
COMMITTENTE

CITTA' DI
VENEZIA



CITTA' DI VENEZIA
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Arch. Alberto Chinellato

PROGETTISTA



DUEBARRADUE

— STUDI ASSOCIATI DI PROGETTAZIONE —

Sede legale - Marcon (VE) via delle industrie 2|2
Sede operativa VENEZIA: via delle industrie 9 c/o VEGA, Venezia (VE)
Sede operativa PADOVA: via Vittorio Emanuele II 2/a, Conselve (PD)
T.0415101422 e-mail info@duebarradue.com P.I. 03831070275

COPYRIGHT STUDIO DUEBARRADUE. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge.

ARCHITETTO EDOARDO GAMBA
ARCHITETTO DAVIDE PESAVENTO
INGEGNERE FILIPPO VOLTAN

PROGETTO

PROGETTO ESECUTIVO

RIPRISTINO STRUTTURALE DEL PONTE LONGO
A MURANO (C.I.14626).

TITOLO

RELAZIONE GENERALE

TAVOLA N.

S.E.02.R.RIM

Scala: -
Data: 03/2022
Disegnato da: F.B.
Plottato in data: -
Commessa n. 1311/ 2022
Nome File:S.E.02.R.RIM.pdf

REVISIONI

REV.	DATA	OGGETTO
00	03/2023	PRIMA EMISSIONE
-	-- / ----	-----
-	-- / ----	-----

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	CALCESTRUZZO.....	3
2.1	CALCESTRUZZO PER MICROPALI.....	3
2.2	CALCESTRUZZO PER RINFORZI PLINTI.....	3
2.3	BETONCINO STRUTTURALE PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO (MISCELA TIPO M2).....	4
3	ACCIAIO	5
3.1	ACCIAIO PER ARMATURA DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO	5
3.2	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	5
3.2.1	Acciaio S355	5
3.2.2	Acciaio S275	6
3.2.3	Acciaio S235	6
3.2.4	Acciaio strutture esistenti	6
3.3	BULLONI	7
3.4	UNIONI SALDATE	7
4	MATERIALI PER INGHISAGGI, APPOGGI E RIPRISTINI.....	8
4.1	ANCORANTE EPOSSIDICO PER INIEZIONI DI TASSELLI / ANCORANTI (MISCELA TIPO M1)	8
4.2	BETONCINO STRUTTURALE PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO (MISCELA TIPO M2)	8
4.3	MALTA TIXOTROPICA A RITIRO COMPENSATO CON FIBRE (MISCELA TIPO M3).....	9
4.4	APPARECCHI DI APPOGGIO ELASTOMERICI ARMATI.....	9

1 PREMESSA

La presente relazione illustrativa dei materiali accompagna la relazione strutturale del ripristino strutturale del ponte Longo di Murano.

I materiali di cui si prevede utilizzazione dovranno avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quanto di seguito riportato.

Le caratteristiche dei materiali rispettano anche l'Art. 65 comma 3 lettera b D.p.r. 380/01 ex Lettera B Legge 5-XI-1971 n°1086.

2 CALCESTRUZZO

2.1 CALCESTRUZZO PER MICROPALI

Betoncino cementizio da iniezione tipo Injekt 40 di Premier Premiscelati

Premiscelato a base di cemento solfato resistente e inerti calcarei idoneo per l'intasamento di micropali. Resistenza a compressione a 28 gg. pari a 42/Nmmq.

Fluidità	180-210 mm
Dimensione massima dell'inerte	$D_{max} = 3 \text{ mm}$
Classe di esposizione	XS2
Contenuto minimo di cemento	360 kg/m ³
Acqua d'impasto	18%
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	$R_{ck} \geq 42 \text{ MPa}$

La classe di esposizione scelta XS2 si riferisce ad un ambiente marino bagnato raramente asciutto.

2.2 CALCESTRUZZO PER RINFORZI PLINTI

Classificazione secondo norma UNI-EN 206-1 e UNI 11104:2004:

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 40/50
Classe di abbassamento al cono (slump)	S5
Dimensione massima dell'inerte	$D_{max} = 20 \text{ mm}$
Classe di esposizione	XS3
Contenuto minimo di cemento	400 kg/m ³
Tipo cemento	CEM II – 42.5 N
Rapporto acqua/cemento	0.45
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	$R_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	$f_{ck} \geq 41.5 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	$f_{cd} = 23.52 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = 2.52 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E_c = 35547 \text{ MPa}$

Verifiche Stato Limite di Esercizio:

$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 24.9 \text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)

$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 18.67 \text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico quasi permanente

La classe di esposizione scelta XS3 si riferisce ad un ambiente esposto all'acqua di mare e ciclicamente asciutto e bagnato.

Limiti di fessurazione: la classe di esposizione XS3 determina condizioni ambientali molto aggressive. Considerando armature poco sensibili si hanno come limiti di apertura di fessura $\leq 0.2 \text{ mm}$ in combinazione frequente e $\leq 0.2 \text{ mm}$ in combinazione quasi permanente.

Determinazione copriferro: le condizioni ambientali aggressive e la classe C40/50 determinano un copriferro netto per gli elementi non a piastra $C=45 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$ di tolleranza $+5 \text{ mm}$ per vita nominale = 60 mm .

2.3 BETONCINO STRUTTURALE PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO (miscela tipo M2)

Betoncino cementizio premiscelato colabile espansivo per ancoraggi di precisione di grosso spessore da applicare tra plinto in c.a. e piastre di appoggio del ponte, tipo MasterFlow 980 di Basf Construction Chemical Italia (ex Emaco S33).

Acqua d'impasto (consistenza S5)	10%
Bleeding	assente
Caratteristiche espansive (in fase plastica UNI 8996)	> 0.3%
Adesione al supporto in calcestruzzo	>6.0 MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio	> 30 MPa
Modulo elastico a 28 gg UNI EN 13412	28.000 \pm 2.000 MPa
Resistenza a compressione UNI EN 12190	1 g > 35 MPa 7 gg > 65 MPa 28 gg > 75 MPa
Resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1	1 g > 6.0 MPa 7 gg > 8.0 MPa 28 gg > 9.0 MPa

Da impiegare tra piastre di appoggio e baggiole per eventuale regolarizzazione della superficie.

3 ACCIAIO

3.1 ACCIAIO PER ARMATURA DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450 C secondo UIN EN ISO 9001:2000, accertato secondo UNI EN ISO 15630-1:2004:

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C:

Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E = 206 \text{ GPa}$
	$1.15 \geq (f_t / f_y)_k < 1.35$
	$(f_t / f_{ynom})_k \leq 1.25$

3.2 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Acciaio per profilati a caldo, lamiere per piattabande, anime, irrigidimenti, e comunque per tutti gli elementi saldati, lamiere per piastre e profilati commerciali non saldati e per tubolari dei micropali
Classe di esecuzione secondo UNI EN1090 EXC3 (CC3;SC1;PC2)

3.2.1 Acciaio S355

Acciaio tipo S355 J2 G3

Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
Tensione di rottura (spessori > 40 mm)	$f_{tk} \geq 470 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento (spessori > 40 mm)	$f_{yk} \geq 335 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E = 206000 \text{ Mpa}$
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / (2(1+\nu)) = 80770 \text{ MPa}$
coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}^{-1}$ per temp. fino a 100 °C

Verifiche Stato Limite Ultimo:

$\gamma_{MAT} = 1.05$	coefficiente di sicurezza
$f_d = f_{yk} / \gamma_{MAT} = 338.10 \text{ MPa}$	se $t \leq 40 \text{ mm}$
$f_d = f_{yk} / \gamma_{MAT} = 319.04 \text{ MPa}$	se $40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$

Tale tipologia di acciaio deve essere impiegata per:

- *Armatura micropali*
- *Travi principali nuove arcate (comprese piastre di giunzione)*
- *Travi trasversali di collegamento (comprese piastre di giunzione)*
- *Strutture a sostegno tubazioni impianti*

3.2.2 Acciaio S275

Acciaio tipo S 275 J0 secondo UNI EN 10025

Tensione di rottura

$$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento

$$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E = 206000 \text{ Mpa}$$

Verifiche Stato Limite Ultimo:

$$\gamma_{MAT} = 1.05$$

coefficiente di sicurezza

$$f_d = f_{yk} / \gamma_{MAT} = 261.9 \text{ MPa}$$

se $t \leq 40 \text{ mm}$

$$f_d = f_{yk} / \gamma_{MAT} = 242.8 \text{ MPa}$$

se $40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$

Tale tipologia di acciaio deve essere impiegata per:

- *Sovrastrutture a sostegno dei gradini (comprese piastre di giunzione)*

3.2.3 Acciaio S235

Acciaio tipo S 235 J0 secondo UNI EN 10025

Tensione di rottura

$$f_{tk} \geq 360 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento

$$f_{yk} \geq 235 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E = 206000 \text{ Mpa}$$

Verifiche Stato Limite Ultimo:

$$\gamma_{MAT} = 1.05$$

coefficiente di sicurezza

$$f_d = f_{yk} / \gamma_{MAT} = 223.8 \text{ MPa}$$

se $t \leq 40 \text{ mm}$

Tale tipologia di acciaio deve essere impiegata per:

- *Sostituzione delle porzioni ammalorate delle travi principali esistenti*

3.2.4 Acciaio strutture esistenti

Le indagini in laboratorio condotte dalla ditta Geocontrolli hanno fornito i seguenti risultati:

- *le strutture delle 4 travi principali sono assimilabili ad acciaio S235 sia per resistenza che per composizione chimica fatte salve le concentrazioni di fosforo e zolfo.*
- *Le strutture a sostegno dei gradini sono in acciaio S275 (dovranno essere completamente rimosse)*
- *Piatti di rinforzo alla base del ponte acciaio inox AISI 316*

Sull'acciaio della trave principale è stata anche eseguita una prova di saldabilità con esito soddisfacente in quanto la prova di trazione ha prodotto rottura del materiale base.

3.3 BULLONI

Bulloni ad alta resistenza con viti di classe 10.9. Dadi e rosette classe 10 (associati secondo prescrizioni del D.M. 17.01.18).

Tensione di rottura	$f_{tb} \geq 1000 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_{yb} \geq 900 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a trazione	$f_{d,N} = 720 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a taglio	$f_{d,V} = 480 \text{ MPa}$

Bulloni ad alta resistenza con viti di classe 8.8. Dadi e rosette classe 8 (associati secondo prescrizioni del D.M. 17.01.18).

Tensione di rottura	$f_{tb} \geq 800 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_{yb} \geq 649 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a trazione	$f_{d,N} = 576 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a taglio	$f_{d,V} = 384 \text{ MPa}$

Per tasselli e ancoranti in barre filettate pretagliate e zincate a caldo impiegare barre con classe di resistenza 8.8.

3.4 UNIONI SALDATE

Le saldature sono eseguite secondo quanto previsto nel D.M. 17.01.2018.

Per i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d'apporto, ed i controlli per la realizzazione delle saldature si faccia riferimento al § 11.3.4.5 del DM 17.01.2018.

Si distinguono tre categorie di unioni con saldature:

- Unioni con saldature a piena penetrazione: i collegamenti testa a testa, a T e a croce a piena penetrazione sono generalmente realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati. Pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi. Una saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto.
- Unioni con saldature a parziale penetrazione: i collegamenti testa a testa, a T e a croce a parziale penetrazione vengono verificati con gli stessi criteri dei cordoni d'angolo (di cui al successivo § 4.2.8.2.4.). L'altezza di gola dei cordoni d'angolo da utilizzare nelle verifiche è quella teorica, corrispondente alla preparazione adottata e specificata nei disegni di progetto, senza tenere conto della penetrazione e del sovrametallo di saldatura, in conformità con la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.
- Unioni con saldature a cordoni d'angolo: la resistenza di progetto, per unità di lunghezza, dei cordoni d'angolo si determina con riferimento all'altezza di gola "a", cioè all'altezza "a" del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone stesso. La lunghezza di calcolo L è quella intera del cordone, purché questo non abbia estremità palesemente mancanti o difettose. Ai fini della durabilità delle costruzioni, le saldature correnti a cordoni intermittenti, realizzati in modo non continuo lungo i lembi delle parti da unire, non sono ammesse in strutture non sicuramente protette contro la corrosione. Per le verifiche occorre riferirsi alternativamente alla sezione di gola nella effettiva posizione o in posizione ribaltata. Allo stato limite ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola. Nel seguito si indicano con σ_{\perp} la tensione normale e con τ_{\perp} la tensione tangenziale perpendicolari

all'asse del cordone d'angolo, agenti nella sezione di gola nella sua posizione effettiva, e con $\sigma_{//}$ la tensione normale e con $\tau_{//}$ la tensione tangenziale parallele all'asse del cordone d'angolo. La tensione normale $\sigma_{//}$ non influenza la resistenza del cordone. Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza: $[\sigma_{\perp} 2 + 3 (\tau_{\perp} 2 + \tau_{//} 2)] 0,5 \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2})$ dove: f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati, $\beta = 0,80$ per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

In alternativa, detta a l'altezza di gola, si può adottare cautelativamente il criterio semplificato $F_{w,Ed} / F_{w,Rd} \leq 1$ dove $F_{w,Ed}$ è la forza di calcolo che sollecita il cordone d'angolo per unità di lunghezza e $F_{w,Rd}$ è la resistenza di calcolo del cordone d'angolo per unità di lunghezza $F_{w,Rd} = a f_{tk} / (\sqrt{3} \beta \gamma_{M2})$. Le verifiche possono essere condotte anche considerando la sezione di gola in posizione ribaltata secondo le indicazioni del § 4.2.8.2.4 delle NTC 2018.

4 MATERIALI PER INGHISAGGI, APPOGGI E RIPRISTINI

4.1 ANCORANTE EPOSSIDICO PER INIEZIONI DI TASSELLI / ANCORANTI (miscela tipo M1)

Ancorante epossidico per iniezioni di tasselli / ancoranti (miscela tipo M1)

Resina epossidica tipo Fischer FIS EM plus o equivalenti.

Per caratteristiche tecniche e di posa si rimanda alla scheda del produttore.

Prevedere foro nel calcestruzzo $\varnothing_{\text{foro}} = \varnothing_{\text{barra}} + 2\text{mm}$

I fori dovranno essere accuratamente puliti, si consiglia di realizzare il foro con il sistema a roto percussione.

4.2 BETONCINO STRUTTURALE PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO (miscela tipo M2)

Betoncino cementizio premiscelato colabile espansivo per ancoraggi di precisione di grosso spessore da applicare tra plinto in c.a. e piastre di appoggio del ponte, tipo MasterFlow 980 di Basf Construction Chemical Italia (ex Emaco S33).

Acqua d'impasto (consistenza S5)	10%
Bleeding	assente
Caratteristiche espansive (in fase plastica UNI 8996)	> 0.3%
Adesione al supporto in calcestruzzo	>6.0 MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio	> 30 MPa
Modulo elastico a 28 gg UNI EN 13412	28.000 \pm 2.000 MPa
Resistenza a compressione UNI EN 12190	1 g > 35 MPa 7 gg > 65 MPa 28 gg > 75 MPa
Resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1	1 g > 6.0 MPa 7 gg > 8.0 MPa 28 gg > 9.0 MPa

Da impiegare tra piastre di appoggio e baggiole per eventuale regolarizzazione della superficie.

4.3 MALTA TIXOTROPICA A RITIRO COMPENSATO CON FIBRE (MISCELA TIPO M3)

Malta cementizia fibrorinforzata tixotropica a ritiro compensato, per il ripristino superficiale dei plinti in c.a. tipo EXOCHEM FP di Cryso a base di cemento, inerti selezionati, additivi superfluidificanti, agenti per il controllo del ritiro sia in fase plastica (UNI 8996) sia in fase indurita (UNI 8147) e fibre di polipropilene. La malta tixotropica, fortemente adesiva al calcestruzzo, al laterizio e al ferro, durabile e idonea per riparazioni e rivestimenti strutturali, senza ritiro.

La malta deve essere applicata su sottofondo compatto, opportunamente irruvidito con uso di spatola o cazzuola senza necessità di casseri anche in verticale; lo spessore massimo consentito è di 50 mm per strato.

Il prodotto deve rispondere ai requisiti definiti nella UNI EN 1504/9 "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi" e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 "Riparazione strutturale e non strutturale" per malte strutturali di classe R4.

Requisiti minimi richiesti dalla norma EN 1504-3 per malte strutturali di classe R4:

Acqua d'impasto per 100 kg di premiscelato secco	15 – 16 litri
Consistenza della malta (EN 13395-1)	170 +/- 10 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	2,10 ± 0,05 g/cc
Resa (consumo di premiscelato secco)	circa 1,8 kg/m ² /mm
Espansione Contrastata	1gg > 0,04%
Resistenza Compressione 1,7,28 gg (EN 12190)	>30; >37; >54 MPa
Resistenza Flessione 1,7,28 gg (EN 196-1)	>3,5; >4,5; >7 MPa
Modulo elastico a 28gg (EN 13412)	> 24 GPa
Forza d'aderenza alla barra liscia a 28 gg RILEM-CEB-FIP- RC6-78	> 4 MPa
Forza d'aderenza alla barra aderenza migliorata a 28gg RILEMCEB-FIP- RC6-78	> 32 MPa
Adesione al calcestruzzo a 28 gg (EN 1542)	> 4 MPa
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Euroclasse A1
Resistenza ai solfati (ASTM C88)	Nessun degrado dopo 15 cicli

Per le caratteristiche chimiche, di sicurezza e di impiego si rimanda alle schede tecniche del prodotto

Da impiegare per eventuali rinforzi localizzati sui plinti esistenti.

4.4 APPARECCHI DI APPOGGIO ELASTOMERICI ARMATI

In corrispondenza dell'appoggio delle travi principali sulle spalle e sui contrafforti si prevede l'impiego di piastre tipo JOINT RGA tipo A e B o tipo Agom E-link B con una o più lamiere armate

Lamiera in acciaio S235JR

Tensione di rottura $f_{tk} \geq 360$ MPa

Tensione di snervamento $f_{yk} \geq 235$ MPa

Caratteristiche elastomero NR:

Resistenza a rottura	$\geq 16 \text{ MPa}$
Allungamento a rottura	$\geq 425\%$
Modulo G	0.9 MPa