Acqua

L'acqua non proveniente da Enti erogatori di acqua potabile deve essere analizzata per garantire che non abbia alcun effetto negativo sulla presa, l'indurimento o la durabilità della miscela e, quando applicabile, non favorisca la corrosione delle armature.

Lavori preliminari

E' necessario assicurare una piattaforma di lavoro stabile e asciutta. La posizione di ogni foro di iniezione deve essere accuratamente localizzata e identificata. Per il trattamento orizzontale si devono adottare misure per mantenere la stabilità della superficie di lavoro.

Perforazione

La perforazione viene eseguita a rotazione con una batteria di aste, dotata al piede di un raccordo portaugelli (monitor) e di un utensile tagliente. Il fluido di perforazione utilizzato deve garantire la stabilità del foro in tutte le fasi della lavorazione.

Quando si incontrano ostruzioni sotterranee impreviste, si devono adottare misure appropriate per evitare effetti negativi nella fase di iniezione.

Se non è possibile rimuovere un'eventuale ostruzione sotterranea, il trattamento di jet grouting adiacente deve essere progettato in modo da evitare un danneggiamento agli elementi già realizzati.

Iniezione

L'iniezione deve essere eseguita lasciando uno spessore sufficiente tra l'ugello superiore e la superficie del terreno, per evitare la possibile idrofratturazione locale. Lo spessore suddetto può variare da 0.5 m per fori verticali a 2.0 m per fori orizzontali e può essere ridotto in presenza di un vincolo adeguato con la superficie, come una soletta o una parete.

Per i trattamenti orizzontali la bocca del foro deve essere tappata non appena l'iniezione è completata.

Quando la realizzazione di un elemento di jet grouting viene interrotta, la ripresa del trattamento deve essere effettuata utilizzando procedimenti destinati a garantire la continuità dell'elemento stesso.

Nei trattamenti di jet-grouting le bocche dei fori devono essere collocate sopra il livello di falda. In caso contrario si devono adottare misure speciali per evitare il sifonamento attraverso i fori, da comunicare preventivamente alla Direzione Lavori.

Materiale rifluito

Durante l'iniezione devono essere controllati il flusso e le caratteristiche del materiale rifluito in corrispondenza del foro. Se durante l'iniezione si osserva un comportamento imprevisto del materiale rifluito, i parametri e/o il metodo di trattamento devono essere rivisti.

Nel caso di una riduzione imprevista del materiale rifluito si deve verificare immediatamente se questa è causata dall'intasamento dell'anello del foro di trattamento.

ART. 13 SCAVI IN GENERE

13.1 GENERALITÀ

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologico-geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nello stesso cantiere, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate all'interno dell'area recintata del cantiere, previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori e alle attività in atto nelle zone limitrofe.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in violazione delle precedenti disposizioni.

13.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc..

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

13.3 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o plinti di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, a pena di demolire quanto già realizzato, di iniziare la costruzione delle fondazioni prima che la Direzione dei lavori ne abbia verificato ed accettato i piani costruttivi.

Ultimata la struttura di fondazione, lo scavo circostante che resta vuoto dovrà essere convenientemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con priorità di utilizzo delle stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo o alla quota indicata negli elaborati del progetto esecutivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle strutture soprastanti.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, agli edifici e altre proprietà limitrofe che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà inoltre eseguire a proprie spese gli aggotamenti necessari a mantenere lo scavo asciutto, utilizzando i mezzi tecnici più corretti in rapporto alla presenza di acqua, qualunque sia la stagione nella quale essi vengono effettuati. Dovrà pertanto utilizzare sistemi alternativi quali pompe, anche in numero elevato, pozzi disperdenti, wellpoint i cui costi sono interamente ricompresi nelle voci di elenco prezzi.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Poiché gli scavi vengono eseguiti in prossimità di fondazioni esistenti che in parte devono essere conservate i mezzi d'opera e gli operatori dovranno operare con la massima cura per evitare qualsiasi danneggiamento alle fondazioni da conservare. In particolare, dovrà essere impedito mediante sbadacchiature adeguate comprese nell'appalto il rifluimento all'esterno di ghiaia o terra posta sotto le fondazioni.

ART. 14 SISTEMI DI AGGOTTAMENTO DELLA FALDA – WELL-POINT

Il sistema Wellpoint consiste nell'infrissione di aghi colleganti a collettori perimetrali ad anello chiuso per il prosciugamento dello scavo di fondazione. 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 asperazione 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 ad evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;

- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove in situ.

E' a carico dell'appaltatore la progettazione costruttiva del sistema, con il calcolo sia del raggio di influenza dei pozzi che delle caratteristiche delle pompe al fine di ottenere un risultato omogeneo nell'area interessata. Detti progetti, firmati da tecnico esperto designato dall'Impresa e approvato dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere approvati preventivamente dalla DL.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

In ogni caso tali acque non dovranno mai interessare, anche indirettamente, terreni o beni di proprietà privata senza la preventiva autorizzazione e, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

ART. 15 RINTERRI

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le fondazioni e fino alle quote prescritte 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.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Le materie trasportate in rinterro con automezzi o mezzi manuali non potranno essere scaricate direttamente contro le fondazioni, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla compattazione delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

ART. 16 PARATIE E OPERE DI SOSTEGNO DEI FRONTI DI SCAVO

In generale si prevede di evitare l'impiego di opere provvisorie di sostegno dei fronti di scavo, preferendo di norma lo scavo a scarpata in grado di autosostenersi. Solo nei casi in cui particolari circostanze lo richiedano saranno utilizzate paratie in legno.

Le paratie in legname occorrenti nei suddetti casi dovranno essere formate con pali o tavoloni in palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'Appaltatore, a sue spese, estratto sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile.

Le teste dei pali e dei tavoloni, previamente spianate, devono essere a cura e spese dell'Appaltatore munite di adatte cerchiature in ferro, per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Quando poi la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti.

Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

16.1 PALANCOLE

L'Appaltatore deve presentare la documentazione tecnica ed i calcoli relativi alla scelta delle palancole alla D.L. per approvazione. Dovrà inoltre comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Appaltatore provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Appaltatore stessa

Tolleranze

Per quanto riguarda i palancole si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano del palancole : ± 3 cm
- verticalità : ± 2 %
- quota testa : ± 5 cm
- profondità : ± 25 cm

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Appaltatore, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancole eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

Piani di lavoro

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancole.

Modalità operative

La realizzazione dei palancole provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Appaltatore allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuneo o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancole da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuneo o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto. Tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito al punto successivo

del presente Capitolato. Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Appaltatore potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Appaltatore dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tollerabili a giudizio della direzione dei lavori, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione. Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

Materiali

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura. In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

Modalità operative

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conterà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Appaltatore dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Appaltatore oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Appaltatore a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.

17.1 SMONTAGGI ACCURATI E DEMOLIZIONI

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione l'Appaltatrice è obbligata a procedere:

- alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire e da conservare,
- alla puntellazione delle parti esistenti da non demolire in prossimità delle parti oggetto di demolizione,
- alla redazione di Piano delle demolizioni che evidenzia procedure, tempi, opere provvisorie, modalità di rimozione e trasporto macerie, verifiche della stabilità delle strutture che rimangono in essere.

In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, etc..., sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo. La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione in cantiere.

Prima dell'inizio delle demolizioni l'impresa, sotto il coordinamento e la supervisione della Direzione Lavori dovrà effettuare sondaggi atti a stabilire:

- tipologia delle murature che non sono state indagate in sede di progetto,
- tipologia e profondità delle fondazioni esistenti,
- posizionamento e numero di ferri di armatura nelle fondazioni che devono essere conservate ed eventualmente collegate alle nuove fondazioni.

È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta. È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegargli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato generale d'appalto di cui al decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, nella parte residuale successiva alle abrogazioni contenute nell'articolo 358 comma 1 lettera e) del Regolamento n. 207/2010, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

18.1 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE**Classificazione**

Le prescrizioni di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

- a. Pali di medio e grande diametro

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continua

- Pali con morsa giracolonna

b. Micropali

Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro < 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive
- Micropali a semplice cementazione

Definizioni

a.1) Pali infissi

- Pali infissi gettati in opera

Si definiscono pali infissi gettati in opera quelli realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

- Pali infissi prefabbricati

Si definiscono pali infissi prefabbricati quelli realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento (in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica);
- pali prefabbricati in cantiere (in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata).

a.2) Pali trivellati

Si definiscono pali trivellati 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.

a.3) Pali trivellati ad elica continua

Si definiscono pali trivellati ad elica continua i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad 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 avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

a.4) Pali con morsa giracolonna

Si definiscono pali con morsa giracolonna, i pali trivellati 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

a.5) Micropali a iniezione multipla selettiva

Si definiscono micropali ad iniezione multipla selettiva quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

a.6) Micropali a semplice cementazione

Si definiscono micropali a semplice cementazione quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

La cementazione può avvenire a semplice gravità, o a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative:

Legge 05/11/71 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, Dic. 1984.

Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

Legge 02/02/74 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 17/01/18 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare C.S.LL.PP. n° 7 del 21/01/19 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"

Istruzione FF.SS. 13/01/97 "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari-Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo" testo aggiornato dell'Istruzione I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/95 completo delle relative integrazioni.

18.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

Pali di medio e grande diametro

Soggezioni geotecniche e ambientali

a. Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI un Programma Lavori nel quale viene indicata la successione cronologica prevista per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986) in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DIREZIONE LAVORI i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

La DIREZIONE LAVORI, a sua discrezione, potrà richiedere che l'APPALTATORE provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico del medesimo APPALTATORE.

L'esecuzione di prefiori per la riduzione della vibrazione è ammessa, con le limitazioni di cui ai successivi paragrafi del presente Capitolato.

b. 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 sarà di norma ammessa; in casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla DIREZIONE LAVORI, solo in terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati

da valori della coesione non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo (H) soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

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).

c. Pali trivellati ad 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.

Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e modalità sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tolleranze

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

coordinate planimetriche del centro del palo

(rispetto al diametro del palo) $\pm 10\%$ (max 5 cm);

verticalità $\pm 2\%$;

lunghezza:

pali aventi diametro < 600 mm ± 15 cm

pali aventi diametro > 600 mm ± 25 cm

diametro finito $\pm 5\%$

quota di testa palo ± 5 cm.

Materiali

Le prescrizioni che seguono sono integrative di quelle di cui alla Sezione relativa alle opere in conglomerato cementizio, che si intendono integralmente applicabili.

a. **Armature metalliche**

Le armature metalliche saranno di norma 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"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi del D.M. 14/01/08 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.

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 della 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 ed il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

Il processo di saldatura deve essere preventivamente qualificato dall'APPALTATORE, tutta la documentazione relativa alla qualifica deve essere trasmessa alla DIREZIONE LAVORI.

Nella qualifica deve essere prevista la costruzione di un prototipo di gabbia, avente le caratteristiche previste dal progetto, da cui verranno prelevati dei campioni di barre longitudinali e staffe da sottoporre a prova di verifica a trazione, in modo da verificare il mantenimento delle caratteristiche originarie delle barre di acciaio.

Nei campioni prelevati dovrà essere presente almeno una saldatura.

In corso d'opera la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di 3 campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto 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 lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni $2,5 \div 3$ m.

Non si ammette di norma 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 saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 3 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6 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 saranno posti a gruppi di 3-4 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, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

b. Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore ed 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 fatto 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 (ad esempio vernici a base di poliuretano-catrame), da concordare con la DIREZIONE LAVORI.

c. Conglomerati cementizi

- I calcestruzzi saranno conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto e nella sezione relativa alle opere in conglomerato cementizio.
- Cemento

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

- Inerti

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max} * 2.5 \leq i_{min}$, dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.

Preparazione e trasporto del calcestruzzo

- Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto.

L'APPALTATORE pertanto dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

d. Fanghi bentonitici

- Bentonite in polvere

La bentonite avrà le caratteristiche minime indicate in Tabella 31

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.

- Preparazione fanghi bentonitici

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite sopra descritta in acqua chiara di cantiere, con eventuale impiego di additivi non flocculanti.

Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.

Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

dosatori - mescolatori automatici (è ammesso, l'impiego di mud-hopper);

silos di stoccaggio della bentonite in polvere;

vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;

relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;

vasche di recupero;

dissabbiatori;

vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

acqua dolce di cantiere;

bentonite in polvere;

additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, etc.).

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata nella perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

peso specifico: non superiore a 1,1 t/m³

viscosità Marsh: compresa fra 30" e 60"

temperatura: > 5° C

pH: 9-11

- Controlli sul fango

Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità, le prove di controllo atte a determinare i parametri di seguito specificati:

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; in caso di esito non soddisfacente l'APPALTATORE sostituirà, parzialmente od integralmente, il fango per ricondurlo alle seguenti caratteristiche:

contenuto in sabbia del fango $\leq 5\%$

densità $\leq 1,15 \text{ t/m}^3$

Tabella

"Caratteristiche e limiti di accettabilità della bentonite in polvere"

- Residuo al vaglio da 10.000 maglie cm^2	$\leq 1\%$
- Tenore di umidità	$\leq 15\%$
- Limite di liquidità	$\geq 400\%$
- Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata	$\geq 40''$
- Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	$\leq 2\%$
- Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30' a 7 bar	$\leq 18 \text{ cc}$
- pH dell'acqua filtrata	$7 \leq \text{pH} \leq 9$
- Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa	$\leq 2.5 \text{ mm}$

Tabella 1

e. Calcestruzzo per pali trivellati con elica continua (CFA)

Il calcestruzzo deve avere la resistenza caratteristica a 28 giorni di maturazione (R_{ck}) prescritta dal progetto; salvo diverse specificazioni il valore di R_{ck} è 30 MPa.

La tecnica di posa in opera dell'armatura (a getto ultimato) richiede peraltro l'uso di un calcestruzzo che non sia semplicemente "pompabile" ma sufficientemente fluido e scorrevole in modo da consentire un'agevole inserimento dell'armatura. Per l'inserimento di gabbie fino alla profondità di 16 m si consiglia l'impiego di calcestruzzo di classe S5 (slump $22 \div 25$). Per profondità maggiori si raccomanda l'impiego di calcestruzzi autocompattanti (SCC).

I componenti di un mix design classico per calcestruzzo per palo CFA sono i seguenti:

- cemento;
- pietrisco (5/18 mm);
- sabbia grossolana (0/7 mm);
- sabbia (0/4 mm);

- eventuale fly ash;
- eventuale silica fume;
- acqua;
- additivo/i.

Prima dell'inizio dei lavori, in collaborazione con il fornitore del calcestruzzo, si consiglia di eseguire delle prove utilizzando i materiali disponibili all'impianto di confezionamento al fine di definire:

- il mix-design ottimale per il rispetto delle resistenze prescritte e per garantire la corretta infissione della gabbia di armatura;
- il tipo e la quantità degli eventuali additivi da utilizzare.

Modalità esecutive

Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

a. Attrezzatura

L'infissione del rivestimento definitivo sarà eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide fisse con perfetto allineamento verticale.

Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti.

Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo:

battipalo a vapore ad azione singola;

battipalo a vapore a doppia azione;

battipalo diesel.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti nel sito; è prescritta comunque una energia minima non inferiore a 120 kJ.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'APPALTATORE, utilizzando le formule dinamiche oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, noti che siano le caratteristiche geometriche del palo, il materiale di costruzione, e la portata limite richiesta dal progetto.

La massa battente del battipalo agirà su un cuscino (cuffia o testa di battuta) di cui siano note le caratteristiche geometriche e di elasticità.

Per ogni attrezzatura l'APPALTATORE dovrà fornire le seguenti informazioni:

marca e tipo del battipalo;

principio di funzionamento del battipalo;

energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;

n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

efficienza "E" del battipalo;

caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzione);

caratteristiche della cuffia (materiale e peso);

peso degli eventuali adattatori;

peso del battipalo.

L'efficienza "E" dovrà essere sempre maggiore del 70%.

Qualora richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla strumentazione del battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

b. Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio, di qualità, forma e spessore tali da sopportare tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od alla infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento; la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di acqua all'interno per l'intera durata della battitura ed oltre.

E' ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino.

E' ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile, con raccordi flangiati.

Mandrino

E' prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

L'APPALTATORE dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

E' ammesso, se previsto dal progetto, ovvero se approvato dalla DIREZIONE LAVORI, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio eseguendo dapprima la battitura in testa, e prevedendo l'impiego del mandrino in 2^a fase).

Nel caso di utilizzo del mandrino, esso sarà infilato nel rivestimento; se previsto, il mandrino verrà espanso e mantenuto del tutto solidale al tubo-forma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento sarà eseguito, se necessario, con l'ausilio di un "palo-pozzo" di diametro superiore a quello dei pali di esercizio.

Il "palo-pozzo" potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla DIREZIONE LAVORI, in funzione delle sue caratteristiche ed ubicazione.

Si considererà raggiunto il rifiuto allorché, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno avanzamenti non superiori a 10 cm per 100 colpi di maglio.

Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso. Il secondo spezzone, nel corso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da un'adeguata attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

raggiungimento della quota di progetto;

misurazione del rifiuto della battitura.

In quest'ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI avrà facoltà di chiedere all'APPALTATORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.).

L'APPALTATORE, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, potrà eseguire dei prefiori di guida alla infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il prefioro avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Di norma la profondità sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante (se esistente). Il prefioro potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

c. Armature

Le gabbie di armatura saranno assemblate in stabilimento o a piè d'opera in conformità con i disegni di progetto e con le specifiche di cui al punto 0.a.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

d. Getto del calcestruzzo

Il getto dovrà essere effettuato ad iniziare dal fondo foro, utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro 20-26 cm, in spezzoni di circa 3 m, dotato in sommità di una tramoggia di carico della capacità di almeno 0.5-0.6 mc.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0.5-1.0 m al di sopra della quota di progetto della testa palo al fine di tenere conto del calo del calcestruzzo dovuto all'estrazione del tubo-forma (ove necessario) e comunque per consentire di eliminare la parte superiore del getto (scapitozzatura).

La cadenza di getto dovrà essere non inferiore a 15 mc/ora.

Durante il getto il tubo convogliatore sarà ritmicamente manovrato per circa 20-30 cm in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Il tubo-getto sarà man mano accorciato, provvedendo a mantenere l'estremità inferiore entro il getto per almeno 2.5 m e non oltre 6 m.

Per lamierini di diametro interno non superiore a 40 cm, il tubo-getto potrà essere omissivo.

e. Controlli e documentazione

Nel corso dell'infissione verrà conteggiato il numero di colpi, per avanzamenti di 1 m.

In corrispondenza degli ultimi 4 m, o più se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione l'APPALTATORE dovrà effettuare il controllo della profondità raggiunta, della verticalità e della posizione plano-altimetrica.

Per ciascun palo l'APPALTATORE provvederà a redigere una scheda indicante:

n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)

profondità d'infissione

dati tecnici dell'attrezzatura

informazioni relative alla locale stratigrafia

tempo necessario per l'infissione

tabella dei colpi per l'avanzamento

grafico dei colpi relativo agli ultimi 4 m.

Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

a. Attrezzatura

L'infissione del tubo forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche di cui al punto 0.a.

b. Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche del punto 0.b valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria.

Per l'espulsione del fondello, posto ad occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

E' ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

c. Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato al punto 0.0 con la sola esclusione di quanto non applicabile

d. Armature

Valgono le prescrizioni di cui al punto 0.c.

e. Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà secondo le modalità e le prescrizioni di cui al punto 0.d, con contemporanea estrazione ed accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m. A questo scopo ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere preceduto dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio.

Lo scandaglio è costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 Kg, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

f. Controlli e documentazione

Valgono le prescrizioni di cui al punto 0.e.

Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

a. Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo analogo a quanto specificato al punto 0.a e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'APPALTATORE in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

b. Infissione del tubo forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo forma e le modalità di infissione dello stesso valgono le prescrizioni di cui ai punti 0.b 0.c.

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste in progetto.

La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

c. Posa dell'armatura e getto

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto valgono le prescrizioni di cui ai punti 0.c e 0.e.

Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo- forma e si darà luogo al getto, estraendo man mano, per vibrazione, il tubo- forma provvisorio.

La vibrazione favorisce l'assestamento del calcestruzzo; per evitare eventuali franamenti del terreno ed il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9 - 10 cm, e inerti $\Phi_{\max} = 25 \text{ mm}$.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10 - 20%.

d. Controlli e documentazione

L'APPALTATORE dovrà redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati interessanti il palo:

n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)

profondità d'infissione

dati tecnici dell'attrezzatura

descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche

tempo necessario per l'infissione

grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alle condizioni previste in progetto, l'APPALTATORE provvederà, qualora le condizioni reali risultino inferiori da quelle di progetto, al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

Pali battuti prefabbricati

a. Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali potrà avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere.

Le caratteristiche preliminari delle due alternative sono di seguito riportati:

- Pali prefabbricati in stabilimento

I pali dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato avente resistenza caratteristica dopo stagionatura $R_{ck} \geq 40$ MPa.

Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti.

- Pali prefabbricati in cantiere

I pali saranno realizzati con calcestruzzo tipo IA in accordo alla tabella 18.2 "Tipi di Conglomerato Cementizio" di cui alla Sezione relativa alle opere in conglomerato cementizio.

La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore; in ogni caso i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite da uno o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro.

Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm; dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

b. Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi; il giunto sarà costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire; gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

c. Protezione della punta

La punta dei pali sarà protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza ed annegati nel calcestruzzo.

In terreni poco compatti, l'uso della puntazza potrà essere evitato.

In terreni molto compatti, la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

d. Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche di cui al punto 0.a.

e. Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua.

La discesa del palo in tal caso avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Le iniezioni d'acqua saranno interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto. Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, si potranno eseguire prefiori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo.

Il prefioro non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:
arrivo alla quota di progetto;
misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI ha facoltà di chiedere all'APPALTATORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0.5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.).

Si intende raggiunto il rifiuto quanto l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore a 2.5 cm.

f. Controlli e documentazione

Valgono le prescrizioni di cui al punto 0.e.

Pali trivellati con fanghi bentonitici

a. Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e 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 alle dimensioni dei pali da eseguire.

b. Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico, dovrà essere preparato ed utilizzato in accordo alle modalità indicate al punto 0.d.

c. Perforazione

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 piano-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 ed ultimarela 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 ed alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. 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 immorsamento in sub-strati 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.

d. Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia, preassemblata, in conformità con le specifiche di cui al punto 0.a.

e. Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3.00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 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 2.0 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 mc e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 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 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 il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 ÷ 30 cm, 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 nel calcestruzzo per almeno 2.5 m e non oltre 6 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0.5 ÷ 1.0 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.

E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m³/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 di avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

f. Controlli e documentazione

Per ciascun palo l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda indicante:

numero progressivo del palo (riferito ad 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 procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

a. Attrezzature

- Escavatori

Valgono le specifiche di cui al punto 0.a.

- Morsa muovi-colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a 3 settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

2 martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna

2 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

Valgono le prescrizioni di cui al punto 0.a.

- 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 ad elevata energia demolitrice.

b. 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. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

c. Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al disotto 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.

d. Armature

Si applicano le specifiche di cui al punto 0.a.

e. Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche di cui al punto 0.e 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.

f. Controlli e documentazione

Si applicano le specifiche di cui al punto 0.f.

Pali trivellati ad elica continua

a. Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare. La batteria di aste sarà costituita da una elica avente diametro pari a quello nominale di perforazione.

L'attrezzatura di perforazione sarà equipaggiata, per motivi di sicurezza, con un pulitore guida applicato alla torre della perforatrice all'interno della quale viene guidata l'elica. In fase di estrazione il pulitore procede alla rimozione del terreno contenuto tra le spirali dell'elica, facendolo cadere a terra esternamente al pulitore stesso.

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 alle dimensioni dei pali da eseguire.

Una gru di servizio di appropriata capacità di sollevamento è utilizzata per inserire la gabbia d'armatura; in alternativa potrà essere impiegato l'organo di servizio della perforatrice, fermo restando l'obbligo del rispetto dei tempi di esecuzione previsti.

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 mobili per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali. Per la pulizia delle zone di lavoro e l'allontanamento del terreno di scavo si utilizzeranno pale gommate o cingolate, oppure escavatori.

b. Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad 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 spostare lateralmente il terreno provocando un effetto di addensamento e costipazione del terreno nell'intorno del palo stesso o al limite di 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.

c. Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo (avente caratteristiche conformi a 0. verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione o ruotando lentamente nello stesso senso dell'avanzamento. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un trasduttore di pressione collocato in corrispondenza del manicotto in testa alla batteria di scavo. Tale sensore è collegato ad un indicatore digitale posto all'interno della cabina di manovra della perforatrice in modo da risultare ben visibile dall'operatore.

Il getto comincerà solo quando sarà assicurata la fornitura del calcestruzzo necessario al completamento del palo.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 100 ÷ 150 KPa; il sollevamento dovrà essere lento e regolare. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

d. Armatura

La gabbia assemblata a piè d'opera in conformità al progetto ed alle prescrizioni di cui al punto 0.a, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di vibratore o sfruttando il peso proprio della stessa se sufficientemente pesante. Gabbie composte da più elementi modulari (generalmente da 12 m) saranno assemblate a boccaforo.

La gabbia viene sollevata agganciandola con le funi per mezzo di un bilancino per evitare un eccessivo sforzo localizzato. Una volta che l'armatura è in posizione verticale, la gru di servizio si muoverà verso il perforo già gettato per inserire la gabbia; la discesa deve avvenire lentamente per evitare danni ai distanziatori.

Nel caso in cui la gabbia sia composta da più elementi, la connessione è effettuata mediante morsetti; l'unione fra i singoli elementi sarà controllata in loco dal responsabile di turno.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Salvo diverse indicazioni si impiegheranno distanziatori non metallici. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne l'infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

e. Controlli e documentazione

L'attrezzatura di perforazione sarà dotata di una strumentazione elettronica in grado di rilevare, memorizzare e comunicare visivamente all'operatore, in tempo reale, i seguenti parametri:

- in fase di perforazione:

- profondità;
- velocità di avanzamento;
- RPM;
- coppia;
- rapporto di avvitamento.

- in fase di getto:

- profondità;
- velocità di risalita;
- pressione e volume del calcestruzzo;
- portata del calcestruzzo.

I parametri elencati, per almeno il 10% dei pali, verranno rappresentati in funzione della profondità ed elaborati al fine di ottenere graficamente la geometria approssimativa del palo ottenuto. In funzione dell'andamento dei lavori, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale controllo potrà essere esteso ad un numero maggiore di pali ed eventualmente alla totalità degli stessi.

In ogni caso, per ogni palo eseguito, l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria predisposta a cura dell'Appaltatore prima dell'inizio delle attività);
- 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 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, 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 preforni, etc.) concordandoli preventivamente con la DIREZIONE LAVORI.

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 eseguita mediante:

- benna automatica, con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- 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 ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad 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.

Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna, descritta al punto 0.

Micropali

Soggezioni geotecniche ed ambientali

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato. In particolare, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro o in altri casi approvati dalla DIREZIONE LAVORI.

Previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI potrà essere adottata la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

La perforazione “a secco”, senza rivestimento non è di norma ammessa; potrà essere adottata, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove γ = peso di volume totale; per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

La perforazione “a secco” è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso di impiego della rotopercolazione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo Sistema KLEMM), l'APPALTATORE dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parte I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.

In caso contrario per modalità di impiego della rotopercolazione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI, a sua discrezione, potrà richiedere all'APPALTATORE di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico del medesimo APPALTATORE.

Prove tecnologiche preliminari

La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tolleranze

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm

scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico: ± 2 %

lunghezza: ± 15 cm

diametro finito: ± 5 %

quota testa micropalo: ± 5 cm.

Materiali

Le specifiche che seguono sono integrative di quelle di cui alla Sezione relativa alle opere in conglomerato cementizio, che si intendono integralmente applicabili.

a. Armature

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle normative di riferimento per le costruzioni in cemento armato ed essere conformi al progetto.

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei micropali saranno costituite da staffe o da una spirale in tondino, esterne ai ferri longitudinali.

I micropali costruiti dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in “gabbie”; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi del D.M. 14/01/08 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.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Il processo di saldatura deve essere preventivamente qualificato dall'APPALTATORE come previsto al punto 0.a.

Analogamente in corso d'opera andranno eseguiti i prelievi e le prove sulle barre saldate come descritto al punto 0.a.

Le gabbie di armatura, all'atto della messa in opera, dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Le armature saranno dotate di opportuni distanziatori atti a garantirne la centratura nel foro con un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al diametro nominale del foro.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà con la miscela cementizia, è necessario che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3 - 4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3 - 4 m.

b. Tubi in acciaio

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'APPALTATORE dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a “manchette”, ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori \varnothing 8 mm.

c. Profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standards commerciali (12÷14m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme citate al punto 0.

La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

d. Malte e miscele cementizie di iniezione

- Cementi

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

- Inerti

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

- Acqua di impasto

Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimico-fisiche dovranno soddisfare i requisiti di cui alla Sezione relativa alle opere in conglomerato cementizio.

- Additivi

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla DIREZIONE LAVORI per informazione.

- Preparazione delle malte e delle miscele cementizie

Caratteristiche di resistenza e dosaggi

Di norma la resistenza cubica, da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione, deve essere:

$$R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.45$$

Composizione delle miscele cementizie

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 mc di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua: 5,4 kN

cemento: 12 kN

additivi: 0,1÷0,2 kN

con un peso specifico pari a circa $\gamma = 18 \text{ kNt/m}^3$

Composizione delle malte cementizie:

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 mc di prodotto finito:

acqua: 2,7 kN

cemento: 6 kN

additivi: 0,05÷0,01 kN

inerti: 11÷13 kN

Impianti di preparazione

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

bilance elettroniche per componenti solidi

vasca volumetrica per acqua

mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min)

vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici, per le miscele cementizie

mixer per le malte.

Controlli su miscele e malte cementizie

La tipologia e la frequenza dei controlli da eseguire è indicata sulla Specifica di Controllo Qualità.

Modalità esecutive

Micropali a iniezioni multiple selettive

a. Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotoperussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a rotoperussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$

pressione 8 bar.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 0.□

Formazione della guaina

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 - 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 - 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

pressione max di iniezione : $\cong 100$ bar

portata max : $\cong 2$ m³/ora

n. max pistonate/minuto : $\cong 60$.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:

utensile

fluido

rivestimenti

- caratteristiche dell'armatura
- volume dell'iniezione di guaina
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:

data

pressioni di apertura

volumi di assorbimento

pressioni raggiunte

- caratteristiche della miscela utilizzata:

composizione

peso specifico

viscosità Marsh

rendimento volumetrico o decantazione

dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura

Micropali a semplice cementazione

Perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 0.a.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione e, rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 0., si provvederà ad inserire, entro il foro, l'armatura che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

Cementazione

Riempimento a gravità

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno > 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito l'APPALTATORE dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:

utensile

fluido

rivestimenti

- caratteristiche dell'armatura
- volume della miscela o della malta
- caratteristiche della miscela o della malta (come da punto 0.).

18.3 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

Prima di dare inizio ai lavori, l'APPALTATORE dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.

Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.

Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo).

L'APPALTATORE dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).

Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'APPALTATORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate (vedere punti 0 e 0), sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie.

Sarà cura dell'APPALTATORE apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.

Sarà cura dell'APPALTATORE adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE evitare che l'installazione dei pali arrechi danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei pali.

Sarà cura dell'APPALTATORE far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI, qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto.

Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali (micropali), fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. Dovranno essere utilizzate le tecniche di scapitozzatura più idonea: in particolare dovranno essere adottate tecniche poco invasive per l'integrità strutturale del fusto, quali le corone di martinetti radiali. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per eliminare tale parte) ed alla ricostruzione, fino al piano d'imposta della fondazione sovrastante.

18.4 CONTROLLI DI QUALITÀ

Le modalità e la incidenza dei controlli di qualità da eseguire su pali e micropali sono definite nella Specifica di Controllo Qualità (vedasi paragrafo 18.6).

Per quanto concerne i controlli, da eseguire sui pali di medio e grande diametro, basati su prove soniche, considerata la necessità di predisporre all'interno del palo dei tubi di misura (1 o più tubi metallici aventi diametro interno non inferiore a $1\frac{1}{2}$ "), l'APPALTATORE prima dell'inizio delle attività dovrà individuare, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, i pali da sottoporre a tale tipologia di controllo (carotaggio sonico, prove cross-hole), il cui numero non dovrà essere inferiore ad 1/3 della totalità dei pali da realizzare.

I pali di medio e grande diametro sottoposti a prove di carico assiale, ferme restando le incidenze di controllo previste dalla Specifica di Controllo Qualità, potranno essere sottoposti a discrezione della DIREZIONE LAVORI ad una prova di ammettenza meccanica.

18.5 PROVE DI CARICO

Generalità

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- 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.

Le prove di carico in sede di progetto, eventualmente richieste, dovranno essere eseguite secondo le stesse modalità di approntamento, mentre i livelli di carico e i tempi di attesa dovranno essere concordati con il Committente, essendo a tutti gli effetti documenti di progetto.

Definizioni

Si definiscono:

prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (P_{es});

prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2,5 \div 3$ volte il carico di esercizio (P_{es});

Normative e specifiche di riferimento

Valgono le Norme già richiamate a pag.27, e inoltre: ASTM D1 143-81 : "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

Numero e ubicazione dei pali di prova

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Caratteristiche dei pali di prova

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

Prove su pali di medio e grande diametro

Prove di carico assiale

Definizione dei carichi di prova

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà

$$P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$$

$$P_{prova} = P_{lim}$$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Nel caso di prove di collaudo di pali di diametro $\varnothing > 1200$ mm, il carico di prova potrà raggiungere un valore di $1,25 P_{esercizio}$, qualora fossero stati verificati, con carico di prova $= 1,5 P_{esercizio}$, pali di diametro $\varnothing \geq 800$ mm realizzati su terreni con le stesse caratteristiche.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (<3mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

i martinetti siano uguali;

l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 P_{\text{prova}}/g = 0.12P_{\text{prova}}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

pali di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna palificata definitiva);

tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 5 diametri).

L'APPALTATORE, nei caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a circa 120° intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

Preparazione dei pali da sottoporre a prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120°, per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min.} = 1,5 \text{ m}$).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

a. Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- a. Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es}
- b. In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
 - $t = 0$ (applicazione del carico)
 - $t = 2'$
 - $t = 4'$
 - $t = 8'$
 - $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm}$$

- c. Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:
 - $t = 0$
 - $t = 5'$
 - $t = 10'$
 - $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t=30'$
- $t=45'$
- $t=60'$

2° CICLO

- Applicazione di “m” ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto “b” del 1° Ciclo.
- Il carico P_{prova} quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \delta P$) con misure a:
 - $t=0$
 - $t = 5'$
 - $t=10'$
 - $t=15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - \delta P$)
- cedimento (P_{lim}) ≥ 0.10 diametri.
- d. Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla DIREZIONE LAVORI con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; ^(*)
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);

(*) Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere (“verbale”).

- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione;
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

a. Generalità

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 0.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

b. Attrezzature e dispositivi di prova

- Strumentazione lungo il fusto del palo

Il numero e l'ubicazione delle sezioni strumentate sarà stabilito di volta in volta in accordo con la DIREZIONE LAVORI. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo. Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

- Strumentazione alla base del palo

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20 ÷ 30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Metodologie d'installazione degli estensimetri elettrici

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione dei cavi saranno comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

c. Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 0.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il computo di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la DIREZIONE LAVORI.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 0), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la DIREZIONE LAVORI indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro \varnothing 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle tensioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

Prove su micropali

Prove di carico assiale

a. Scelta dei carichi di prova

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà

$$P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$$

$$P_{prova} = P_{lim}$$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno

b. Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 0.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 0.a.

c. Preparazione della prova

c.1) Preparazione dei micropali da sottoporre a prova

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di circa 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropali una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

c.2) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

d. Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- a. Applicazione di “n” ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es} .
- b. In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
 - $t = 0$ (applicazione del carico)
 - $t = 2'$
 - $t = 4'$
 - $t = 8'$
 - $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

- c. Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore: quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30', t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

- a. Applicazione rapida di un carico di entità $1/3 P_{es}$
- b. Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c. Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$
- d. Applicazione rapida di un carico di entità $2/3 P_{es}$
- e. Lettura dei cedimenti come in “b”
- f. Scarico come in “c”
- g. Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{es}
- h. Lettura dei cedimenti come in “b”
- i. Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

- a. Applicazione di “m” ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b. In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto “b”.
- c. Il carico P_{prova} , quando è $< P_{lim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0, t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

$$s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$$

$$s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$$

ove:

d = diametro del micropalo

s_{el} = cedimento elastico del micropalo

- d. Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 0.d.

18.6 SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITA'

CAMPI DI APPLICAZIONE

La presente procedura è applicabile alle seguenti tipologie esecutive:

- a. Pali di medio e grande diametro

pali infissi,

pali trivellati,

pali ad elica continua

- b. Micropali

Cementati con iniezioni multiple

A cementazione semplice

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli nelle fasi di fornitura dei materiali, posa in opera e collaudo è il PCQ completo dei relativi certificati.

DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La presente procedura fa riferimento:

- alla documentazione di tipo contrattuale;
- a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.;
- alle seguenti norme e regolamenti:
 - Decreto Ministero Lavori Pubblici del 17/01/18 (NTC)
 - Raccomandazione dell'Associazione geotecnica Italiana sui pali di fondazione del Dicembre 1984
 - norme UNI 71 63-1 979
 - norme AASHTO
 - norme DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.

e successive modificazioni delle stesse.

PALI DI GRANDE DIAMETRO

Pali da infissione prefabbricati in stabilimento

L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE. Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, già identificata nel corso delle prove di qualifica del fornitore ed inclusa nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.

Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

Pali infissi prefabbricati in cantiere

Per questo tipo di manufatto sono previsti i seguenti controlli:

Armatura in ferro

Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate e notificate alla DIREZIONE LAVORI con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di confezionamento del calcestruzzo.

Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.

L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni palo prefabbricato.

Calcestruzzo

Il calcestruzzo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

Confezionamento del palo

Questo tipo di pali sarà realizzato in accordo al progetto e alle prescrizioni tecniche al punto precedente.

I controlli da eseguire durante il confezionamento saranno di tipo visivo e riguarderanno:

corretta esecuzione delle armature in ferro come da punto precedente.

verifica della presenza dei certificati di prova riguardanti il calcestruzzo, come richiesto nella relativa specifica di C.Q.

Il responsabile dei controlli dell'APPALTATORE dovrà redigere per ogni lotto di armature e di pali confezionati un verbale di ispezione visiva, a cui saranno allegati i certificati relativi al calcestruzzo.

Ogni lotto di pali dovrà essere sempre accompagnato dai certificati delle prove eseguite, realizzando una perfetta identificazione tra il lotto e la propria certificazione.

Rivestimenti metallici per pali infissi gettati in opera

La tipologia del rivestimento dovrà essere conforme al progetto approvato per ogni tipo di palo per i quali i rivestimenti sono utilizzati.

L'APPALTATORE prequalificherà i fornitori.

La qualifica dovrà essere trasmessa alla DIREZIONE LAVORI.

I suddetti rivestimenti dovranno essere comunque conformi a quanto specificato al punto precedente.

Per le camicie metalliche per le quali è previsto un rivestimento protettivo il Responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE dovrà redigere un verbale di accettazione di questi manufatti in cantiere, certificando dell'avvenuto controllo sulla presenza e integrità di questo rivestimento.

Conglomerati cementizi

Il calcestruzzo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE e notificato alla DIREZIONE LAVORI, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi esso dovrà rispondere alle prescrizioni del progetto e della Sezione relativa alle Opere in Conglomerato cementizio del presente Capitolato.

Ai conglomerati cementizi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

In particolare il Responsabile di questa operazione deve prevedere un piano di preparazione e fornitura del conglomerato che sia in linea con il Piano di Costruzione e Fabbricazione dei pali.

Il Responsabile di C.Q. deve verificare che i due Piani di Fabbricazione e costruzione (dei pali e del calcestruzzo) siano tra di loro congruenti in modo da garantire la produzione giornaliera prevista per i pali.

Bentonite

Le caratteristiche della bentonite sono quelle specificate nella tabella Tabella 1 pag.31 "Caratteristiche e limiti di accettabilità della Bentonite in polvere".

Le caratteristiche in oggetto dovranno essere garantite dal fornitore con apposito certificato che accompagnerà ogni lotto di fornitura.

Il responsabile di C.Q. dovrà accertarsi all'atto dell'accettazione del lotto in cantiere che lo stesso sia accompagnato da questa certificazione e che la stessa sia conforme alle prescrizioni del presente Capitolato.

Il fornitore dovrà preventivamente essere qualificato dall'APPALTATORE e notificato alla DIREZIONE LAVORI.

Prodotti per preparazione fanghi biodegradabili

Nel caso in cui sia previsto l'impiego di materiali adatti per la preparazione dei fanghi biodegradabili il tipo e le caratteristiche dei prodotti saranno stabiliti dall'APPALTATORE con un numero adeguato di prove da eseguire in laboratorio. La formulazione prescelta dovrà essere sottoposta alla DIREZIONE LAVORI che ne approverà l'utilizzo.

L'acquisto dei prodotti relativi sarà quindi effettuato sulla base delle specifiche concordate e, anche per questi prodotti, il fornitore dovrà produrre opportuni certificati che dovranno accompagnare i lotti di fornitura.

Le modalità di controllo sono le stesse delle bentoniti.

Il fornitore dovrà preventivamente essere qualificato dall'APPALTATORE e notificato alla DIREZIONE LAVORI.

Acqua per fanghi bentonitici

Il responsabile di C.Q. dovrà garantire le qualità dell'acqua mediante i seguenti controlli:

- individuazione della fonte di approvvigionamento e verifica della sua idoneità mediante l'esecuzione di analisi di laboratorio;
- verifica della costanza delle qualità dell'acqua proveniente dalla fonte selezionata, mediante esecuzione settimanale delle analisi sopra richiamate e verifica della loro conformità alle specifiche;
- qualsiasi cambiamento della fonte di approvvigionamento dovrà necessariamente comportare la riesecuzione della procedura di qualifica della fonte, prima del suo utilizzo.

Il responsabile di C.Q. dovrà controllare settimanalmente i certificati di qualità dell'acqua ed archivarli in modo adeguato rendendoli disponibili a qualsiasi verifica della DIREZIONE LAVORI.

La qualifica delle fonti di approvvigionamento dovrà essere notificata alla DIREZIONE LAVORI.

PALI DI GRANDE DIAMETRO: CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Controlli preliminari alla posa in opera

- a. Prima di procedere alla posa in opera, l'APPALTATORE dovrà sottoporre alla DIREZIONE LAVORI:
 - il programma di esecuzione delle opere ed i relativi P.C.Q. per concordare con la DIREZIONE LAVORI la scelta dei pali che necessitano di una specifica preparazione del palo;
 - l'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare;
 - la verifica della predisposizione del trasporto dei materiali di risulta presso le discariche previste;
 - una dichiarazione che è stata verificata l'area in cui debbono essere eseguiti i pali ed è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o, in caso contrario, una relazione sulle misure e provvedimenti presi.
 - una planimetria con la posizione dei pali da eseguire ed un loro codice identificativo.
 - il tracciamento sul terreno degli assi dei pali in conformità alla planimetria presentata.
- b. L'APPALTATORE dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per la effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico il 30% dei pali realizzati. Il Responsabile di C.Q. dovrà prevedere di assoggettare a questo tipo di prova il 10 % dei pali attrezzati; dovrà altresì prevedere di effettuare prove di carotaggio continuo in asse al palo, con prelievo di carote, sul 1% dei totale dei pali eseguiti. In caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta, a suo insindacabile giudizio, dalla DIREZIONE LAVORI

Controlli preliminari particolari

Prima di procedere con i lavori, a seconda delle varie tipologie di pali, l'APPALTATORE dovrà integrare le precedenti prescrizioni di tipo generale con quanto di seguito specificato.

- a. Pali infissi:

fornire la specifica delle modalità di lavoro con l'indicazione dei provvedimenti che adotterà per il rispetto dei limiti delle vibrazioni in accordo alla norma DIN 4150;

calcolo delle caratteristiche minime del battipalo o del vibratore,

concordare con la DIREZIONE LAVORI la strumentazione da installare sul battipalo per la verifica della sua reale efficienza;

eventuale presenza di adeguata strumentazione sul battipalo per la misura della velocità terminale del maglio.

b. Pali trivellati:

presentare la necessaria documentazione sulla natura del terreno per valutare l'idoneità degli accorgimenti tecnici prescelti e l'eventuale necessità di prove tecnologiche preliminari da eseguire per testare l'idoneità delle attrezzature;

presentare la documentazione relativa alle caratteristiche tecniche dell'impianto di dissoluzione della bentonite e le relative modalità operative.

c. Pali battuti prefabbricati

calcolo delle caratteristiche minime del battipalo;

pali ad elica continua;

fornire la specifica delle modalità di lavoro e presentare la documentazione relativa alle caratteristiche delle macchine.

L'APPALTATORE trasmetterà la suddetta documentazione, preparata per ogni tipologia di palo utilizzato, alla DIREZIONE LAVORI.

Controlli di posa in opera

Compiti della struttura di C.Q.

Il Responsabile di C.Q. ha il compito di:

- programmare e gestire l'andamento delle prove richieste in funzione del programma di esecuzione dei lavori e delle liste delle attrezzature da utilizzare in accordo a quanto consegnato alla DIREZIONE LAVORI e da questa accettato;
- assicurare la preparazione dei Dossier di Qualità completi di schede e certificati da allegare o richiamare nei P.C.Q. per ogni palo e lotto di pali, in accordo alla presente specifica di C.Q. Assicurarne la corretta archiviazione e conservazione, rendendoli disponibili in cantiere ad ogni richiesta e verifica della DIREZIONE LAVORI e consegnandoli alla stessa DIREZIONE LAVORI ad opere ultimate.
- non fare utilizzare quei manufatti, materiali o opere che non abbiano superato i controlli richiesti e quindi non siano conformi alle specifiche ed al contratto. Queste parti d'impianto (manufatti, materiali ed opere) potranno essere eventualmente riutilizzati soltanto a valle delle azioni correttive delle difformità riscontrate, richieste o accettate dalla DIREZIONE LAVORI

Controlli per tipologia di palo

a. Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

Per questo tipo di pali si fa riferimento alle specifiche tecniche dei Capitolato di Costruzione al punto 0.

Le operazioni di verifica da effettuare sono le seguenti:

Distanza minima degli interassi per perforazioni contigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto; la realizzazione dei pali dovrà essere pianificata dal Responsabile di questa attività in modo da evitare interferenze ed interazioni in corso di esecuzione.

Il piano di esecuzione, firmato dal Responsabile a valle del completamento dell'attività, per attestazione delle regolarità della realizzazione, dovrà essere allegato ai P.C.Q.

Verifica dell'esistenza della documentazione di controllo della qualità del calcestruzzo, in accordo alla relativa specifica di C.Q.

Verifica dell'esistenza dei certificati di controllo delle armature.

Verifica dello stato interno del rivestimento prima dell'immissione delle armature per constatare che il livello dell'acqua al fondo del rivestimento non supera i 15cm.

Verifica della centratura e della verticalità delle gabbie d'armatura dopo il loro posizionamento entro i rivestimenti.

Controllo della portata del getto di calcestruzzo (non inferiore ai 15 mc./h).

Conteggio del numero dei colpi necessari per l'avanzamento.

Interruzione dell'infissione quando si sia raggiunta la quota di progetto o si sia riscontrato il rifiuto all'infissione.

Controllo della quota raggiunta, della posizione e verticalità del palo dopo l'arresto dell'infissione.

Redazione di una scheda per ogni palo in cui sono annotati:

dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate

riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata

dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione

tempo necessario per l'infissione

tabella dei colpi d'avanzamento

grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri

b. Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

I controlli da effettuare sono gli stessi che per i pali di cui al punto a) precedente con l'aggiunta dell'ulteriore seguente controllo:

misurazione del livello del calcestruzzo prima dell'accorciamento del rivestimento esterno, in modo da avere sempre un battente di almeno 2 m. sulla scarpa del tubo forma.

c. Pali battuti prefabbricati

I pali in oggetto sia che provengano da stabilimenti esterni, sia che siano prefabbricati in cantiere debbono essere assoggettati ai medesimi controlli previsti per l'acquisto da fornitori esterni.

Per quanto riguarda la loro posa in opera il Responsabile di C.Q. deve eseguire le seguenti verifiche :

esistenza della documentazione di C.Q. del manufatto prefabbricato o approvvigionato;

verifica della corretta esecuzione dei giunti eventualmente presenti.

verifica, se posto in opera, delle dimensioni e della profondità del preforo in accordo al punto.

conteggio del numero dei colpi necessari per l'avanzamento come specificato al punto.

interruzione dell'infissione quando si sia raggiunta la quota di progetto o si sia riscontrato il rifiuto all'infissione;

controllo della quota raggiunta, posizione e verticalità del palo dopo l'arresto dell'infissione;

redazione di una scheda per ogni palo in cui sono annotati :

dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate,

riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata

dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione,

tempo necessario per l'infissione,

tabella dei colpi d'avanzamento,

grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri.

d. Pali vibroinfissi

Per questa tipologia di pali si applicano le prescrizioni di cui ai punti 0.

Per quanto riguarda i controlli da eseguire essi sono analoghi a quelli sopra descritti nei punti a), b), c), per la tipologia di lavorazione prevista per ogni tipo di palo in funzione delle prescrizioni del presente capitolato.

e. Pali trivellati con fanghi

Preparazione del fango

Per questa attività si fa riferimento al punto 0 e 0.

I controlli da eseguire riguarderanno:

verifica della documentazione di acquisto attestante le caratteristiche della materia prima (bentonite, amidi, ecc.);

densità del fango bentonitico fresco;

densità, viscosità e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego.

I suddetti controlli saranno effettuati su di ogni lotto di prodotto soggetto a maturazione, la frequenza sarà quindi funzione delle quantità utilizzate e della capacità delle vasche di maturazione.

Per i fanghi biodegradabili saranno eseguiti i controlli di densità e viscosità come sopra descritti, nelle condizioni che deriveranno dalla scelta della formulazione effettuata precedentemente al loro impiego con adeguate prove di laboratorio.

La DIREZIONE LAVORI all'atto della presentazione della formula prevista e studiata dall'APPALTATORE può richiedere prove aggiuntive.

Su questi fanghi deve inoltre essere eseguita la prova di decadimento con una frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

I controlli saranno eseguiti nel laboratorio di cantiere e la misurazione della densità sarà eseguita con bilancia Baroid tarata con una precisione di ± 5 gr./l.

Controlli in fase di realizzazione dei pali

All'atto della realizzazione dei pali i controlli da eseguire sono i seguenti:

- distanza minima degli interassi per perforazioni contigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto; la realizzazione dei pali dovrà essere pianificata dal Responsabile di questa attività in modo da evitare interferenze ed interazioni in corso di esecuzione; questo piano di esecuzione, firmato dal Responsabile a valle del completamento dell'attività, per attestazione delle regolarità della realizzazione, dovrà essere allegato al P.C.Q.;
- controllo del contenuto in sabbia del fango all'interno dello scavo, prima e dopo il getto del calcestruzzo; questo controllo dovrà accertare che il fango, nei due casi, non contenga sabbia per più del 5%;
- controllo della densità del fango all'interno dello scavo prima del getto; questo controllo dovrà accertare che la densità del fango non superi le 1,15 t/mc.; nel caso che i controlli sopradetti, da eseguire su ogni palo, non diano i risultati attesi si dovrà procedere come previsto;
- controllo dei depositi sul fondo scavo, alla profondità di progetto, prima del getto del calcestruzzo; dopo aver raggiunto la quota prevista e immediatamente prima del getto, si dovrà verificare che lo spessore dei depositi sul fondo non superino i 20 cm.; nel caso questa prescrizione non sia verificata si agirà come specificato al punto 0 e;
- controllo dell'immersione del tubo di convogliamento durante il getto; mediante apposito scandaglio si deve verificare che durante il getto l'immersione del tubo sia compresa tra 2,5 e 6 metri;
- controllo della portata di getto; durante il getto si deve controllare che la portata gettata non sia mai inferiore a 15 mc./h.

Per i pali trivellati con rivestimento provvisorio si dovranno eseguire i seguenti ulteriori controlli:

- controllo delle giunzioni saldate tra i vari spezzoni del rivestimento per accertarsi che nel tubo non esistano fessure che possano permettere l'ingresso del terreno;

- controllo del totale riempimento del tubo, con acqua o fango, in caso di presenza di falda;
- il livello di riempimento deve essere maggiore di quello piezometrico della falda.

Alla fine del getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni palo realizzato, una scheda in cui sono annotati :

dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate;
 riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata;
 tempi di perforazione;
 dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione;
 volumi e grafico del getto.

Per i pali realizzati con fanghi biodegradabili la scheda dovrà anche contenere :

prodotti impiegati per il fango,
 dosaggio e tempo di decadimento,
 viscosità,
 assorbimenti.

f. Pali ad elica continua

Per questo tipo di pali, da realizzare in accordo alle prescrizioni del punto 0 le verifiche da effettuare, da parte del C.Q., sono:

preparazione di un piano di esecuzione dei lavori, da notificare alla DIREZIONE LAVORI ed allegare al P.C.Q.

controllo della posizione planimetrica di ogni singolo palo ed esecuzione in conformità al piano di esecuzione dei lavori

verifica della installazione delle punte a perdere, della velocità di avanzamento e registrazione dei tempi di perforazione

verifica del raggiungimento della quota di progetto

controllo delle certificazioni di calcestruzzi ed armature

controllo della pressione di getto del calcestruzzo (100-150 KPa)

controllo della velocità di estrazione, dei volumi di scavo e getto

controllo posizionamento armature predisposte nell'anima della trivella e dell'inserimento del mandrino di espulsione o delle modalità di affondamento delle stesse

controllo del raggiungimento della quota di campagna

redazione di una scheda in cui sono annotati:

dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate,

riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata,

dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione,

profondità di perforazione,

tempi di perforazione per tratte successive di 5 m. e di 1 m. nel tratto finale,

grafico dei tempi di perforazione,

spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella,

volume di calcestruzzo gettato.

I parametri di cui al punto 0.e verranno rappresentati in funzione della profondità ed elaborati al fine di ottenere graficamente la geometria approssimativa del palo ottenuto su almeno il 10% dei pali. In funzione dell'andamento dei lavori, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale controllo potrà essere esteso ad un numero maggiore di pali ed eventualmente alla totalità degli stessi.

Controlli sul manufatto finito in opera

Per tutti i pali dovranno essere verificate le tolleranze rispetto alle specifiche di progetto.

I parametri da controllare sono quelli indicati al punto 0 dove sono specificati i limiti di tolleranza per rendere le parti d'impianto in oggetto conformi alle specifiche e quindi accettabili.

Alla fine delle attività di controllo il Responsabile di C.Q. dovrà, per ogni serie di pali relativi a singoli manufatti o opere chiaramente identificabili dai disegni di progetto, approntare un dossier di Qualità che raccolga i documenti utilizzati nelle operazioni di controllo e certificazione, e più precisamente:

- planimetria con la posizione quotata dei pali numerati in modo da renderli chiaramente identificabili;
- documentazione di C.Q. sui materiali e manufatti impiegati, sulle attrezzature utilizzate e sulle modalità di esecuzione;
- P.C.Q. delle operazioni di realizzazione dei pali, con tutta la documentazione certificativa allegata;
- schede dei parametri di esecuzione per ogni palo;
- P.C.Q. del controllo, per ogni palo, del rispetto delle tolleranze previste e quindi dell'accettabilità degli stessi.

Il Responsabile di C.Q. dovrà quindi trasmettere questo dossier alla DIREZIONE LAVORI.

MICROPALI

Anche per la costruzione e posa in opera di questi pali l'APPALTATORE dovrà procedere all'acquisto di una serie di manufatti e di materiali che dovranno essere opportunamente controllati, sia alla fonte di approvvigionamento che alla consegna in cantiere, come sarà di seguito specificato.

Materiali e manufatti

Armatura in ferro

Le armature metalliche sono definite nel progetto esecutivo dei micropali e nel punto 0.a.

Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di qualifica dei ferri d'armatura.

Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.

L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni lotto di armature per micropali.

Tubi e profilati in acciaio

Le prescrizioni tecniche e le relative specifiche progettuali sono definite nei disegni di progetto e nei punti 0.b.2.2.4.b e 0.c.

L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI. Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, e richiesta nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.

Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

Malte e miscele cementizie

Le miscele potranno provenire già preconfezionate da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

Fluidi di perforazione

Per quanto riguarda l'uso di fanghi e bentoniti vale quanto prescritto ai punti 0, 0, 0 della presente Specifica.

Nel caso di impiego di schiume, queste dovranno provenire da fornitori qualificati e notificati alla DIREZIONE LAVORI. Modalità di preparazione ed uso, in conformità alle prescrizioni del produttore, dovranno essere inviate alla DIREZIONE LAVORI per approvazione.

Ogni lotto di fornitura dovrà essere accompagnato da una certificazione attestante la provenienza, la tipologia e la qualità del prodotto stesso.

Controlli in fase di realizzazione

Controlli preliminari

Prima dell'inizio della posa in opera dei micropali l'APPALTATORE deve consegnare alla DIREZIONE LAVORI una documentazione che contenga, oltre a quanto previsto al precedente punto 0 della presente Specifica, anche:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- una relazione con la quale, in base alle caratteristiche stratigrafiche del terreno attraversato si specificano le modalità di perforazione ritenute più adatte;
- l'elenco e la specifica tecnica delle attrezzature da impiegare;
- i risultati di eventuali prove preliminari di perforazione eseguite con le stesse modalità ed attrezzature proposte;
- effettuazione di campo prove per taratura dei parametri geotecnici assunti a base del progetto, ove richiesto dal progettista e concordati con la DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI potrà chiedere prove integrative o modifiche alla suddetta proposta operativa.

Controlli in fase di realizzazione

a. Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI e che lavorino nelle condizioni previste al punto 0.a;
- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;
- verifica delle caratteristiche della miscela, mediante prove;
- verifica della immediata formatura della guaina cementizia subito dopo la immissione dell'armatura;
- verifica del tempo minimo di stagionatura della guaina (12 - 24 ore);
- verifica della pressione massima e delle portate d'iniezione, vedi punto 0;
- verifica dei volumi d'iniezione e della pressione di rifiuto, prescritta dal progetto.

A valle delle operazioni di getto, il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume dell'iniezione di guaina;
- tabella delle iniezioni selettive con l'indicazione per ogni valvola e per ogni fase di:
 - data

- pressione di apertura,
- volumi di assorbimento,
- pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
 - composizione,
 - peso specifico,
 - viscosità MARSH,
 - rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

b. Micropali a semplice cementazione

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI e che lavorino nelle condizioni previste al punto 0.a;
- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;
- controllo del diametro dell'armatura tubolare.

Per il riempimento effettuato a gravità, in accordo alle prescrizioni del punto 0, si dovranno inoltre mettere in atto le seguenti attività:

- controllo del raggiungimento della corretta quota del tubo di alimentazione (10 ÷ 15 cm. dal fondo);
- controllo che l'armatura tubolare abbia un diametro inferiore a 50 mm. per iniezioni di malta con inerti fini o miscela cementizia pura;
- verifica del riempimento totale con effettuazione degli eventuali rabbocchi, se necessari.

Per il riempimento effettuato a bassa pressione, in accordo alle prescrizioni del punto 0., si dovranno invece mettere in atto le seguenti attività:

- verifica della completezza del riempimento entro il rivestimento provvisorio;
- verifica della corretta installazione della testa a tenuta;
- controllo della corretta pressione d'immissione dell'aria;
- controllo del riempimento totale con le modalità di cui al punto 0.

Anche per questo tipo di micropali a valle delle operazioni di getto, il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;
- riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);
- lunghezza della perforazione;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume iniettato;
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
 - composizione,
 - peso specifico,

- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

Tipologia e frequenza delle prove per la miscela di iniezione

Per ogni lotto, costituito da un medesimo impasto di miscela di iniezione, dovranno essere effettuate le seguenti prove:

composizione,
peso specifico,
viscosità MARSH,
rendimento volumetrico o decantazione,
resistenza a compressione.

Le prove dovranno essere effettuate sul posto o in un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o in un Laboratorio Ufficiale, i certificati dovranno essere allegati al dossier di qualifica dell'opera.

CONTROLLI FINALI

Una serie di controlli è prevista per i micropali e per i pali di medio e grande diametro già completati, prima della loro utilizzazione.

Questa serie di controlli è sostanzialmente di tre tipi:

- controlli di resistenza meccanica sotto carico, sia di tipo distruttivo che non distruttivo;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di ammettenza meccanica;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di controllo sonico.

I tre tipi di controlli sono utilizzati per garantire che i lotti di pali in esame diano sufficienti garanzie di resistenza e rispetto delle performance richieste dal progettista.

Essi non possono peraltro essere utilizzati per tutti i tipi di palo, in quanto i controlli di tipo sonico possono essere eseguiti soltanto su pali di medio e grande diametro. Queste infatti sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni metalliche, da annegare nel getto calcestruzzo, aventi un diametro interno non inferiore a 1 "1/2.

L'esecuzione di tutte le prove previste e richiedenti particolari predisposizioni dei pali, in accordo al progetto, al Capitolato di Costruzione ed alla presente Specifica debbono essere tassativamente previste e programmate prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Esse dovranno essere riportate nei relativi P.C.Q. in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono.

Prove di carico

Tutte le prove di carico sui pali saranno eseguite in accordo alle prescrizioni (preparazione del palo, strumentazione, piano di carico, entità del carico) specificate al punto 18.5, ed in accordo alle norme ASTM D 1143-81 "Standard Test Method for Piles under static axial compressive load".

Esse sono suddivise in due classi, in funzione del fatto che siano prove distruttive o no.

Prove a carico limite

a. Estensione delle prove

Questo tipo di prove tende ad accertare i limiti di carico che causano la rottura del sistema palo terreno o valori molto vicini a questi limiti.

Questo tipo di prove è quindi distruttivo e deve infatti essere effettuato su pali appositamente predisposti, all'esterno della palificata da collaudare. Essa è applicabile sia a micropali che a pali di medio e grande diametro.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

tipo e diametro del palo,

caratteristiche di omogeneità del terreno,

affidabilità dell'opera,

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

Egli dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI numero e posizione planimetrica di questi pali all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo geognosticamente equivalenti.

La DIREZIONE LAVORI deve approvare la proposta dell'APPALTATORE o modificarla, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui installare il lotto di pali, rispetto a quelli in cui è stata già eseguita questa prova, per pali dello stesso diametro.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 3 volte il carico di esercizio stabilito dal progettista.

b. Qualifica dei controlli

I controlli da effettuare sia prima che durante la prova sono gli stessi che saranno di seguito descritti per le prove di collaudo.

Prove di collaudo

a. Estensione delle prove

Anche questo tipo di prova, non distruttiva deve essere effettuata sia su micropali che su pali di medio e grande diametro.

Il carico di prova deve raggiungere, al massimo, il valore di 1,5 volte il carico di esercizio, per $D < 100$ cm e 1,2 volte per $D > 100$ cm.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a tipo e diametro del palo, caratteristiche di omogeneità del terreno e affidabilità dell'opera, il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

L'APPALTATORE dovrà concordare con la DIREZIONE LAVORI numero, localizzazione e modalità di esecuzione della prova dei pali da sottoporre a collaudo, all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo geognosticamente equivalenti e comunque deve essere almeno pari all'1 % del totale dei pali, con un minimo di n° 2 pali per opera.

L'APPALTATORE al termine dell'esecuzione dei pali proporrà i pali da sottoporre a prove di carico. La DIREZIONE LAVORI, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pali, e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pali dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pali da sottoporre a prova di carico.

b. Qualifica dei controlli

Prima della prova il Responsabile di C.Q. dovrà verificare:

- preparazione della testa palo in accordo ai punti 0. e 0.c.1) (micropali);
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico in accordo ai punti 0. e 0.b (micropali).

All'atto della prova egli dovrà poi controllare:

la corretta applicazione del carico, in accordo alla documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI e a quanto specificato ai punti 0.a e 0.d (micropali).

Alla fine delle prove, il Responsabile di C.Q. dovrà redigere una scheda da allegare al P.C.Q. che contenga, per ogni palo provato, i seguenti dati:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;

- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
 - la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
 - il carico applicato;
 - il tempo progressivo di applicazione del carico;
 - le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore.
 - il dossier completo con tutte le tabelle complete tempo/carico/cedimento come specificato, per i diversi tipi di palo, al punto 0.
- c. Pali strumentati

Quando richiesto dal progettista, si possono effettuare prove di carico assiale su pali opportunamente strumentati, per definire l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo.

I pali strumentati saranno utilizzati solo per pali di grande e medio diametro. Sui pali strumentati saranno eseguite verifiche sulla corretta installazione della strumentazione, con le frequenze al punto 0.a.

Per ogni palo di questo tipo, oltre ai controlli di routine sopra indicati, dovrà essere redatta anche una scheda, del tipo di quella specificata, con tutte le misurazioni relative alla strumentazione installata, effettuate con le modalità di cui al punto 0.

Prove di controllo sonico

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico
- prove cross-hole.

Carotaggio sonico

a. Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m.

b. Modalità e frequenze di esecuzione

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

Questo tipo di prove dovrà essere eseguito quando l'APPALTATORE e/o la DIREZIONE LAVORI, a seguito di altre prove o riscontri, abbiano fondati dubbi sulla corretta esecuzione ed integrità del palo stesso.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

c. Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni palo:

dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;

l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;

la temperatura riscontrata all'atto delle prove;

il tipo di sonda sonica impiegata;

le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;

il diagramma completo con tutte le misurazioni in funzione degli avanzamenti;

Prove cross-hole

a. Descrizione della prova

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto almeno due tubi all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto.

Utilizzando 3 tubi disposti ai vertici di un triangolo equilatero è possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.

b. Frequenza e modalità di esecuzione

Questo tipo di prova sarà eseguito sul 10% dei pali attrezzati.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

In uno di questi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazioni digitali.

c. Documentazione della prova

La documentazione da emettere è analoga a quella dei carotaggi sonici e consiste in una scheda con la stessa tipologia di dati sopra elencati, ma riferiti alla strumentazione e tipo di registrazione applicabile.

Prove di ammettenza meccanica

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del palo.

I pali soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della DIREZIONE LAVORI.

La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pali non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

a. Modalità di esecuzione

La prova viene effettuata colpendo la testa del palo con un piccolo martello contenente un trasduttore di forza.

La risposta è simultaneamente misurata mediante un rilevatore di velocità fissato alla periferia del palo.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.

Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.

La curva ottenuta è funzione del modulo E_c del conglomerato cementizio, della rigidità del terreno laterale di appoggio e della geometria del palo.

b. Documentazione prodotta

La documentazione da produrre consisterà in una scheda, analoga a quella descritta per le prove soniche, nella quale, oltre ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, siano anche riportati tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

18.7 PALIFICATA CON L'IMPIEGO DI PALI IN C.A. CENTRIFUGATO

Fornitura ed infissione di pali prefabbricati in C.A.C. monolitici

I pali centrifugati prefabbricati saranno a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 500 kg/cm² e dovrà essere esente da porosità od altri difetti.

Il cemento sarà di tipo ad alta resistenza ai solfati.

La D.L. potrà anche ordinare rivestimenti protettivi che saranno compensati a parte.

Forma del palo e caratteristiche dimensionali saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

I pali saranno di forma troncoconica diametro cm26 in punta, rastremazione 1.5cm/m.

L'armatura sarà costituita da barre longitudinali in acciaio B450C o Aq75-80, spirale in acciaio crudo diametro 2.5 con passo di cm 7-10 infitta alle estremità, anelli diametro 6 ad interasse di cm 66.

La produzione dovrà comunque avvenire secondo le procedure di serie depositate al Ministero dei Lavori Pubblici.

I paoli dovranno essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato.

L'infissione sarà preceduta da prove preliminari per controllare la rispondenza delle valutazioni fatte in sede progettuale.

I magli adottati per l'infissione, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere, se del tipo a scoppio dotati di pistone di peso non inferiore a 0.5 volte quello del palo.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro.

Prima di iniziare l'infissione dei pali, l'impresa dovrà fornire alla D.L. la seguente documentazione:

disegni completi di tutte le caratteristiche geometriche del palo comprensivi della descrizione e disposizione dell'armatura, nonché dei particolari relativi alla testa ed alla punta.

descrizione e dati tecnici della attrezzature per l'infissione dei pali nonché di tutti gli accorgimenti che l'impresa intende adottare per proteggere la testa del palo durante la battitura.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3 %.

L'infissione dei pali dovrà essere effettuata previa esecuzione di ogni e qualsiasi operazione atta al picchettamento e posizionamento degli stessi eseguito con idonei mezzi d'opera il tutto compreso gli oneri d'infissione.

Per ogni palo dovranno venire rilevati, e trascritti su apposito registro firmato giornalmente dall'incaricato della D.L. e dell'Impresa, i seguenti elementi:

lunghezza;

diametro esterno alla punta ed alla testa;

diametro interno alla punta ed alla testa;

profondità raggiunta;

rifiuto;

tipo battipalo;

peso del maglio;

altezza di caduta del maglio;

caratteristiche della cuffia;
peso della cuffia;
energia d'urto;
efficienza del battipalo.

Durante le prove di infissione preliminare occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1.5-2cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione supera i valori sopra citati.

Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo onde controllare la penetrazione progressiva.

Per tutti i pali, a lavori ultimati, dovrà essere fornito il valore dell'affondamento finale ("rifiuto") e la relativa relazione di infissione finale contenente l'elaborazione dei dati a mezzo di formule dinamiche.

Al termine dell'infissione verrà effettuata la rottura della testa di ciascun palo in modo da mettere in luce, a raggiera, l'armatura da annegare nei plinti di fondazione.

La rottura delle teste dei pali dovrà essere eseguita mediante sistema idraulico con collare a martinetti radiali entro scavo predisposto con margine di almeno 50cm intorno al palo, oppure, in alternativa con idoneo martello demolitore azionato manualmente, di adeguata potenza in modo da garantire l'integrità del palo.

Sono comunque da escludere altri sistemi con attrezzature che possono compromettere l'integrità del palo (pinzoni e cartelloni idraulici...).

Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazione dell'asse, che a giudizio della D.L. non fossero tollerabili, il palo dovrà essere sostituito a totale cura e spese dell'Impresa.

ART. 19 MAGRONI

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato, 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 sarà desunto dai documenti di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE il progetto della miscela (mix design) del magrone di fondazione la cui composizione dovrà essere mantenuta costante durante l'esecuzione delle opere.

Il magrone dovrà avere una resistenza media $R_m > 15 \text{ N/mm}^2$.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato con componenti qualificati.

Il cemento dovrà essere di tipo III o IV di classe 32,5. Il dosaggio minimo di cemento sarà di 200 Kg/mc con un rapporto a/c $\leq 0,7$.

In corso d'opera si eseguiranno prove di controllo a compressione su due cubetti, aventi lato 15 cm, per la determinazione, presso un laboratorio qualificato, della (R_m) resistenza media a compressione a 28 giorni. La frequenza delle prove sarà di una ogni 500 mc di magrone prodotto da ciascun impianto di betonaggio.

ART. 20 OPERE E STRUTTURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

20.1 VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

20.2 IMPASTI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato in conformità di quanto previsto al Cap. 11.2 del DM 17.01.2018.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI EN 13670:2010 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1) e del requisito di durabilità delle opere.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP e s.m.i..

20.3 REQUISITI GENERALI

Le miscele dei conglomerati cementizi dovranno raggiungere le caratteristiche minime di resistenza e durabilità prescritte dalla progettazione e soddisfare inoltre a quanto indicato nelle tabelle dei paragrafi seguenti.

Il dosaggio e il tipo di cemento debbono essere scelti in relazione alle caratteristiche costruttive dell'opera ed a quelle ambientali, con particolare riferimento alle resistenze meccaniche, durabilità e temperatura nel getto. La quantità minima di cemento da impiegare nella preparazione dell'impasto viene indicata per i vari tipi di calcestruzzo nella tabella dei paragrafi seguenti e tali limiti devono intendersi inderogabili indipendentemente dal tipo di cemento usato. In condizioni di attacco chimico del calcestruzzo la quantità minima di cemento sarà quella prevista nella norma UNI 11417-1:2022 e UNI 11417-2:2022 e verrà espressamente indicata dal progettista e approvata dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Granulometrie degli aggregati

Gli aggregati appartenenti a diverse classi granulometriche e mescolati tra loro in adeguate percentuali, (appartenenti almeno a tre classi), dovranno formare miscele granulometriche costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i requisiti, nel seguito indicati, di consistenza, omogeneità, aria inglobata, resistenza, permeabilità e ritiro. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, dia la massima compattezza al conglomerato cementizio, compatibilmente con gli altri requisiti nel seguito indicati, adottando uno dei fusi granulometrici riportati nell'appendice "B" della tabella UNI EN 206-1. In una singola pezzatura non dovranno essere presenti, di norma, più del 15% di frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori e superiori.

Sarà facoltà della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE approvare eventualmente l'adozione di granulometria discontinua con preventiva verifica che l'impasto risponda alla prova di omogeneità.

Il diametro massimo dell'aggregato dovrà essere scelto secondo quanto prescritto dalla UNI EN 206-1.

Per quanto concerne gli aggregati fini, per la preparazione di un mix potrà essere usata una sabbia od una miscela di due sabbie. Le caratteristiche petrografiche, granulometriche, chimiche, fisiche e meccaniche delle miscele di sabbie dovrà rispondere ai limiti di accettazione stabilito dalla norma UNI 8520-2 per aggregati fini di Categoria "A" fatte salve le più stringenti specifiche di cui al precedente punto concernenti al massa volumica e l'assorbimento superficiale. Nel caso in cui la miscela sia costituita da una sabbia di frantumazione ed una sabbia naturale, i limiti di accettabilità dettati dalla norma UNI 8520-2 per quanto concerne il contenuto di passante allo 0,075 mm saranno quelli relativi al tipo di sabbia prevalente. Il modulo di finezza (Mf) e l'equivalente in sabbia (es), saranno misurati rispetto alla miscela di aggregati fini nel loro complesso. Per quanto concerne invece le singole sabbie componenti le miscele, queste dovranno rispettare in ogni caso i seguenti limiti:

Equivalente in sabbia (Es): > 70

Valore di bleu (Vb) $\leq 0,8 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini

$1,8 \leq \text{Modulo di Finezza (Mf)} \leq 3,6$

Contenuto di grumi di argilla e particelle friabili $\leq 3\%$

Contenuto di particelle leggere e friabili $\leq 2\%$

Contenuto di sostanze organiche: colore della soluzione almeno uguale allo standard di riferimento.

Individuazione delle frazioni granulometriche e del D. max del mix design

Aggregato	Residuo su D	Passant e su d	Passante su 0,5 d
grosso	$< 10\%$	$< 15\%$	$< 5\%$
fine	$< 5\%$		
Misto granulom.	$< 3\%$		

Nella progettazione dei mix design, le varie frazioni dovranno essere miscelate in percentuali che non superino il 40% per gli aggregati grossi ed il 50% per le sabbie; per i calcestruzzi dal D. max \leq di 20 mm, la sabbia potrà essere dosata fino al 55%.

Non sarà ammesso in alcun modo l'impiego di sabbie aventi già in fase di progettazione (o come valore standard) un modulo di finezza (secondo UNI 8520), superiore a 3,4; in fase di produzione, il valore di M.F. (modulo di finezza) - da verificare con frequenza da stabilire - per singoli campioni spot prelevati all'impianto non dovrà superare il valore di 3,6.

Rapporto acqua/cemento

Fermo restando che, nei vari tipi di calcestruzzo, il rapporto a/c non dovrà superare i valori massimi fissati dalla tabella del Par. 2.10, si dovrà anche tenere conto del Prospetto III della UNI EN 206-1.

La quantità d'acqua da usare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua contenuta e assorbita dagli inerti.

Si dovrà fare riferimento alla norma UNI 8520 parti 13a e 16a per la condizione "Satura superficie asciutta", per la quale l'inerte non assorbe né cede acqua impasto.

Nella valutazione del rapporto a/c si deve tener conto dell'eventuale impiego di additivi liquidi, come richiamato al punto precedente.

Il rapporto acqua/cemento potrà essere controllato periodicamente, anche in cantiere, secondo la norma UNI 6393.

Lavorabilità

Il parametro indicatore della lavorabilità del conglomerato cementizio fresco è la misura dell'abbassamento al Cono di Abrams espresso in cm secondo UNI EN 12350-2; tale prova dovrà essere eseguita il più frequentemente possibile e comunque:

- ogni 50 mc di getto;
- in concomitanza a ciascun prelievo di campioni secondo quanto specificato dalle "Norme Tecniche" 2018.

La prova è considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 24 cm. Il conglomerato dovrà inoltre presentarsi non segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, non dovrà essere superiore allo 0,1% (0,15% solo per getti massicci).

Per il calcestruzzo vibrato è ammesso il controllo dell'indice di compatibilità (UNI 9420).

Il contenuto d'aria per calcestruzzi normali non deve superare i seguenti limiti:

- 4% per $D. \max \geq 20 \text{ mm}$
- 5% per $d. \max < 20 \text{ mm}$

Additivi

Nel dosaggio degli additivi deve essere rispettata la norma UNI EN 206-1 al punto 5.2.6 circa la quantità massima e minima da impiegare.

Inoltre la quantità di additivo liquido che superi 3l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Resistenza dei conglomerati cementizi agli agenti esterni.

Si dovrà tenere conto delle raccomandazioni della norma UNI 11417 e della norma UNI EN 206-1 per la sola identificazione delle classi di esposizione ambientale dei calcestruzzi.

Conglomerati cementizi resistenti al gelo

Per le opere soggette al ciclo di gelo/disgelo si intendono tutte le parti di struttura fuori terra o comunque con l'atmosfera.

I calcestruzzi di queste opere dovranno essere sufficientemente impermeabili e compattati.

I conglomerati cementizi sottoposti in opera a cicli di gelo e disgelo dovranno essere confezionati rispettando le seguenti precisazioni:

- gli aggregati dovranno essere non gelivi secondo la norma UNI 8520/2 a;
- i conglomerati dovranno possedere caratteristiche di impermeabilità come da norma UNI EN 206-1 punto 5.5.3, cioè la miscela dovrà avere una resistenza di penetrazione all'acqua determinata secondo la ISO 7031 o norma UNI EN 12390-8, che dia come risultato un valore massimo minore di 50 mm e valori medi di penetrazione minori di 20 mm.

Queste caratteristiche saranno verificate in sede di qualifica dei mix-design.

Inoltre si potranno impiegare additivi conformemente alla norma UNI EN 934.

La percentuale di aria occlusa, misurata nel conglomerato cementizio, su campione prelevato dal getto del manufatto dopo la vibrazione, dovrà essere conforme ai dati della tabella seguente.

PERCENTUALE DI ARIA OCCLUSA NEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO FRESCO	
Diametro massimo degli inerti (mm)	Aria occlusa %(*)
10,0	8,00
12,5	7,00

20,0	6,00
25,0	5,00
40,0	4,50

(*) Tolleranza $\pm 1,5\%$

La relativa prova del contenuto d'aria verrà eseguita secondo la Norma UNI 12350.

Tali conglomerati, qualora prescritto o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, saranno sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione per cicli di gelo e disgelo secondo la Norma UNI 7087.

Conglomerati cementizi esposti ad attacco chimico

All'APPALTATORE compete l'onere dell'accertamento sistematico della presenza e concentrazione di agenti aggressivi nel terreno e nelle acque di contatto ai fini della valutazione dell'attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i conglomerati cementizi per i quali si dovranno rispettare le norme UNI 11417, UNI 9156.

In presenza di un grado di aggressività definito "molto forte" i limiti di composizione dei cementi di cui alla norma UNI 9156 richiamati dalla norma UNI 11417 parte 2, devono intendersi modificati nel senso che, per qualsiasi tipo di cemento, il contenuto di alluminato tricalcico (C3A) deve essere non superiore all'1% con l'eccezione dei tipi III B e III C per i quali il C3A non deve essere superiore al 2% e per i tipi IV A e IV B per i quali C3A non deve essere superiore al 3,5%.

Ove richiesta una specifica resistenza ai solfati dovrà essere rispettato quanto previsto nelle norme UNI 9156. Il contenuto di C3A sarà verificato mediante analisi diffrattometrica dei raggi x (QRXD).

Ove richiesta una specifica resistenza al dilavamento della calce d'idrolisi presente nei cementi, dovrà essere rispettata la UNI 9606.

Per quanto attiene ad agenti chimici aggressivi non considerati nelle predette norme UNI 11417, rimane l'obbligo dell'accertamento da parte dell'APPALTATORE, della presenza di tali agenti nell'ambiente mentre i rimedi verranno concordati anche con il progettista dell'opera e con quelli del mix design e comunicati di volta in volta alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Produzione e trasporto del conglomerato cementizio

Il calcestruzzo residuo contenuto nelle autobetoniere, nei bilici, autocarri, pompe, ecc. e quello eventualmente rifiutato dalla Direzione di Cantiere ovvero respinto dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE non potrà essere portato e gettato a discarica ma dovrà essere inviato ad un apposito impianto di recupero del cls fresco da installarsi a cura e spese dell'APPALTATORE che provvederà, tramite idonei macchinari e vasche, alla separazione del cemento e degli aggregati, al recupero di questi ultimi ed al trattamento dell'acqua.

Gli aggregati una volta recuperati non dovranno essere reimpiegati per la preparazione di nuovi calcestruzzi ma potranno essere usati per la realizzazione di opere in terra nell'ambito dei lavori.

Cemento

Non è consentito mescolare fra loro cementi di diverso tipo, classe e provenienza; per ciascuna opera dovrà essere impiegato un unico tipo di cemento (tipo, classe, produttore e stabilimento di produzione).

Il cemento, se in sacchi, sarà sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto ed in ambiente chiuso. I sacchi di cemento di diverso tipo verranno conservati separatamente e chiaramente identificati con idonei cartelli.

Il cemento, se sfuso, sarà conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ogni silo conterrà un unico tipo e classe di cemento proveniente da uno stesso stabilimento di produzione; a tale scopo il silo dovrà essere, chiaramente identificato mediante un cartello di idonee dimensioni facilmente visibile dalla cabina di comando della centrale o dell'impianto di betonaggio.

Il dosaggio ed il tipo di cemento dovranno essere scelti in relazione al tipo ed alle caratteristiche costruttive dell'opera ed a quelle ambientali in cui la stessa si verrà a trovare, con particolare riferimento alla resistenza meccanica, durabilità e temperatura del getto in fase di indurimento.

Aggregati

Tutti gli aggregati dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare impurità, materiali dannosi o polvere aderenti alla superficie. Il lavaggio dovrà sempre avvenire a valle dell'ultima frantumazione. Gli aggregati dovranno essere stoccati in quantità congruente con il programma lavori e comunque sufficiente a completare qualsiasi opera che debba essere gettata senza interruzioni. Il luogo di stoccaggio dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire l'immagazzinamento con segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Per ogni cumulo dovrà essere apposto un cartello di idonee dimensioni indicante la classe granulometrica dell'aggregato.

La superficie di appoggio di ogni cumulo dovrà essere conformata in modo tale da consentire l'allontanamento dell'acqua piovana e di percolazione.

Si raccomanda che i cumuli siano coperti da idonee tettoie.

Gli aggregati dovranno essere prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

Pesatura e mescolamento

Il cemento, l'acqua, le eventuali aggiunte (ceneri e microsilice) e gli additivi, dovranno essere misurati con dispositivi separati e usati esclusivamente per ciascuno di essi; gli aggregati dovranno essere dosati per pesate singole o cumulative di almeno tre classi.

Il cemento dovrà essere sempre pesato con bilancia indipendente più sensibile di quella utilizzata per gli aggregati.

Il tenore di umidità di tutte le diverse classi di aggregati dovrà essere controllato almeno una volta al giorno e comunque ogni volta che cambiano le condizioni atmosferiche nel corso della giornata il tenore di umidità di tutti gli aggregati; inoltre le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti idonei (sonde di rilevamento) a misurare l'umidità nelle sabbie stesse all'inizio di ciascuna pesata in modo da eseguire automaticamente la correzione di peso effettivo rispetto al teorico e la detrazione dell'acqua presente nell'aggregato. Per gli aggregati grossi, in assenza di sonde di rilevamento la percentuale di umidità potrà essere impostata in modo fisso in base alle rilevazioni giornaliere che dovranno essere registrate su idoneo modulo.

In centrale/impianto di betonaggio dovrà essere disponibile un quaderno dove dovranno essere riportati almeno una volta al giorno tutti i valori del tenore di umidità per le varie classi di aggregati confrontati, per quelli finiti con quelli letti automaticamente dalle sonde. Per questi ultimi, nel caso in cui il valore letto dalle sonde differisca più dello 0,5% rispetto a quello ottenuto con la prova manuale dovranno essere indicati i provvedimenti apportati per la correzione della taratura delle sonde e per la correzione della miscela.

Il cemento, l'acqua e gli eventuali additivi dovranno essere dosati con precisione di almeno il 2% e gli aggregati con una precisione del 3% per ogni singola classe di accordo con le specifiche della norma UNI EN 206-1 parte 5.3.1.

La centrale-impianto di betonaggio dovrà essere dotato di pesi campione o di altri dispositivi ausiliari di taratura, per controllare l'accuratezza di ogni misura in tutto il campo di valori consentito da ogni strumento. Verrà predisposto un programma di controlli delle tarature eseguito da personale qualificato: le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

L'impianto dovrà essere costruito in maniera tale che i componenti di un nuovo impasto non possano essere pesati finché non sia stata ultimata la pesata e lo scarico dei componenti dell'impasto precedente.

L'impianto dovrà essere di tipo completamente automatizzato. Il sistema di gestione e controllo dell'impianto dovrà essere in grado di stampare per ogni carico una bolla ove devono essere riportati per le varie colonne:

- n° identificativo del mix in produzione;

- soggetto (ad esempio impresa esecutrice) richiedente la fornitura;
- cantiere di destinazione;
- opera (ed eventualmente parte d'opera) cui si riferisce la fornitura;
- ora di fine carico del mix prodotto;
- identificazione (ad esempio targa) del mezzo di trasporto;
- materiali componenti il mix con indicati:
 - per gli aggregati: la pezzatura nominale e la cava di provenienza;
 - per i cementi: tipo, classe, produttore e cementificio;
 - per le aggiunte (ceneri volanti e microsilice): tipo e provenienza;
 - per gli additivi (fluidificanti, superfluidificanti, aeranti, ecc.): marca e tipo;
 - per l'acqua: se proveniente da acquedotto, pozzo, cisterna.
- la ricetta, per un mc, del mix in fase di produzione;
- la ricetta del mix per gli n mc in fase di produzione;
- l'umidità relativa alle singole classi di aggregati (rilevata automaticamente con le sonde almeno per gli aggregati fini);
- la ricetta per gli n mc in produzione, corretta in funzione dell'umidità relativa alle varie classi degli aggregati;
- l'effettivo carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- la differenza (+ ^) tra quanto effettivamente caricato e il teorico corretto;
- l'errore percentuale di carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- il rapporto acqua/cemento di progetto del mix (considerando gli aggregati saturi con superficie asciutta) e quello effettivamente ottenuto dopo il carico (dosaggio) tenuto anche conto dell'umidità degli aggregati.

Si dovrà inoltre avere automaticamente evidenza:

- ogni qual volta l'errore di dosaggio supera la tolleranza ammessa (2% per cemento, aggiunte, additivi ed acqua; 3% per ogni singola classe di aggregati);
- ogni qual volta si passa da funzionamento automatico a quello manuale dell'impianto
- Gli impasti dovranno rispondere ai requisiti di omogeneità di cui appresso e a tal fine il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere adeguati. L'impasto dovrà avere:
 - sufficiente coesività tale da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi separazione di singoli elementi;
 - sufficiente lavorabilità tale che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti al termine della vibrazione in opera.

Al fine di garantire un migliore controllo del rapporto acqua/cemento e una corretta miscelazione dell'impasto, si raccomanda l'impiego di impianti di betonaggio con premiscelatore a satelliti, correzione automatica del rapporto acqua-cemento e controllo della consistenza.

In caso di impiego di impianti di betonaggio tradizionali (privi di premiscelatore) onde garantire la corretta miscelazione dell'impasto in betoniera occorre che la stessa giri alla massima velocità per un tempo (T)

$$T > n+2$$

ove: n = numero dei metri cubi di calcestruzzo caricati

T = tempo in minuti

La necessaria e/o prescritta lavorabilità potrà essere ottenuta, insieme ai bassi valori del rapporto A/C, mediante l'impiego di additivi fluidificanti o superfluidificanti e mai impiegando maggiori quantità di acqua

complessiva rispetto a quella prevista nella composizione di progetto (mix design) del conglomerato cementizio.

Condizioni climatiche

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura al getto sia compresa fra 0°C e + 5° C, a meno che sia garantita una temperatura dell'impasto appena miscelato non inferiore a + 8°C (l'Appaltatore dovrà fornire indicazioni circa le modalità e la frequenza dei controlli di temperatura dell'impasto appena miscelato).

Questa temperatura potrà essere ottenuta eventualmente anche mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto in dotazione all'impianto di betonaggio.

Per temperature comprese fra -5°C e 0°C non è ammessa l'esecuzione di getti a meno che non si tratti di quelli relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al capoverso precedente.

Per i plinti bisognerà comunque adottare le seguenti precauzioni:

- occorre confezionare il getto con inerti privi di grumi congelati o residui di neve o ghiaccio;
- adottare la massima cura nella vibrazione e compattazione del conglomerato;
- provvedere ad eliminare delle casserature e/o dai ferri d'armatura ogni traccia di neve o ghiaccio mediante getti d'aria calda o vapore;
- proteggere ed isolare i getti mediante opportune protezioni da concordare preventivamente con la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE onde permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- mantenere le strutture caserate per un periodo minimo di due giorni;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata.

Le precedenti prescrizioni dovranno adottarsi in tutti i casi, qualora la temperatura media diurna sia intorno a 0° C.

Trasporto e scarico

Nel caso di miscelazione diretta in betoniera, ferme restando le prescrizioni del tempo di miscelazione fornite nel precedente punto, si dovrà fare in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga caricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Il trasporto del conglomerato cementizio dal luogo del confezionamento a quello di impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi ed attrezzature idonee ad evitare che si verifichi la segregazione dei vari componenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento dell'impasto all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore a 60 minuti.

In caso di particolari condizioni operative (ad esempio getti in galleria a notevole distanza dall'imbocco), potrà essere autorizzato un maggior tempo limite per il getto dal momento del confezionamento fino a 90'. In tal caso per il mix in esame dovrà essere eseguito uno specifico studio di qualifica che attesti il mantenimento della lavorabilità nel tempo con controllo dell'abbassamento al cono di Abrams ogni 15'.

Nel caso in cui per il mantenimento della lavorabilità a lungo periodo occorresse una ritempera della miscela di calcestruzzo fresco, questa potrà avvenire solo mediante aggiunta di additivo superfluidificante secondo quanto specificato al precedente punto.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare la diminuzione dell'efficacia dovuta sia ad accumulo di conglomerato indurito o legante che all'usura delle lame. L'autobetoniera dovrà essere dotata di apposito libretto che attesti le revisioni periodiche effettuate (ogni 4000 mc. e almeno ogni mese).

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla indicante la centrale-impianto di produzione, la data e l'ora di fine carico, la temperatura ambiente, il numero del mix, la classe di conglomerato, il diametro massimo dell'aggregato, il dosaggio teorico corretto ed effettivo con gli scostamenti assoluti e percentuali dei vari componenti (acqua, cemento, additivi, aggiunte e singole classi

di aggregati) il mix, i metri cubi trasportati e l'opera per la quale dovrà essere impiegato. In calce alla bolla dovranno essere indicati gli eventuali prelievi e prove (abbassamento al cono di Abrams etc.) eventualmente eseguiti all'impianto.

Il personale dell'APPALTATORE sarà tenuto ad esibire dette bolle, su richiesta, al personale della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

E' ammesso l'uso di scivoli soltanto se sarà garantita l'omogeneità dell'impasto. Le benne a scarico di fondo ed i nastri trasportatori saranno eventualmente autorizzati in funzione della distanza di scarico.

Se pompato, il conglomerato cementizio dovrà avere alla bocca di uscita della tubazione il valore dello slump di progetto.

All'atto dello scarico saranno controllate l'omogeneità e la lavorabilità dell'impasto.

Getto e maturazione del conglomerato cementizio

Esecuzione dei getti

L'APPALTATORE è tenuto a presentare, ogni giorno alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE un modulo preventivamente concordato con la stessa riportante il dettagliato programma dei getti previsti per il piano successivo con indicati:

- il luogo, l'opera e la struttura;
- i m³ di cls previsti, la classe di resistenza e i codici del/dei mix utilizzati;
- i relativi impianti di confezionamento.

L'APPALTATORE dovrà dare comunicazione scritta alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE dei getti che intende eseguire. La DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà, a sua esclusiva discrezione, verificare la preparazione e la rettifica dei piani di posa, delle casseforme, delle armature metalliche e delle eventuali guaine dei cavi per la precompressione e segnalare, qualora le opere non fossero in accordo al progetto approvato o alle prescrizioni del presente capitolato, le eventuali anomalie.

Dovrà essere curato il rispetto dei valori minimi di copriferro previsti dalla normativa vigente UNI EN 206-1 e UNI 11417 ed eventuali disposizioni più restrittive imposte dal progettista o dal presente Capitolato, anche ai fini antincendio.

Nel caso di getti contro terra, si dovrà controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Prima del getto, tutte le superfici di contenimento del conglomerato cementizio dovranno essere lavate con acqua od aria in pressione ed i ristagni d'acqua saranno allontanati dal fondo della cassatura; tali superfici, se porose, dovranno inoltre essere mantenute umide per almeno 2 ore prima dell'inizio delle operazioni di getto.

L'accesso dei mezzi in cantiere sarà subordinato al deposito presso il servizio guardiania/ufficio capocantiere di una copia del documento di trasporto.

Lo scarico del conglomerato cementizio dal mezzo di trasporto nelle casseforme, dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. Salvo casi particolari, opportunamente giustificati dall'APPALTATORE ed accettati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, l'altezza di caduta libera del conglomerato fresco sarà funzione delle caratteristiche di segregabilità dell'impasto, ma comunque mai superiore ad 1,0 m.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il conglomerato cementizio dovrà essere compattato con adeguato numero di vibratori ad immersione od a parete.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Durante il costipamento di uno strato, i vibratori ad immersione dovranno penetrare nello strato inferiore per omogeneizzare adeguatamente la massa.

I vibratori avranno possibilmente frequenze variabili commisurate a tutta la scala granulometrica dell'impasto.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego di vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per i manufatti ad arco, il getto del conglomerato cementizio del volto, oltre ad essere vibrato come sopra, dovrà essere eseguito a conci con interposizione di idonee serraglie, secondo quanto prescritto dalla circolare n. 8 del 10 febbraio 1960 del Servizio Lavori e Costruzioni delle Ferrovie.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordoli di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrati efficacemente.

Qualora il conglomerato cementizio dovesse essere gettato in presenza d'acqua, l'APPALTATORE dovrà adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti anche da macchie e chiazze.

Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; nel caso in cui ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti.

Qualora sia necessario effettuare il getto in più riprese, ad intervalli superiori alle 2 ore, prima di riprendere le operazioni, il giunto di costruzione già formatosi, dovrà essere umidificato e omogeneamente ricoperto da uno strato di malta plastica che penetri in tutte le irregolarità; tale malta dovrà avere le stesse caratteristiche della pasta del conglomerato cementizio.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto.

Per opere particolari l'APPALTATORE potrà sottoporre alla preventiva approvazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE specifiche modalità di ripresa di getto, che dovranno essere accompagnate da idonee prove in laboratorio ed in campo su opere e/o parti d'opera e/o manufatti campione appositamente realizzati in sede adeguata.

Getti in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura è inferiore ai 5°C. In tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni di cui all'ultimo capoverso del precedente punto nonché quelle di cui alla norma UNI 11417 parte 4a. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore agli 8° C e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

Getti in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura ambiente supera i 33°C, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 30°C; per getti massivi tale limite sarà convenientemente abbassato. Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato sotto tale limite potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, assicurandosi che tutto il ghiaccio sia sciolto all'atto della posa in opera.

In caso di getto di ampie superfici esposte all'azione del vento (ad esempio lastre di pavimentazione) la superficie esposta del cls dovrà essere adeguatamente protetta con idonei prodotti e/o con idonei materiali (es. teloni) atti ad evitare la rapida evaporazione dell'acqua d'impasto.

Potranno essere eventualmente impiegati additivi per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio. Schede tecniche dei prodotti che l'APPALTATORE intende utilizzare dovranno essere preventivamente inviate alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

E' tassativo l'obbligo di fare ricorso, sulle superfici esposte, a prodotti filmogeni o bagnatura continuamente rinnovata.

Maturazione

I metodi di maturazione e la loro durata dovranno essere tali da garantire per il conglomerato cementizio indurito:

- la prescritta durabilità e resistenza;
- la totale assenza di fessure o cavillature date dal ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Si dovranno seguire le raccomandazioni delle norme UNI EN 206-1, determinando eventualmente mediante appositi strumenti, l'età equivalente del calcestruzzo.

I metodi di maturazione, utilizzati dall'APPALTATORE, saranno preventivamente comunicati alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Stagionatura

Previo intesa con D.L., per i getti con estese superfici a contatto con l'atmosfera e quando le condizioni atmosferiche siano tali da lasciare presupporre un eccesso di evaporazione superficiale, la parte esposta del getto deve essere coperta, subito dopo l'esecuzione, con telo impermeabile. In alternativa, il getto sarà adeguatamente bagnato per un periodo di 48 ore ad intervalli stabiliti dalla D.L. o verrà utilizzato un anti-evaporante applicato a spruzzo.

Il metodo di maturazione prescelto dovrà assicurare il controllo delle variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, in modo tale da evitare fessurazioni o cavillature che compromettano le caratteristiche del conglomerato cementizio indurito. Dovrà essere accuratamente quantificato, in fase progettuale, il bilancio termico complessivo durante la fase di indurimento, in funzione del calore di idratazione e della temperatura esterna, al fine di evitare congelamenti superficiali o di intere strutture sottili, oppure riscaldamento troppo elevato con conseguente abbattimento delle proprietà del conglomerato cementizio indurito.

Per le solette è fatto obbligo di applicare esclusivamente i prodotti anti-evaporanti di cui sopra o la bagnatura continuamente rinnovata.

Qualora il prodotto anti-evaporante venisse applicato su una superficie di ripresa o in caso di applicazione di protettivi, prima di eseguire il successivo getto si procederà alla scarificazione della superficie di ripresa.

Durante il periodo di stagionatura i getti dovranno essere accuratamente protetti per evitare urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera; in casi particolari la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti. L'APPALTATORE deve proporre una dettagliata descrizione delle procedure di maturazione che dovrà essere preventivamente approvata dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Accelerazione dei tempi di stagionatura

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state fatte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare, particolarmente per controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella prevista in progetto.

Nella produzione di elementi prefabbricati in c.a.v. e/o c.a.p. viene, di norma, adottata la maturazione accelerata del conglomerato cementizio mediante trattamento termico; essa esclude i trattamenti di bagnatura, spruzzatura di anti-evaporanti o di altro di cui al precedente p.to.

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni di cui ai punti che seguono:

- a) si dovrà adottare una pre-stagionatura, non inferiore alle due ore, alla temperatura massima di 30°C;
- b) il gradiente termico di riscaldamento e quello di raffreddamento non dovranno superare il valore di 15°C/ora e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- c) la temperatura massima all'interno del conglomerato cementizio non dovrà superare i 60°C a 4 cm dalla superficie, ed inoltre la variazione di temperatura non supererà i 15°C da punto a punto della superficie stessa;

- d) la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10°C;
- e) il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- f) la procedura di controllo di cui al punto e) dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura dovrà essere eseguito dopo il disarmo del conglomerato cementizio senza il preventivo controllo ed autorizzazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Sarà cura dell'APPALTATORE presentare alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE le modalità di ripristino ipotizzate e le caratteristiche dei materiali che intende utilizzare. Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, prima di procedere ai definitivi ripristini, l'APPALTATORE effettuerà delle prove per valutare la qualità tecnica ed estetica degli interventi proposti.

Modalità di posa in opera e costruttive

Nel seguito sono riportate le prescrizioni valide, per le differenti modalità di posa in opera, per la costruzione di tutte le tipologie di opere.

- Per il getto dei pali da fondo scavo si dovrà prevedere l'impiego di "tubo getto" in modo da evitare il dilavamento e la dispersione degli inerti.
- Per la formazione dei giunti "maschio-femmina" nel getto dei diaframmi si dovrà prevedere l'impiego di "tubi spalla" di adeguate dimensioni.
- Nel getto dei solai e delle fondazioni si dovrà prevedere la messa in opera di adeguati spessori al fine di sollevare le gabbie di armatura dal fondo cassero ed ottenere il copriferro prescritto.
- Non è ammessa alcuna variazione circa la sovrapposizione dei ferri di armatura rispetto a quanto riportato nei disegni salvo diversa disposizione della D.L. preventivamente concordata.
- Eventuali interruzioni di getto non previste in progetto ma che l'impresa ritiene indispensabili per questioni operative dovranno essere tempestivamente comunicate alla D.L. e con essa concordate.
- Prima dell'esecuzione di qualunque getto l'impresa è tenuta ad avvisare la D.L. con almeno 24 ore di anticipo.

Conglomerato cementizio gettato in opera

Per le opere realizzate mediante getto in opera di idonei conglomerati cementizi le modalità di posa e le prescrizioni sono quelle già illustrate al precedente punto. Per quanto riguarda le ulteriori prescrizioni relativamente a casseforme e ferri d'armatura si rimanda ai successivi punti.

Nelle opere finite gli scostamento ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito; per i vari elementi strutturali; lo scostamento "S" è espresso in cm:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:
- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 3.0\text{ cm}$
- dimensioni in pianta: $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
- dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate
- agli allineamenti di progetto: $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- dimensione in pianta (anche per pila piena): $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle: $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica sommità: $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- verticalità per $H < 600\text{ cm}$ $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- verticalità per $H > 600\text{ cm}$ $S = \pm H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
- spessore: $S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0\text{ cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
- posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- posizionamenti inserti (piastre boccole): $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Calcestruzzi speciali

Calcestruzzo a ritiro compensato fibrorinforzato

Per il risanamento strutturale del calcestruzzo si potrà utilizzare malta fibrorinforzata a ritiro compensato a base di cementi, inerti selezionati, speciali additivi e microsilice, da colare entro casseri a tenuta, al fine di aumentare la portata dell'elemento costruttivo e ricostruire un adeguato copriferro. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R4. Qualora gli spessori da ricostruire risultino superiori a 4 cm, la malta dovrà essere additivata dal 30 al 50% sul peso del prodotto con ghiaietto di granulometria idonea allo spessore da riportare. Il getto andrà opportunamente contrastato con armatura metallica inserita a circa metà dello spessore e collegata con le vecchie armature esistenti ed inoltre si dovrà saturare con acqua le superfici, oggetto della ricostruzione.

Per migliorare un'espansione all'aria durante i primi giorni di stagionatura, il prodotto può essere miscelato, durante la fase di preparazione, con un additivo stagionante per malte cementizie e calcestruzzi, in grado di ridurre il ritiro idraulico e la formazione di microfessurazioni.

La malta dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (senza ghiaietto):

Rapporto dell'impasto:	100 parti di prodotto in polvere con 13-14 parti di acqua (circa 3,25-3,5 l di acqua per ogni sacco da 25 kg) e 0,25% di Additivo stagionante per malte cementizie e calcestruzzi, in grado di ridurre il ritiro idraulico e la formazione di microfessurazioni
Massa volumica dell'impasto (kg/m ³):	2350
pH dell'impasto:	> 12,5
Durata dell'impasto:	circa 1 h (a +20°C)

Caratteristiche meccaniche impiegando il 13% di acqua:

Resistenza a compressione (EN 129109 (MPa):	> 75 (a 28 gg)
Resistenza a flessione (EN 196/1) (MPa):	12 (a 28 gg)
Modulo elastico a compressione (EN 13412) (GPa):	27 (a 28 gg)
Adesione al supporto (EN 1542) (MPa):	> 2
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti (EN 13687/1) misurata come adesione (EN 1542) (MPa):	> 2
Impermeabilità all'acqua – profondità di penetrazione – (EN 12390/8) (mm):	< 5
Consumo (per cm di spessore) (kg/m ²):	

Norme da osservare durante e dopo la messa in opera

- Attenersi sempre attentamente alle istruzioni e raccomandazioni della scheda tecnica del prodotto
- Utilizzare, per preparare l'impasto, solo sacchi di prodotto stoccati in bancali originali.
- Nella stagione calda immagazzinare il prodotto in luogo fresco ed impiegare acqua fredda per preparare la malta.
- Nella stagione fredda immagazzinare il prodotto in luogo protetto dal gelo, alla temperatura di +20°C ed impiegare acqua tiepida per preparare la malta.

- Non utilizzare il prodotto su fondi in calcestruzzo liscio. Irruvidire la superficie fino ad arrivare al sottofondo solido, resistente e ruvido, con asperità non inferiore a 5 mm ed aggiungere eventuali armature di contrasto.
- Non utilizzare il prodotto per ancoraggi di precisione.
- Non aggiungere cemento o additivi al prodotto
- Non aggiungere acqua quando l'impasto inizia a far presa.
- Non applicare il prodotto con temperature inferiori a +5°C.
- Non utilizzare il prodotto se il sacco è danneggiato o se è stato precedentemente aperto.

Calcestruzzi impregnati con polimeri

Per quanto attiene ai calcestruzzi addizionati con polimeri si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle:

- “Raccomandazioni tecniche AICAP per l'impiego del conglomerato cementizio impregnato con polimeri” (Aggiornamento 1992).

Composizione

Gli aggregati e gli altri componenti dovranno essere conformi a quanto prescritto ai punti precedenti ed il loro tenore in acqua, nella pompa di iniezione, dovrà essere mantenuto costantemente basso, ma non nullo, nella proiezione per via secca.

La curva granulometrica ed i dosaggi in cemento verranno stabiliti mediante prove preliminari.

Per migliorare la qualità dello strato applicato, in caso di ambiente aggressivo, sarà necessario usare quegli accorgimenti di posa in opera e quegli additivi (superfluidificanti, a base di silice amorfo, etc.) che rendano lo strato stesso impermeabile e resistente agli agenti chimici (in particolare cloruri e solfati eventualmente presenti).

Gli acceleranti di presa dovranno essere compatibili con il cemento impiegato e non essere nocivi alle armature, né alle reazioni di idratazione del cemento, e se ne dovrà dare informazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Posa in opera

La proiezione avverrà preferibilmente ad umido; intendendosi umido il procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da inerti, cemento, acqua senza accelerante in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa fra 0.50 e 1.50m.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista ed al tipo di accelerante impiegato.

Preparazione della parete da trattare

Le superfici da giuntare dovranno essere pulite e scevre da materiali instabili, terre, polveri, grassi, oli ed altri elementi contaminanti.

Eventuali venute d'acqua dovranno essere regimate e canalizzate superficialmente per evitare sottopressioni sulla superficie trattata e danneggiamenti al conglomerato proiettato.

Armature

La distanza fra le armature dovrà essere, in tutti i casi, uguale o superiore a 15 cm (barre o rete elettrosaldata).

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio delle armature, con almeno 2 chiodi/m², su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2 - 3 cm, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

La distanza fra l'armatura e la parete da stabilizzare dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 cm.

Controlli

Ogni 100 m³ posti in opera si preleveranno dei campioni con le modalità indicate su "Specifiche di Controllo Qualità".

Calcestruzzi strutturali alleggeriti

Introduzione

La normativa italiana in materia di calcestruzzi, attualmente in vigore, stabilisce che si possa definire "calcestruzzo leggero strutturale" un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi. La possibilità dunque di realizzare strutture come travi, pilastri e solai, gettati in opera o prefabbricati con un risparmio di peso proprio è realizzabile sostituendo le frazioni più grossolane dell'inerte tradizionale "naturale" (ghiaia o pietrisco) con un inerte "artificiale", costituito da granuli non frantumati di argilla o scisti espansi. Non sono ammessi altri inerti leggeri di origine naturale o artificiale come polistirolo, lapillo, pomice o altro.

Il calcestruzzo così realizzato deve avere:

- una massa volumica a 28 giorni compresa tra i 1.400 e i 2.000 kg/m³ misurata secondo le procedure indicate nella Norma UNI 7548-2;
- una resistenza caratteristica a compressione R_{ck} (a 28 giorni) non inferiore a 15 N/mm² o comunque a quella prescritta in progetto.

Le prescrizioni sulla massa volumica e sulla resistenza, unite alla tipologia di aggregato che realizza l'alleggerimento del conglomerato, sono attualmente i vincoli per realizzare un calcestruzzo che possa essere dichiarato simultaneamente "leggero" e "strutturale".

L'argilla espansa è un aggregato leggero prodotto industrialmente le cui caratteristiche possono quindi essere modificate per ottimizzare le prestazioni di conglomerati con impieghi molto differenziati.

È così possibile ottenere:

- betoncini leggeri isolanti a struttura aperta: conglomerati cementizi con struttura aperta e densità comprese tra i 600 e i 1000 kg/m³;
- conglomerati cementizi a struttura chiusa: con densità comprese tra i 1 000 e i 1.400 kg/m³;
- calcestruzzi leggeri strutturali: conglomerati formulati con curva granulometrica tale da formare una struttura chiusa, con densità comprese tra i 1.400 e i 2000 kg/m³.

La struttura chiusa del conglomerato si ottiene integrando la parte più fine del fuso con inerte tradizionale ed in particolare con sabbia naturale.

Inoltre, modulando la densità dell'argilla espansa utilizzata e la percentuale di sostituzione dell'aggregato ordinario, è possibile ottenere calcestruzzi con densità variabili tra i limiti indicati, con resistenze a partire dai 15 N/mm² fino ai 70 N/mm².

L'utilizzo della tradizionale argilla espansa Leca, oltre al confezionamento di betoncini per strati isolanti e di pendenza, consente di confezionare calcestruzzi strutturali con densità 1.500-1.600 Kg/m³ e resistenze fino a 25 N/mm².

Per ottenere resistenze maggiori si utilizzano argille espanse più resistenti (vedi paragrafi seguenti). Un calcestruzzo di densità 1.600 kg/m³ confezionato con Leca Strutturale, consente il raggiungimento, in cantiere, di una resistenza caratteristica a compressione R_{ck} (28 giorni) pari a 30 N/mm².

Tali calcestruzzi possono essere realizzati direttamente in cantiere, confezionati in centrale di betonaggio o presso l'impianto di prefabbricazione. Sono disponibili anche premiscelati in sacco (Leca CLS1400, Leca CLS 1400Ri e Calcestruzzo Pratico Leca CLS 1600) naturalmente destinati ad interventi di minori dimensioni, generalmente nella ristrutturazione. Essendo fra i più leggeri della gamma (con densità di 1.400 -1.600 Kg/m³) risultano pratici e sicuri per realizzare cappe di rinforzo nel recupero dei solai e in tutte quelle applicazioni dove è necessario realizzare un getto strutturale senza sovraccaricare le strutture esistenti.

Argille espanse per calcestruzzi leggeri strutturali

Il ciclo produttivo

L'argilla espansa è un aggregato naturale e biocompatibile (certificato ANAB-ICEA per la bioedilizia) che si ottiene dalla cottura in forni rotanti di particolari argille. Dopo l'escavazione dalla cava, tali argille vengono lasciate stagionare per lunghi periodi all'aperto, affinché il tempo, le condizioni climatiche e meteorologiche effettuino una prima "pre-lavorazione" naturale. Una successiva lavorazione industriale, attraverso molazze, porta il materiale nelle condizioni di finezza e purezza ideali per la cottura.

Attraverso un forno rotante l'argilla cruda, incontrando temperature sempre maggiori, per l'azione combinata dei gas che si sviluppano al suo interno e del movimento rotatorio, espande, nella fase quasi fluida, in forma di palline rotondeggianti. La ricerca, la tecnologia e l'esperienza permettono di controllare il grado di espansione che ottimizzi la qualità del prodotto finale. Il materiale incandescente viene quindi estratto dal forno e attraversa un "letto fluido" fatto di correnti d'aria che, oltre a raffreddare l'argilla espansa ne procurano l'ossidazione e quindi la clinkerizzazione della scorza esterna.

In questo momento si completa la caratteristica fondamentale del prodotto argilla espansa: un nucleo interno poroso che garantisce la leggerezza, intrinsecamente legato ad una scorza esterna dura che garantisce la resistenza.

Operando sulle temperature, sulla rotazione e su altri parametri, è possibile controllare, entro certi limiti, la densità e la curva granulometrica del prodotto finale.

L'aggregato leggero

Caratteristiche dell'aggregato leggero

Per gli aggregati ordinari le Norme Tecniche del 2018 prevedono indicazioni relativamente alla non gelività e non frantumabilità degli stessi, alla assenza di sostanze organiche, o di altri "inquinanti", oltre che alla dimensione massima dell'aggregato. Nella UNI EN 206-1 è dedicato ampio spazio alla definizione delle caratteristiche dell'aggregato leggero.

È bene sottolineare che, in ogni caso, è ammesso solamente l'utilizzo di aggregati leggeri di argilla o scisti espansi.

Questo aggregato infatti ha caratteristiche particolari, che necessariamente entrano in gioco nella realizzazione del calcestruzzo e che consentono di modularne densità e resistenza.

La massa volumica dell'aggregato

Trattando di aggregato "leggero" la prima definizione è proprio relativa alla massa volumica dell'aggregato.

Si determinano:

- la massa volumica dei granuli (rapporto tra massa del granulo essiccato ed il suo volume), giacché questa è modificabile mediante lo stesso processo di produzione (maggiore o minore espansione);
- la massa volumica dell'aggregato in mucchio, cioè la massa tipica dell'aggregato quando si trova sfuso in un mucchio.

Il coefficiente di imbibizione

L'aggregato leggero può assorbire acqua, aspetto da non trascurare perché influenza le condizioni di lavorabilità dell'impasto. Periodicamente, presso le unità produttive, si realizzano prove per monitorare il coefficiente di imbibizione delle varie tipologie di argilla espansa e se ne controllano i limiti di assorbimento verificandone la conformità con le prescrizioni normative. I dati medi sono riportati nella tabella seguente:

Argilla espansa	massa volumica in mucchio (kg/m³)	assorbimento	
		a 30 minuti	a 1 giorno
Leca 3-8	380	12%	18%
Leca Strutturale 0-3	800	4%	7%
Leca Strutturale 3-15	650	6%	9%
Leca Strutturale 0-15	730	5%	7%
Leca Terrecotte 0-6	950	4%	6%
Leca Terrecotte 6-12	800	5%	7%
Leca Terrecotte 0-12	900	4%	6%

La voce "Denominazione" non si riferisce al diametro in mm dei granuli di Leca ma è un'indicazione di carattere commerciale.
 Le densità e le resistenze riportate sono indicative e medie sui controlli annuali di produzione di ogni Unità Produttiva con uno scostamento del $\pm 15\%$ come da Norma UNI.
 Per informazioni più dettagliate e aggiornate richiedere le schede di prodotto di ogni unità produttiva o visitare il sito www.laterlite.net

La resistenza alla frantumazione dei granuli

Per individuare univocamente la resistenza dei granuli di argilla espansa si fa riferimento alla UNI EN 13055-1 in cui si definisce in Kg/cm² il valore di "resistenza alla frantumazione dei granuli". Tale valore è indicato come la pressione necessaria per imprimere una deformazione prestabilita ad un campione normato di aggregato leggero.

Per i diversi tipi di argilla espansa Leca sono riportate, nella tabella seguente, le resistenze alla frantumazione dei granuli.

Argilla espansa	Resistenza alla frantumazione dei granuli [N/mm²]
Leca 3-8	1,5
Leca Strutturale 0-5	10,0
Leca Strutturale 5-15	4,5
Leca Strutturale 0-15	6,0
Leca Terrecotte 0-6	12,0
Leca Terrecotte 6-12	7,0
Leca Terrecotte 0-12	7,5

La voce "Denominazione" non si riferisce al diametro in mm dei granuli di Leca ma è un'indicazione di carattere commerciale.
 Le densità e le resistenze riportate sono indicative e medie sui controlli annuali di produzione di ogni Unità Produttiva con uno scostamento del $\pm 15\%$ come da Norma UNI.
 Per informazioni più dettagliate e aggiornate richiedere le schede di prodotto di ogni unità produttiva o visitare il sito www.laterlite.net

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato influisce sulla resistenza a compressione del calcestruzzo leggero strutturale: appare evidente come, ben modulando la scelta degli aggregati leggeri, si possano ottenere calcestruzzi con elevati valori di R_{ck} .

Lavorabilità

La consistenza del calcestruzzo leggero strutturale può essere determinata con le medesime classi (da 81 a 85) del calcestruzzo tradizionale (UNI EN 12350-2). Talvolta però, specialmente per densità inferiori a 1800 Kg/m³ si verifica che pochi istanti dopo che il calcestruzzo viene sformato dal cono di Abrams, si assiste ad un cedimento dovuto a leggera rottura per taglio.

Questo fenomeno è giustificato dal fatto che la prova di slump sfrutta il peso proprio del provino per valutarne l'assestamento "a gravità". Nei calcestruzzi leggeri il diverso peso del calcestruzzo rispetto al tradizionale condiziona l'attendibilità della prova. Per tale ragione si preferisce spesso valutare il grado di lavorabilità con la prova di spandimento in cui si valuta l'aumento (percentuale o assoluto) del diametro di

una focaccia di calcestruzzo sottoposta a 15 colpi della piastra su cui poggia. Nella tabella seguente è riportata la classificazione secondo UNI 9417.

Prova di spandimento secondo UNI 9417 % (diametro di partenza 35 mm)				
FA1 < 40	FA2 42-62	FA3 64-82	FA4 84-100	FA5 >100
3 mm (diametro di partenza 20 mm)				
FB1 <340	FB2 350-410	FB3 420-480	FB4 490-550	FB5 >560

La serie FA è riferita ad un aumento percentuale del diametro del provino di partenza ottenuto in laboratorio. La serie FB, riferita alla prova di cantiere, indica il valore assoluto in mm del diametro del provino al termine della prova.

Segregazione

Nei calcestruzzi ordinari, per un errato dosaggio degli ingredienti nelle fasi di proporzionamento della miscela, si può assistere al fenomeno della segregazione in cui si verifica che, allo stato fresco, l'aggregato grosso tende a depositarsi sul fondo e la parte più fine (cemento e aggregati fini) tende a risalire alla superficie. In questi casi oltre a non ottenere un materiale omogeneo si hanno anche importanti e a volte dannosi fenomeni di bleeding (rifiamento dell'acqua e delle parti fini in superficie) e di "spolvero" della superficie del getto indurito.

Nei calcestruzzi strutturali leggeri si assiste, sempre in caso di dosaggi scorretti, ad una segregazione che vede "galleggiare" l'aggregato costituito da argilla espansa che ha massa volumica inferiore a quella delle parti fini.

In entrambi i casi le problematiche di segregazione sono normalmente evitate con un corretto dosaggio degli elementi costituenti l'impasto (in particolar modo l'acqua). Per situazioni in cui siano richiesti elevati quantitativi di acqua (ad esempio per il pompaggio) tale fenomeno può essere evitato ricorrendo ad idonei additivi viscosizzanti.

Vibrazione

Per ottenere le prestazioni meccaniche e di durabilità prescritte è necessario che il calcestruzzo sia accuratamente compattato mediante l'espulsione dell'aria occlusa in eccesso. Come per i calcestruzzi normali anche per i calcestruzzi leggeri si ricorre alla compattazione del getto mediante vibrazione.

La operazione di vibrazione del calcestruzzo leggero, se indotta mediante vibratori ad immersione, va effettuata con l'attenzione di non eccedere con l'azione dell'ago nel medesimo punto della miscela giacché la minore massa del calcestruzzo stesso comporta una minore diffusione della vibrazione. Un'azione omogeneamente ripartita su tutta la sezione ridurrà il rischio di segregazione del getto. Ove disponibili (generalmente nella prefabbricazione), è consigliato l'uso di casseri vibranti che effettuano in modo più uniforme la compattazione del calcestruzzo.

20.4 CASSEFORME

Per tali opere provvisorie l'APPALTATORE comunicherà preventivamente alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'APPALTATORE stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'APPALTATORE è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Caratteristiche delle casseforme: per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo e/o a incasso, quali modanature, inquadrature, fughe o altri elementi di decoro architettonico in genere.

Nel caso di eventuale 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 debbono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

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.

Giunti e riprese di getto

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.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a questo ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

E' vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono 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 semisferiche.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.

L'APPALTATORE avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi 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.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'APPALTATORE dovrà attenersi a quanto stabilito dalle "Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/18".

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Dopo la scassatura dovranno essere adottati inoltre i provvedimenti ad evitare la rapida essiccazione delle superficie ed il loro brusco raffreddamento.

20.5 CONTROLLI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare della resistenza* - Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- *Controllo di produzione* - Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- *Controllo di accettazione* - Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- *Prove complementari* - Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del DM 17.01.2018.

Sono altresì a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

- a) Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ad eventualmente richieste dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'APPALTATORE.
- b) Nella esecuzione dei lavori l'APPALTATORE dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate alla esecuzione dei lavori, così come l'utilizzo dei materiali e gli eventuali additivi per conglomerati cementizi necessari per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.
- c) Sarà cura dell'APPALTATORE eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli di qualità previsti dalla specifica così come quelli integrativi che la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE ritenesse necessarie in base a motivate esigenze tecniche ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.
- d) Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove. Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 e del D.M. 17.01.2018 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

- e) Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'APPALTATORE provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento o alla deviazione della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli

accorgimenti necessari, previa informazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, per l'esecuzione dei getti.

- f) Sarà cura dell'APPALTATORE, provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali da approvvigionare in cava, in aggiunta a quelli provenienti dagli scavi. La ricerca ed il reperimento delle cave dovranno essere basati su una accurata valutazione temporale e quantitativa dei materiali necessari.
- g) Per quelle opere che, per effetto di operazioni successive, possano rendersi inaccessibili o comunque non ispezionabili, ove richiesto dalle Specifiche di Controllo Qualità, l'APPALTATORE dovrà sempre dare la prescritta informazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui l'APPALTATORE non ottemperasse a quanto sopra la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibile le opere non ispezionate. Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'APPALTATORE.

20.6 NORME DI ESECUZIONE PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nel D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 (Capo IV – Sez. II) e nelle relative norme tecniche del D.M. 17.01.2018, in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

Il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670: 2010 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo".

In particolare:

- a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non è ammesso il getto in opera del conglomerato a temperature minori di 0° C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
- b) Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.
- c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al § 4.1.6.1.4 del D.M. 17 gennaio 2018. Per barre di acciaio inossidabile le piegature non possono essere effettuate a caldo.
- d) L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

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.

Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione. Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

È comunque prevalente sulle disposizioni enunciate il copriferro di progetto calcolato in base alle specifiche di resistenza al fuoco con i criteri della Norma UNI EN 1992-1-2. Qualsiasi variazione della dimensione prescritta apportata per iniziativa dell'Appaltatore, ferma restando l'approvazione preventiva del Direttore dei Lavori, dovrà essere giustificata da un calcolo di un tecnico abilitato con riferimento alle suddette norme.

- a) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre 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; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

20.7 QUALIFICAZIONE DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Si definiscono di seguito le varie successioni dei controlli da eseguirsi sul conglomerato cementizio e sui suoi singoli componenti (successivamente specificato nel documento di Controllo Qualità).

- a. Studio preliminare di "qualificazione":
include le prove, gli studi, le certificazioni e le valutazioni da effettuarsi prima dell'inizio delle opere per l'approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE del "MIX DESIGN del conglomerato cementizio" come descritto nella Specifica di Controllo Qualità e nel successivo punto 22.7.
- b. Controlli di "conformità" in corso d'opera:
comprendono i controlli da eseguirsi per verificare la conformità del conglomerato cementizio e dei suoi singoli componenti ai requisiti di progetto. Sono inclusi tra tali controlli anche quelli definiti "di accettazione" relativi alle resistenze meccaniche, specificate dalle "Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/18.

L'APPALTATORE dovrà predisporre almeno un Laboratorio di cantiere idoneo all'esecuzione di tutte le prove, di qualificazione e conformità previste sia sui materiali costituenti che sul conglomerato cementizio fresco ed indurito, fatta eccezione per le determinazioni chimiche, le prove di permeabilità e durabilità. Ovviamente, ai sensi della legge 5/11/1971 n° 1086 le prove finalizzate alla certificazione prescritta dalla stessa legge, dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali.

20.8 QUALIFICAZIONE DEI COMPONENTI

Almeno 45 giorni prima dell'inizio dei lavori, l'APPALTATORE dovrà ultimare la qualificazione degli impasti e dei relativi materiali per tutti i tipi e le classi di conglomerato cementizio richiesto.

L'APPALTATORE è tenuto a produrre la documentazione comprovante la conformità degli impasti e dei singoli componenti alle prescrizioni e norme riportate nel presente documento.

In particolare alla relazione di qualificazione dovrà essere allegata la suddetta documentazione e dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- i materiali che si intendono utilizzare indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- conformità dei materiali costituenti la miscela d'impasto a quanto prescritto nel precedente punto;
- massa volumica reale s.s.a., massa volumica reale ed apparente ed assorbimento, per ogni classe di inerti;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- tipo e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- valore della consistenza misurata con il Cono di Abrams;
- risultati delle prove preliminari di resistenza e compressione e curve di resistenza nel tempo;
- curve di resistenza in funzione dei valori di slump e del rapporto a/c;
- preparazione di provini per la determinazione delle caratteristiche di durabilità del conglomerato cementizio;
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento;
- sistemi di trasporto, di getto e di maturazione.

Solamente dopo l'esame e l'approvazione di detta documentazione da parte della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, e dopo aver effettuato impasti di prova del conglomerato cementizio, l'inizio dei getti potrà avere luogo.

L'approvazione delle proporzioni delle miscele da parte della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE non manleverà, in nessun modo, l'APPALTATORE dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

I materiali costituenti gli impasti di prova saranno sottoposti ai controlli già descritti in precedenza e comunque di seguito riassunti:

Cemento:	- prove previste dalla Legge 595/65 e dal D.M. 17/01/18 nonché prove chimiche
Aggregati fini: (sabbie)	- modulo di finezza; - contenuto di passante a 0,075 mm; - contenuto di argilla; - contenuto di particelle leggere e vegetali; - contenuto di solfati; - contenuto di cloruri solubili;

	<ul style="list-style-type: none"> - contenuti di sostanze organiche; - equivalente in sabbia; - curva granulometrica.
Aggregati grossi:	<ul style="list-style-type: none"> - esame petrografico; - contenuto di passante a 0,075 mm; - contenuto di argilla; - contenuto di particelle leggere e vegetali; - degradabilità agli attacchi di soluzioni solfatiche; - contenuto di solfati; - contenuto di cloruri solubili; - massa volumica ed assorbimento; - resistenza a compressione semplice; - coefficiente di forma ed appiattimento; - perdita di massa per urto e rotolamento; - resistenza ai cicli di gelo-disgelo; - potenziale reattività in presenza di alcali; - curva granulometrica.
Aggiunte:	<ul style="list-style-type: none"> - perdita al fuoco - contenuto di solfati; - contenuto di cloruri; - contenuto di ossidi; - stabilità volumetrica; - trattenuto; - massa volumica; - attività pozzolanica; - superficie specifica; - carbone libero; - umidità; - PH.
Additivi:	<ul style="list-style-type: none"> - effetto fluidificante a riduzione d'acqua; - mantenimento della lavorabilità; - effetto ritardante o accelerante; - aria inglobata; - indice di efficienza DOT per gli antievaporanti.
Acqua di impasto:	<ul style="list-style-type: none"> - contenuto di solfati; - contenuto di cloruri; - contenuto di acido solfidrico; - contenuto totale di sali minerali; - contenuto di sostanze organiche; - contenuto di sostanze solide sospese.
Conglomerato cementizio fresco:	<ul style="list-style-type: none"> - determinazione abbassamento al cono; - determinazione acqua essudata; - dosaggio del cemento; - contenuto totale di cloruri; - massa volumica; - omogeneità.
Conglomerato cementizio indurito:	<ul style="list-style-type: none"> - determinazione resistenza caratteristica a compressione; - massa volumica; - determinazione della durabilità relativamente ai conglomerati cementizi sottoposti a gelo-disgelo o ad attacco chimico.

Tale qualificazione dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche di uno dei componenti del conglomerato cementizio ed ovviamente ogni qualvolta vengono variate le fonti di approvvigionamento.

20.9 MALTE SPECIALI PER INGHISAGGI

I componenti premiscelati dovranno provenire da fornitori qualificati dall'APPALTATORE ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

I prodotti forniti dovranno essere accompagnati dalle certificazioni di conformità e dalle schede tecniche previste ai punti precedenti che costituiranno il dossier di qualificazione del prodotto.

Comunicazione della tipologia del prodotto e la proporzione acqua/prodotto sarà trasmessa alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

In corso d'opera si prevederanno le prove di resistenza meccanica di cui al presente capitolato per ogni partita di prodotto proveniente dal medesimo fornitore.

20.10 PROVE DI OMOGENEITA' E LAVORABILITA' DEL CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione delle prove in oggetto (D.M. 17/01/18) si dovrà procedere al prelievo di campioni e alle relative prove sugli stessi come segue:

Prelievo dei campioni della betoniera:

- 1 campione ad 1/5 dello scarico,
- 1 campione a 4/5 dello scarico.

I campioni dovranno essere prelevati in quantità sufficiente per eseguirne la vagliatura su una maglia quadrata da 4 mm.

Prove da eseguire:

- slump prima della vagliatura,
- pesatura dei campioni,
- verifica visiva di segregazione e prova dell'acqua essudata,
- vagliatura e pesatura del materiale grosso non passato.

Criteri di accettabilità dei risultati delle prove:

Il calcestruzzo è accettabile se:

- la percentuale in peso del materiale grosso non varia più del 10% sui due campioni;
- lo slump, misurato con l'abbassamento al cono di Abrams, secondo la norma UNI EN 206-1, non varia più di 3 cm. tra i due campioni;
- il calcestruzzo appare non segregato;
- l'acqua essudata, misurata secondo la norma UNI 7122 non sia superiore allo 0,1%;

I risultati delle verifiche saranno riportati sulle schede di controllo dei getti.

Le prove saranno eseguite nel laboratorio di cantiere, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE su richiesta della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE ogni qualvolta se ne ravviserà la necessità.

20.11 PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

Per l'esecuzione delle prove in oggetto di resistenza a compressione si dovrà procedere al prelievo di campioni prove sugli stessi come segue:

Prelievo dei campioni della betoniera:

- 1 campione a 1/5 dello scarico,
- 1 campione a 4/5 dello scarico.

I campioni dovranno essere prelevati in quantità sufficiente per eseguirne la vagliatura su una maglia quadrata da 4 mm. Prove da eseguire:

- Slump prima della vagliatura,
- pesatura dei campioni,

- verifica visiva di segregazione e prova dell'acqua essudata,

Criteri di accettabilità dei risultati delle prove:

Il calcestruzzo è accettabile se :

- la percentuale in peso del materiale grosso non varia più del 10% sui due campioni.
- lo slump, misurato con l'abbassamento al cono di Abrams, secondo la norma UNI EN 206-1, non varia più di 3 cm. tra i due campioni.
- il calcestruzzo appare non segregato;
- l'acqua essudata, misurata secondo la norma UNI 7122 non sia superiore allo 0,1 %
- le prove di schiacciamento soddisfano i requisiti stabiliti dal D.M. 17/01/18.

I risultati delle verifiche saranno riportati sulle schede di controllo dei getti.

Le prove saranno eseguite nel laboratorio di cantiere, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE o presso un laboratorio ufficiale come previsto al succitato D.M..

La DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà richiedere prove integrative in base a motivate esigenze tecniche.

20.12 SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ PER CONFEZIONAMENTO CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Campi di applicazione

La presente specifica si applica a tutti i tipi di conglomerato cementizio prodotti in impianti già qualificati dall'APPALTATORE ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE e utilizzati per le opere identificate dal contratto.

Per il controllo ed il mantenimento dei requisiti prestazionali del cls nella fase di confezionamento saranno compilate presso la centrale di betonaggio le schede di registrazione dei dati.

Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuali a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.; alle seguenti norme e regolamenti:

- Legge 26/05/65 n. 595
- D.M. del 17/01/18
- Circolare C.S.I.L.L.P.P. n. 7 del 21/01/19
- UNI 6132, 6133, 6135, 6324, 6393, 6395, 7087, 7122, 7549, 7928, 8019, 8520, 8991, 9156, EN 206-1, EN 934-2
- CNR B.U. nn. 4, 27, 34
- ASTM C 123, C127, C128, C136,

E successive modificazioni delle stesse.

Materiali impiegati

Per il confezionamento dei conglomerati cementizi è previsto e consentito l'utilizzo dei materiali aventi le Caratteristiche indicate nel presente capitolato.

Controlli di prequalificazione

Sia le fonti di approvvigionamento dei materiali che gli impianti di confezionamento del cls debbono essere preventivamente qualificati dall'APPALTATORE, e approvati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE ove esplicitamente indicato, prima del loro utilizzo.

Di seguito sono elencati i requisiti qualitativi richiesti per la loro accettabilità e le modalità di qualifica.

Fonti di approvvigionamento dei materiali

Cemento

Saranno ammessi alla fornitura tutti quei cementifici che siano in grado di garantire forniture pari, in quantitativo, alla massima richiesta della centrale di betonaggio asservita.

L'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE un dossier per approvazione del (dei) nominativo (i) prequalificato (i) allegando i seguenti documenti:

- una relazione riportante il tipo di cementi forniti e per ognuno di questi la capacità massima di fornitura dell'impianto in t/gg
- i certificati di prova dei cementi emessi dal fornitore, che dimostrino la conformità di questi alle specifiche indicate nel presente Capitolato.

Aggiunte (ceneri volanti e microsilice)

La qualificazione della fonte di approvvigionamento sarà fatta dall'APPALTATORE con la produzione di un dossier composto dai seguenti documenti:

- relazione tecnica riportante la tipologia e la capacità massima di fornitura dei prodotti
- un verbale di conformità dei prodotti alle caratteristiche riportate sul presente Capitolato redatto in base a prove di laboratorio; i certificati delle prove saranno allegate al verbale.

L'APPALTATORE trasmetterà alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE il dossier di qualificazione.

Aggregati

Per la qualifica dei fornitori degli aggregati si procederà diversamente a seconda dei due seguenti casi:

a) Aggregati provenienti da cava

Nel caso di prelievo da cava, intendendo per cava una Azienda che estragga, frantumi e vagli materiali litoidi costantemente da uno stesso luogo in cui è situato l'impianto o un luogo scelto dall'APPALTATORE dal quale estrarre, frantumare, vagliare detti materiali, l'APPALTATORE dovrà:

- qualificare la cava mediante l'analisi tecnico/amministrativa della cava stessa, impiegando un modulo di qualificazione.
- sottoporre dei campioni di cava ad una analisi presso un laboratorio ufficiale che certificherà la conformità dei materiali alle specifiche riportate ai punti precedenti.
- quantificare la probabile quantità di materiale estraibile dalla cava stessa
- redigere un verbale riportante i risultati della suddetta qualificazione, gli esiti delle prove sui materiali e la capacità di fornitura della cava

Il dossier composto dalla documentazione come sopra elencato e da una chiara identificazione della cava sarà trasmesso alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE per approvazione.

b) aggregati provenienti da scavo

L'APPALTATORE dovrà qualificare sia lo scavo che l'impianto di frantumazione e vagliatura che utilizzerà.

Per lo scavo dovrà:

prelevare campioni dal fronte di scavo e sottoporli ad una analisi presso un laboratorio ufficiale limitatamente alle seguenti prove:

- contenuto di solfati e cloruri
- potenziale reattività in presenza di alcali
- perdita di massa per urto e rotolamento, secondo UNI 8520 parte 19^a, per gli aggregati grossi
- equivalente in sabbia secondo UNI 8520 parte 1 Sa per la frazione fine
- determinazione dei coefficienti di forma e appiattimento secondo UNI 8520 parte 18a.
- redigere una relazione tecnica sui mezzi e le metodologie impiegate per l'estrazione.

Per la qualificazione dell'impianto di frantumazione e vagliatura:

- effettuare l'analisi tecnico/amministrativa dell'impianto, impiegando un modulo di qualificazione del tipo indicato nell'allegato 2 NTC 2018
- sottoporre dei campioni trattati nell'impianto ad analisi presso un laboratorio ufficiale che certificherà la conformità dei materiali alle specifiche riportate ai punti precedenti
- redigere un verbale riportante i risultati della suddetta qualificazione, gli esiti delle prove sui materiali e la capacità di fornitura dell'impianto

Tale documentazione costituirà il dossier di qualificazione sia dello scavo che dell'impianto di frantumazione e vagliatura connesso.

Il dossier composto dalla documentazione come sopra elencato e da una chiara identificazione sia della zona di scavo che dell'impianto sarà trasmesso alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE per approvazione.

Acqua d'impasto

Se l'acqua necessaria al confezionamento dei conglomerati cementizi sarà prelevata da fonti (pozzi, sorgenti, ecc.) situate nell'area di effettuazione degli impasti, l'APPALTATORE effettuerà la qualificazione di tali fonti mediante prove di laboratorio mirate all'accertamento dei parametri caratteristici indicati ai punti precedenti della presente Sezione, nonché alle normative di legge.

Si dovrà redigere un verbale contenente le indicazioni necessarie a qualificare le condizioni del prelievo.

I campioni prelevati (2 serie) sigillati e contrassegnati, saranno inviati ad un laboratorio ufficiale per le analisi (1° campione) e conservati con cura dall'APPALTATORE per eventuali riprove (2° campione).

Tale documentazione costituirà il dossier di qualificazione per la fonte e l'acqua d'impasto.

Il dossier sarà trasmesso alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE insieme ad una chiara identificazione della fonte utilizzata.

Additivi e disarmanti

Saranno ammessi i fornitori che siano in grado di adempiere ai dettami ed alle specifiche del contratto, in accordo alle presenti prescrizioni di C.Q., e di garantire forniture congrue con le esigenze dei lavori.

L'APPALTATORE dovrà redigere un dossier di qualificazione contenente i seguenti controlli e informazioni:

- il tipo di additivi e disarmanti forniti
- la capacità massima di fornitura
- una relazione tecnica sui dosaggi e benefici conseguenti e sulle modalità di impiego
- attestato di conformità del prodotto alle norme UNI vigenti.
- risultati delle prove previste nelle precedenti specifiche tecniche

L'APPALTATORE trasmetterà alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE il dossier di qualificazione del fornitore per approvazione.

20.13 APPROVAZIONE DELLA DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE

Le documentazioni di cui sopra verranno trasmesse alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Questa, dopo l'esame dei documenti e dopo l'esecuzione degli impasti di prova, approverà, se le riterrà idonee, l'impiego delle miscele oggetto di qualifica, con l'emissione, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio, di un apposito documento di approvazione.

L'approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE non solleva, in base alle norme vigenti, in alcun modo l'APPALTATORE dalle sue responsabilità.

Copia del documento di approvazione farà parte del dossier di qualifica di ogni singolo getto.

Controlli in corso d'opera

L'APPALTATORE dovrà predisporre una pianificazione dei controlli periodici previsti per il cls nelle specifiche seguenti relativamente ai materiali componenti, al confezionamento, agli impianti e mezzi d'opera. Tale documento dovrà riportare oltre i dati identificativi del Fornitore/fornitura oggetto della verifica, il tipo di controllo e frequenza, il calendario delle ispezioni, la indicazione della struttura responsabile del controllo (Laboratorio, Ufficio Approvvigionamenti, etc.), la tipologia della certificazione da acquisire.

Il piano dei controlli in corso d'opera dovrà essere finalizzato al monitoraggio e mantenimento degli standards iniziali di qualifica e dovrà essere inviato per informazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE a cura dell'Appaltatore. Tale documento sarà aggiornato con cadenza periodica in funzione degli esiti delle verifiche effettuate e delle tempistiche di attuazione delle eventuali azioni correttive richieste. Il calendario delle verifiche dovrà comunque essere modulato per garantire l'attuazione dei controlli in base alla frequenza minima indicata in specifica.

Controlli sui materiali

Cemento

Ogni lotto di cemento, che dovrà provenire da cementificio qualificato, sarà accettato dietro presentazione di certificato del fornitore riportante la composizione del prodotto.

Si dovranno effettuare, per ogni 10.000 ql (5.000 ql impiegato in galleria) di cemento proveniente da un singolo fornitore, le verifiche seguenti:

- Caratteristiche generali, secondo L.595/65, D.M. 09/03/88 n° 126, D.M. 13/09/93 G.U. 22/09/93.
- Analisi chimica del contenuto di C_3A .
- Analisi chimica del contenuto di $C_4Af + 2C_3A$.

Le prove avverranno presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato da DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE o presso un laboratorio ufficiale.

In corso d'opera l'Appaltatore dovrà effettuare le verifiche anche con prelievi da eseguirsi in contraddittorio con il Fornitore, da autocisterne piombate all'arrivo presso l'impianto di betonaggio.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e del fornitore, il laboratorio certificante e la data di prova, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE lo richieda in base a particolari motivazioni tecniche.

In aggiunta a quanto sopra indicato per ogni 10.000 ton di ciascun tipo di cemento utilizzato dovrà essere acquisito nel dossier di qualificazione una attestazione del Cementificio che dichiari il valore medio e l'intervallo di variabilità di ciascun requisito previsto dalla norma UNIEN 197/1 relativi alle prove del mese precedente.

Ceneri volanti e microsilica

Dovranno essere eseguite delle prove fisiche, chimiche e granulometriche dei prodotti, al fine di verificare le caratteristiche richieste di cui ai punti precedenti.

Le verifiche saranno effettuate con la frequenza di prova indicata sulle tabelle riportate ai punti sopra citati e con ceneri volanti (o microsilica) provenienti da una stessa sede o lotto di fornitura.

L'esito di ogni prova dovrà essere riportata su certificato, indicando inoltre l'identificazione del Lotto, il laboratorio e la data della prova.

Le prove avverranno presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato da DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE lo richieda in base a motivate esigenze tecniche.

La copia dei certificati faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Aggregati

Sarà controllata la conformità degli inerti alle caratteristiche indicate secondo la Norma UNI 8520 parte 2a.

Le verifiche avverranno almeno in ragione 1 volta per ogni cambio di cava e/o scavo e di impianto di frantumazione e vagliatura.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate per ciascuna fornitura equivalente a 20.000 m³ di calcestruzzo confezionato ed ogni qual volta, in base a motivate esigenze tecniche, la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE lo richieda o quando vengano riscontrati difetti o non conformità alle specifiche del conglomerato cementizio o quando le caratteristiche del materiale appaiono difforni dai quelli già testate e qualificate.

Nel caso di approvvigionamento da scavo in galleria si controlleranno i materiali, con prelievo dal fronte di scavo; tali prove saranno limitate al:

- contenuto di solfati e cloruri con frequenza giornaliera;
- alla potenziale reattività in presenza di alcali con frequenza settimanale;
- alla perdita di massa per urto e rotolamento, secondo UNI 8520 parte 19^a,

- all'inizio ed a ogni successiva variazione litologica.

Tutte le prove saranno effettuate presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE o presso laboratorio ufficiale.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e della fonte di fornitura, il laboratorio certificante e la data di prova, costituiranno il dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto. Nel caso di cambio della fonte di approvvigionamento, copia dei certificati sarà inoltre trasmessa alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE con le medesime modalità di cui sopra.

Nel caso di riscontrata reattività agli alcali si comunicherà alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE le misure adottate per escludere il fenomeno.

Acqua d'impasto

Le prove di analisi dovranno determinare le caratteristiche di cui ai punti precedenti. Tali prove avverranno con una frequenza di una prova ogni 90 giorni, o con frequenza maggiore se indicato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE; le prove saranno comunque effettuate ad ogni cambio di fonte di approvvigionamento idrico. Nel caso di approvvigionamento da pozzi le analisi dovranno essere ripetute ogni 14 giorni.

La copia dei certificati di prova, riportanti l'identificazione del laboratorio certificante e la data di prelievo, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

L'impiego degli additivi dovrà essere preventivamente sperimentato, dichiarato nel mix design della miscela e quindi approvato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Nel caso di cambio, della fonte di approvvigionamento, copia dei certificati sarà inoltre trasmessa alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE con le medesime modalità di cui sopra.

Additivi

Gli additivi da impiegare dovranno essere muniti di certificato del fornitore di conformità alle norme.

Copia di tale certificazione, unitariamente ad una scheda tecnica riportante tipo, dosaggi ed effetti dell'additivo, sarà inviata alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE e sarà allegata al dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

20.14 IMPERMEABILIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO TIPO VASCA BIANCA

L'impermeabilizzazione della platea e delle pareti controterra con sistema completo di tipo "vasca bianca", ha come obiettivo la creazione una singola struttura in calcestruzzo impermeabile - a seguito della maturazione del calcestruzzo - mediante l'impermeabilizzazione di giunti, fessure e attraversamenti con iniezioni di resina acrilica espansiva. Il materiale di iniezione deve consentire di rendere impermeabile tutto lo spessore dell'elemento strutturale. Dopo l'avvenuta prima iniezione l'impermeabilità dovrà essere garantita e rimane onere del fornitore le ulteriori iniezioni nel tempo qualora necessarie, senza costi per la committenza.

La voce compensa il calcestruzzo, che dovrà risultare impermeabile, trasportato, lavorato e protetto come dalle direttive della norma UNI EN 260 con l'attestato, secondo la classificazione e la definizione impermeabile.

L'impermeabilità del calcestruzzo deve soddisfare i requisiti della normativa UNI EN 206 (UNI EN 12390-8) o DIN 1048 con penetrazione massima consentita ≤ 30 mm.

E' a carico dell'appaltatore la progettazione costruttiva del sistema: il progetto, firmato da tecnico esperto designato dall'Impresa e approvato dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere approvati preventivamente dalla DL.

I controlli di qualità sono a carico della ditta esecutrice e vengono eseguiti da laboratori ufficiali ai sensi della norma UNI EN 206-1.

E' inclusa la fornitura, posa ed iniezione di:

- giunti di ripresa platea/parete e parete/parete costituiti da profili di iniezione posizionati fra l'armatura interna ed esterna delle pareti;
- elementi di fessurazione programmata in platea, utilizzabili come cassero a perdere per le tappe di getto;
- elementi di fessurazione programmata in parete;
- manicotti per elementi passanti nel calcestruzzo: tubi, pozzi e risparmi

- Documentazione dei sistemi posati e protocolli dei controlli del calcestruzzo e della sua lavorazione, posa ferro e analisi laboratorio con prove di: - impermeabilità EN 206/1
- resistenza alla trazione diretta
- resistenza alla compressione RCK
- Certificazione del sistema

21.1 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, ecc.). 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.

21.2 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, ecc.), 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 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.

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 della unità marcata 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 che 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.

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 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, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe,

ferri piegati, ecc.) 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.

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.

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.

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 previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
B450C ($6 \leq \varnothing \leq 50$ mm)
B450A ($5 \leq \varnothing \leq 12$ 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/mm²

- f_t nom : 540 N/mm²

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente

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
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,35$	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:	-	-
$\bullet < 12\text{mm}$	4 •	-
$12 \leq \bullet \leq 16\text{ mm}$	5 •	-
per $16 < \bullet \leq 25\text{ mm}$	8 •	-

per $25 < \bullet \leq 50\text{ mm}$	10 •	-
--------------------------------------	------	---

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.

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
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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: $\bullet < 10\text{mm}$	4 •	-

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 $100 \pm 10^\circ\text{C}$ 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 $20 + 5^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ 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/mm²).

La misura di A_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad 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.

Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, 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, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) 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 consentire 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 ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle seguenti

Acciaio in barre	Diametro [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

Acciaio in rotoli	Diametro [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

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 come di riportato nella tabella seguente.

Acciaio tipo	Diametro degli elementi base
B450C	6 mm ≤ ϕ ≤ 16 mm
B450A	5 mm ≤ ϕ ≤ 10 mm

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\bullet \text{ min} / \bullet \bullet \text{ max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere ad 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/mm². 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 modo permanente 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.

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 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso 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	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C eq 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.

Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella seguente

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

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 i 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.

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

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 ad 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 ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella successiva. 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.

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} 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, ecc., 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,

ecc., 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. 22 **ACCIAI DA COSTRUZIONE E COMPONENTI ACCESSORI**

22.1 GENERALITÀ

Le strutture in acciaio dovranno essere eseguite in officina e montate in opera nel rispetto di quanto previsto dalle norme vigenti, in particolare di:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- Decreto Ministeriale 17/01/18: "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" e relativa circolare
- UNI EN 1090.

Le ditte fornitrici dovranno avere i requisiti previsti da tali norme e produrre materiali certificati CE.

Dovranno essere utilizzati solo materiali nuovi ed esenti da difettosità; i materiali dovranno essere dotati di certificazione di origine, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, comprovante le caratteristiche meccaniche e chimiche.

È facoltà della Direzione dei Lavori sottoporre a controllo i materiali prelevati in officina e/o in cantiere. In questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore ed inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore ad un Laboratorio Ufficiale. L'Impresa dovrà informare la D.L. dell'avvenuto approvvigionamento del materiale e del suo deposito presso lo stabilimento di lavorazione in modo che si possano effettuare i prelievi in contraddittorio secondo le quantità stabilite dalla D.L. .

Prima della fornitura in opera l'Appaltatore dovrà fornire i disegni costruttivi di officina completi per approvazione alla D.L. nonché le certificazioni richieste dalla norma e i nominativi e gli attestati di tutti gli operatori incaricati dei controlli di qualità in opera e fuori opera.

22.2 RILIEVI E TRACCIAMENTI

L'Appaltatore, sulla base dei disegni esecutivi forniti dalla Committente, prima di eseguire la progettazione costruttiva e di procedere alla esecuzione dei manufatti, dovrà eseguire i rilievi in sito per le parti di struttura le cui dimensioni sono determinate dalle opere preesistenti o in corso di esecuzione.

I rilievi ed i tracciamenti saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore e sotto la sua responsabilità. Qualora le strutture in acciaio debbano essere ancorate a manufatti in cemento armato mediante tirafondi, zanche di ancoraggio o altri elementi annegati nel getto sarà cura dell'Impresa controllare il loro corretto posizionamento ed informare la D.L. delle eventuali anomalie riscontrate nei tracciamenti.

Anche per gli interventi all'interno o in fregio a fabbricati esistenti sarà onere dell'Impresa rilevare quanto necessario per il corretto montaggio delle strutture ed informare la D.L. di eventuali discordanze con i dati di progetto in modo da provvedere agli interventi del caso.

Non saranno ammesse riserve da parte dell'Impresa in merito a imperfezioni o discordanze tra i disegni di progetto ed elementi preesistenti.

22.3 MONTAGGIO

L'Appaltatore dovrà stabilire il metodo di montaggio in cantiere delle strutture di carpenteria oggetto dei lavori.

Il metodo di montaggio dovrà tener conto del tipo di struttura, le sue dimensioni, i rischi potenziali, di non interferire con le unità operative o con altri lavori in corso, dei mezzi di sollevamento necessari e delle condizioni locali.

Tutte le attrezzature usate per il montaggio dovranno essere in accordo alle leggi, normative e regolamenti locali in vigore nella località dell'installazione delle strutture e certificate per il loro previsto impiego. L'Appaltatore è tenuto a rispettare i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere sovrappassi o sottopassi di strade , autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e sottosuolo.

L'Appaltatore dovrà fornire al Committente i piani di montaggio completi coi disegni di montaggio, i calcoli strutturali, lista dei mezzi di sollevamento ed altre apparecchiature necessarie al montaggio delle strutture

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con fusi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli appoggi siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Di regola il montaggio dovrà essere eseguito con l'ausilio di bulloni e ferramenta provvisori.

L'assemblaggio in opera dovrà essere eseguita in modo da non dare origine a sforzi iniziali nei singoli elementi o parti pre-assemblate.

Il montaggio in opera dovrà essere affidato ad operai riconosciuti idonei a simili lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

22.4 SALDATURE

Tutte le saldature dovranno essere eseguite su elementi preparati conformemente ai disegni di progetto e con elettrodi del tipo già specificato. Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura automatica ad arco sommerso
- saldatura automatica e semiautomatica sotto gas protettore (Co2 o sue miscele)
- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti.

Si dovranno ottenere giunti di buon aspetto estetico, praticamente esenti da difetti fisici nelle zone fuse e dovranno essere rispondenti alle norme specifiche. Le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da mano d'opera specializzata che abbia superato le prove di qualifica indicate nelle norme UNI 4634/60.

Esse devono essere eseguite al riparo dalla pioggia vento e neve, salvo l'uso di precauzioni speciali, dovranno essere sospese quando la temperatura ambiente scende al di sotto di -5°C .

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 5817:2014 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello 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 (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, 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.

22.5 TRATTAMENTO SUPERFICIALE

Classe di corrosività atmosferica nella zona in cui la struttura è ubicata: C4 (rif. UNI EN ISO 12944-2)

Durabilità richiesta: H (rif. UNI EN ISO 12944-1)

La protezione anticorrosiva prevede come protezione di base (interna/esterna) la zincatura per immersione a caldo e come finitura superficiale (solo esterna) rivestimento di vernice in polvere colore come da progetto.

In particolare il ciclo produttivo dovrà prevedere le fasi di seguito descritte.

- Zincatura per immersione a caldo in conformità alla norma UNI EN ISO 1461 realizzata in bagno di zinco classe 1 secondo EUR 24286 EN : 2010.
- Verniciatura a polvere in conformità alla norma UNI EN 13438, con l'impiego di vernici in polvere poliestere TGIC free, formulate specificamente per il rivestimento dell'acciaio zincato, che siano in grado di offrire un'eccellente durabilità all'esterno ed un'ottimale ritenzione del colore in conformità con le caratteristiche richieste da tutti i maggiori capitolati e standard Europei per architettura.

Per ottenere la massima protezione, è essenziale effettuare una corretta preparazione dei materiali prima dell'applicazione della vernice nel rispetto delle fasi di seguito descritte:

- PREPARAZIONE MECCANICA della superficie dei manufatti mediante levigatura con abrasivi a grana fine, finalizzata ad uniformare lievi irregolarità presenti sulla superficie del rivestimento di zinco;
- PREPARAZIONE CHIMICA: Lavaggio e conversione superficiale con processo nanoceramico, trattamento che consente di creare uno strato inorganico molto stabile e di grande compattezza per garantire elevate prestazioni di adesione della vernice nel tempo.
- APPLICAZIONE POLVERI: tutte le polveri impiegate devono rispondere pienamente alle normative di BS6496:1984, BS6497:1984, Qualicoat Classe 1 o superiore.
- COTTURA IN FORNO, alla temperatura indicata dalle specifiche tecniche della polvere utilizzata (es. 160-200°C), fino a completa polimerizzazione.

22.6 COLLAUDO E PROVE DI CARICO

Le opere eseguite non saranno accettate se non rispondenti a quanto prescritto in precedenza relativamente ai materiali da utilizzarsi e alle modalità di esecuzione e prescrizioni generali. Le opere eseguite non saranno accettate se non integralmente rispondenti agli elaborati di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, sia per l'esattezza delle misure; saranno ammesse, sulle dimensioni di progetto, le tolleranze indicate nelle specifiche tecniche strutturali.

Per l'accettazione si dovrà verificare che le opere siano realizzate a perfetta regola d'arte, in modo da risultare del tutto omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali; in nessun caso si accetteranno giunzioni non previste nel progetto; si dovrà inoltre verificare il corretto posizionamento di inserti e fori, secondo gli elaborati di progetto.

Le strutture metalliche saranno sottoposte a collaudo statico ai sensi della legge 1089 e successivi D.M. d'attuazione.

Le prove di carico potranno essere eseguite, oltre che in sede di collaudo, anche in corso d'opera, su semplice richiesta della Direzione Lavori. Saranno cura ed onere dell'Appaltatore la predisposizione dei carichi, la fornitura delle attrezzature e del personale necessario ad effettuare le prove di carico.

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

I lotti di manufatti trattati devono essere accompagnati da dichiarazione di conformità a quanto richiesto nel presente capitolato.

23.1 MALTE PER MURATURE

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli art. 7-8.

In base alle modalità di confezionamento le malte possono essere, ai sensi del DM 17.01.2018, punto 11.10.2, le malte possono essere classificate in:

- a) malte a prestazione garantita
- b) malte a composizione prescritta

a) l'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte a *prestazione garantita* è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante la conformità alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e recare la marcatura CE secondo il sistema di accettazione nel seguito indicato.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calce aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme.

c) Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente:

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	--	--	1	3	--
M 2,5	Pozzolonica	--	1	--		3
M 2,5	Bastarda	1	--	2	9	--
M 5	Bastarda	1	--	1	5	--
M 8	Cementizia	2	--	1	8	--
M 12	Cementizia	1	--	--	3	--

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma UNI EN 1015-11:2007, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto nella tabella che segue:

Classe	M 2,5	M5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione (N/mm ²)	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma UNI EN 1015-11: 2007.

23.2 MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi. Non è ammessa la formazione di incavi, sfondi, canne e fori per:

- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);

- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefonia e di illuminazione.

Le reti impiantistiche di adduzione e scarico dovranno essere collate all'interno di cavedi predisposti e chiusi con carter in cartongesso, garantendo l'esecuzione delle murature senza soluzione di continuità.

Nelle murature si dovranno invece eseguire incavi e alloggiamenti per:

- le imposte delle architravi;

- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc. .

Quanto detto, in modo che di norma 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 parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'intorno e riempi tutte le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto 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.

La Direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

ART. 24 ANCORAGGI STRUTTURALI SU ELEMENTI ESISTENTI

Ancoraggi con barre metalliche.

Gli ancoraggi strutturali saranno effettuati mediante barre metalliche ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C o in barre filettate in classe 8.8 o superiori.

Si dovranno effettuare fori nelle murature mediante l'utilizzo di carotatrici o trapani tali da non creare sconnessioni o disturbi alla tessitura muraria esistente. Il diametro dei fori darà tale da garantire almeno 3- 4mm di "copriferro" alla barra inserita. I fori saranno effettuati della profondità indicata negli elaborati di progetto e secondo le specifiche del produttore di ancorante chimico.

I fori praticati dovranno essere accuratamente lavati e puliti così da eliminare tutti i residui presenti o prodotti dalle perforazioni.

La sigillatura delle barre metalliche dovrà essere effettuata con resine epossidiche certificate in categoria sismica C2 (secondo UNI EN 1992-4:2018) e approvate dalla D.L. e si intendono effettuate fino a completo rifiuto. L'ancorante dovrà avere tutti quei requisiti di fluidità necessari all'opera e all'inclinazione del perforo.

E' onere dell'appaltatore predisporre preventivamente ai lavori in oggetto – secondo le direttive della D.L. - una adeguata campagna di prove a trazione, certificata da laboratorio autorizzato.

ART. 25 **VESPAI**

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in elementi prefabbricati in polipropilene tipo **Pontarolo Cupolex** o similare, con altezze pari a quelle indicate in progetto. In ogni caso il sostegno di tali opere dovrà essere garantito mediante magrone o soletta di adeguato spessore, tale da evitare cedimenti differenziali o spostamenti.

Il vespaio è realizzato con elementi in polipropilene (PP) rigenerato collegati gli uni agli altri, a comporre una struttura autoportante atta a ricevere il getto di calcestruzzo, l'armatura del getto è funzione delle caratteristiche di carrabilità e pedonabilità richieste dal massetto. La posa deve avvenire su strato di livellamento in cls pulito, sgombrato da detriti e fango, perfettamente asciutto e livellato. Gli sfridi devono essere allontanati dalla zona di lavoro e non abbandonati sotto gli elementi. La posa deve avvenire secondo lo schema di posa fornito dal produttore. Prima della esecuzione dell'opera l'impresa deve fornire la scheda tecnica del prodotto ed attendere la formale approvazione della D.L.. L'eventuale taglio dei pezzi da posizionarsi nella zona perimetrale deve essere effettuato garantendo la stabilità e l'adesione reciproca delle porzioni da montare. La disposizione deve garantire la possibilità di collocare nei vuoti gli impianti di scarico e/o adduzione previsti in progetto.

ART. 26 **CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI**

25.1 CONSOLIDAMENTO MURATURE (GENERALITÀ)

I lavori di consolidamento delle murature che potranno essere previsti localmente nelle zone di contatto tra strutture esistenti e strutture di nuova realizzazione potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture esistenti.

25.2 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INTONACO ARMATO E/O INCAMICIATURA

Questo tipo di consolidamento, particolarmente efficace per strutture molto degradate o di sezione ridotta, verrà eseguito facendo aderire su uno o su entrambi i lati della superficie muraria un intonaco armato realizzato con malta cementizia.

L'Appaltatore, quindi, dovrà demolire, dietro autorizzazione della D.L., i vecchi intonaci, i rivestimenti parietali, le parti incoerenti ed in fase di distacco fino a raggiungere la parte sana della struttura.

Le lesioni andranno ripulite e spolverate con l'aiuto di un forte getto d'aria compressa e stuccate con la malta prescritta dalla D.L.

Sulla muratura sarà poi applicata una rete in fibra di vetro alcali resistente apprettata.

Sulla struttura preventivamente bagnata a saturazione ma asciutta superficialmente (s.s.a.) sarà poi applicato uno strato di malta la cui natura, preparazione e formulazione dovranno essere quelle prescritte dal progetto o dalla D.L.

L'Appaltatore dovrà tenere presente che:

- per ottenere spessori intorno ai 3-5 cm dovrà applicare la malta manualmente o a spruzzo;
- per ottenere spessori inferiori ai 3 cm. dovrà metterla in opera a spruzzo.

La scelta dello spessore e del conseguente sistema di posa in opera dovrà essere rapportata al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è sottoposta.

La malta da utilizzare per risarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere di tipo antiritiro o espansivo.

Le armature per la incamiciatura saranno del tipo in Acciaio armatura lenta barre B450C: $f_y \geq 450$ MPa $f_{tk} \geq 540$ MPa.

La Malta cementizia sarà del tipo bicomponente colabile ad elevatissime prestazioni meccaniche, a ritiro compensato, fibrorinforzata tipo Mapegrout colabile o equivalente.

Specifiche:

- Prevedere preparazione del fondo mediante pistola ad aghi realizzando asperità di almeno 2 - 3 mm.
- Prevedere l'utilizzo di inerte 3 - 5 mm nella misura del 30%.
- Prevedere utilizzo di additivo antiritiro tipo Mapecure SRA o equivalente.
- Dopo aver scassato prevedere una idonea protezione del getto per la maturazione tramite pellicola plastificata avvolta in aderenza al calcestruzzo.

Prestazioni:

Resistenza a compressione dopo 28 gg.: > 75 MPa

Adesione su calcestruzzo: > 20 MPa

25.3 CREAZIONE DI PLACCAGGI CON PROFILATI METALLICI

Ancoraggi con profilati metallici.

Si inseriranno profilati metallici tipo S275. Si dovranno effettuare idonee sedi di alloggio nelle murature e/o calcestruzzi esistenti. Le sedi dovranno avere una forma trapezoidale tipica per impedire lo sfilamento dei ferri posti in opera. La sede dovrà essere pulita e lavata prima dell'inserimento degli elementi metallici. Le giunzioni fra gli elementi metallici saranno con bulloni e viti o saldature della classe prevista negli elaborati di progetto e a completo ripristino della sezione resistente. Si dovranno utilizzare tutti gli elementi quali: piastre, staffe, etc. necessari per effettuare le varie giunzioni. Inoltre le parti terminali dei profilati utilizzati dovranno essere provvisti di zanche. I getti di richiusura saranno effettuati con c.l.s. preferibilmente additivati (fluidificanti, debolmente espansivi) e si dovrà procedere con la massima cura al fine di saturare e sigillare completamente la sede creata. Sarà necessario, al fine di mettere sotto carico le nuove strutture di consolidamento, effettuare degli interventi di forzaggio mediante cunei, biette martinetti o altri mezzi idonei approvati dalla D.L..

La struttura è stata calcolata in base alle normative vigenti, ed in particolare per un sovraccarico di folla pari a 600 kg/mq. ed una spinta sui parapetti pari a 300 kg/ml.

ART. 27 RIVESTIMENTI PROTETTIVI

26.1 DESCRIZIONI E CLASSIFICAZIONI

I rivestimenti protettivi oggetto della presente sezione di capitolato dovranno essere applicati su tutte le opere in ferro ad eccezione di quelle per le quali espressamente indicato un diverso tipo di protezione ed un particolare ciclo di protezione.

I tipi di protezione trattati nella presente sezione sono:

- verniciatura

- zincatura
- protezione antincendio

26.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

VERNICIATURE

Preparazione

Tutte le opere in ferro dovranno essere accuratamente sabbiare così come previsto dal progetto e/o dalla tipologia dei materiali applicati. Il livello di sabbiatura dovrà essere, come minimo, pari al grado SA 2-1/2 delle norme SIS 055900 e tale da permettere in ogni caso un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo.

Cicli di verniciatura

Il rivestimento protettivo dovrà essere composto da almeno tre mani di prodotti vernicianti. Cicli alternativi potranno essere usati solo dopo approvazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE. I cicli previsti sono due:

a. Ciclo "A"

Il rivestimento dovrà essere formato, come minimo, da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

I strato - Mano di fondo del tipo zincate inorganico.

Caratteristiche formulative della mano di fondo del tipo: zincante inorganico all'acqua

tipo di legante:	base acqua privo di solventi organici
% pigmento anticorrosivo sul totale polveri:	$\geq 93\%$
tipo di pigmento:	zinco metallico
peso specifico:	3200 ± 50 g/l
solidi in volume:	$\% 64 \pm 2$
diluyente:	acqua dolce
colore:	grigio opaco
spessore del film secco:	75 micron
metodo di applicazione :	spruzzo convenzionale o airless

In alternativa, potrà essere proposto zincante inorganico a solvente

tipo di legante:	etilsilicato
% pigmento anticorrosivo sul totale polveri:	$\geq 86\%$
tipo di pigmento:	zinco metallico
peso specifico:	2600 ± 50 g/l
colore:	grigio opaco
solidi in volume:	$\% 64 \pm 2$
spessore nel film secco:	75 micron
metodo di applicazione:	airless

Caratteristiche formulative della mano intermedia del tipo: epossipoliamidico

tipo di legante:	epossidico
tipo di pigmento:	ossido di ferro micaceo

peso specifico:	1380 ± 50 g/l
solidi in volume:	% 56 ± 2
spessore del film secco:	100 micron
metodi di applicazione:	pennello, rullo, airless

Caratteristiche formulative della mano intermedia del tipo: poliuretanico riverniciabile

tipo di legante:	poliuretanico con indurente poliisocianico alifatico
peso specifico:	1400 ± 50 g/l
solidi in volume:	% 57 ± 2
spessore del film secco:	50 micron
metodo di applicazione:	pennello, spruzzo, airless

b. Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

I strato - Mano di fondo del tipo zincate inorganico

Caratteristiche formulative della mano di fondo del tipo: zincante inorganico all'acqua

tipo di legante:	base acqua privo di solventi organici
% pigmento anticorrosivo sul totale delle polveri:	≥ 93 %
tipo di pigmento:	zinco metallico
peso specifico:	3200 ± 50 g/l
solidi in volume:	% 64 ± 2
diluyente:	acqua dolce
colore:	grigio opaco
spessore del film secco:	75 micron
metodo di applicazione:	spruzzo convenzionale o airless

In alternativa, potrà essere proposto: zincante inorganico a solvente

tipo di legante:	etilsilicato
% pigmento anticorrosivo sul totale delle polveri:	≥ 86 %
tipo di pigmento:	zinco metallico
peso specifico:	2600 ± 50 g/l
solidi in volume:	% 64 ± 2
colore:	grigio opaco
spessore del film secco:	75 micron
metodo di applicazione:	airless

Caratteristiche formulative della mano intermedia e finitura del tipo: acrilico in emulsione acquosa

tipo di legante:	copolimeri acrilici in emulsione acquosa
peso specifico:	1300 ± 50 g/l
solidi in volume:	% 44 ± 2

spessore del film secco: 75 micron per strato

N° di strati: 2

metodo di applicazione: pennello, airless

Operazioni di ritocco

Le operazioni di ritocco saranno eseguite ad opera montata, la metodologia prevede:

Accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle parti interessate. Le zone a ferro nudo dovranno presentare un grado di pulizia assimilabile al grado ST 3 delle norme SIS 05 5900.

Applicazione a pennello di pittura epossipoliammidica "surface tollerant"

peso specifico: 1450 g/l

solidi in volume: % 80 ± 2

spessore del film secco: in accordo al ciclo previsto

colore: grigio metallizzato

Prima dell'applicazione del successivo strato finale bisognerà rimuovere dalle superfici gli eventuali incoerenti depositatisi (polvere, unto ecc.)

Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicati su supporti in acciaio sottoposti ad invecchiamento artificiale.

AGENTE AGGRESSIVO	DURATA	TEMPERATUR
	A	
RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA	6H	60°C
CORROSIONE PER IMMERSIONE CONTINUA IN SOLUZIONI AERATE (UNI 4261-66)	12 H	35°C
CORROSIONE IN NEBBIA SALINA (UNI 5687-73)	12H	35°C
RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA	12H	60°C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito:

a) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230 il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

b) Ruggine e blistering: (ASTMM D71456) (DIN 53230):

Ciclo "A"	Blistering:	I strato = 9 F II strato=9M III strato=9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Blistering:	I strato = 9 M II strato=9M III strato=9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

- c) Controllo dell'aderenza secondo l'ASTM D-3359 metodo A (spess. sup. 125 microns) e metodo B (spess. inferiore ed uguale a 125 microns), con risultati non inferiori a 4A e 40.
- d) Controllo dei tempi di essiccazione e sovraverniciatura secondo i metodi e le prescrizioni dichiarate dai fornitori delle vernici.
- e) Controllo dello spessore del film secco con idonei strumenti non distruttivi tipo MIKROTEST, DIAMETER od equivalente. Il numero dei controlli sarà in accordo a quanto di seguito indicato.
- f) Se, durante i controlli, si evidenzieranno difetti di verniciatura (gocciolamenti, vescicamenti, ecc.) o aderenze, ecc. non conformi a quanto richiesto, l'APPALTATORE è tenuto a riportare le superfici difettose nel grado d'accettabilità richiesto.
- g) Le superfici verniciate dovranno essere esenti da difetti tipo criccate fangose (mud-cracking), gocciolature, sottospessori, sovrassessori, bruciature (dry-spray), ecc.
- h) Resistenza all'abrasione
- i) Si determinerà solo su prodotto di finitura mediante Taber Aeraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di un 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso dovrà essere inferiore a 100 mg.
- j) Brillantezza:
- k) Controllata mediante Glassometro Gardner con angolo di 60 gradi, dovrà avere un valore finale non inferiore al 10% del valore iniziale.
- l) Misurazioni di spessore sul film secco
 - Misurazioni di spessore sul film secco dovranno essere rilevate sia su superfici primerizzate che su quelle trattate con ciclo completo.
 - Per misurazione di spessore si intende la rilevazione strumentale dello spessore secco.
 - Le misurazioni dovranno essere dei due tipi qui di seguito indicati:
 - 1.1) Misurazione "singola"

Per misurazione "singola" si intende il valore risultante dalla rilevazione strumentale dello spessore in un solo punto.
 - 1.2) Misurazione "spot"
 - Per misurazione "spot" si intende il valore risultante dalla media di tre letture "singole" eseguite in un'area compresa in un cerchio di circa 30 mm di diametro. Il valore dello spessore risultante non dovrà essere inferiore al 90% dello spessore minimo richiesto.
 - La misurazione "spot" dello spessore dovrà essere ripetuta in cinque aree diverse. La media aritmetica delle cinque rilevazioni "spot" non dovrà mai essere inferiore al minimo spessore richiesto.

Quanto sopra descritto costituisce il numero di operazioni da fare per ottenere una misura "spot".

In caso di sottospessore si ripeteranno misure "spot" addizionali in aree vicine, in caso di risultato ancora negativo, l'APPALTATORE ripristinerà a proprio carico lo spessore richiesto.

1.3) Numero di controlli

Le misure "spot" andranno effettuate su tutta la lunghezza e su tutto il perimetro del profilo inserendo nella verifica tutte le tipologie previste, nella misura di:

- Fino a 1000 m ²	- un numero di misure "spot" equivalente al 1,5% del totale della superficie.
- Da 1000 a 5000 m ²	- un numero di misure "spot" equivalente al 0,75% del totale della superficie con un minimo di 30.
- Da 5000 a 15.000 m ²	- un numero di misure "spot" equivalente al 0,5% del totale della superficie con un minimo di 75.
- Oltre 15.000 m ²	- un numero di misure "spot" equivalente allo 0,25% del totale della superficie con un minimo di 150.

Prove di accettazione dei prodotti

L'APPALTATORE dovrà a sua cura e spese preventivamente inviare ad un Laboratorio qualificato ed accettato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE i campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato).

Il colore di finitura, ove non definito da progetto, dovrà essere concordato con la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, sottratti alla quantità percentuale di solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

26.3 ZINCATURA

La protezione mediante zincatura di manufatti metallici, ove richiesta dai documenti di progetto e/o da altre sezioni del presente Capitolato sarà eseguita con le modalità ivi previste.

La DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione.

A richiesta della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potranno essere eseguite le seguenti prove:

- determinazione della massa dello strato di zincatura (EN ISO 1460:2020);
- prova di uniformità dello strato di zincatura (UNI EN ISO 1461, UNI EN ISO 14713, ASTM A 239:21).

In particolare tutte le strutture dovranno avere una massa minima dello strato di zincatura su ogni superficie pari a 500 gr/mq (A).

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere; il peso di zinco depositato su ogni faccia (o il suo spessore) dovranno restare nelle tolleranze indicate nelle norme sopra citate.

Si dovranno in particolare predisporre almeno tre provette (non minori di 100 mq) ogni 10 ton di materiale zincato fornito per i controlli di massa e di uniformità che la Committente si riserva di effettuare a suo insindacabile

giudizio; in caso di provette non conformi la partita intera di materiale sarà rifiutata e dovrà essere nuovamente zincata.

Prescrizioni ed oneri particolari

- A) L'APPALTATORE dovrà aver cura di immagazzinare e ritoccare tutte le parti di opera in maniera tale da non danneggiare il rivestimento già applicato.
- B) Ogni eventuale danneggiamento dovrà essere riparato mediante ritocchi del rivestimento stesso; modalità di tali interventi dovranno essere opportunamente specificate e comunicate alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.
- C) Tutti i prodotti vernicianti e/o solventi dovranno essere conservati secondo le modalità previste dal fornitore, ed in ogni caso in luogo asciutto, areato non soggetto ad esposizione diretta dei raggi del sole e non esposto al gelo. Particolare cura sarà posta alla data di scadenza dei prodotti.
- D) Tutti i materiali di risulta dovranno essere portati a discariche autorizzate, tenendo in particolare conto il fatto che questi possono essere inquinanti.

26.4 PROTEZIONE ANTINCENDIO

Tutte le strutture devono essere protette dal fuoco secondo la classificazione **R 60** a meno di prescrizioni specificamente indicate nel presente progetto . In particolare:

1. Strutture in cemento armato: sono tutte progettate con copriferri minimi atti a soddisfare il requisito: $c_{min} \geq 3,5$ cm;
2. Strutture metalliche: le strutture sono tutte protette mediante vernici intumescenti, per la quale l'Appaltatrice dovrà fornire calcolo di verifica, specificando tipo e spessore della vernice impiegata;

26.5 SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente specifica si applica ai vari tipi di attività connesse con la realizzazione delle opere di Rivestimento Protettivo, così come definiti nel Contratto per la realizzazione delle opere, di cui questo documento costituisce un allegato.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale; a tutta la documentazione di progetto, quale disegni, specifiche tecniche ecc.; e alle norme vigenti.

CONTROLLI PRELIMINARI

Tutti i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori qualificati dall'Appaltatore ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Il responsabile di CQ costituirà un dossier di qualifica dei rivestimenti protettivi raccogliendo la documentazione tecnica, i certificati di prova sui materiali, i risultati dei test di colore ed i relativi verbali di approvazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE del tipo di prodotto e gradazione di colore.

Su richiesta della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE saranno campionate apposite miscele di prodotti nell'ambito delle gradazioni di colore istituzionali per la COMMITTENZA.

I prodotti dovranno pervenire in cantiere con la certificazione del produttore che dovrà esplicitare le modalità di conservazione ed applicazione. Il responsabile di CQ controllerà la data di scadenza dei prodotti e periodicamente verificherà l'idoneità dei luoghi di conservazione e le modalità di stoccaggio del materiale.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Il Responsabile di C.Q. dovrà assicurarsi che i materiali forniti già protetti siano completi di tutte le certificazioni relative alla corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi stessi. Per le operazioni da eseguirsi in cantiere il responsabile di C.Q. dovrà accertare che:

i materiali siano qualificati e rispondenti in qualità e colore ai requisiti del presente Capitolato;

le superfici siano trattate secondo quanto previsto dal Capitolato di Costruzione e dalla Specifica di fornitura del materiale;

siano rispettati i tempi di attesa per l'esecuzione;

i rivestimenti siano applicati nello spessore richiesto;

siano eseguiti i test di spessore e aderenza come indicato precedentemente.

vi siano opportune condizioni ambientali e meteorologiche.

ART. 28 ESECUZIONE DELLE PARETI, PARTIZIONI E CONTROPARETI INTERNE

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

Per consentire la massima flessibilità dell'edificio nel corso della sua utilizzazione (facilità di trasformazioni ed adattamenti edilizi in corrispondenza di variazioni di destinazione o di esigenze funzionali) la Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare l'esecuzione dei tramezzi interni dopo la posa in opera di pavimenti.

Ai fini del comportamento sismico della struttura tutte le pareti esterne e partizioni interne devono essere realizzate in modo da essere considerati elementi "secondari" ai sensi del DM 17.01.2018 (punto 7.2.3). Tali elementi devono pertanto essere in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all'azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue:

27.1 PARETI E PARTIZIONI IN LATERIZIO E SIMILI

Le partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo alleggerito e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

27.2 PARETI E CONTROPARETI IN CARTONGESSO

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri ed elementi di completamento sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. atti a garantire il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc.

A questo riguardo le giunzioni tra i vari pannelli e la stuccatura dovranno presentare superfici perfettamente omogenee e senza marcature o evidenziazioni dei diversi pezzi, mentre non saranno accettate nessuna forma di crepatura, cavillatura o lesione si presentasse in qualsiasi momento e per qualsiasi causa.

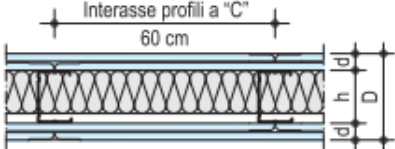
Le finiture - parasigoli, rinforzi in lamiera, angoli e ogni altro dettaglio - si intendono comprese nella lavorazione e non come finiture accessorie da compensarsi a parte. Negli angoli e in particolare nelle zone tra il cartongesso ed altri materiali (solai intonacati, setti in c.c.a., pareti tradizionali) andrà realizzata una fugatura di circa cm 1,5x1,5 con elementi di finitura metallici da definire con la D.L., che lasci una marcatura e ombreggiatura tra le diverse pareti.

In casi in cui sia espressamente accettato dalla D.L. questa fugatura potrà essere sostituita da una stuccatura con materiale siliconico o poliuretanico che garantisca assenza nel tempo di crepature e lesioni di assestamento, anche sotto l'azione sismica, o incompatibilità tra materiali. Nel caso di uso di stucchi a presa è preferibile l'impiego di nastri di carta microforata, mentre nell'impiego di uso ad essiccamento è consentito l'impiego di nastri adesivi. Non è consentito l'utilizzo dello stucco al di sotto dei +5°C di temperatura d'ambiente.

Nella posa delle pareti divisorie e contropareti in cartongesso dovranno essere rispettate le disposizioni della Norma UNI 9154. Nella scelta del profilo di sostegno dell'intelaiatura si devono considerare le effettive dimensioni della parete e le particolari condizioni di vincolo e di deformabilità delle strutture al contorno. Dovrà essere prestata particolare attenzione a consentire le dilatazioni termiche dei profilati metallici, quando se ne preveda la sensibile influenza, al fine di prevenire la formazione di lesioni nei giunti fra le lastre.

Prestazioni acustiche

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla realizzazione delle pareti in relazione alle prestazioni acustiche da garantire in relazione alla destinazione d'uso nel caso di unità immobiliari distinte accostate. La presenza di scatole della luce, vani per collettori e altra impiantistica richiederà l'adozione degli idonei provvedimenti per evitare la formazione di ponti acustici. E' prescritto il rispetto del DPCM 5-12-1997 – Requisiti **acustici** passivi degli edifici. Il D.P.C.M. 5-12-1997.

<div>W 112 Parete Knauf a singola orditura metallica con doppio rivestimento</div> <div></div>	100	50	<div>GKB (A) 2x12,5 GKF (F) GKI (H)</div>	43	54	40/70 ⁽⁴⁾	186654
	125	75			54	60/40 ⁽⁴⁾	186656
					55	60/70 ⁽⁴⁾	186653
	150	100			52	40 ⁽³⁾	811417
					56	2x40/40 ⁽⁴⁾	186655

Interferenza di impianti.

Il sistema di posa della parete in cartongesso deve agevolare la posa degli impianti elettrici e termoidraulici. A questo fine il cantiere dovrà permettere la posa all'interno delle pareti di tutte le canalizzazioni in modo da evitare successive aperture di tracce, demolizioni e altre lavorazioni che si rendono necessarie in una costruzione tradizionale. In caso di sanitari sospesi e cassette wc incassate la struttura portante delle pareti deve essere rinforzata con telai aggiuntivi ai quali fissare le dotazioni impiantistiche; tali telai devono essere adattati perfettamente al tipo di sanitario previsto in progetto.

Naturalmente le diverse fasi ed interconnessioni tra lavorazioni e soggetti diversi andrà coordinato dall'Appaltatore principale che si dovrà assumere l'onere del coordinamento.

Le pareti in cartongesso previste in progetto dovranno avere caratteristiche prestazionali e tecniche certificate, tipo Knauf W112 o similare.

ART. 29

SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

29.1 GENERALITA'

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento previsti in progetto si distinguono, a seconda della loro funzioni, in:

– rivestimenti per facciate esterne;

- rivestimenti per pareti interne;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

29.2 SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI RIGIDI

Devono essere realizzati secondo le specifiche tecniche del prodotto e con le indicazioni seguenti:

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta/colla svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. La composizione della colla dovrà essere chimicamente e fisicamente compatibile con il supporto retrostante, con particolare attenzione per il cartongesso antiumidità dei servizi igienici.

In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

Per pannelli in calcestruzzo, fibrocemento, metallici e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci in acciaio o altro idoneo metallo. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche, con giunti aperti o chiusi secondo le prescrizioni di progetto.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento meccanico e resistenza all'urto sufficienti per il contesto in cui viene adottato, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni e specifiche eventualmente previste in progetto, quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Dovrà essere curata, in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

29.3 SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLESSIBILI

I previsti pavimenti resilienti in gomma o linoleum devono essere realizzati secondo le specifiche tecniche del prodotto e con le seguenti indicazioni:

1) Caratteristiche dei sottofondi

I sottofondi considerati nel progetto sono essenzialmente i massetti cementizi lisciati a frattazzo fine. Il massetto in calcestruzzo deve essere consegnato piano, compatto, resistente agli urti, senza lesioni o fessurazioni, a quota di progetto, asciutto e pulito e con spessore di almeno 4 cm. Eventuali riprese di getto dovranno essere realizzate con taglio verticale e l'utilizzo di un ponte d'adesione tra vecchio e nuovo getto. Il massimo livello accettabile di umidità residua del sottofondo è pari al 2%. I massetti realizzati su solette a terra, su vespai non sufficientemente aerati dovranno essere isolati dal loro piano di appoggio con un'efficace e durevole impermeabilizzazione e da una barriera al vapore.

La superficie del massetto dovrà essere compatta, pur possedendo un certo grado di assorbimento; superfici troppo chiuse potranno richiedere un'abrasione superficiale in grado di aprire le porosità soprattutto quando è previsto l'incollaggio con adesivi acrilici. Le resistenze meccaniche del massetto dovranno essere rigorosamente previste e rispettate poiché ai pavimenti resilienti, per loro natura, non è richiesto di distribuire i carichi concentrati cui saranno sottoposti.

Dovranno essere previsti e realizzati i giunti di dilatazione, oltre ovviamente a quelli strutturali che dovranno essere mantenuti e rispettati.

2) Specifiche per la posa in opera

E' compito dell'Appaltatore la scelta della procedura più indicata per la perfetta riuscita della installazione di uno specifico pavimento in relazione alle condizioni di cantiere.

2.a) Rasature

La rasatura è sempre necessaria allo scopo di ridurre cavità, differenze di quota, eccessive rugosità del massetto e comunque per rendere omogenea la superficie di incollaggio.

È applicata di norma in spessore di qualche millimetro sul sottofondo a mezzo di spatole o racle, in una o più passate, per ottenere una superficie adatta all'incollaggio. È comunque onere dell'appaltatore attenersi di volta in volta alle istruzioni del fabbricante il prodotto.

Dopo 24 ore dalla posa della rasatura si dovrà carteggiare la superficie per eliminare piccole ruvidità residue e pulire perfettamente con l'uso di aspirapolvere.

2.b) Ricevimento e stoccaggio dei materiali

Per il corretto stoccaggio dei pavimenti resilienti previsti occorre:

- Controllare che il pavimento ricevuto non sia danneggiato e che corrisponda a quanto ordinato per qualità, quantità e colore;
- Per i formati in piastre non sovrapporre più di due bancali o più di 150 piastre;
- Per i formati in rotoli non sovrapporre i bancali e stoccare i rotoli in verticale;
 - Il pavimento va fatto acclimatare nel locale di destinazione per almeno 48 ore prima della posa in opera.

2.c) Posa in opera di pavimenti con attacco adesivo

Le condizioni preliminari alla posa sono:

- Temperatura nell'ambiente non inferiore a 18 °C e non superiore a 30 °C;
- Umidità nell'aria non superiore al 75%;
- Sottofondi idonei alla posa della pavimentazione;
- Umidità residua nel sottofondo stabilmente non superiore al 2%.

La stesura dell'adesivo va fatta spalmando in modo regolare, con l'utilizzo di spatole dentate seguendo le indicazioni dei produttori del collante adottato. In generale, in caso di pavimenti a basso spessore, è preferibile l'uso di spatole con dentatura poco accentuata per evitare che dopo la presa dell'adesivo risultino visibili i segni di spalmatura dell'adesivo. Le spatole dentate dovranno essere sostituite non appena la dentatura inizia a consumarsi.

29.4 SISTEMI REALIZZATI CON PRODOTTI FLUIDI

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;

b) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

c) su prodotti in acciaio:

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (o a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 12944 e riguarderanno:

– criteri e materiali di preparazione del supporto;

– criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;

– criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;

– criteri e materiali per lo strato di finiture

c) su prodotti in legno:

I materiali legnosi trattati con il ciclo di trattamento previsto in progetto devono essere certificati in Classe I di reazione al fuoco come da omologazione Ministeriale rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dell'Interno in Roma. L'applicatore è tenuto a dichiarare di aver correttamente messo in opera il materiale protettivo.

Le modalità applicative dovranno prevedere:

- accurata preparazione delle superfici legnose e controllo dell'umidità (non superiore al 12%).
- manufatti da trattare privi di polvere, grassi, olii, siliconi e di altre sostanze che possano compromettere il perfetto ancoraggio della vernice.
- nel caso si rilevi la presenza di eventuali vernici preesistenti o in presenza dei contaminanti di cui sopra, si deve procedere ad una sabbatura a legno nudo o eventuale carteggiatura con grana grossa e poi fine;
- applicazione di due mani di vernice con un consumo prefissato in base alle specifiche di progetto;
- dopo l'avvenuta essiccazione dell'ultima mano di prodotto e previa leggera carteggiatura, applicazione di una mano di prodotto per il trattamento superficiale.

Lo strato di vernice applicata non dovrà essere di norma inferiore a 500 g/m² distribuito su tre mani.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi di trattamento predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

b) A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque assimilanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

29.5 PARETI IN CARTONGESSO

Gli elementi costituenti la struttura di sostegno dovranno essere costituiti da materiali robusti, resistenti alle trazioni ed alle torsioni, inattaccabili dall'umidità; non corrodibili ed inoltre fissati solidamente alle strutture senza alcuna possibilità di distacchi accidentali. I pannelli dovranno poi essere rifiniti, in corrispondenza degli incontri con le murature dell'edificio (ivi comprese le strutture verticali od orizzontali in c.c.a. di qualunque forma e tipo) con una cornice perimetrale in lamiera di acciaio zincata verniciata a fuoco fissata mediante viti in acciaio e perfettamente sagomata secondo l'andamento dei contorni murari da eseguire secondo le prescrizioni di progetto. La differenza tra le parti in lamiera e quelle in cartongesso non dovrà essere distinguibile una volta verniciato. Tutte le pendinature dovranno essere certificate antisismiche.

Eventuali sigillature e stuccature tra strutture diverse andrà fatta con materiali a base di silicone che assicurino l'inalterabilità nel tempo e l'assenza da crepature. Se prescritto il materassino in lana minerale dovrà avere conveniente densità ed il complesso così risultante dovrà avere coefficiente di assorbimento acustico non

inferiore a 0,8 alle medie frequenze (attestato da certificato rilasciato da laboratori ufficiali) ed essere classificato in Classe A1 S1 d0 di reazione al fuoco secondo le modalità e prove di cui al D.M. 10/03/2005 se è richiesta protezione antincendio oppure A2 S1 d0 in altri casi.

In ogni caso i materiali costituenti i controsoffitti dovranno presentare caratteristiche di buona stabilità meccanica, inalterabilità nel tempo, non igroscopicità e non dovranno infine contenere alcuna componente soggetta a sfarinamenti od emissioni - in qualunque circostanza e condizioni d'uso o per qualunque causa accidentale - di sostanze nocive. Anche eventuali fibrillazioni di sostanze non nocive dovranno essere evitate mediante la interposizione di appropriati schermi (ad esempio velo vetro antifibrillante).

L'intelaiatura di attacco dovrà essere costruita e posata in modo da formare superfici di appoggio perfettamente planari e livellate e così pure la superficie risultante del controsoffitto dovrà presentarsi uniforme e perfettamente piana..

Per l'esecuzione dei lavori dovrà essere predisposta anche la adeguata impalcatura di sostegno, fissa o mobile a scelta della Ditta, ma sempre comunque realizzata conformemente alle vigenti norme antinfortunistiche ed usata in maniera tale da non recare alcun danno alle esistenti strutture ed opere di rifinitura dell'edificio.

Essendo sostanzialmente ricoperture di zone particolari (es. occultamento di impianti) o scelte di larga finalizzazione estetica, esse avranno necessariamente zone a sviluppo complesso e particolare, che vanno però intese alla stregua di normalità. Si intendono con questo anche le superfici inclinate, verticali, curve ecc., i fuori squadra ed ogni tipo di taglio e foratura per l'installazione di luci, griglie d'aerazione e quant'altro.

Sono comprese le fugature, marcature, e incavi e sporgenze di ogni tipo, come anche di scassi di ogni forma per l'installazione di neon e quant'altro. Per la realizzazione di dette parti si potrà fare uso anche di lamiera verniciata o altro materiale che ottimizzi il risultato e sia preventivamente autorizzato dalla D.L..

La superficie esterna finita dovrà restare esente da fessurazioni, retinature o marcature dei vari pannelli anche nel tempo, salvo riprese e riparazioni a totale carico dell'Appaltatore nei termini di garanzia contrattuale.

ART. 30 **IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE**

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specialmente in vicinanza di fori, cavedi, giunti di dilatazione ecc. così da evitare comunque ogni infiltrazione d'acqua.

Il piano di posa su strutture murarie dovrà essere sempre accuratamente preparato e ben livellato, osservando scrupolosamente le pendenze prescritte, e dovrà avere una superficie priva di asperità, perfettamente asciutta e con stagionatura di almeno 20 giorni. I materiali impiegati nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui al presente Capitolato; in ogni caso è facoltà della D.L. di richiedere materiali forniti di certificazione di qualità secondo le norme armonizzate europee. Ad esecuzione completata i manti impermeabili ed i relativi accordi dovranno risultare del tutto integri, senza bolle, scorrimenti, fessurazioni e simili, salvo danni causati da forza maggiore, escludendosi comunque tra questi eventuali danni provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale .

Quando i lastrici presentino forme particolari od irregolari, o in presenza di giunti sismici, occorrerà eseguire ad integrazione dei giunti strutturali, dispositivi di dilatazione che interessino soltanto il manto impermeabile. Le modalità di realizzazione di tali giunti potranno essere diverse, dipendendo anche da esigenze d'uso o di carattere architettonico; in linea generale, comunque, i giunti potranno essere in piano o sopraelevati con lastre metalliche a soffietto (di rame o piombo) e sigillanti i primi con coperture metalliche i secondi; questo naturalmente senza alcun pregiudizio per qualunque altra soluzione tecnica di provata validità. È consentito unicamente l'impiego di guaine di tipo autoprotetto con garanzia decennale.

ART. 31 **SISTEMI DI RIVESTIMENTO PARETI E COPERTURE CON LAMIERE METALLICHE**

A) Coperture a falda con minima pendenza

La copertura sarà ricoperta con un rivestimento metallico in lamiera del tipo **ISOLPACK KAPPA 5** o similare. Lo strato di finitura a vista rientra in un sistema organico che comprende sia la protezione dall'acqua che - in parte - l'isolamento acustico visto la particolarità del materiale di finitura. Il sistema tende a realizzare una copertura ventilata e si compone pertanto dei seguenti elementi:

Dimensioni: larghezza mm 1000.

Lunghezza: produzione in continuo in base alla larghezza dei corpi di fabbrica.

Spessore standard di poliuretano fuori greca (S): mm 100

Supporto esterno: acciaio zincato

Supporto flessibile: cartongfello bitumato cilindrato

Isolamento con schiumatura in continuo: resine poliuretaniche (PUR), densità $39 \pm 2 \text{ Kg/m}^3$

Valore dichiarato di trasmittanza termica per un pannello dopo 25 anni dalla sua messa in opera, (Appendice C - EN 13165)

Valore di conducibilità termica iniziale: $\lambda = 0,020 \text{ W/(mK)}$

Spessore lamiera: 0,8 mm.

Trattamenti protettivi per supporto esterno: preverniciatura poliesteri.

Per coperture metalliche piane si intendono anche quei rivestimenti di completamento e finitura - orizzontali o verticali - necessari per la chiusura dei cunicoli, la creazione di vani per passaggio di tubature ed impianti, e qualsivoglia movimentazione volumetrica e dimensionale di natura estetica o funzionale.

L'opera comprende non la sola lamiera grecata con la relativa sottostruttura di appoggio (con magatelli in legno fissati sulla soletta estradossale dei tegoli prefabbricati) ma anche tutti i complementi necessari alla funzionalità del sistema, quali scossaline, compluvi, gronde, pezzi speciali sagomati, ecc.

ART. 32 PRODOTTI A BASE DI LEGNO

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, travi, ecc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore 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 le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non da rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun modo da palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza tra i due diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 10 \text{ mm}$;

tolleranze sullo spessore: $\pm 2 \text{ mm}$.

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranza sulla lunghezza e larghezza: $\pm 3 \text{ mm}$; - tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5 \text{ mm}$;
- umidità non maggiore dell'8%;
- massa volumica: per tipo tenero minore di 350 kg/m^3 ; per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m^3 ; per tipo duro oltre 800 kg/m^3 , misurate secondo la norma UNI Vigente.

La superficie potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura)
- levigata (quando ha subito la levigatura)
- rivestita su uno o due facce (placcatura, carte impregnate, smalti, altri).

I pannelli a base di particelle di legno a compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5$ mm; - umidità del 10 % ± 3 %;
- superficie: grezza ; levigata.

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono fornite con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: ± 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: ± 1 mm;
- umidità non maggiore del 12 %.

ART. 33 **OPERE DI SISTEMAZIONE ESTERNA**

33.1 OPERE DI SCAVO PER POSA TUBAZIONI, REINTERRO, RIPRISTINO

Gli scavi avranno i tracciati, le sezioni e le profondità previste nei disegni di progetto, salvo le modifiche che la Direzione dei lavori potrà sempre ordinare in corso d'opera secondo quanto riterrà più opportuno, senza che l'impresa possa pretendere compensi di sorta oltre il pagamento dei lavori in base al prezzo contrattuale. Nessun compenso accessorio sarà dovuto nel caso di maggior larghezza dello scavo per franamenti, scarpate, allargamenti localizzati od altro, intendendosi tutti questi oneri compresi nei prezzi stabiliti in elenco.

Cura particolare dovrà essere dedicata alla preparazione del fondo dello scavo che dovrà risultare perfettamente piano in modo che la tubazione appoggi per tutta la sua lunghezza, evitando in modo assoluto i rinterri anche parziali per sistemare il tubo nella posizione voluta.

L'impresa, se sarà necessario, provvederà al puntellamento ed all'armatura degli scavi in modo da evitare smottamenti e deformazioni del vano creato (specie in terreni non compatti); parimenti prima della posa dei tubi provvederà al prosciugamento degli scavi eseguiti in presenza d'acqua, senza che possa perciò pretendere alcun compenso supplementare.

L'uso di scavatrici è consentito ma l'Impresa rimarrà direttamente responsabile degli eventuali danni ai servizi pubblici e privati ed obbligata alle riparazioni necessarie ed al risarcimento relativo.

L'Impresa, pur in possesso di progetto esecutivo contenente anche la posizione dei servizi sottosuolo è tenuta ad accertare l'esattezza di tali indicazioni con saggi eseguiti possibilmente a mano a sua cura e spese. Nel caso che si verificassero rotture o danneggiamenti anche in difetto di indicazioni progettuali, ma in assenza di tale preventivo accertamento, l'Impresa sarà responsabile dei danni diretti ed indiretti, civili e penali che potessero derivare.

I materiali provenienti dagli scavi per la posa delle condotte saranno accumulati tenendo separati quelli che potranno essere riutilizzati per il rinterro dai materiali che verranno portati a rifiuto ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Dove le materie scavate saranno senz'altro inutilizzabili, particolarmente in terreni rocciosi ed in sede stradale, verrà trasportata a rifiuto la totalità delle materie scavate, e il tubo dovrà essere posato su un letto di sabbia dello spessore di almeno 15 cm.; il rinterro sarà eseguito operando in modo che la condotta venga completamente protetta e coperta da sabbia per almeno cm. 15 oltre la generatrice superiore. In sede stradale e se la sabbia ha buone caratteristiche portanti (gruppi A1 A3 della classificazione UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1) potrà essere ammesso un ricoprimento di maggiore spessore.

Per il ripristino in sede stradale si procederà poi a sistemare l'inerte prescritto per il riempimento ben costipato fino al raggiungimento del piano viabile.

Nessun compenso, oltre a quanto previsto in elenco per lo scavo, spetta all'appaltatore per la separazione delle materie da porre a rifiuto dalle altre riutilizzabili.

I riempimenti dello scavo saranno sempre eseguiti a strati non superiori a 30 cm. bagnati a rifiuto e battuti con mazzaranghe che normalmente dovranno essere del tipo meccanico.

Di norma gli scavi eseguiti in sede stradale saranno chiusi alla fine della giornata lavorativa salvo la nicchia necessaria alla ripresa dei lavori.

Le pavimentazioni delle strade asfaltate, a mac-adam od altro, saranno ripristinate dall'Impresa a perfetta regola d'arte secondo quanto indicato nella relazione tecnica o quanto previsto dal presente Capitolato e dall'Elenco Prezzi o secondo le disposizioni eventualmente impartite dalla Direzione Lavori in conformità delle norme in uso presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

I ripristini delle pavimentazioni stradali, con esclusioni dei tappeti d'usura, dovranno essere eseguiti entro 15 giorni dalla chiusura dello scavo salvo diverso ordine impartito dalla Direzione Lavori, sia volto ad anticipare i lavori che, eventualmente, a procrastinarli.

Il binder sarà steso dopo scarifica di uguale spessore eseguita sulla sede dello scavo, con asportazione e trasporto a rifiuto del materiale di risulta e creazione del cassonetto per la stesa dello stesso.

La scarifica sarà effettuata per una larghezza pari a quella della fresatura o per una larghezza adeguata allo scavo realizzato e secondo le indicazioni della direzione lavori.

Gli attraversamenti e parallelismi sulle strade statali e provinciali dovranno invece essere ripristinati entro le 48 ore dalla chiusura dello scavo, con stesura di idoneo strato di conglomerato bituminoso o comunque secondo le prescrizioni impartite dall'Ente concedente.

La ripresa delle pavimentazioni sia bitumate che a mac-adam già ripristinate e deterioratesi a causa di cali del materiale di riempimento o di rottura del manto sono a carico dell'Impresa anche dopo il collaudo finale dei lavori.

Così pure è posto a carico dell'appaltatore l'onere per la fornitura e posa in opera di misto granulometrico stabilizzato o di altro materiale idoneo per i successivi ricarichi degli scavi dopo il tombamento in conseguenza di calo dei materiali di riempimento e per effetto del traffico stradale, fino all'esecuzione del ripristino bitumato.

Tali ricarichi dovranno essere eseguiti nel numero e nella quantità che saranno ritenuti necessari dalla Direzione Lavori.

Nessun compenso accessorio spetta all'appaltatore per tale lavoro, intendendosi compensato l'onere relativo col prezzo di elenco relativo al riempimento degli scavi.

Oltre agli oneri previsti dai precedenti articoli, l'appaltatore è tenuto all'osservanza delle norme del nuovo codice stradale. Sono a carico dell'assuntore, infatti, tutti gli oneri relativi alle segnalazioni diurne e notturne, che l'Impresa ha l'obbligo di collocare e mantenere nella sede dei lavori in conformità alle disposizioni superiori ed ai regolamenti stradali ed in particolar modo i cartelli di preavviso di lavori in corso, cavalletti di sbarramento, segnali luminosi, difese lungo gli scavi e quant'altro necessario per la sicurezza del transito a norma delle vigenti disposizioni del nuovo codice della strada e del suo regolamento, nonché al mantenimento e presidio di comodi e sicuri passaggi pedonali e di ingressi carrabili ove occorrono.

Dopo il riempimento degli scavi si dovranno segnalare al traffico le strade non ancora ripristinate nella pavimentazione, con regolamentari cartelli di pericolo.

33.2 DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

33.3 REINTERRO DEGLI SCAVI CON MATERIALI INERTI DI TIPO CALCAREO STABILIZZATI CON LEGANTE ARTIFICIALE

La lavorazione comprende la fornitura e messa in opera di materiale inerte di tipo calcareo miscelato con legante artificiale nella misura di $30 \div 40 \text{ Kg/m}^3$, compresa la compattazione con idonei mezzi meccanici, per la richiusura di scavi a sezione obbligata. L'inerte da impiegarsi deve avere granulometria 0/30, presentare una curva granulometria continua con passante al setaccio 0.075 UNI 2332 $< 15\%$ appartenere al gruppo A_{1-a} della classificazione CNR-UNI 10006, avere L.L. $< 35\%$ ed I.P. $< 2\%$ in base alla norma CNR-UNI 10014, E.S. $> 35\%$ normativa CNR-BU n°27, coefficiente L.A. $< 40\%$ e sensibilità al gelo G $< 30\%$ rispetto alla norma CNR-BU n°34. Le caratteristiche di resistenza meccanica fornite dall'inerte trattato con legante vanno misurate su campioni cilindrici preparati secondo la modalità PROCTOR-AASHO Mod. della normativa CNR-BU n°69 e stagionati a 7 giorni; la resistenza media alla compressione determinata su n°4 campioni deve risultare compresa nel seguente intervallo ($1.50 < \sigma < 2.50$) MPa e comunque nessun provino potrà avere resistenza alla compressione a rottura $\sigma < 1.25$ MPa; la resistenza a trazione indiretta dovrà essere $\sigma_t > 0.30$ MPa misurata secondo la prova CNR-BU n°97. Per verificare la stabilità al gelo si debbono sottoporre i campioni a 20 cicli termici tra ($-20 < T < +35$)°C, essi debbono presentarsi privi di fessure, lesioni e distacchi; la resistenza alla compressione misurata come medie su n°4 provini non deve essere inferiore al 75% rispetto quella precedente al ciclo termico e comunque le variazioni di volume debbono essere $< 2\%$.

Sul materiale in posto dopo la compattazione e dopo almeno 3 giorni di maturazione il valore di modulo di deformazione al primo ciclo di carico, misurato secondo la norma CNR n°146, nell'intervallo compreso tra ($0.15 < p < 0.25$) MPa deve risultare $M_d > 80$ MPa ed il rapporto tra il valore del modulo al 1° ciclo e 2° ciclo di carico deve essere $M_d/M_d' > 0.75$.

E' fatto obbligo all'Impresa di fornire idonea documentazione tecnica sui materiali da utilizzarsi (inerte, legante, ecc...) precedentemente l'inizio dei lavori per l'approvazione della direzione dei lavori.

33.4 REINTERRO DEGLI SCAVI CON MATERIALI SABBIOSI STABILIZZATI CON LEGANTE ARTIFICIALE

La lavorazione comprende la fornitura e messa in opera di materiale inerte sabbioso miscelato con legante artificiale nella misura di 100 Kg/m^3 , compresa la compattazione con idonei mezzi meccanici per la richiusura di scavi a sezione obbligata. L'inerte da impiegarsi deve avere granulometria regolare, continua ed appartenere ai gruppi A₃, A₂₋₄ – A₄ della classificazione CNR-UNI 10006, presentare I.P. $< 2\%$ in base alla norma CNR-UNI 10014, avere coefficiente d'uniformità $u = (d_{60}/d_{10}) > 15$. Le caratteristiche di resistenza meccanica fornite dall'inerte trattato con legante vanno misurate su campioni cilindrici preparati secondo la modalità PROCTOR-AASHO Mod. della normativa CNR-BU n°69 e stagionati a 7 giorni; la resistenza media alla compressione determinata su n°4 campioni deve risultare compresa nel seguente intervallo ($0.50 < \sigma < 1.50$) MPa e comunque nessun provino potrà avere resistenza alla compressione a rottura $\sigma < 0.50$ MPa; la resistenza a trazione indiretta dovrà essere $\sigma_t > 0.10$ MPa misurata secondo la prova CNR-BU n°97. Per verificare la stabilità al gelo si debbono sottoporre i campioni a 20 cicli termici tra ($-20 < T < +35$)°C, essi debbono presentarsi privi di fessure, lesioni e distacchi; la resistenza alla compressione misurata come media su n°4 provini non dev'essere inferiore al 75% rispetto quella precedente al ciclo termico e comunque le variazioni di volume debbono essere $< 2\%$.

Sul materiale in posto dopo la compattazione e dopo almeno 3 giorni di maturazione il valore di modulo di deformazione al primo ciclo di carico, misurato secondo la norma CNR n°146, nell'intervallo compreso tra ($0.15 < p < 0.25$) MPa deve risulta $M_d > 50$ MPa ed il rapporto tra il valore del modulo al 1° ciclo e 2° ciclo di carico deve essere $M_d/M_d' > 0.75$.

E' fatto obbligo all'impresa di fornire idonea documentazione tecnica sui materiali da utilizzarsi (inerte, legante, ecc...) precedentemente l'inizio dei lavori per l'approvazione della Direzione Lavori.

33.5 POZZETTI DI ISPEZIONE DELLE FOGNATURE E POZZETTI DI SCOLO DELLE ACQUE PIOVANE

Per lo scavo ed il sottofondo dei pozzetti vale quanto prescritto per le fognature. Lo spessore del sottofondo dovrà avere comunque spessore non inferiore a cm. 12.

Il getto costituente le pareti dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- dovrà rispondere a tutte le prescrizioni riguardanti i conglomerati cementizi;
- dovrà avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle della classe 250;
- le pareti dovranno avere uno spessore minimo di cm. 15 per i pozzetti di ispezione e di cm. 12 per i pozzetti di scolo;
- le pareti dovranno essere realizzate con unico getto fino ad una quota di 25 cm. sotto quella del piano stradale finito.

La superficie delle pareti interne dei pozzetti dovrà essere liscia, esente da vuoti e da scabrosità. Le pareti dovranno essere realizzate in un unico getto fino alla quota prevista per l'appoggio del chiusino, della soletta di riduzione o della caditoia, il piano del getto dovrà essere perfettamente orizzontale. La cassaforma potrà avere forma tronco piramidale ma la differenza fra i singoli lati, misurati alle estremità non dovrà essere maggiore del 2%. Il disarmo non potrà avvenire prima che siano trascorse 24 ore dal getto.

Per i pozzetti con lato superiore a 60 cm. la soletta di riduzione, che potrà anche essere prefabbricata purché munita di elemento di incastro, dovrà poter resistere ai carichi previsti per strade di prima categoria. L'apertura nella soletta dovrà avere lato non inferiore al lato o al diametro del chiusino.

L'Impresa dovrà a sua cura e spese innestare ai pozzetti le tubazioni realizzate nel corso dell'appalto stuccando le giunture con malta cementizia.

Salvo diverse prescrizioni dell'Elenco Prezzi il fondo dei pozzetti di ispezione dovrà essere raccordato al piano di scorrimento della fognatura senza variazioni altimetriche, con lisciatura a ferro.

Su richiesta o parere della D.L. potranno essere impiegati pozzetti totalmente o parzialmente prefabbricati e già provvisti di innesti a bicchiere, le caratteristiche di resistenza dovranno essere uguali a quelle dei pozzetti gettati in opera.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armati con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm.

Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

Valgono le prescrizioni delle opere ordinarie in conglomerato cementizio.

Nei pozzetti di scolo per le acque piovane, salvo diverse disposizioni della D.L., i tubi dovranno essere innestati ai pozzetti con il piano di scorrimento a 30 cm. dal fondo del pozzetto.

E' facoltà insindacabile della D.L. ordinare la sostituzione dei chiusini e delle caditoie in ghisa previsti con altri di tipo e di peso differenti oppure l'impiego sostitutivo di elementi forniti a parte dall'Amministrazione Appaltante. Il maggior peso di ghisa rispetto ai pesi minimi indicati nelle singole voci dell'Elenco Prezzi Unitari o la maggior spesa derivante dall'adozione di materiali particolari verranno compensate con le relative voci dell'Elenco Prezzi o mediante la liquidazione totale o parziale di fatture di anticipazione.

In caso di eliminazione del chiusino o della caditoia in ghisa si procederà alla detrazione dell'importo ottenuto dal peso minimo prescritto moltiplicato per il prezzo unitario relativo alla fornitura e posa in opera di elementi in

ghisa. Su richiesta della D.L. il pozzetto di scolo con caditoia potrà essere sostituito da uno con bocca di lupo senza che l'Impresa possa opporre eccezione o riserva.

33.6 FOGNATURE IN PVC

Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

A. Tubi

A.1 Trasporto

Nel trasporto occorre supportare i tubi per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari: se si usano cavi di acciaio i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Soprattutto a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi in PVC; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc...) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

A.2 Carico e scarico

I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

A.3 Accatastamento

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati con i bicchieri alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

I tubi non devono essere accatastati ad una altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il loro diametro, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Qualora, per cause indipendenti dall'Impresa, l'accatastamento dovesse protrarsi in modo giudicato pericoloso dalla Direzione Lavori per la buona conservazione dei tubi, le cataste dovranno essere coperte con teli impermeabili ed isolanti dalle radiazioni solari.

B. Raccordi ed accessori

Questi pezzi possono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro e con altri materiali pesanti.

Giunzioni e pezzi speciali

A. Sistemi di giunzione

I sistemi di giunzione ammessi sono i seguenti:

del tipo scorrevole:

giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;

giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;

del tipo non scorrevole:

giunto a bicchiere del tipo non scorrevole ottenuto mediante incollaggio;

giunto a manicotto del tipo non scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante incollaggio;

giunto a flange:

il giunto a flange è del tipo con collare di appoggio di PVC incollato e/o saldato, flangia libera forata, guarnizione elastica di tenuta forata, rondelle, dadi, bulloni.

I giunti a flange saranno impiegati solo per giustificato motivo. In tal caso si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo, a intervalli da calcolare in relazione alle effettive condizioni di esercizio, appositi giunti di dilatazione (ad es.: manicotti di PVC con guarnizioni elastomeriche).

B. Esecuzione delle giunzioni

B.1 Taglio dei tubi

Il tubo va tagliato normalmente al suo asse a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa.

L'estremità così ricavata, prima di essere introdotta nel rispettivo bicchiere (sia del tipo scorrevole, sia del tipo non scorrevole), deve essere smussata secondo un'angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile, crescente con i diametri, secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

B.2 Giunto del tipo scorrevole a guarnizione elastica

Occorre provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che le stesse siano integre: indi deve essere inserita la guarnizione elastica di tenuta nell'apposita sede e lubrificata la superficie interna della guarnizione nonché la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone ecc...); infine occorre segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:

si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;

si ritira il tubo 3 mm. per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm.;

si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento

B.3 Giunto del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio

Occorre provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, mediante un solvente adatto, assicurandosi che le stesse siano integre; indi occorre spalmare sia l'interno del bicchiere sia l'esterno della punta con apposito collante fornito dalla ditta produttrice del tubo ed infine introdurre la punta nel bicchiere fino in fondo.

B.4 Giunto a flangia

Dopo l'incollaggio e/o la saldatura dei collari (previa introduzione delle flange libere), occorre inserire tra i collari puliti la guarnizione ed applicare i bulloni, le rondelle ed i dadi, attuandone il serraggio a croce.

C. Pezzi speciali

I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 7444-75.

Collegamenti speciali

A. Collegamento ad opere d'arte

Il collegamento ad opere d'arte (quali pozzetti, impianti di trattamento, ecc...) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica.

Questa è ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale in PVC o di altro materiale giudicato idoneo dalla Direzione Lavori.

Profondità della trincea

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. Detta profondità, in generale deve essere maggiore di:

$H \geq 1,00$ m per tubi sotto traffico stradale leggero

$H \geq 1,50$ m per tubi sotto traffico stradale pesante

Non possono essere comunque utilizzati tubi del tipo UNI 302/2.

La profondità minima di ricoprimento (dall'estradosso superiore del condotto), sotto il piano stradale, di norma non potrà essere inferiore a 0,8 m. Nel caso i condotti non possano essere interrati alla profondità di cui sopra è consentita una profondità inferiore purché si provveda alla posa in opera di una soletta ripartitrice dei carichi in cls dosato a 200 kg per metro cubo, avente spessore minimo di 10 cm, sopra il rinfiango in sabbia.

Larghezza della trincea

La larghezza minima del fondo è di norma:

$$B = D + 0,40 \text{ m} \quad (\text{per } D \leq 400 \text{ mm}) \text{ e}$$

$$B = 2 * D \quad (\text{per } D \geq 400 \text{ mm}).$$

In ogni caso è necessario predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati.

Nel corso di questa operazione deve essere controllata la pendenza della tubazione.

Letto di posa

È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione.

Sono da evitare, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di calcestruzzo o simili, che potranno essere realizzati solo su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale da impiegare per la costituzione del letto di posa e, successivamente, del rinfiango, è sabbia.

L'altezza minima del letto di posa è pari a $(10 + D/10)$ cm.

Riempimento

Il riempimento delle trincee, ed in generale degli scavi, è l'operazione fondamentale della posa in opera delle fognature in PVC.

Infatti, trattandosi di tubazioni in PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale, che deve essere dello stesso tipo di quello usato per la costituzione del letto di posa, verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano o con mezzo meccanico per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiango tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.

Durante tale operazione dovranno essere recuperate le eventuali impalcature poste in opera per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfiango giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Nel caso di posa di tubazioni in PVC in terreno naturale, dovranno essere eseguite le ulteriori norme riportate nel seguito del presente articolo.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm. e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite.

Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate, ecc...) sono da scartare.

Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno naturale.

Al termine di tutte le suddette operazioni la tubazione posata dovrà risultare esente da deformazioni trasversali superiori al 5% del diametro nominale.

33.7 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Definizione

Le norme seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi, prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unito a parti in ghisa che non siano oggetto di una specifica regolamentazione.

In presenza di apposite disposizioni di Legge o di Regolamento, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

Prescrizioni costruttive

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua-cemento, alle modalità di impasto e di getto. L'appaltatore dovrà verificare che il fabbricante abbia preso le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità sotto indicate.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.

I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

Prescrizioni di qualità

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati, dopo una maturazione di 28 giorni, salvo diverse prescrizioni od accettazione da parte della Direzione Lavori, dovrà presentare una resistenza caratteristica a:

200 kg/cm² per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

400 kg/cm² per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrioni d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc...).

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua e non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca le possibilità di impiego, la resistenza o la durata.

Collaudo

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio.

Chiusini per pozzetti di ispezione e caditoie

Saranno del tipo in uso presso l'ente committente, completi di telaio e delle dimensioni che verranno prescritte all'atto esecutivo.

Le caditoie da applicarsi ai pozzetti di raccolta sprovvisti di chiusura idraulica dovranno essere del tipo a sifone.

I chiusini e le caditoie saranno realizzati e testati secondo la norma UNI EN 124.

La scelta della classe, secondo il luogo di utilizzo, è effettuata in base al seguente schema:

LUOGO DI UTILIZZO	CLASSE	CARICO DI PROVA [t]
-------------------	--------	------------------------

Per strade sottoposte a carichi particolarmente intensi (strade statali, provinciali)	D 400	40
Per banchine e parcheggi	C 250	25
Per marciapiedi e zone pedonali (soggette eccezionalmente a carichi veicolari)	B 125	12,5
Per zone ad esclusivo uso pedonale	A 15	1,5

Di seguito elencate le principali caratteristiche che gli elementi devono possedere.

Caratteristiche costruttive

Le superfici di appoggio fra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ad evitare che si verifichino traballamenti. Il Direttore dei Lavori potrà tuttavia prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Carico di prova

Normalmente, salvo casi particolari individuati ed indicati dalla Direzione Lavori, i chiusini dovranno corrispondere alla tipologia, per ciascuno degli impieghi sotto elencati, al tipo indicato nello schema sopra riportato ed essere garantiti al carico di prova previsto:

su strade statali e provinciali e in genere su strade pubbliche con

traffico di scorrimento: D 400

su strade comunali senza traffico di scorrimento ed in zone di banchina: C 250

in zone pedonali, marciapiedi e zone leggermente trafficate: B 125

in giardini, cortili e zone ad esclusivo uso pedonale: A 15

Le modalità di esecuzione delle prove dovranno essere quelle previste dalla norma UNI EN 124.

Formazione dei rilevati stradali

Certificato di qualità.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi calce idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali delle miscele o degli impianti di produzione.

Accertamenti preventivi.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti: l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000	m ³	per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
500	m ³	per i conglomerati cementizi,
50	t	per i cementi e le calci,
5.000	m	per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista.

Prove di controllo in fase esecutiva.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esame dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa presso un Laboratorio ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Tecnico Comunale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Movimenti di terre per scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi,, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onore proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂, A₃ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁, e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi dovrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate.

È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costruzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato se idoneo, e portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_E^1 determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di M_E misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 0,15 N/mm².

Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

quando il terreno appartiene ai gruppi A_1, A_2, A_3 (classifica C.N.R.- U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo, che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;

quando il terreno appartiene ai gruppi A_4, A_5, A_6, A_7, A_8 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_E il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

$$^1 M_E = f_0 \cdot \frac{\Delta_p}{\Delta_s} \cdot D \quad (\text{in N/mm}^2)$$

Dove:

f_0 = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

Δ_p = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm²;

D = diametro della piastra in mm;

Δ_s = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p ;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm².

33.8 SOVRASTRUTTURA PERCORSI CARRABILI INTERNI AL LOTTO

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 3%. Per le sedi unidirezionali della autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

A) STRATI DI FONDAZIONE

1. FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE.

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

a) Caratteristiche del materiale da impiegare.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		Miscela passante: totale in peso	%
Crivello	71	100	
Crivello	40	75÷100	
Crivello	25	60÷87	
Crivello	10	35÷67	
Crivello	5	25÷55	
Setaccio	2	15÷40	
Setaccio	0,4	7÷22	
Setaccio	0,075	2÷10	

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

- 5) equivalente in sabbia² misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);
- 6) indice di portanza CBR³, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25 non minore di 50. E inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

b) Studi preliminari.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

c) Modalità esecutive.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO⁴ modificata.

² N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

³ ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

⁴ AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

Il valore del modulo di compressibilità M_E , non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm^2 .

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

2. FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO.

a) Descrizione.

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Inerti. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		Miscela passante: % totale in peso
Crivello	40	100
Crivello	30	80÷100
Crivello	25	72÷90
Crivello	15	53÷70
Crivello	10	40÷55
Crivello	5	28÷40
Setaccio	2	18÷30
Setaccio	0,4	8÷18
Setaccio	0,18	6÷14
Setaccio	0,075	5÷10

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi; alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R.-U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliana"⁵ non inferiore a 0,25 N/mm². (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

⁵ Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma_2 = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot d \cdot h}$$

con:

σ_2	=	resistenza trazione in kg/cm ² ;
P	=	carico di rottura in kg;
d	=	diametro del provino cilindrico in cm;
h	=	altezza del provino cilindrico in cm.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

d) Preparazione.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

e) Posa in opera.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambientali inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C÷18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1÷2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

f) Protezione superficiale.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1÷2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione.

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota a pag.145, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15÷20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105÷110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per meno di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso, la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre $\pm 20\%$; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

B) STRATO DI BASE

a) Descrizione.

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

b) Materiali inerti.

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

c) Legante.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. 11/1951, per il bitume 60÷80, salvo il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammolimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammolimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971); B.U. CNR. n. 35 (22.11.1973); B.U. CNR. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u-500v}{u+50v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = $\log. 800 - \log.$ penetrazione bitume in dmm (a 25°C.)

d) Miscela.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		Miscela passante: totale in peso	%
Crivello	40	100	
Crivello	30	80÷100	
Crivello	25	70÷95	
Crivello	15	45÷70	
Crivello	10	35÷60	
Crivello	5	25÷50	
Setaccio	2	20÷40	
Setaccio	0,4	6÷20	
Setaccio	0,18	4÷14	
Setaccio	0,075	4÷8	

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

e) Controllo dei requisiti di accettazione.

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

f) Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

g) Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione dei misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura;

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali, possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

C) STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

a) Descrizione.

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

b) Materiali inerti.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art.5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6÷8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Legante.

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscele.

1) *Strato di collegamento (binder)*. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		Miscela passante: totale in peso	%
Crivello	25	100	
Crivello	15	65÷100	
Crivello	10	50÷80	

Crivello	5	30÷60
Setaccio	2	25÷45
Setaccio	0,4	12÷24
Setaccio	0,18	7÷15
Setaccio	0,075	6÷11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 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÷7%. 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. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) *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 U.N.I.		Miscela passante: totale in peso	%
Crivello	15	100	
Crivello	10	70÷100	
Crivello	5	43÷67	
Setaccio	2	25÷45	
Setaccio	0,4	12÷24	
Setaccio	0,18	7÷15	
Setaccio	0,075	6÷11	

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed 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 di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [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.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 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 quelli precedentemente indicati;

elevatissima resistenza all'usura superficiale;

sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec;

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità dei conglomerati prodotti, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione degli impasti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Attivanti l'adesione.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumeaggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

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 lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

33.9 COSTRUZIONE DI CORDONATE E CUNETTE

Lo scavo necessario per la posa di cordonate sarà eseguito secondo quanto prescritto dal presente Capitolato in materia di scavi.

Se lo scavo interessa un manto di usura esistente l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, utilizzare un tagliafalto. Il sottofondo delle cordonate dovrà essere realizzato in calcestruzzo di classe 250 con spessore minimo di 8 cm. Gli elementi costituenti la cordonata saranno posti sul sottofondo alle linee ed alle quote di progetto e dopo essere stati, se necessario, adattati per la formazione di aiuole, passi carrai, curve, bocche di lupo, ecc...

Gli elementi di cordonata in pietra naturale dovranno avere superfici in vista regolari ed ortogonali fra loro. I pezzi che abbiano lunghezza od altezza inferiori alla minime previste o colorazione diversa potranno essere utilizzati esclusivamente per curve, aiuole, passi carrai e simili.

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo dovranno avere una resistenza R_{ck} minima di 25 N/mm². Le superfici in vista dovranno essere lisce, prive di pori e cavità e tali da resistere al gelo ed alle intemperie. Le cunette prefabbricate dovranno resistere ai carichi previsti per strade di prima categoria.

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo, se necessario, dovranno essere tagliati in modo che le superfici in vista siano regolari e, comunque, tali da non richiedere una successiva stuccatura.

Gli elementi, all'atto del montaggio, dovranno essere privi di ogni impurità che impedisca la presa dei leganti sulle superfici. Il calcestruzzo utilizzato per il rinfiacco delle cordonate dovrà essere di classe 250 e, salvo diverse indicazioni della D.L., ricoprire la faccia posteriore per almeno i 2/3 dell'altezza.

Fra un elemento e l'altro, per consentire una buona presa della stuccatura, dovrà restare uno spazio compreso fra 1,5 e 3 cm.

La stuccatura dei giunti dovrà essere effettuata con malta cementizia eventualmente addizionata con polveri colorate.

La stesa di inerti sulla carreggiata e sul marciapiede, ad un livello superiore a quello del piano di appoggio di appoggio della cordonata, non potrà essere eseguita prima dell'ultimazione delle stuccature. Prima di eseguire le stuccature l'Impresa dovrà rimuovere il materiale eventualmente depositatosi nelle fenditure fra gli elementi.

Durante la stagione estiva il calcestruzzo del rinfiacco e le stuccature dovranno essere bagnati almeno due volte al giorno.

Nella stagione invernale l'Impresa dovrà tener conto delle condizioni atmosferiche e, se necessario, addizionare il calcestruzzo di rinfiacco e la malta di stuccatura con prodotti antigelo approvati dalla D.L. L'Impresa dovrà anche provvedere a ricoprire la cordonata con idonei teli di copertura. Gli eventuali rifacimenti conseguenti a danni provocati dal gelo saranno a totale carico dell'Impresa.

33.10 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

33.11 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. (Questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

33.12 OPERE A VERDE

Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno "in tempera" evitando di danneggiare la struttura e di formare "suole di lavorazione".

Nel corso di questa operazione l'Impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori. Detti lavori devono essere eseguiti in modo tale da garantire che l'area oggetto di impianto sia perfettamente drenata.

Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc...) l'Impresa dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa.

Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Per le buche ed i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa è tenuta ad adottare, tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante recuperando lo strato superficiale di terreno per il riempimento delle buche stesse, in accordo con la Direzione Lavori.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurare che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere, se richiesto dalla Direzione Lavori, al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali.

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto oppure risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto.

L'imballo della zolla costituito da materiale degradabile es. paglia, canapa, juta, ecc...dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche ed il materiale di imballo in eccesso.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti ed i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature.

L'Impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, in modo da evitare danni per disidratazione.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta a facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici ed alla zolla.

Formazione dei prati

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolare modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo l'esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato.

I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora di ogni singola pianta e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di manutenzione concordato.

Irrigazioni

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora per il periodo di garanzia concordato.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale.

Se la stagione estiva è particolarmente asciutta, dovranno essere tempestivamente eseguite irrigazioni supplementari.

Ripristino conche e rincalzo

Le "conche" di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche ed al rincalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Falciature, diserbi e sarchiature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere, alle varie falciature dell'erba presente sull'area con una frequenza di interventi tale da garantire la conservazione del tappeto erboso costantemente al di sotto della media di 30 cm.

L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

I diserbi dei vialetti, dei tappeti erbosi e delle altre superfici interessate dall'impianto devono essere eseguiti preferibilmente a mano o con attrezzature meccaniche. L'eventuale impiego di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc... e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche.

Eliminazione e sostituzione delle piante morte

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

Ripristino della verticalità delle piante

L'Impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità.

Concimazioni

Devono essere eseguite due concimazioni di cui una invernale con apporto di concime organico ed una primaverile con apporto di concime inorganico complesso.

I concimi ed i relativi quantitativi devono essere concordati con la Direzione Lavori.

La concimazione da realizzarsi tramite vangatura deve interessare per gli alberi una superficie di 1 mq. per i cespugli 0,5 mq.

33.13 CANALIZZAZIONE PER SERVIZI A RETE M.T., B.T., I.P.

Le operazioni di posa dovranno svolgersi nel seguente modo:

pulizia del fondo dello scavo e relativa compattazione;

posa delle sezioni più basse delle sellette;

posa dei tubi nelle semisellette inferiori e posa in opera delle semisellette superiori;

giunzione dei tubi a perfetta tenuta;

getto del conglomerato cementizio con fluidità tale da avvolgere i tubi in ogni punto senza vuoti residui.

Si dovranno inoltre tenere presenti le seguenti indicazioni:

i tubi, nei tratti fra le camerette ed i pozzetti, devono avere lievi pendenze e non formare culle per non provocare ristagni d'acqua;

i tubi non devono appoggiare direttamente su manufatti, muri, fogne, ecc...

in ogni tubo dovrà essere infilata in opera una corda guida, tipo "Selexflex" o equivalente, a tre poli, diametro 6 mm. con resistenza minima a trazione di Kg. 350.

Per i plinti di pali e paline si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

nel pozzetto attiguo al plinto dovrà essere infisso un dispersore di terra;

all'interno del getto sarà posta una cassaforma circolare, perfettamente circolare, con il diametro opportuno per il montaggio del palo nonché un tubo in PVC con relativa corda "Selexflex" per il collegamento al pozzetto;

il foro di montaggio del palo dovrà essere mantenuto sgombro da detriti mediante elementi murati al suo imbocco.

CAPO IV - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE

ART. 34 ASSISTENZE MURARIE IN GENERE

Si devono considerare "assistenza muraria" tutte le lavorazioni e i magisteri d'opera che, salvo diversa specifica di elenco descrittivo delle lavorazioni, sono necessari a complemento delle opere specialistiche previste nei rispettivi progetti per dare le stesse finite e perfettamente funzionanti.

Premesso che gli oneri specifici per l'assistenza edile alla realizzazione degli impianti sono descritti nel capitolato tecnico degli impianti, le opere e gli oneri di assistenza generici per la fornitura e posa in opera delle componenti edilizie e strutturali comprendono, a titolo indicativo e non esaustivo, le seguenti prestazioni:

- a) scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali e componenti;
- b) formazione di luogo per scarico e carico su suolo privato o pubblico fronte strada compreso pagamento degli oneri eventuali di occupazione;

- c) apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e orizzontamenti;
- d) ripristino di intonaci, pavimenti e rivestimenti esistenti, se solo parzialmente interessati dalle tracce;
- e) formazione preventiva di incavi, scassi, alloggiamenti sin dal corso di realizzazione di strutture, pareti, caldane e sottofondi, se necessari per evitare danneggiamenti successivi alle opere di finitura;
- f) formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- g) 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;
- h) materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- i) trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni, compresi gli sfridi;
- j) ponteggi di servizio interni ed esterni;
- k) materiali edili, mano d'opera, noli e oneri di trasporto per quanto necessari e con qualsiasi mezzo

ART. 35 NOLI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento, dotati di libretto d'uso e manutenzione, certificato di omologazione e marcatura CE, libretto verifiche periodiche.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

La direzione lavori ha la facoltà di vietare l'impiego di quei mezzi che non ritenesse, a proprio insindacabile giudizio, idonei all'impiego nella specifica lavorazione.

ART. 36 TRASPORTI

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Sono a carico dell'Appaltatore appaltatrice gli oneri per il conseguimento dei necessari permessi di accesso alle zone a traffico limitato e, qualora necessari a termini di regolamento di polizia Urbana, per l'occupazione temporanea di suolo pubblico.

ART. 37 COLLOCAMENTO IN OPERA – NORME GENERALI

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico opera, provvisoria, ecc;) nonché nel collocamento nel luogo esatto di sistemazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione Lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o il manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino ad al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte fornitrici del materiale o del manufatto.

Nei prezzi dei manufatti in ferro (griglie, porte, parapetti, etc.) e delle porte, finestre e serramenti in genere in legno o in lega leggera è compresa la collocazione in opera da parte del fabbro, falegname o montatore.

ART. 38 IMPIEGO DELLA MANODOPERA

L'Appaltatore è tenuto ad assicurarsi che gli operai, sia propri che delle ditte subappaltatrici, siano idonei al lavoro per il quale sono richiesti e provvisti dei necessari attrezzi e mezzi d'opera.

L'Appaltatore è obbligato, senza risarcimento alcuno, a sostituire gli operai che la Direzione dei lavori riterrà non idonei alla mansione assegnata. È altresì tenuto ad allontanare gli operai, sia propri che delle ditte subappaltatrici, che si rendano responsabili di infrazioni dolose o colpose alle disposizioni contenute nei piani della sicurezza o alle disposizioni del Coordinatore per la sicurezza impartite nel corso delle riunioni di coordinamento, a semplice richiesta del Direttore dei lavori o del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

L'Appaltatore è sempre ritenuto responsabile nei confronti della Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia stato o meno autorizzato non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.

ART. 39 RISPETTO DELLE NORMATIVE DI PREVENZIONE INCENDI E SULLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Il progetto ha fra le sue finalità il rispetto della normativa di Prevenzione Incendi e della Legge 13/1989 sull'abbattimento delle barriere architettoniche.

Ogni componente edilizio dovrà pertanto essere approvvigionato e posto in opera nelle dimensioni necessarie rispetto ai luoghi a cui sono destinati (apertura di porte, spazi utili di manovra, accessori vari): sarà pertanto necessario verificare la corrispondenza della situazione di progetto con gli spazi effettivi.

E' quindi onere dell'Appaltatore l'esatto posizionamento di ogni elemento di arredo, accessorio e finitura (sanitari, tubazioni, corrimani, ecc.), rispettando le misure di legge e verificando comunque il progetto preventivamente suggerendo eventuali integrazioni.

Eventuali accessori e finiture mancanti nelle specifiche progettuali andranno comunque realizzate, considerando il rispetto delle norme generali come obbligo di contratto al pari delle norme contrattuali.

CAPO V - NORME PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DELL'OPERA

ART. 40 ASPETTI GENERALI DEL CANTIERE

In linea di principio i lavori in oggetto non si differenziano dalle opere edilizie di ristrutturazione.

Occorre tuttavia sottolineare che per la collocazione dell'opera in oggetto all'interno di un plesso scolastico che ospita numerosi studenti delle scuole medie ed il personale scolastico, i lavori dovranno essere eseguiti prestando particolare attenzione alla produzione di polveri e rumore e al decoro nell'abbigliamento delle maestranze del cantiere, evitando qualsiasi interferenza con l'attività scolastica.

È pertanto considerato un preciso obbligo contrattuale dell'Appaltatore condurre i lavori garantendo un puntuale e continuo coordinamento delle proprie maestranze e di quello delle ditte subappaltatrici. Sotto questo profilo l'ordine nella conduzione dei lavori, la continuità temporale e consequenziale degli stessi, l'evidenza del rispetto delle norme tecniche e di sicurezza anche nei confronti dell'esterno sono considerati alla stregua degli altri obblighi contrattuali più specificamente descritti negli elaborati di progetto.

DELLE PROCEDURE DI SICUREZZA

È considerato un preciso obbligo contrattuale dell'Appaltatore, anche se non espressamente indicato nelle specifiche parti del presente Capitolato, condurre i lavori e coordinare le attività dei subappaltatori in modo da garantire l'assenza di interferenze con le attività scolastiche e la segregazione delle aree di lavoro.

Nello specifico il cantiere è collocato all'interno di una scuola normalmente utilizzata. E' obbligo contrattuale pertanto:

1. garantire la separazione e segregazione delle aree di lavoro, la pulizia e la assenza di ostacoli nella viabilità di ingresso e uscita,
2. il coordinamento con eventuali altri cantieri presenti nelle vicinanze,
3. il coordinamento con gli orari della scuola, con particolare riferimento alle ore di ingresso e uscita degli studenti,
4. applicare con grande attenzione le procedure di registrazione giornaliera degli operai presenti,
5. conoscere e formare il proprio personale in merito alle procedure generali di emergenza e sicurezza della committente,
6. l'immediato smaltimento dei rifiuti prodotti,
7. il coordinamento delle procedure di montaggio degli elementi prefabbricati pesanti ed ingombranti rispetto agli spazi urbani aperti limitrofi,
8. la corretta movimentazione dei carichi sospesi all'interno dell'area di cantiere,
9. conoscere la disposizione delle reti impiantistiche aeree ed interrato attive presenti nel lotto,
10. verificare periodicamente che le lavorazioni non abbiano danneggiato proprietà limitrofe pubbliche e/o private. In tal caso intervenire immediatamente per la rimessa in pristino,
11. ripristinare le attrezzature, i ponteggi ed ogni altra opera provvisoria qualora essa sia stata modificata e alterata dalle ditte subappaltatrici.

L'impresa addetta alle lavorazioni edili sarà quella che garantirà la propria presenza continuativa per tutta la durata dei lavori, pertanto il presente capitolato definisce gli obblighi della stessa in materia di sicurezza.

E' obbligo contrattuale dell'impresa appaltatrice dei lavori edili, compensato all'interno dell'importo contrattuale concordato, lo svolgimento dei seguenti compiti:

allestimento del cantiere con posa di recinzione perimetrale, formazione di baraccature e di servizi igienici come da layout allegato al PSC, disposizione del cartello di cantiere e dei cartelli di sicurezza, garantire la illuminazione interna al fabbricato e dell'area di cantiere all'esterno, la realizzazione di opere provvisorie di sicurezza generale quali protezione e segnalazione degli scavi, ponteggi, trabatelli, elevatori, disposizione dell'impianto elettrico di cantiere comprensivo di quadro generale e quadri secondari, delle messe a terra ove necessario, delle tettoie di protezione sopra le postazioni fisse di lavoro, programmazione e gestione delle riunioni di coordinamento in accordo con il CSE, controllo degli accessi e delle uscite giornaliere dal cantiere mediante foglio presenze cartaceo o elettronico, gestione in sicurezza delle visite in cantiere della committenza e degli enti, gestione dei rapporti con i cantieri limitrofi ed ogni altra specifica incombenza atta a garantire l'esecuzione dei lavori in condizioni di salubrità e sicurezza.

Si illustrano nel seguito alcune particolari prescrizioni e cautele da osservare nell'esecuzione dei lavori.

42.1 STRUTTURE IN GENERE

Il progetto strutturale è stato adeguato alle recenti disposizioni normative del DM 17.01.2018, in particolare per quanto riguarda la sismica, per cui il rispetto scrupoloso dei dettagli costruttivi non è nel caso in questione solo un mero obbligo contrattuale, ma piuttosto un requisito fondamentale per il conseguimento delle prestazioni sismiche di progetto.

L'Appaltatore dovrà quindi dimostrare di possedere la necessaria competenza tecnica specifica per la corretta comprensione ed esecuzione dell'opera nei minimi dettagli, anche quando non esplicitamente riportati sui disegni, ma semplicemente rimandati all'applicazione delle norme di esecuzione previste dal decreto.

42.2 REALIZZAZIONE DI PROTOTIPI PER COMPONENTI EDILIZI SU MISURA

Molti elementi costruttivi di dettaglio sono definiti da disegno e richiedono lavorazioni speciali che non rientrano negli standards di mercato ricorrenti. Per alcuni di questi elementi costruttivi potrà essere richiesto un preventivo modello con funzione di prototipo.

Con il termine "elementi costruttivi" si intendono manufatti finiti e completi come porte e finestre, che non rientrano però nei normali prodotti di serie e di mercato ma ricadono in specifiche costruttive e tecniche richieste nella descrizione di progetto.

Si possono altresì intendere anche particolari costruttivi di un insieme più esteso – ad esempio infissi, particolari di controsoffittatura, carter metallici e lamiere sagomate e piegate – nelle quali può essere utile verificare una parte in dimensione 'al vero'.

Tutto ciò può essere preventivamente richiesto dalla D.L. ed andrà tempestivamente eseguito dall'impresa, al fine di controllarne qualità estetiche e fattibilità tecniche.

E' logica conseguenza che il prototipo – proprio per il suo carattere di sperimentazione e verifica – potrà subire variazioni e miglioramenti successivi, senza che tutto ciò possa essere inteso come una variante dal progetto originale o un aggravio di costo.

In altre parole elementi che si realizzano specificatamente per il cantiere in questione dovranno o potranno subire un processo di 'ingegnerizzazione' necessario alla perfetta messa a punto.

CAPO VI - MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

ART. 43 INCLUSIONI ED ESCLUSIONI

Si intendono inclusi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo quanto previsto nel presente Capitolato, con particolare, ma non esclusivo, riferimento a quanto riportato all'articolo 1, nonché le attività connesse ed accessorie, quali redazioni dei Piani Operativi di Sicurezza, dei programmi e delle schede di intervento, misure, rilievi ed ogni attività di supporto alla Direzione Lavori, tutte le utenze necessarie all'esercizio del cantiere e, in ogni caso, tutto quanto utile o necessario all'esecuzione di tutto quanto previsto nel presente capitolato, a perfetta regola d'arte ed in conformità alle normative vigenti.

ART. 44 CONDIZIONI COMUNI A TUTTI I LAVORI E MATERIALI

L'esecuzione di tutti i lavori principali ed accessori, previsti od eventuali, verrà condotta con la massima precisione, secondo le indicazioni verbali e/o scritte impartite dalla Direzione lavori a tale scopo, mettendo in pratica tutte le norme e le migliori regole che l'arte prescrive e seguendo tutte le ordinazioni ed i suggerimenti che nei singoli casi saranno date dalla Direzione lavori. L'Appaltatore dovrà inoltre osservare tutte le norme singolarmente indicate nel presente capitolato.

Gli eventuali maggiori lavori non previsti a progetto, eseguiti senza la preventiva autorizzazione, non verranno contabilizzati, lo stesso dicasi per i lavori che non fossero stati eseguiti a regola d'arte.

ART. 45 PROVE DI CARICO IN CORSO D'OPERA

L'Appaltatore ha l'onere di provvedere all'assistenza per l'esecuzione delle prove di carico che potranno essere disposte dal Direttore dei Lavori e dal Collaudatore statico in corso d'opera.

Tali oneri comprendono in generale i noli, trasporti e mano d'opera per l'approvvigionamento e la disposizione in opera delle zavorre di carico (vasche in PVC, bacini a cielo aperto, autobotti, zavorre inerti, ecc.) nonché tutti i magisteri d'opera per l'allestimento delle prove secondo gli schemi indicati dai soggetti di cui sopra.

Sono compresi i costi per i noli delle strumentazioni elettriche, elettromeccaniche, oleodinamiche, elettroniche, ecc., per il rilievo dei dati e la loro registrazione, nonché i costi per la restituzione dei dati in formato cartaceo e digitale, compatibile con sistemi operativi Windows XP o superiore.

Le prove dovranno essere eseguite ad opportuna distanza di tempo dall'ultimazione delle strutture da sottoporre a carico (es. 28 giorni per le strutture in c.a. in opera). Pertanto, una volta indicate dal Direttore dei Lavori e dal Collaudatore statico le strutture da sottoporre a prova di carico, l'Appaltatore dovrà astenersi dal proseguire i lavori nelle parti interessate fino all'ultimazione delle prove stesse, non potendo a causa di ciò avanzare riserve sul conseguente ritardo dei lavori.

ART. 46 PROVE SPECIALI SUI MATERIALI

Fermo restando che gli obblighi ed oneri elencati nel presente Capitolato speciale – Parte II sono in tutto a carico dell'Appaltatore, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di ordinare prove speciali per la certificazione della classe di resistenza/reazione al fuoco di materiali di rivestimento.

L'Appaltatore deve preventivamente indicare alla D.L. il laboratorio di cui intende avvalersi, che dovrà essere in possesso della necessaria Autorizzazione Ministeriale per svolgere questo tipo di prova.

La prestazione comprende il prelievo dei campioni, del tipo e nella quantità prevista dalle specifiche norme (UNI, ISO, ecc.), la sostituzione delle parti asportate con materiale dello stesso tipo, l'imballo, il trasporto e il ritiro dei certificati di prova, di norma in originale e copia conforme.

L'ubicazione dei prelievi dovrà essere preventivamente concordata con il Direttore dei Lavori, sentito l'utilizzatore del fabbricato; il prelievo dovrà avvenire senza costituire intralcio o condizionamento all'esercizio dell'attività nei locali interessati, utilizzando idonei mezzi d'opera provvisori, qualora il prelievo avvenga a quota normalmente inaccessibile.

ART. 47 ORDINE DA SEGUIRSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

L'ordine dei lavori sarà quello indicato nel cronoprogramma. È facoltà della Direzione lavori variare tale ordine, senza che l'Appaltatore possa elevare alcuna eccezione o reclamo in proposito.

L'Appaltatore non potrà per nessuna ragione, salvo per i casi di provata forza maggiore, sospendere o rallentare i lavori.

L'appaltatore è, in ogni caso, responsabile nei confronti della Committenza per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Committenza da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori sub-appaltati.

ART. 48 POTERI E ORDINI DELLA DIREZIONE LAVORI

La Direzione lavori, nominata dalla stazione appaltante, è la sua rappresentanza per ciò che riguarda l'accertamento che i lavori eseguiti dall'Appaltatore rispondano pienamente alle condizioni contrattuali ed alle prescrizioni progettuali che siano eseguite a perfetta regola d'arte. A tale scopo essa potrà controllare in qualsiasi momento, nonché contestare o respingere, un'esecuzione, prendere visione delle bolle di consegna dei materiali, accettare o rifiutare materiali, effettuare rilievi e ispezioni, e quanto altro essa ritenga necessario e/o appropriato per l'espletamento del suo mandato.

Gli ordini di servizio, le istruzioni e prescrizioni della Direzione lavori dovranno essere eseguiti dall'Appaltatore con la massima cura e prontezza. L'Appaltatore non potrà mai rifiutarsi di dare loro immediata esecuzione, sotto pena dell'esecuzione d'ufficio, con addebito all'Appaltatore dell'eventuale maggior costo. Resta comunque diritto dell'Appaltatore avanzare per iscritto le osservazioni che ritenesse opportune in merito all'ordine impartito.

I rappresentanti dell'Appaltatore, di cui al contratto di appalto, dovranno recarsi presso gli uffici della Direzione lavori (o ove da essa indicato) nei giorni e nelle ore che saranno da essa indicati, per le istruzioni sullo sviluppo dei lavori e per la sottoscrizione dei documenti contrattualmente previsti. L'Appaltatore è, altresì, tenuto a fornire alla Direzione lavori tutte le informazioni sull'andamento dei lavori, nonché le informazioni specifiche che le venissero richieste, in relazione ai lavori.

ART. 49 SEQUENZE OPERATIVE E PROGRAMMI

Oltre al rispetto dei tempi contrattuali, l'Appaltatore è tenuto all'esecuzione delle attività secondo le sequenze riportate nel crono programma a base di gara o secondo il cronoprogramma predisposto dall'Appaltatore stesso e approvato dalla D.L.. Il rispetto del programma dei lavori deve essere tassativo, sia nei termini relativi che assoluti.

Eventuali scostamenti delle sequenze del programma potranno essere effettuati solo se preventivamente approvati dalla Direzione lavori, previa motivata richiesta dell'Appaltatore. Le tempistiche contrattuali e quanto indicato nel cronoprogramma si intendono comprensive di tutte le attività di controllo e, conseguentemente, di tutti gli eventuali rallentamenti conseguenti al corretto ed accurato adempimento di tutte le misurazioni, controlli, verifiche, prove ed analisi previste nel progetto e di quanto altro la Direzione lavori ritenesse necessario per accertare e garantire la perfetta qualità dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione lavori, entro il 20 di ogni mese, un programma delle attività del mese successivo, dettagliando tutte le lavorazioni previste, con indicazioni delle risorse tecniche ed umane che verranno impiegate per le diverse lavorazioni. Ogni qualvolta venissero accumulati ritardi nell'esecuzione dei lavori superiori alla settimana rispetto al cronoprogramma di progetto e/o a successivi aggiornamenti dello stesso, l'Appaltatore è tenuto a presentare immediatamente un cronoprogramma aggiornato complessivo dell'intero progetto, nel medesimo formato e con livello di dettaglio non inferiore al cronoprogramma presentato dall'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori.

ART. 50 RESPONSABILITÀ TECNICA DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore è l'unico responsabile per l'esecuzione delle opere appaltate in conformità alle buone regole della tecnica e nel rispetto di tutte le leggi e norme vigenti. La presenza della Direzione lavori o del personale di sorveglianza, le disposizioni da loro impartite, l'approvazione dei materiali o qualunque loro intervento, si intendono esclusivamente connessi con la loro miglior tutela della Committenza e non diminuiscono la responsabilità dell'Appaltatore.

ART. 51 RESPONSABILI DI CANTIERE

Alla consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà nominare e comunicare per iscritto alla Committenza e alla Direzione lavori i nominativi ed i numeri telefonici di riferimento del Capo Cantiere, del Direttore di Cantiere (rappresentante dell'Appaltatore per tutto quanto connesso e/o conseguente dell'appalto), del Responsabile della Sicurezza per conto dell'Appaltatore, i quali devono partecipare alle riunioni e/o sopralluoghi, indetti dalla Direzione lavori, al fine di verificare e coordinare l'avanzamento dei lavori in relazione al programma generale, risolvere i problemi tecnici, impartire ordini e decisioni relative a modifiche e varianti. La partecipazione alle riunioni è obbligatoria ed in caso di assenza ingiustificata dei propri rappresentanti l'Appaltatore sarà ritenuto responsabile dei danni provocati per il mancato coordinamento dei lavori.

L'Appaltatore ha l'obbligo di compilare quotidianamente il giornale dei lavori, riportando in esso i dati significativi dei lavori, le maestranze e le attrezzature presenti, le condizioni meteorologiche, le disposizioni della Direzione lavori e della Committenza e quanto altro significativo per l'andamento dei lavori.

ART. 52 VARIANTI AL PROGETTO

È riservata alla Committenza la facoltà di introdurre varianti nel progetto di tipo quantitativo e qualitativo, sia in aumento che in detrazione, ogni qualvolta lo ritenesse opportuno ed in qualsiasi momento dell'appalto, anche

scorporando parti di opere senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi addizionali di sorta ad esclusione di quelli dovuti per le lavorazioni in variante o in aggiunta.

Qualsiasi variante deve essere comunicata all'Appaltatore mediante ordine scritto.

L'Appaltatore non potrà in alcun modo apportare modifiche o variazioni di propria iniziativa al progetto, anche se di dettaglio. Delle variazioni apportate senza il prescritto ordine o benestare della Direzione lavori, potrà essere richiesta l'eliminazione a cura e spese dell'Appaltatore, salvo il risarcimento di eventuali danni.

Non devono essere intese come varianti le specificazioni di dettaglio dei contenuti progettuali, anche se introducono variazioni marginali degli stessi, finalizzate all'esecuzione dei lavori a perfetta regola ed ai massimi livelli di qualità. Le specificazioni di dettaglio saranno comunicate dalla Direzione lavori all'Appaltatore, mediante ordini di servizio, disegni o specifiche integrative od in ogni altro modo ritenuto appropriato dalla stessa Direzione lavori, e l'Appaltatore dovrà adeguarvisi, senza potere formulare eccezione o riserve a riguardo, salvo che per la natura stessa della disposizione (individuazione della stessa come qualificazione di dettaglio).

ART. 53 PRESCRIZIONI GENERALI DI TUTELA AMBIENTALE

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire i lavori nel rispetto di ogni vigente disposizione normativa in materia di tutela ambientale e di protezione della salute pubblica e della salute e sicurezza dei lavoratori.

Tutte le attività di demolizione dovranno essere condotte in modo da evitare contaminazione ambientale dovuta a fuoriuscite, spandimenti o sversamenti di rifiuti: in tal senso potrà rendersi necessario interrompere le attività di demolizione in corso.

Durante la demolizione di un manufatto, o al termine della stessa, la Direzione lavori potrà richiedere all'Appaltatore, prima di procedere alle attività di gestione delle risultanze prodotte, di asportare e/o rimuovere eventuali rifiuti di altra natura rinvenuti nei detriti e non precedentemente separati.

L'Appaltatore è tenuto a garantire, a proprie cura e spese, che, indipendentemente da quanto espressamente previsto nel presente capitolato, i lavori si svolgano con il minimo impatto ambientale possibile.

L'Appaltatore è obbligato inoltre a fornire tempestivamente alla Direzione Lavori copia dei formulari del rifiuto utilizzati per il conferimento a discarica.

ART. 54 RAPPORTI CON ENTI DI CONTROLLO - DOCUMENTAZIONE

L'Appaltatore dovrà fornire tutta l'assistenza ad ARPA, Provincia, Comune o AUSL, nell'esercizio di tutte le attività di controllo connesse alle autorizzazioni precedentemente ottenute o, comunque, alle attività di tutela ambientale e di tutela dei lavoratori. L'Appaltatore è tenuto a rendere disponibile a tali enti tutta la documentazione da essi richiesta ai fini di tali controlli, anche in deroga a diritti o privilegi che esso possa vantare a riguardo.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare immediatamente alla Direzione lavori tutte le attività di controllo al precedente capoverso. In generale, l'Appaltatore è tenuto a comunicare tali attività di controllo al loro immediato verificarsi, al fine di permettere la partecipazione della Direzione lavori alle stesse, attenendosi, in tal caso, alle disposizioni della Direzione lavori impartirà a tal riguardo; qualora la Direzione lavori non possa essere immediatamente informata o non possa intervenire, l'Appaltatore opererà con la massima diligenza secondo quanto richiesto dagli enti di controllo, rendendo edotta la Direzione lavori nel più breve tempo possibile.

In ogni caso l'Appaltatore è tenuto ad attenersi a tutte le disposizioni emanate da Enti di controllo, in connessione alle autorizzazioni precedentemente ottenute o a qualsivoglia norma volta alla tutela dell'ambiente, della salute pubblica e/o della sicurezza e della salute dei lavoratori, anche senza una specifica disposizione impartita dalla Direzione lavori.

L'Appaltatore è responsabile di ogni fuoriuscita di contaminanti da tubazioni (anche non noti), di ogni contaminazione conseguente o connessa a mezzi, materiali, o attrezzature impiegate in cantiere, nonché di ogni altra contaminazione che possa, in qualsiasi modo, verificarsi nel corso dei lavori, in conseguenza o in connessione con gli stessi o, comunque, con sostanze, materiali od ogni altra entità fisica coinvolti, in modo attivo o passivo, direttamente o indirettamente, nei lavori.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare, a propria cura e spese, tutte le misure necessarie o, comunque, utili a prevenire qualsivoglia contaminazione ambientale (o sua estensione) ed ad eseguire ed organizzare i lavori tenendo conto di tale obbligo prioritario. Inoltre l'Appaltatore è tenuto a procedere, a propria cura e spese, senza alcun onere aggiuntivo per la Committenza, alla rimozione ed al risanamento di ogni contaminazione o estensione di contaminazione che si dovesse verificare in conseguenza o connessione dei lavori, operando con la massima diligenza nei tempi più brevi, secondo le disposizioni della Direzione lavori, a meno di procedure e disposizioni impartite da Enti preposti al controllo ambientale.

Qualora l'Appaltatore non provveda ai risanamenti nei tempi più brevi e, comunque, nei termini fissati dalla Direzione lavori, la Committenza, previa diffida dell'Appaltatore, potrà provvedere direttamente all'esecuzione degli interventi di risanamento, addebitando i relativi costi all'Appaltatore.

Fatto salvo per quanto diversamente previsto nel presente capitolato, l'Appaltatore è produttore, proprietario ed unico responsabile, a proprio onere, della gestione (come definito dal D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii), per residui, rifiuti e/o reflui di qualsivoglia tipo che possano trovarsi e/o originarsi nel cantiere, per tutta la durata dei lavori, dal momento della consegna dei lavori stessi fino all'emissione del certificato di regolare esecuzione.

Dall'area dovranno essere rimosse tutte le apparecchiature, impianti, oggetti, materiali o sostanze (da qualificarsi come rifiuto ai sensi del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) preesistenti in loco (sia internamente ai manufatti, sia esternamente ad essi) o generati dall'Appaltatore durante tali attività di asportazione o rimozione, senza limitazioni riferite a quantità, qualità, peso, forma, ingombro, componente chimica o stato fisico e nelle modalità disciplinate nel presente capitolato. Demolizioni e smantellamenti dovranno essere condotti in modo da ottenere sempre materiali di risulta suddivisi in gruppi tipologicamente omogenei, al fine di massimizzare la possibilità di recupero e/o riutilizzo degli stessi.

Tutti i rifiuti rinvenuti dovranno essere registrati, entro i termini di legge dal momento dell'effettiva produzione, su apposito registro di carico e scarico dei rifiuti, con codici CER conformi alla categoria maggiormente corrispondente.

È compito dell'Appaltatore il corretto svolgimento di tutti gli adempimenti tecnici ed amministrativi, previsti dalle normative vigenti o comunque necessari e/o opportuni, per la gestione di residui, rifiuti e reflui, di qualsiasi tipo, originatisi in cantiere, ivi inclusa la loro classificazione, la predisposizione e compilazione dei registri di carico e scarico, dei documenti di trasporto e di quelli necessari per il loro smaltimento, il corretto stoccaggio, l'appropriato imballo e preparazione per il trasporto, l'ottenimento di ogni eventuale autorizzazione necessaria, l'identificazione di idonei impianti di smaltimento e la stipula dei relativi contratti, nonché ogni altro necessario per la gestione a perfetta regola di residui, rifiuti e reflui, di qualsiasi tipo, nel più completo rispetto di ogni normativa vigente e tenendo sollevata la Committenza e la Direzione lavori di qualsiasi responsabilità a riguardo.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare anticipatamente, alla Direzione lavori, le destinazioni di tutti i rifiuti allontanati. Tali destinazioni dovranno essere impianti di smaltimento o recupero autorizzati conformemente alle normative vigenti, l'Appaltatore dovrà attestare tale conformità fornendo copia dei titoli autorizzativi degli impianti.

L'Appaltatore dovrà restituire alla Committenza copia della quarta copia del formulario di identificazione dei rifiuti, timbrata e firmata dall'impianto autorizzato entro 7 giorni dall'uscita del materiale dal cantiere per il conferimento; il mancato rispetto di tale disposizione implica l'automatica sospensione di ogni contabilizzazione e pagamento dei lavori.

ART. 57 ABBATTIMENTO POLVERI

Tutte le operazioni di demolizione saranno condotte irrorando le macerie con acqua per l'abbattimento delle polveri dentro e fuori il fabbricato.

Dovrà essere cura dell'Appaltatore proporre le migliori tecnologie al fine di limitare la produzione di rumore, in funzione della particolare interferenza con le altre attività, senza che queste comportino aggravii di costi alla Committenza. La proposta di tecnologie alternative per le demolizioni dovrà essere sottoposta alla Direzione Lavori, la quale potrà accettare o rifiutare l'applicazione a suo insindacabile giudizio.

All'interno del corridoio principale tutte le recinzioni di cantiere dovranno essere montate da terra a copertura senza soluzione di continuità e garantire la assenza della diffusione delle polveri mediante teli di polietilene fissati a tavolati osb o pannelli in cartongesso.

ART. 58 SMANTELLAMENTO CANTIERE E RIPRISTINI FINALI

Entro 7 giorni dalla data di ultimazione dei lavori, l'Appaltatore dovrà avere completato l'integrale smantellamento del cantiere.

Nel termine sopra indicato, l'Appaltatore è tenuto al ripristino di ogni danno che possa avere cagionato alla proprietà della Committenza o di terzi. A tale riguardo, resta inteso che, in caso di contestazioni dell'Appaltatore sulla propria responsabilità per tali danni, è onere dell'Appaltatore stesso fornire la prova di non esserne responsabile.

Il mancato completamento dello smantellamento e dei ripristini nel termine di cui al precedente capoverso, sospende i termini per la redazione del certificato di regolare esecuzione. In ogni caso, decorsi ulteriori 5 giorni, senza che l'Appaltatore abbia completato gli smantellamenti e i ripristini e previa formale contestazione da parte della Direzione Lavori, questa può fare eseguire le operazioni suddette da soggetti terzi, addebitando all'Appaltatore i relativi costi.

L'Appaltatore consegnerà alla Direzione lavori, entro i 10 giorni successivi alla data del verbale di ultimazione lavori:

- ogni documentazione necessaria alla redazione della relazione finale e per l'emissione del Certificato di regolare esecuzione;
- ogni documento o adempimento documentale previsto nel presente capitolato;

La mancanza anche di solo uno degli adempimenti di cui ai due precedenti capoversi, i termini per l'emissione del Certificato di regolare esecuzione sono sospesi per colpa dell'Appaltatore.

CAPO VII - NORME FINALI

ART. 59 ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al regolamento generale e al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.
 - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
 - b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione

dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;

- c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
- e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.
- f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- j) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- k) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- l) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- m) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- n) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- o) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
- p) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;

- q) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.
2. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorti, rogge, privati, Comune, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

ART. 60

OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:
- a) il libro giornale a pagine previamente numerate nel quale sono registrate, a cura dell'appaltatore:
- tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori: condizioni meteorologiche, maestranza presente, fasi di avanzamento, date dei getti in calcestruzzo armato e dei relativi disarmi, stato dei lavori eventualmente affidati all'appaltatore e ad altre ditte,
 - le disposizioni e osservazioni del direttore dei lavori,
 - le annotazioni e contro deduzioni dell'impresa appaltatrice,
 - le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori;
- b) il libro dei rilievi o delle misure dei lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tempestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che vengono occultate con il procedere dei lavori stessi; tale libro, aggiornato a cura dell'appaltatore, è periodicamente verificato e vistato dal Direttore dei Lavori; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere, ciascuna delle parti deve prestarsi alle misurazioni in contraddittorio con l'altra parte;
- c) note delle eventuali prestazioni in economia che sono tenute a cura dell'appaltatore e sono sottoposte settimanalmente al visto del direttore dei lavori e dei suoi collaboratori (in quanto tali espressamente indicati sul libro giornale), per poter essere accettate a contabilità e dunque retribuite.

L'appaltatore dovrà inoltre tenere a disposizione in originale o in copia (resa conforme ai sensi del D. Lgs. n.151/2015 del Jobs Act) i seguenti documenti:

- 1) il libro unico del lavoro nel quale sono iscritti tutti i lavoratori subordinati, i collaboratori coordinati e continuativi e gli associati in partecipazione con apporto lavorativo. Il libro unico dovrà essere tenuto secondo le prescrizioni contenute negli articoli 39 e 40 del D.L. 25.6.2008 n.112 come modificato dalla Legge 6.08.2008 n. 133 e secondo le disposizioni previste dal Decreto del Ministero del Lavoro 9 Luglio 2008 "Modalità di tenuta e conservazione del libro unico del lavoro e disciplina del relativo regime transitorio" e nella Circolare 21 Agosto 2008 n.20/2008 e dal D.LGs. 151/2015. Per i lavoratori extracomunitari anche il permesso o la carta di soggiorno. Ogni omissione, incompletezza o ritardo in tale adempimento sarà segnalato dal coordinatore in fase di esecuzione dei lavori alla Direzione Provinciale del lavoro – Servizio Ispezioni del Lavoro;
 - 2) registro infortuni aggiornato;
 - 3) eventuali comunicazioni di assunzione;
 - 4) Documento unico di regolarità contributiva (DURC) che dovrà essere aggiornato ;
 - 5) documentazione attestante la formazione di base in materia di prevenzione e sicurezza sui luoghi di lavoro, come previsto dagli accordi contrattuali, effettuata ai propri lavoratori presenti sul cantiere;
 - 6) documentazione relativa agli obblighi del D.Lgs. n.81/2008, ai propri impianti di cantiere, al POS, al piano di montaggio/smontaggio ponteggi;
 - 7) copia dell'autorizzazione al/i subappalto/i e/o copia della/e comunicazione/i di fornitura/e con posa in opera.
2. Nell'ambito dei cantieri edili, compresi i lavori stradali, l'appaltatore deve assicurare il rispetto di quanto previsto rispettivamente dagli articoli 18 comma 1 lett.u) e 20 comma 3 del D.Lgs.n.81/2008 in materia di tessera di riconoscimento per tutti i lavoratori che operano nel cantiere, compresi i lavoratori autonomi. La tessera di riconoscimento deve contenere foto e generalità (nome, cognome e data di nascita) del

lavoratore, la data di assunzione e l'indicazione (nome e ragione sociale) del datore di lavoro e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione. Nel caso di lavoratori autonomi, la tessera di riconoscimento di cui all'art.21, comma 1, lettera c) del D.Lgs. n.81/2008 deve contenere anche l'indicazione del committente. Le imprese con meno di 10 dipendenti possono adempiere a tale obbligo attraverso apposito registro, vidimato dalla Direzione Provinciale del lavoro e da tenere sul luogo di lavoro, nel quale siano rilevate giornalmente le presenze nel cantiere.

2. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

ART. 61 ONERI SPECIFICI RICOMPRESI NELL'APPALTO

61.1 OPERE DI SOSTEGNO (PALI E MICROPALI)

Sono da intendersi incluse le lavorazioni di tracciamento, eventuale perforazione a vuoto del primo tratto, la scapitozzatura della testa del palo, la fornitura e messa in opera degli elementi di connessione alla trave di correa da saldare in opera, le prove di carico di legge, eventuali opere per evitare locali sgrottamenti di terreno tra i pali, la pulizia delle superfici dei pali per renderle idonee al getto di calcestruzzo delle pareti, la messa a nudo dell'armatura alla quota della platea per la realizzazione di idonea connessione.

61.2 FONDAZIONI

Sono da intendersi incluse le lavorazioni di protezione del fronte di scavo, le opere di aggettamento, l'utilizzo di pompa per i getti, l'onere per il getto in più fasi, l'impermeabilizzazione dell'intera parte interrata con garanzia del fornitore del sistema, le saldature in opera delle armature.

Sono inoltre da comprendersi: le lavorazioni atte a solidarizzare il sistema di fondazione alle pareti esistenti quali le assistenze murarie legate all'inserimento delle travi metalliche al di sotto delle murature e alla messa in carico del muro su di esse (spessoramenti, getti di livellamento, scuci cucì, con mattoni pieni).

E' compreso inoltre l'eventuale aggrappante per riprese di getto, con applicazione a pennello, su cls, di prodotto a base di resine epossidiche a due componenti predosati per assicurare una adesione perfettamente monolitica di getti in calcestruzzo freschi sopra a getti già induriti, al fine di creare un consistente legame strutturale. E' inoltre compreso nel prezzo dei casseri l'eventuale onere per la predisposizione nel cls delle aperture per il passaggio di impianti, la fornitura e posa in opera di casseri sagomati in polistirolo

Le voci compensano la tipologia di calcestruzzo indicata in progetto, specificatamente calcestruzzo con classe di esposizione XA2 per la platea e i muri controterra.

61.3 SOLAI E SOLETTE IN CLS ARMATO

Le voci sono da intendersi valide per le luci, le altezze e i carichi indicate in progetto. Sono inclusi: il progetto costruttivo completo di relazione di calcolo (inclusa la resistenza al fuoco) firmata da tecnico abilitato del fornitore dei solai da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., tutti i banchinaggi a qualunque altezza, l'utilizzo di pompa per i getti, l'onere per il getto in più fasi, le saldature in opera delle armature, le prove di carico richieste dal collaudatore.

61.4 PILASTRI E SETTI STRUTTURALI IN CLS ARMATO

Le voci sono da intendersi valide per le dimensioni e la tipologia di calcestruzzo indicate in progetto. Sono inclusi: il progetto costruttivo delle cassette di relazione di calcolo da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., gli oneri relativi al cassero disposto su un solo lato, tutti i banchinaggi a qualunque altezza, l'onere per il getto in più fasi, l'utilizzo di pompa per i getti,.

E' compreso inoltre l'eventuale aggrappante per riprese di getto, con applicazione a pennello, su cls, di prodotto a base di resine epossidiche a due componenti predosati per assicurare una adesione perfettamente monolitica di getti in calcestruzzo freschi sopra a getti già induriti, al fine di creare un consistente legame strutturale.

E' inoltre compreso nel prezzo dei casseri l'eventuale onere per la predisposizione nel cls delle aperture per il passaggio di impianti, la fornitura e posa in opera di casseri sagomati in polistirolo.

61.5 PONTEGGI ZAVORRATI

Le voci sono da intendersi comprensive di montaggio, nolo per la durata di tutte le lavorazioni necessarie e smontaggio, completo progetto e di relazione di calcolo firmata da tecnico abilitato del fornitore dei solai da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., di tutti i pezzi speciali al fine anche dell'utilizzo come ponteggio per le lavorazioni in quota, zavorre, puntoni, tralicci, sistema di imbrago con orditure in legno e quant'altro occorra per garantire la stabilità delle facciate.

61.6 CARPENTERIE LIGNEE

Le voci sono da intendersi valide per le dimensioni e la tipologia di legno indicate negli elaborati. E' incluso progetto e relazione di calcolo (inclusa la resistenza al fuoco) firmata da tecnico abilitato del fornitore dei solai da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., la messa in opera con mezzi idonei.

61.7 CARPENTERIE METALLICHE

Le voci sono da intendersi valide per le dimensioni e la tipologia di acciaio indicate in progetto. E' incluso progetto e relazione di calcolo firmata da tecnico abilitato del fornitore da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., la messa in opera con mezzi idonei, le assistenze murarie necessarie, compresi i getti integrativi di livellamento e per formazione di mensole con calcestruzzo ad alta resistenza, la predisposizione di zanche e dispositivi di fissaggio nei getti delle strutture di supporto, le necessarie saldature in opera e le relative prove di idoneità richieste dalla D.L..

Le carpenterie devono essere fornite in opera dotate delle opportune protezioni al fuoco, certificate mediante specifica Relazione di Calcolo Analitico, redatta e firmata da Tecnico iscritto negli appositi Albi Ministeriali Ig. 818, con allegati tutti i moduli emessi dai Vigili del fuoco (REL REI - CERT REI 2018 - DIC RIV PROT ED 2018) nonché Dichiarazione di Corretta posa in opera.

61.8 PUNTONI SU TRAVE DI CORREA

Le voci sono da intendersi comprensive della fornitura, messa in opera e smontaggio delle carpenterie provvisorie per realizzare opportuno contrasto alle opere di sostegno in fase di scavo, delle piastre, spessoramenti, ancoraggi componenti per realizzare le connessioni alle strutture di bordo e fra i vari elementi di carpenteria.

ART. 62

PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. I materiali provenienti dalle demolizioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in discarica autorizzata a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per le demolizioni.
3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto.

ART. 63

CUSTODIA DEL CANTIERE

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.
2. Ai sensi dell'articolo 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, per i lavori di particolare delicatezza e rilevanza che richiedano la custodia continuativa, la stessa deve essere affidata a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata; la violazione della presente prescrizione comporta la sanzione dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da Euro 51,65 a Euro 516,46.

ART. 64

CARTELLO DI CANTIERE

L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito un cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto indicato nella allegata tabella «B», curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Ente appaltante: _____

Ufficio competente: _____

ASSESSORATO A _____

UFFICIO TECNICO _____

Dipartimento/Settore/Unità operativa _____

LAVORI DI

Progetto approvato con _____ del _____ n. _____ del _____

Progetto esecutivo:
Direzione dei lavori:

Progetto esecutivo opere in c.a. _____

Direzione lavori opere in c.a. _____

Progettista dell'impianto _____

Progettista dell'impianto _____

Progettista dell'impianto _____

Responsabile dei lavori: _____

Coordinatore per la progettazione: _____

Coordinatore per l'esecuzione: _____

Durata stimata in uomini x giorni: _____

Notifica preliminare in data: _____

Responsabile unico del procedimento: _____

IMPORTO DEL PROGETTO: euro _____

IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA: euro _____

ONERI PER LA SICUREZZA: euro _____

IMPORTO DEL CONTRATTO: euro _____

Gara in data _____, offerta di ribasso del _____ %

Impresa esecutrice: _____

con sede _____

Qualificata per i lavori delle categorie: _____, classifica _____

_____, classifica _____

_____, classifica _____

direttore tecnico del cantiere: _____

subappaltatori:	per i lavori di		Importo lavori subappaltati euro
	categoria	descrizione	

Intervento finanziato con fondi propri (oppure)

Intervento finanziato con mutuo della Cassa depositi e prestiti con i fondi del risparmio postale

inizio dei lavori _____ con fine lavori prevista per il _____

prorogato il _____ con fine lavori prevista per il _____

Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'ufficio _____

telefono: _____ fax: _____ http://www. _____.it E-mail: _____@_____

ART. 65
SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - a) le spese contrattuali;
 - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;

- c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro (art. 139 del D.P.R. n.207/2010), dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione.
 3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale.
 4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
 5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa.

ART. 66 NORME DI MISURAZIONE

Per quanto attiene alle modalità di misurazione di quantità, materiali e lavorazioni si fa riferimento alle istruzioni riportate nel Prezziario Regione Emilia Romagna 2015 "DISPOSIZIONI PRELIMINARI: NORME PER LA MISURAZIONE DELLE OPERE" che qui si intendono integralmente richiamate, se non in contraddizione con le norme seguenti.

Nello specifico:

66.1 DEMOLIZIONE E RIMOZIONE

Tutti gli articoli devono intendersi compresi di impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire, la frantumazione delle strutture demolite, la deferizzazione delle stesse, la separazione degli inerti dal ferro di armatura, l'onere per la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni, il calo in basso e il tiro in quota, il carico, il trasporto, lo smaltimento del materiale ottenuto in sito autorizzato secondo le disposizioni impartite dalle normative vigenti e relativi oneri di discarica, o in altro luogo diversamente indicato dalla D.L. nell'ambito del cantiere compreso la sistemazione del materiale.

Eventuale materiale proveniente dalle demolizioni potrà essere riutilizzato in cantiere per rinterri di scavi, solo previo giudizio insindacabile della D.L..

66.2 STRUTTURE IN LEGNO

Tutti gli articoli devono intendersi compresi di scarico e tiro in quota, di picchetti, funi di linea vita e cestelli per il montaggio, l'accatastamento del materiale di risulta in cantiere e trasporto in discarica a qualunque distanza con relativi oneri, il rilievo a misura, i materiali vari e ferramenta per il corretto assemblaggio degli elementi in legno e del loro collegamento alle strutture (chiodi, viti bullonerie), le assistenze murarie, il trattamento antitarlo fungicida e quant'altro si renda necessario per dare l'opera finita montata a regola d'arte.

Si comprendono altresì i disegni esecutivi d'officina (da sottoporre per approvazione alla D.L.) e la relazione di calcolo firmate da tecnico abilitato.

66.3 STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

Tutti gli articoli devono intendersi compresi di pezzi speciali anche di grandi dimensioni (piastre, squadre, tiranti, controventi, fazzoletti, tirafondi, dime, calastrelli, ecc.), sfridi, saldature anche in opera, forature, tassellature, bullonature, chiodature, zanche per il collegamento degli elementi metallici alle strutture.

E' compreso altresì le assistenze murarie per la posa in opera, il tracciamento, il posizionamento, il centramento, la messa in piombo e la manovalanza in aiuto ai posatori, i rilievi e misurazioni delle opere esistenti entro cui collocare gli elementi di carpenteria, il trasporto anche "eccezionale", inclusi permessi e autorizzazioni, la movimentazione dei materiali in cantiere, il tiro in alto dei materiali, il montaggio delle

strutture con l'utilizzo degli idonei mezzi, soppalchi, carpenterie provvisorie per il posizionamento, i ponteggi di servizio a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, le eventuali puntellature, il carico, trasporto, scarico e conferimento a discarica autorizzata dei materiali di risulta non trattenuto per eventuale reimpiego, l'eventuale fornitura e posa in opera di malta a ritiro compensato tipo "Emaco" per riempimenti e livellamenti di superfici non planari, l'accurata pulizia dei locali a lavori ultimati, prove sui materiali comprovanti la qualità richiesta dalla normativa (Rx, magnetiche, liquidi penetranti), fornitura dei certificati di prova dei materiali, a norma di legge, l'assistenza al collaudo e quant'altro non menzionato ma necessario per garantire una lavorazione eseguita a perfetta regola d'arte.

La fornitura comprenderà i disegni esecutivi e costruttivi d'officina e le relazioni di calcolo per approvazione della D.L.

Nel caso di elementi di carpenteria metallica inseriti nei getti di calcestruzzo si dovrà avere cura di eliminare zinco, vernici e ogni prodotto che possa ridurre o eliminare l'aderenza tra i due materiali.

Le caratteristiche dei profili in ferro dovranno risultare conformi a quanto riportato nella tabella nelle note della carpenteria metallica indicata sugli elaborati grafici di progetto.

66.4 IMPERMEABILIZZAZIONE E ISOLAMENTI

Tutti gli articoli devono intendersi compresi di oneri per i risvolti necessari per costruire una barriera termica ed acustica continua, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto o in basso, l'avvicinamento al luogo di posa di tutti i materiali necessari, le eventuali assistenze murarie, il materiale di consumo, lo sfrido per il taglio a misura dei pannelli, dei teli, delle guaine e degli isolamenti, il calo, carico e trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate e relativi oneri