

COMUNE DI REGGIO EMILIA
SERVIZIO INGEGNERIA EDIFICI



COPERTURA DELLA PISTA POLIVALENTE DEL CENTRO SOCIALE PIGAL PROGETTO ESECUTIVO DELLE STRUTTURE

RELAZIONE SUI MATERIALI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
ERMES TORREGGIANI ingegnere

II PROGETTISTA:
LUCA FORTI ingegnere iscr. N. 1364

INGS
S.R.L. **PROGETTI**

Ings. Progetti Srl
Via Brigata Reggio, 24
42124 Reggio nell'Emilia
CF/P.IVA 02202350357

Marzo 2021

Sommario

1. GENERALITÀ	2
2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'OPERA E DESCRIZIONE DELLE STRUUTTURE.....	3
3. TIPO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.....	5
3.1 CEMENTO ARMATO	5
Calcestruzzi	5
Dosatura dei materiali.	6
Qualità dei componenti	6
Prescrizione per inerti	6
Prescrizione per il disarmo.....	6
Provini da prelevarsi in cantiere	7
Parametri caratteristici e tensioni limite	7
Acciaio per C.A.	9
3.2 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA.....	10
Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale.....	10
Caratteristiche minime dei materiali	10
Bulloneria	10
Saldature	11
3.4 LEGNO.....	12
Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione.	12
Classi di resistenza per legno di conifere e di pioppo.	13

RELAZIONE SUI MATERIALI

(Ai sensi del D.M. 14.01.2008, Norme Tecniche per le costruzioni)

1. GENERALITÀ.

La presente relazione si riferisce alla costruzione di:

“Copertura ad archi in legno lamellare della pista polivalente del Centro Sociale Pigal”

Località: Reggio nell'Emilia

Provincia: Reggio nell'Emilia

Regione: Emilia Romagna

Coordinate GPS: Latitudine: 44.711864 N WGS84

Longitudine: 10.649029 E WGS84

Altitudine s.l.m.: 43 m



2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'OPERA E DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE.

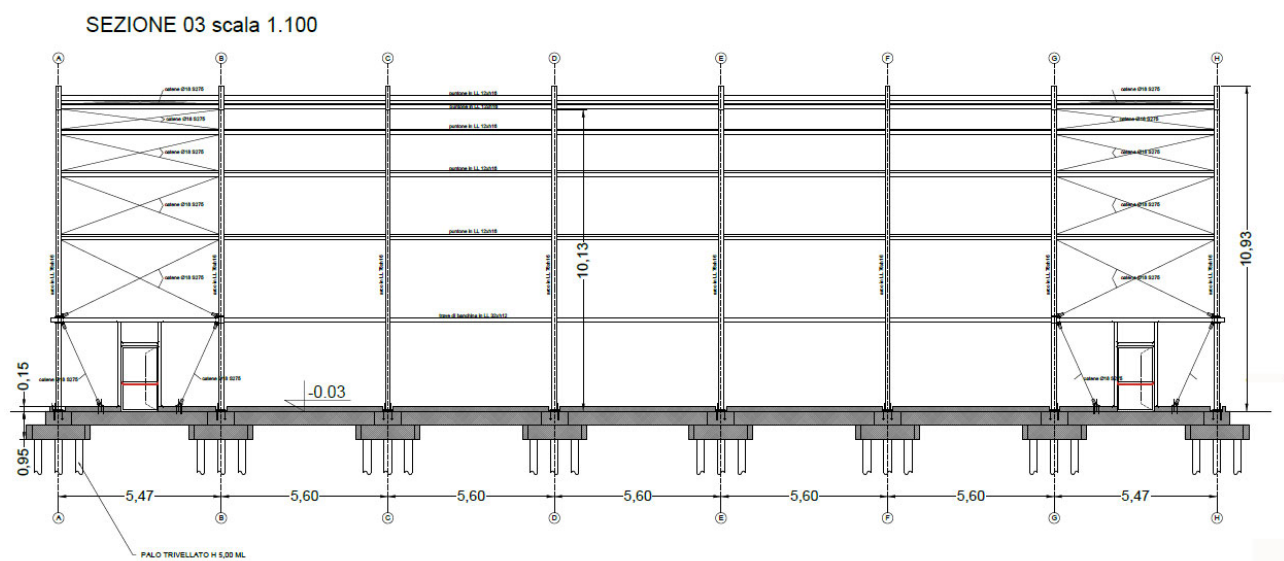
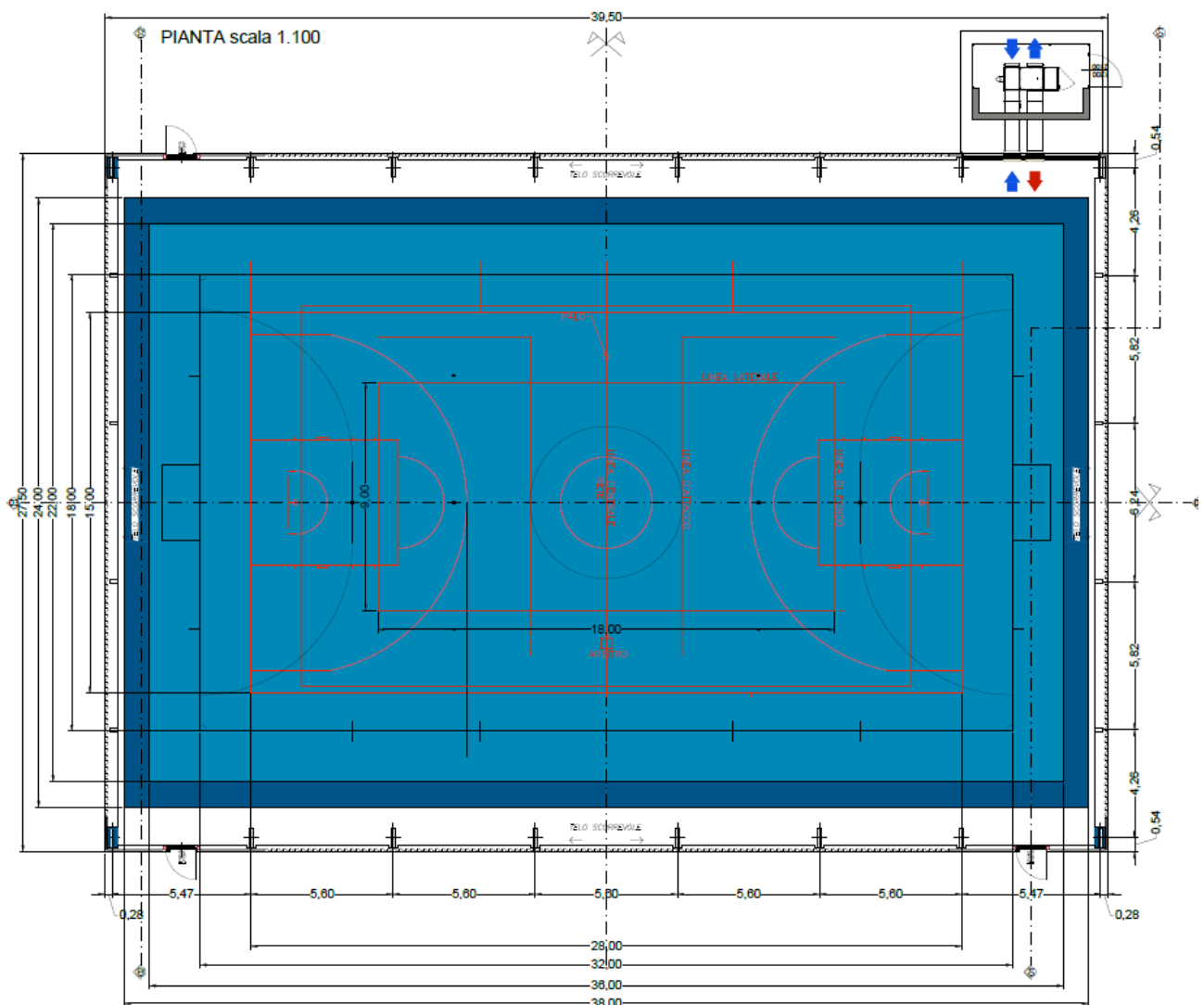
L'intervento prevede la costruzione di una copertura ad archi in legno lamellare di dimensione in pianta ml 38,00x27,50 impiegata per coprire un campo da gioco polivalente. La altezza del sistema costruttivo è 11,00 ml circa misurata al centro degli archi in legno lamellare nel punto più alto al relativo estradosso.

La copertura ad archi in legno lamellare è costituita da una struttura portante principale composta da arcate e da puntoni di collegamento realizzati anch'essi in legno lamellare dimensionata in funzione dei calcoli strutturali quindi dei carichi propri permanenti ed accidentali quali, neve, vento e azione sismica, anche se questo particolare tipo di struttura è intrinsecamente poco sensibile agli effetti del sisma vista la ridottissima massa che il terremoto è in grado di movimentare nel piano orizzontale. Sarà invece curato il dimensionamento rispetto alle altre azioni ambientali quali neve e vento nonché all'azione fuoco in quanto la normativa di prevenzioni incendi prevede una resistenza al fuoco della struttura linea pari minimo a 30 minuti.

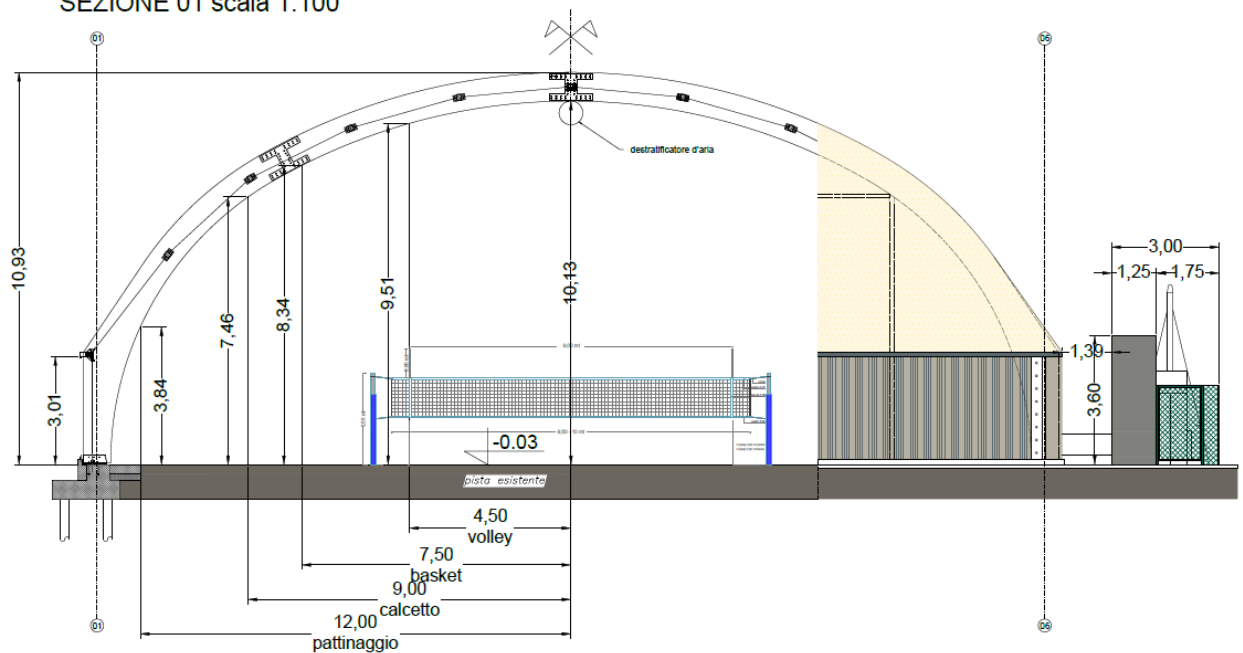
L'orditura principale è composta da archi in legno lamellare a sezione rettangolare GL28H piallato e incollato. Gli archi in legno verranno posti ad un interasse di 5,60 ml. La prima e ultima campata dovranno essere controventate con un sistema di tiranti/puntoni in acciaio zincato S355 JR in tondi del diametro di 22 mm che verranno fissati al cordolo perimetrale di fondazione con piastre in acciaio zincato S275 JR. Sui lati lunghi della struttura è posta una trave di banchina in legno lamellare GL24H della sezione 32xH12 all'altezza di circa 3,00 ml da terra sulla quale poter ancorare il telo di copertura in pvc.

Gli arcarecci e il colmo sez 12xh16 cm in legno lamellare GL24H della struttura ad archi verranno coperti esternamente con una doppia membrana a forma semicilindrica chiusa alle due estremità da due telai in legno lamellare. Le chiusure dei vuoti dei telai di estremità saranno realizzate con telo in PVC..

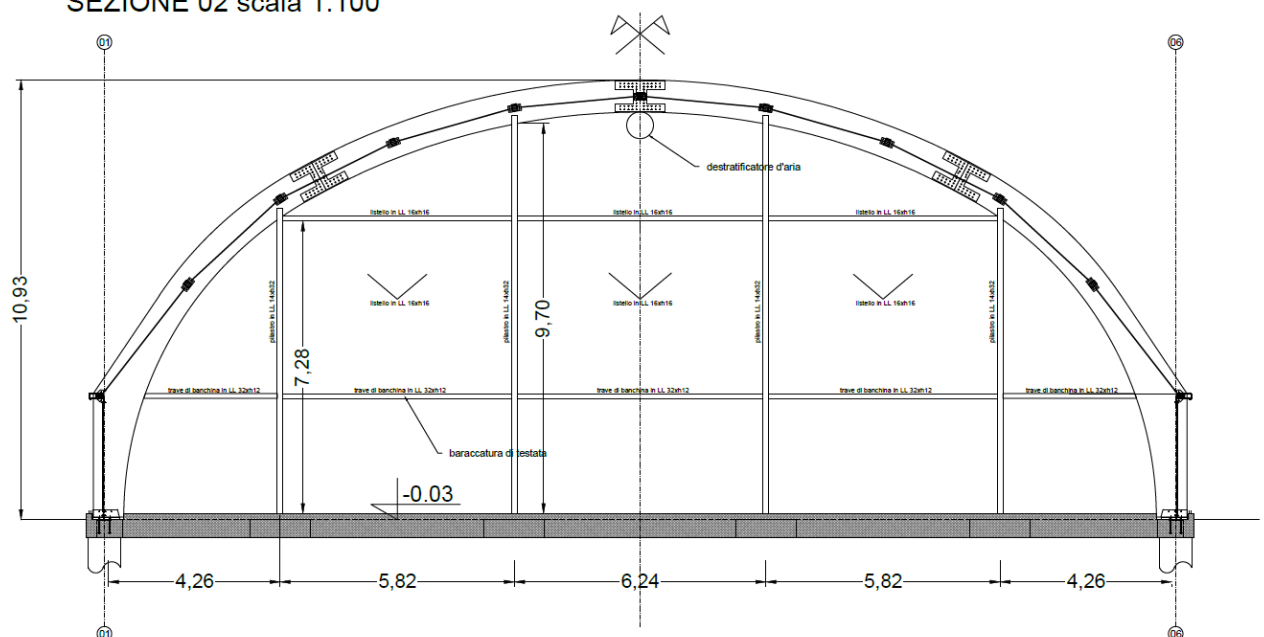
Il sistema di fondazioni sarà costituito da 16 pali pali trivellati del diametro di 80 cm e profondità di infissione 10 ml collegati in sommità da un cordolo in cls armato della sezione di 25xh60 cm a delimitazione della pista polivalente. I pali assolvono la funzione di assorbire le spinte a vuoto degli archi in legno lamellare e il taglio generato dalle azioni orizzontali quali la spinta del vento e il sisma.



SEZIONE 01 scala 1.100



SEZIONE 02 scala 1.100



3. TIPO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

3.1 CEMENTO ARMATO

Calcestruzzi

Riferimenti: D.M. 14.01.2008, par. 11.2;
Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;

UNI EN 206-1/2006;

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	28/35 N/mm ²
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrato in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	32 mm

Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere Rck *** è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m ³

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione. In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri). Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2 cubi di lato 15 cm;
un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 \cdot \sigma_{c \text{ adm}};$$

$$R_{ck} \geq R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

Parametri caratteristici e tensioni limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

Rck	fck	fcd	fctm	u.m.
250	207.5	117.6	22.6	[kg/cm ²]
300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm²]
350	290.5	164.6	28.4	[kg/cm ²]
400	332.0	188.1	31.0	[kg/cm ²]
450	373.5	211.6	33.5	[kg/cm²]
500	415.0	235.2	36.0	[kg/cm ²]

Rck	fck	fcd	fctm	u.m.
25	20.75	11.75	2.26	[N/mm ²]
30	24.90	14.11	2.56	[N/mm²]
35	29.05	16.46	2.84	[N/mm ²]
40	33.20	18.81	3.10	[N/mm ²]
45	37.35	21.16	3.35	[N/mm²]
50	41.50	23.51	3.60	[N/mm ²]

Legenda:

- fck (resistenza cilindrica a compressione);
 $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$;
- fcd (resistenza di calcolo a compressione);
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$
- fctd (resistenza di calcolo a trazione);
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$;
 $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$;
 $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$ per classi $\leq C50/60$
 $f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10]$ per classi $> C50/60$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);
0.10 mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: $10 \cdot 10^{-6} (-6) \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Viscosità $\varphi = 1.70$.

Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1

Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
--------	---------------------------	--	----------	---------	-----------	--------------------

1 Assenza di rischio di corrosione o attacco

X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico	1	---	15	---
-----------	---	---	---	-----	----	-----

2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta	5a	0,55	35	320
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani.	4a, 5b	0,50	40	340

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri	5a	0,55	35	320
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua industriali contenente cloruri (piscine)	4a, 5b	0,50	40	340
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	5c	0,45	45	360

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità	4a, 5b	0,50	40	340
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersa in acqua	5c	0,45	45	360
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare	5c	0,45	45	360

5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti *(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)						
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua	4a, 5b	0,50	40	320
XF2*	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti	3, 4b	0,50	30	340
XF3*	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo	2b, 4b	0,50	30	340
XF4*	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto od indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare	3, 4b	0,45	35	360

6 Attacco chimico **)						
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acqua reflue	5a	0,55	35	320
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi	5b	0,50	40	340
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acqua industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.	5c	0,45	45	360

*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: *moderato* occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; *elevato* alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

**) da parte di acque del terreno o acqua fluenti

Acciaio per C.A.

(Rif. D.M. 14.01.2008, par. 11.3.2)

Acciaio per C.A. B450C	
f_{yk} tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre: $6 \leq \phi \leq 40$ mm.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri ≤ 16 mm.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $6 \leq \phi \leq 16$ mm.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min}/\phi_{\max} \geq 0.6$

Acciaio per C.A. B450A	
f_{yk} tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25 \quad f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre: $5 \leq \phi \leq 10$ mm.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri ≤ 10 mm.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $5 \leq \phi \leq 10$ mm.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min}/\phi_{\max} \geq 0.6$

3.2 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2 (210.000 \text{ N/mm}^2)$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

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

Coefficiente di espansione termica lineare: $\alpha = 12*10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} (\text{per } T < 100^\circ\text{C})$

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355	S355
tensione di rottura	360 N/mm ²	430 N/mm ²	510 N/mm ²	550 N/mm ²
tensione di snervamento	235 N/mm ²	275 N/mm ²	355 N/mm ²	440 N/mm ²

Bulloneria

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	f_{tb} (N/mm ²)	f_{yb} (N/mm ²)	$f_{k,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,V}$ (N/mm ²)
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255

8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

legenda:

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0.7 f_t$ ($f_{k,N} = 0.6 f_t$ per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$ essendo f_{tb} ed f_{yb} le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$ = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$ = resistenza di calcolo a taglio

Saldature

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm²), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche: R=590N/mm²; S=420N/mm²; KV (20°C) = 50J

Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn = 1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.

3.4 LEGNO

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione.

Riferimenti:

- D.M. 14.01.2008, par. 11.7
- CNR-DT 206/2007: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di strutture in legno.
- UNI EN 338 (2004): parametri per legno di conifera o pioppo.
- UNI EN 1194 (2000): parametri per legno lamellare incollato di conifera.

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza e di rigidezza in N/mm² e di massa volumica in kg/m³ (per legno lamellare incollato omogeneo h e combinato c).

Classe di resistenza del legno lamellare incollato		GL 24h	GL 24c	GL 28h	GL 28c	GL 32h	GL 32c	GL 36h	GL 36c
Resistenza a flessione	f _{m,g,k}	24	24	28	28	32	32	36	36
Resistenza a trazione	f _{t,0,g,k}	16,5	14	19,5	16,5	22,5	19,5	26	22,5
	f _{t,90,g,k}	0,4	0,35	0,45	0,40	0,5	0,45	0,60	0,50
Resistenza a compressione	f _{c,0,g,k}	24	21	26,5	24	29	26,5	31	29
	f _{c,90,g,k}	2,7	2,4	3,0	2,70	3,3	3,0	3,6	3,3
Resistenza a taglio	f _{w,g,k}	2,7	2,2	3,2	2,70	3,8	3,2	4,3	3,8
Modulo di elasticità	E _{0,g,mean}	11600	11600	12600	12600	13700	13700	14700	14700
	E _{0,g,05}	9400	9400	10200	10200	11100	11100	11900	11900
	E _{90,g,mean}	390	320	420	390	460	420	490	460
Modulo di taglio	G _{g,mean}	720	590	780	720	850	780	910	850
Massa volumica	ρ _{g,k}	380	350	410	380	430	410	450	430

Classi di resistenza per legno di conifere e di pioppo.

Valori	Resistenze [MPa]												
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Trazione parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compressione par. alla fibra	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compressione perp. alla fibra	$f_{c,90,k}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
Taglio	f_v,k	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8	3.8	3.8
Modulo Elastico [GPa]													
Medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
Caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0	10.7
Medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.23	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.44	0.50	0.56	0.59	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00
Massa Volumica [kg/m ³]													
Massa volumica caratteristica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Massa volumica media	ρ_m	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

Ing. Luca Forti