

LEGGE 191/2009 – D.G.R. N. 409 del 21/03/2022

ACCORDO DI PROGRAMMA TRA MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE E LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, IN DATA 3 NOVEMBRE 2010, FINALIZZATO ALLA PROGRAMMAZIONE E AL FINANZIAMENTO DI INTERVENTI URGENTI E PRIORITARI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO. PRESA D'ATTO DELLE MODIFICHE INTERVENTUE SU ALCUNI INTERVENTI.

Lavori di consolidamento e messa in sicurezza del dissesto che minaccia l'abitato di Cavola in Comune di Toano (RE).

Codice lavori: 08IR419/G1 (Rendis)**Importo Complessivo: € 414.000,00****CIG: _____ CUP: F77H21010750001****Coordinate WGS84: Lat. 44.405393; Long. 10.534502**

PROGETTO ESECUTIVO

Allegato n. 10	RELAZIONE SUI MATERIALI
---------------------------	--------------------------------

Gruppo di progettazione:

Ing. Nicola DE SIMONE
(*Responsabile del progetto*)

Dott. Geol. Giovanni BERTOLINI

Dott. Geol. Roberto SPAGNI

Ing. Maria Azzurra AMADUCCI

Ing. Rimondi TIBERIO
(*Coordinatore per la sicurezza in fase progettuale*)

Visto di validazione

(*art. 26 co. 8 D.Lgs. n. 50/2016*)

La Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Federica PELLEGRINI

SEDI OPERATIVE

Via Emilia Santo Stefano, 25
Via della Croce Rossa, 3

42121 REGGIO EMILIA
42122 REGGIO EMILIA

Tel. 0522.407711
Tel 0522 585911

Fax 0522.407750

PEC: stpc.reggioemilia@postacert.regione.emilia-romagna.it

E-mail: stpc.reggioemilia@regione.emilia-romagna.it

PREMESSA

I materiali ed i prodotti per uso strutturale delle opere soggette al rispetto delle NTC devono corrispondere alle specifiche di progetto che provvedono alla loro identificazione e qualificazione con riferimento alle prescrizioni contenute nel Cap.11 delle NTC2018.

I materiali ed i prodotti di cui è prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere altresì sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC2018. Esse sono dettagliatamente richiamate dalla presente relazione (vedi norme di settore richiamate in appendice).

Costruzioni di calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, quest'ultimo viene titolato e identificato mediante la **classe di resistenza** contraddistinta dai **valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale**, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (§ 11.2).

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2016 e nella UNI 11104:2004.

Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tab.4.1.I riportata nelle NTC 2018.

Tab. 4.1.I – Classi di resistenza

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Oltre alle classi di resistenza riportate in Tab. 4.1.I si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.II, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al caso C) del § 11.1.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tab. 4.1.II – Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Verifiche degli stati limite

Resistenze di progetto dei materiali

Calcestruzzo

Per il calcestruzzo la resistenza di progetto a compressione, f_{cd} , viene determinata tramite prove sperimentali in regime uniassiale su campioni di forma cubica o cilindrica (15x30cm). La normativa individua diverse classi di resistenza del calcestruzzo in funzione dei valori di resistenza caratteristica a compressione, cilindrica e cubica, indicate con la sigla C f_{ck}/R_{ck} , e legate dal rapporto $f_{ck}/R_{ck} = 0,83$. La **resistenza di progetto** viene quindi indicata con la formula:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$

Dove $\alpha_{cc} = 0.8$ è il **coefficiente riduttivo** per le resistenze di lunga durata, $\gamma_c = 1.5$ è il **coefficiente parziale di sicurezza** relativo al calcestruzzo e f_{ck} è la **resistenza caratteristica cilindrica a compressione** del cls dopo 28 giorni.

Acciaio

L'acciaio solitamente impiegato nelle strutture in c.a. è il tipo B450C, i cui valori nominali di **resistenza allo snervamento e a rottura** valgono rispettivamente 450 e 540 MPa. La resistenza di progetto dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Dove γ_s è il **coefficiente parziale di sicurezza** relativo all'acciaio, ed f_{yk} per l'armatura ordinaria è la **tensione caratteristica di snervamento** dell'acciaio.

Stati limite di esercizio

Stato limite di fessurazione - Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle **Linee Guida per il**

calcestruzzo strutturale emesse dal **Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**.

Tab. 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

PRESCRIZIONI GENERALI NORMATIVA - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Conglomerato

Non è ammesso l'uso di conglomerati di classe inferiore a **C20/25**.

Acciaio

Per le strutture si deve utilizzare acciaio **B450C** di cui al § 11.3.2.1 delle NTC 2018.

Si consente l'utilizzo di acciai di tipo **B450A**, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le **reti** e i **tralicci**; se ne consente inoltre l'uso per l'**armatura trasversale (staffe)** unicamente se è rispettata almeno una delle seguenti condizioni: **elementi in cui è impedita la plasticizzazione** mediante il rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze, **elementi secondari** di cui al § 7.2.3, strutture poco dissipative con fattore di struttura $q=1,5$.

Acciaio per calcestruzzo armato

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 delle NTC2018 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.Ia

$f_{y\text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t\text{ nom}}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche		Requisiti	Fratte (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
		$< 1,35$	
	$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:			
	$\phi < 12\text{ mm}$	4 ϕ	
	$12 \leq \phi \leq 16\text{ mm}$	5 ϕ	
	per $16 < \phi \leq 25\text{ mm}$	8 ϕ	
	per $25 < \phi \leq 40\text{ mm}$	10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3 delle NTC2018.

Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ic.

Tab. 11.3.Ic

Caratteristiche		Requisiti	Fratte (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
	$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:			
	per $\phi \leq 10\text{ mm}$	4 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3. delle NTC 2018.

In questo ambito di indirizzo generale della norma i materiali scelti sono indicati nella seconda parte.

Acciaio per strutture metalliche

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle NTC 2018

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del §11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a 100°C)

densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle seguenti tabelle del capitolo 4.

Tab. 4.2.I – Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tab. 4.2.II - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		
S460 NH/NHL	460	550		

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda a quanto indicato al § 11 delle NTC 2018.

In questo ambito di indirizzo generale della norma i materiali scelti sono indicati nella seconda parte.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

Acciai laminati a caldo per impieghi strutturali tipo S355.J2

Nuove norme tecniche per le costruzioni (DM Infrastrutture 17 gennaio 2018): § 11.3.4

Acciaio per piastre tiranti tipo S355.J2

Tensione di snervamento f_{yk} : 355 N/mm²

Tensione di rottura f_{tk} : 510 N/mm²

Norma numero: UNI EN 10025-2:2005

Titolo: Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

Data entrata in vigore: 01 aprile 2005

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 10025-2 (edizione novembre 2004). La norma, insieme alla parte 1, specifica le condizioni tecniche di fornitura per i prodotti piani e lunghi e per i prodotti semilavorati che diventeranno prodotti piani e lunghi laminati a caldo di acciai non legati.

Norma numero: UNI EN ISO 1461:2009

Titolo: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova

Data entrata in vigore: 09 luglio 2009

Sommario: La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN ISO 1461 (edizione maggio 2009). La norma specifica le proprietà generali e i metodi di prova per i rivestimenti applicati tramite immersione in zinco fuso (zincatura a caldo) (contenente non oltre il 2% di altri metalli) su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio.

Calcestruzzo classe di resistenza C25/30

Nuove norme tecniche per le costruzioni (DM Infrastrutture 17 gennaio 2018): §§ 11.2.9 -11.2.10 - 11.2.11

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni: $f_{ck} = 25$ N/mm²;

coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata: $\alpha_{cc}=0.85$;

coefficiente parziale di sicurezza: $\gamma_{cc} = 1.5$;

valore di progetto della resistenza del calcestruzzo a compressione: $f_{cd} = 0.85/(f_{cd}/1.5) = 14.17$ N/mm²;

resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd}=1.2$ N/mm²;

modulo elastico istantaneo: $E_c= 31500$ MPa

modulo di Poisson: $\nu = 0.2$;

peso specifico: 25 KN/m³.

Acciaio per cemento armato B450C

Nuove norme tecniche per le costruzioni (DM Infrastrutture 17 gennaio 2018): § 11.3.2

Resistenza caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450$ N/mm² ;

resistenza caratteristica a rottura: $f_{tk} = 540$ N/mm² ;

coefficiente parziale di sicurezza: $\gamma_c = 1.15$;

valore di calcolo della tensione di snervamento: $f_{yd} = f_{yk} / 1.25 = 391.3$ N/mm²;

modulo elastico: $E_s = 200000$ MPa;

deformazione corrispondente allo snervamento: $\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.00196$.

Specifiche per acciaio per tiranti

Caratteristiche dimensionali e di impiego - L'acciaio per armature dei tiranti è generalmente fornito sotto forma di:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;

Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature, vale quanto indicato al § 11.3.1.4. delle NTC 2018

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 delle NTC 2018

Caratteristiche meccaniche - Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella successiva Tab. 11.3.VII allegata alle NTC 2018

Tab. 11.3.VIII

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli e trecce	Trefoli compattati
Tensione caratteristica al carico massimo f_{ptk} N/mm ²	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820
Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua - scostamento dalla proporzionalità $f_{p(0,1)k}$ N/mm ²	na	≥ 1420	na	na
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm ²	na	na	≥ 1670	≥ 1620
Tensione caratteristiche di snervamento f_{pyk} N/mm ²	≥ 800	na	na	na
Allungamento totale percentuale a carico massimo A_{gt}	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

na=non applicabile

Nel presente progetto sono indicati n°21 tiranti permanenti costituiti da 5 trefoli da 0,6" in acciaio armonico di qualità 1670/1860 con piastra di ancoraggio e cappuccio di protezione. Gli ancoraggi devono essere ritesabili.