



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Provincia di Ravenna

Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELL'ISTITUTO "A. ORIANI" DI VIA A. MANZONI, 6 - FAENZA (RA) – 1° STRALCIO – FINANZIATO CON FONDI NEXT GENERATION EU PNRR – MISSIONE 4 – COMPONENTE 1 – INVESTIMENTO 3.3 PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA. CUP J21B2000105001 - CUI L00356680397202100026

VARIANTE MIGLIORATIVA

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Marco Conti	Responsabile del Servizio: Arch. Giovanna Garzanti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Paolo Nobile



Via Argirocastro, 15 - 48122 RA
Tel. 0544 453853
Fax 0544 450337
arcolavori@arcolavori.com



Laboratorio Città di Ferrara Engineering Srl
Via Bologna, 166/A - 44122 Ferrara (FE)
email: info@lcferrara.it - Tel. 0532 209093
P.Iva/ C.F.: 01663340386

LABORATORIO
CITTÀ DI FERRARA
ENGINEERING



Marco Peroni
Ingegneria

via Sant'Antonino 1, 48018 Faenza (RA)
tel. 0546/31433 – peroni@marcoperoni.it
p.i. 02043760392

TITOLO ELABORATO: RELAZIONE SUI MATERIALI

Codice elaborato: STR 03	Revisione: 01	Data: 08/2024	Scala:	Nome file di archiviazione: 3. Relazione sui materiali
------------------------------------	-------------------------	-------------------------	--------	--

PROFESSIONISTA RESPONSABILE:

Arch. Daniele Spoletini
Ing. Marco Peroni
Ing. Giovanni Bertoli

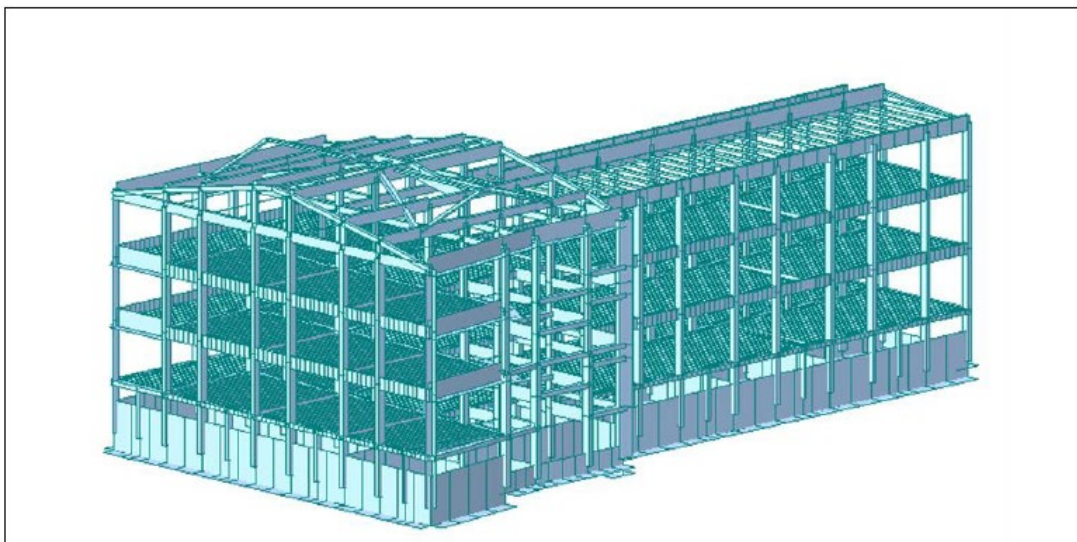
FIRMATO DIGITALMENTE

Timbro e firma del Professionista

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
00					25/09/2024
01					
02					
03					

MATERIALI ESISTENTI

CORPI A e B



Si riportano i materiali rilevati dalle campagne di indagini eseguite nel 2021 da ComSigma Srl e nel 2022 da Classedil Srl, riassunti nella Relazione illustrativa del Marzo 2023 in possesso della Committenza:

Calcestruzzo

CORPO	TIPO PROVA	CODICE	PIANO	RESISTENZA (Mpa)	RESISTENZA CORRETTA
A	Carotaggio	CA 06	Terra	8.49	8.49
B	Carotaggio	CA 01	Seminterrato	6.34	6.34
B	Carotaggio	CA 09	Primo	9.75	9.75
A	Carotaggio	C1	Seminterrato	14.83	13.29
B	Carotaggio	C6	Terra	12.57	11.25
A	Carotaggio	C10	Primo	13.64	12.21
B	Carotaggio	C15	Secondo	11.7	10.46
TOT. PROVE		7	MEDIA	11.0	10.3

Rck	Fck	γ_c	FC	Fcd
10.3	8.72	1.5	1	5.8

Acciaio d'armatura

CORPO	TIPO PROVA	CODICE	PIANO	TENSIONE DI SNERVAMENTO (Mpa)	TENSIONE DI ROTTURA (Mpa)
B	Prelievo Acciaio	BAR 01	Terra	389	574
C	Prelievo Acciaio	BAR 02	Terra	385	564
D	Prelievo Acciaio	BAR 03	Seminterrato	388	561
LA	Prelievo Acciaio	BAR 04	Terra	367	550
C1	Prelievo Acciaio	B1	Terra	388	574
LC	Prelievo Acciaio	B2	Terra	390	586
A	Prelievo Acciaio	B3	Primo	398	600
L	Prelievo Acciaio	B4	Primo	401	607
TOT. PROVE		8	MEDIA	388.3	577.0

MATERIALI UTILIZZATI

Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera

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 N/mm^2)

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

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

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

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S275
tensione di rottura	430 N/mm^2
tensione di snervamento	275 N/mm^2

BULLONERIA

Nelle unioni con bulloni (ad alta resistenza) 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)
8.8	800	649	560	560	396

- $f_{k,N}$ 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)
- $f_{k,N} = f_{yb}$ 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 600 N/mm^2), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche: $R=590 \text{ N/mm}^2$; $S=420 \text{ N/mm}^2$; 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.

Calcestruzzo per strutture

Strutture in elevazione: conglomerato cementizio classe C28/35, armatura in B450C.

Parametri caratteristici e tensioni limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

R_{ck}	$f_{ck} = 0.83R_{ck}$	$f_{cd} = (0.85 f_{ck})/1.5$	f_{ctm}	u.m.
300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm ²]
350	290.5	164.6	28.4	[kg/cm ²]

legenda:

- f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione);

$$f_{ck} = 0.83 R_{ck};$$

- f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione);

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

- f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione);

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c;$$

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm};$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] \quad \text{per classi} > C50/60$$

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

Viscosità $\varphi = 1.70$

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Condizioni ambientali:	Bagnato, raramente asciutto
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S5
Diametro massimo aggregati:	30 mm

Dosatura dei materiali per calcestruzzo gettato in opera

La dosatura dei materiali per ottenere $R_{ck}300$ è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento	370 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 18 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 (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta. Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 18 = 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 prelevare in cantiere di prefabbricazione

Un prelievo consiste nel ricavare dagli impasti, al momento della posa in opera il cls necessario per la confezione di n° 2 cubetti di lato 10 cm;

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 mc di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero. Dette R_1 , R_2 , R_3 le resistenze di prelievo, con $R_1 \leq R_2 \leq R_3$ se ne calcola il valore medio $R_{medio} = (R_1 + R_2 + R_3)/3$; il controllo ha esito positivo se sono verificate entrambe le disequaglianze:

$$R_{min} \geq R_{ck} - 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{medio} \geq R_{ck} + 30 \text{ kg/cm}^2$$

Acciaio per c.a.

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: $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

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

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: $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 10 \text{ mm}$.

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

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

Controlli in cantiere delle barre d'armatura

I controlli di accettazione delle barre d'acciaio devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto in ciascun lotto.

Valori di accettazione

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm^2	$(450-25) \text{ N/mm}^2$
f_y massimo	572 N/mm^2	$[450 * (1.25+0.02)] \text{ N/mm}^2$
Allungamento minimo	$\geq 6\%$	per acciai B450C
Allungamento massimo	$\geq 2\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1.13 \leq f_t / f_y \leq 1.37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1.13$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Faenza, giugno 2024

Ing. Marco Peroni
(documento firmato digitalmente)