



COMUNE DI PARMA
SETTORE OPERE PUBBLICHE

responsabile unico di progetto
ing. SARA MALORI

Parma Infrastrutture S.p.a.

progetto strutturale
ing. ALBERTO MORETTI

via Roma 13, Venzone (UD)

coordinamento della sicurezza in progettazione
arch. CORRADO SIGNORINI

Parma Infrastrutture S.p.a.



INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE SPAZIO IPOGEO "EX COBIANCHI" IN PIAZZA GARIBALDI LOTTO 1

CUI L00162210348202200030 - CUP I91B16000410004

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

titolo elaborato:

Relazione sui Materiali

TAVOLA:

serie	numero
Rs	02
formato	A4
scala	
file:	

1.	MATERIALI	2
1.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA	2
1.2	BULLONERIA	2
1.3	SALDATURE	3
1.4	CALCESTRUZZI	3
1.5	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO	3
1.5.1	BARRE	3
1.5.2	RETI E TRALICCI ELETROSALDATI.....	4
1.6	MALTE CEMENTIZIE.....	4
1.7	ANCORANTE CHIMICO.....	5
2.	SISTEMI STRUTTURALI	6
2.1	SISTEMI DI RINFORZO FRCM	6

1. MATERIALI**1.1 Acciaio da carpenteria**

Acciaio da carpenteria: **S275** strutture in elevazione
S355 armatura micropali

Acciai laminati				
Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale della membratura			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
EN 10025-2	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

		Valori di f_{yd}					
		f_y	235	275	355	420	460
		e_{syd} %	0,11	0,13	0,17	0,20	0,22
Y_{M0}	Resistenza delle sezioni trasversale per tutte le classi	1,05	223,81	261,90	338,10	400,00	438,10
Y_{M1}	Resistenza delle membrature all'instabilità	1,05	223,81	261,90	338,10	400,00	438,10
Y_{M2}	Resistenza delle sezioni trasversali in tensione per frattura	1,25	188,00	220,00	284,00	336,00	368,00

1.2 Bulloneria

Bulloneria: viti classe 8.8, dadi classe 10S (UNI 3740)

Il diametro del foro dovrà essere uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino al diametro di 20 mm e di 1,5 mm oltre il diametro 20 mm.

Classe	Resistenza a taglio ($f_{k,v}$) (MPa)	Resistenza a trazione / compressione ($f_{k,N}$) (MPa)	Resistenza a snervamento (f_y) (MPa)	Resistenza ultima (f_t) (MPa)	Allungamento (%)
4.6	170	240	240	400	22
5.6	212	300	300	500	20
6.8	255	360	480	600	16
8.8	396	560	640	800	12
10.9	495	700	900	1000	9
12.9	594	840	1080	1200	8

Barre filettate zincate: classe di resistenza **8.8** ($f_{yb} > 640$ MPa).

1.3 Saldature

Classe di esecuzione delle saldature UNI EN 1090: EXC2

Classi di importanza		CC1		CC2	CC3		
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC3 ^{a)}
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC4

a) EXC4 dovrebbe essere applicato a strutture speciali o strutture con conseguenze estreme di cedimento strutturale, come richiesto dalle disposizioni nazionali.

1.4 Calcestruzzi

Come indicazione generale sui materiali impiegati per la confezione del calcestruzzo si prescrive:

- acqua d'impasto limpida e priva di impurità, di solfati o gesso e non giunga da zone di ristagno all'aperto e conforme alla norma UNI EN 1008:2003
- gli inerti provengano da impianti di estrazione e lavaggio autorizzati, ottenuti da rocce non gelive o friabili e con granulometrie ben assortite. Limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati secondo norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005
- cemento Portland

STRUTTURE IN ELEVAZIONE E IN FONDAZIONE

- pilastri, setti e muri di sostegno confezionati con calcestruzzo di classe R_{ck} 40 N/mm² ottenuto con cemento tipo I 32,5 UNI ENV 197/1:2000, sabbia e ghiaia di frantoio o di cava pulita e costituita da elementi di dimensioni < 3 cm.
- classe di lavorabilità S4,
- classe di esposizione XC1
- rapporto acqua-cemento $\leq 0,60$
- calcestruzzo C32/40
- copriferro 25 mm

Classe	R_{ck} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	$f_{ctk 0,05}$ [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{bd} [N/mm ²]
C12/15	15	12	6,8	20	1,6	1,1	0,7	1,7
C16/20	20	16	9,1	24	1,9	1,3	0,9	2,0
C20/25	25	20	11,3	28	2,2	1,5	1,0	2,3
C25/30	30	25	14,2	33	2,6	1,8	1,2	2,7
C28/35	35	28	15,9	36	2,8	1,9	1,3	2,9
C32/40	40	32	18,1	40	3,0	2,1	1,4	3,2
C35/45	45	35	19,8	43	3,2	2,2	1,5	3,4
C40/50	50	40	22,7	48	3,5	2,5	1,6	3,7
C45/55	55	45	25,5	53	3,8	2,7	1,8	4,0
C50/60	60	50	28,3	58	4,1	2,9	1,9	4,3

elevazione

1.5 Acciai per cemento armato

1.5.1 BARRE

Barre ad aderenza migliorata in acciaio B450C. Si ammettono esclusivamente acciaio saldabili qualificati e controlli nel rispetto di quanto prescritto dal DM2018 di cui ai paragrafi §11.3.2.1 e § 11.3.2.11.

tensione caratteristica di snervamento f_{yk} :	≥ 450	N/mm ²
tensione caratteristica di rottura f_{tk} :	≥ 540	N/mm ²
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5$	%

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\leq 1,25$	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	

1.5.2 RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

Acciai di reti e tralicci di reti elettrosaldati devono essere saldabili. Per le reti e i tralicci costruiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro ϕ che rispetta la limitazione $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Classe acciaio C reti e tralicci elettrosaldati (EN 1992-1-1):

- $f_{y \text{ nom}} > 450 \text{ N/mm}^2$ (frattile 5,0%);
- $f_{t \text{ nom}} > 540 \text{ N/mm}^2$ (frattile 5,0%);
- $1,15 < f_{tk}/f_{yk} < 1,35$ (frattile 10,0%); $(f_t/f_{y \text{ nom}})_k < 1,25\%$ (frattile 10,0%);
- $(A_{gt})_k > 7,5\%$ (frattile 10,0%);
- $\phi_{\text{min}}/\phi_{\text{max}} > 0,6$ (rapporto dei diametri dei fili dell'ordito);
- resistenza al taglio (frattile minimo): $0,3 \cdot A \cdot f_{yk}$ (con A area del filo).

1.6 Malte cementizie

Malta premiscelata, monocomponente, colabile, a ritiro controllato ed alta resistenza ai solfati progettata specificatamente per la realizzazione di **micropali in conglomerato cementizio**, in presenza d'acqua, laddove l'ambiente sia aggressivo o laddove le condizioni geotecniche determinano una notevole dispersione della malta tipo **Grigolin Hydrofond Ars**

HYDROFOND ARS

DATI TECNICI	PRESTAZIONI
Acqua d'impasto	ca. 14%
Spandimento senza colpi	190 - 230 mm
Massa volumica dell'impasto	ca. 2100 Kg/m ³
Granulometria max	3 mm
Resistenza meccanica a compressione (UNI 196) 28gg	> 35 N/mm ²
Resistenza meccanica a flessione (UNI 196) 28gg	6 N/mm ²
Resa teorica	ca. 1850 kg/m ³
Ritiro plastico	assente in condizioni igrometriche standard
Reazione al fuoco	classe A1

Malta fixotropica fibrata a ritiro compensato di classe R4 per **ripristino** della sezione di **calcestruzzo** tipo **RureGolg MX-R4**.

DATI IDENTIFICATIVI

Classificazione EN 1504-3:2006	Prodotto per la riparazione delle strutture di calcestruzzo: Riparazione strutturale – Classe R4
Granulometria inerte	0-3 mm
Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 2050 kg/m ³

CARATTERISTICHE TECNICHE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	REQUISITI IN ACCORDO ALLA EN 1504-3	PRESTAZIONE PRODOTTO
Resistenza a compressione	≥ 45 MPa a 28 gg	Classe R4 > 20 MPa (1gg) > 35 MPa (7gg) > 50 MPa (28gg)
Resistenza a flessione (EN 196-1)	-	> 4,5 MPa (1gg) > 6 MPa (7gg) > 7 MPa (28gg)
Contenuto di cloruri	≤ 0,05 %	Specifica superata ≤ 0,05 %
Legame di aderenza	≥ 2,0 MPa	Specifica superata ≥ 2,0 MPa
Resistenza alla carbonatazione	$d_k \leq$ calcestruzzo di controllo [MC (0,45)]	Specifica superata
Modulo Elastico a compressione a 28 giorni	≥ 20 GPa	Specifica superata ≥ 20 GPa
Compatibilità termica gelo-disgelo	Forza di legame dopo 50 cicli ≥ 2,0 MPa	Specifica Superata
Assorbimento capillare	≤ 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{-0.5}	Specifica Superata
Reazione al fuoco (D. M. 10/03/2005)	-	Euroclasse A1

1.7 Ancorante chimico

Ancorante chimico con resine vinilestere senza stirene per la realizzazione di ancoraggi strutturali o risarcitura di lesioni.

2. SISTEMI STRUTTURALI

2.1 Sistemi di rinforzo FRCM

Sistema di rinforzo FRCM per calcestruzzo composto dalla **rete unidirezionale** tipo **RureGold PBO-Mesh** da 88 g/m² e da matrice inorganica **MX-PBO Calcestruzzo** per il consolidamento all'intradosso di solette piene in c.a. e di travetti in c.a.

PROPRIETÀ DELLA FIBRA DI PBO (Poliparafenilenbenzobisoxazolo)

Tenacità	5,8 GPa
Modulo Elastico	270 GPa
Massimo allungamento a rottura	2,5 %
Densità	1,56 g/cm ³
Temperatura di decomposizione	+ 650 °C
Conforme	ISO 16120 – 1/4

PROPRIETÀ DELLA RETE PBO-MESH 88

Peso delle sole fibre di PBO	88 g/m ² in ordito
Peso totale della rete	ca. 140 g/m ²
Spessore equivalente della rete in ordito	0,056 mm ² /mm
Spessore equivalente della rete in trama	0,000 mm ² /mm
Interasse dei fili (yarn)	ca. 11 mm
Area singolo filo (yarn)	ca. 0,42 mm ²
Modulo Elastico E _r della rete secca	196 GPa
Larghezza bobina di rete	25 cm
Lunghezza bobina di rete	15 metri
Condizioni di conservazione	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto e lontano da fonti di calore
Confezione	Bobine da 15 metri h 25 cm

PROPRIETÀ DELLA MATRICE INORGANICA MX-PBO Calcestruzzo

Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 1900 kg/m ³
Tempo di applicazione a 20 °C	In 10-15 minuti inizia addensamento, eseguire ulteriore miscelazione e utilizzare sino ad un massimo di ca. 45 minuti
Temperatura di applicazione	Da +5°C sino a +35°C
Resistenza a compressione a 28 gg	≥ 40 MPa
Modulo Elastico a compressione a 28 gg	≥ 15 GPa
Resa in opera	ca. 12,4 kg/m ² per singolo strato di rinforzo (4+4 mm) ca. 18,5 kg/m ² per doppio strato di rinforzo (4+4+4 mm)
Confezione	Sacco da 25 kg in bancali in legno a perdere da 60 sacchi per un totale di 1500 kg
Condizioni di conservazione (D.M. 10/05/2004)	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto ed in assenza di ventilazione
Durata (D.M. 10/05/2004)	Massimo 12 mesi dalla data di confezionamento
Conforme	EN 1504-3

PROPRIETÀ DEL SISTEMA DI RINFORZO PBO-MESH 88 + MX-PBO Calcestruzzo

Progettazione in accordo al "CNR-DT215/2018"

Tensione limite convenzionale (valore caratteristico)	$\sigma_{lim,conv}$	Calcestruzzo	1881 MPa
Deformazione limite convenzionale (valore caratteristico)	$\epsilon_{lim,conv}$	Calcestruzzo	0,96 %
Tensione ultima del composito FRCM a rottura per trazione (valore caratteristico)	σ_u	2790 MPa	
Tensione ultima del tessuto secco a rottura per trazione (valore caratteristico)	$\sigma_{u,f}$	3288 MPa	
Modulo Elastico del tessuto secco (valore medio)	E_f	196 GPa	
Resistenza a compressione della matrice (valore caratteristico)	$f_{c,mat}$	40 MPa	
Spessore equivalente della rete in ordito	t_f	0,056 mm	
Meccanismo di crisi del sistema	-	Tipo D	
Intervallo di temperatura in esercizio	$T_{min} - T_{max}$	Da -18°C a +100°C	
Spessore di applicazione della matrice MX-PBO Muratura	-	3-5 mm per strato	
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	-	A2-s1, d0	
Certificato per i CAM		<p>Marcato CE secondo EAD 340275-00-0104 "Externally-bonded composite systems with inorganic matrix for strengthening of concrete and masonry structures"</p> <p>DOP n° R0040</p> <p>CVT n. 285 del 28/06/2023 secondo "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" in abbinamento alle rete PBO-MESH 88</p>	

Sistema FRCM per calcestruzzo composto da **rete biassiale** tipo **RureGold PBO-Mesh** da 22+22 g/m² e **matrice inorganica** tipo RureGold **MX-PBO Calcestruzzo** come presidio antisfondellamento dei solai in latero cemento.

PROPRIETÀ DELLA FIBRA DI PBO (Poliparafenilenbenzobisoxazolo)

Tenacità	5,8 GPa
Modulo Elastico	270 GPa
Massimo allungamento a rottura	2,5 %
Densità	1,56 g/cm ³
Temperatura di decomposizione	+ 650 °C
Conforme	ISO 16120 – 1/4

PROPRIETÀ DELLA RETE PBO-MESH 22/22

Peso delle sole fibre di PBO	22 g/m ² in ordito e 22 g/m ² in trama
Peso totale della rete	ca. 72 g/m ²
Spessore equivalente della rete in ordito	0,014 mm ² /mm
Spessore equivalente della rete in trama	0,014 mm ² /mm
Interasse dei fili (yarn)	ca. 14,5 mm
Area singolo filo (yarn)	ca. 0,21 mm ²
Modulo Elastico E _r della rete secca	282 GPa
Larghezza bobina di rete	100 cm
Lunghezza bobina di rete	15 m
Condizioni di conservazione	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto e lontano da fonti di calore
Confezione	Bobine da 15 m h 100 cm

PROPRIETÀ DELLA MATRICE INORGANICA MX-PBO Calcestruzzo

Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 1900 kg/m ³
Tempo di applicazione a 20 °C	In 10-15 minuti inizia addensamento, eseguire ulteriore miscelazione e utilizzare sino ad un massimo di ca. 45 minuti
Temperatura di applicazione	Da +5°C sino a +35°C
Resistenza a compressione a 28 gg	≥ 40 MPa
Modulo Elastico a compressione a 28 gg	≥ 15 GPa
Resa in opera	ca. 12,4 kg/m ² per singolo strato di rinforzo (4+4 mm) ca. 18,5 kg/m ² per doppio strato di rinforzo (4+4+4 mm)
Confezione	Sacco da 25 kg in bancali in legno a perdere da 60 sacchi per un totale di 1500 kg
Condizioni di conservazione (D.M. 10/05/2004)	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto ed in assenza di ventilazione
Durata (D.M. 10/05/2004)	Massimo 12 mesi dalla data di confezionamento
Conforme	EN 1504-3