



COMUNE DI
BELLANO

oggetto:

AMPLIAMENTO DEL SITO NATURALISTICO
DELL'ORRIDO CON IL COLLEGAMENTO E LA
RIQUALIFICAZIONE DEL GIARDINO E DELLA
TORRETTA DEL LORLA – LOTTO B

fase progettuale:

PROGETTO ESECUTIVO



allegato:

RS.02

RELAZIONE SUI MATERIALI
DELLA PARTE STRUTTURALE
DELL'OPERA

data:

APRILE 2026

aggiornamento:



Lorenzo.RIGAMONTI_ARCHITETTO.

via XX Settembre n°15 - 23822 Bellano (LC) –

c.f. RGMLNZ78L17A745N - p.IVA 04174330136

tel: 0341.820201 - e-mail: studio@rigamontiarchitetti.it

posta elettronica certificata: studio@pec.rigamontiarchitetti.it

Strutture: Ing. Christian Amigoni

Impianti: Ing. Marco Balatti

Consulenza geologica: Dott. Fabrizio Bigioli

Consulenza agronomica: Dott. Matteo Pozzi

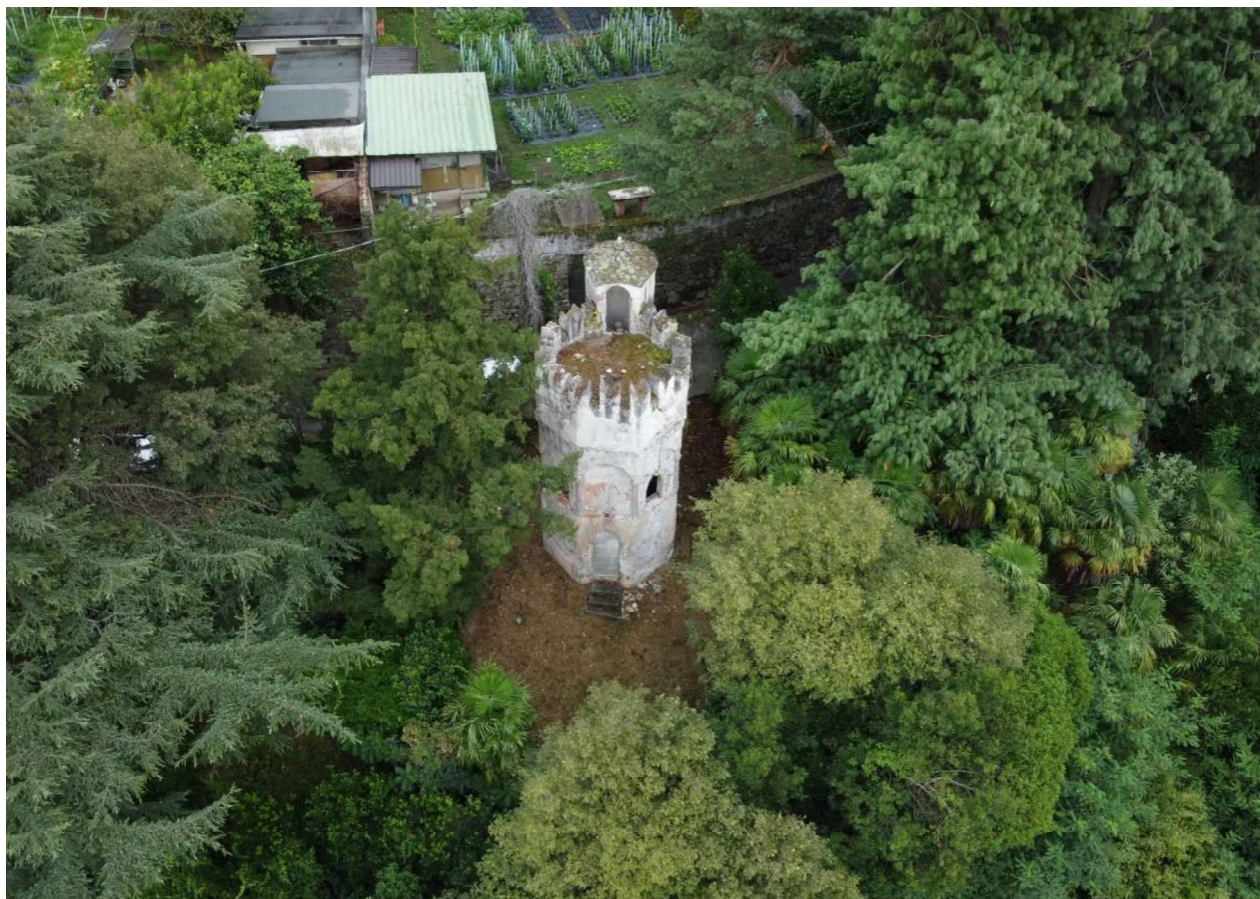
Coordinamento sicurezza: Ing. Serena Rusconi

Provincia di Lecco
COMUNE DI BELLANO

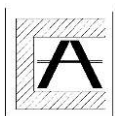
TORRETTA LORLA

RIQUALIFICAZIONE E AMPLIAMENTO DEL SITO NATURALISTICO DELL'ORRIDO DI BELLANO CON IL COLLEGAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DEL GIARDINO E TORRETTA LORLA – TRATTO B, VIA BARTOLOMEO NOGARA, 2/6 – BELLANO (LC).

Progetto esecutivo



DOC_MAT RELAZIONE SUI MATERIALI



STUDIO DI INGEGNERIA AMIGONI

Via Mazzini, n. 2 - Tel. 0341-645288 - 23801 Calolziocorte (LC)

www.studioamigoni.com

Provincia di Lecco
COMUNE DI BELLANO

TORRETTA LORLA

INDICE

RELAZIONE MATERIALI	3
1.1 Oggetto	3
1.2 Descrizione interventi	3
1.3 Normative di riferimento	3
1.4 Acciaio	3
1.4.1 Acciaio per armatura c.a.	3
1.4.2 Acciaio per profilati/travi	4
1.4.3 Acciaio per tiranti e paletti / bulbi capochiave	4
1.5 Calcestruzzo	4
1.5.1 Controlli	4
1.5.2 Tipi di calcestruzzo	5
1.5.3 Classe di resistenza	5
1.5.4 Classi di esposizione ambientale	5
1.5.5 Classi di consistenza	5
1.5.6 Aggregati	6
1.5.7 Messa in opera	6
1.6 Murature	6
1.6.1 Controlli	6
1.6.2 Classi di resistenza	6
1.7 FRP – Fiber Reinforced Polymers	7
1.7.1 Controlli	7
1.7.2 Classi di resistenza	8

Provincia di LECCO
COMUNE DI BELLANO

RELAZIONE MATERIALI

1.1 Oggetto

La presente relazione è relativa alla RIQUALIFICAZIONE E AMPLIAMENTO DEL SITO NATURALISTICO DELL'ORRIDO DI BELLANO CON IL COLLEGAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DEL GIARDINO E TORRETTA LORLA – TRATTO B, VIA BARTOLOMEO NOGARA, 2/6 – BELLANO (LC).

1.2 Descrizione interventi

Si rimanda alla relazione di calcolo strutturale

1.3 Normative di riferimento

- DM 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture in c.a.”
- UNI EN 206-1 “Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- UNI 11104 “Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”
- UNI 8520 Parte 1e 2 “Aggregati per calcestruzzo”
- UNI 7122 “Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto”
- EN 10080:2005 “Acciaio per cemento armato”
- UNI EN ISO 15630-1/2 “Acciai per cemento armato: Metodi di prova”
- EN 13670:2008 “Execution of concrete structures”

1.4 Acciaio

1.4.1 Acciaio per armatura c.a.

L'acciaio utilizzato comprende:

- Ferri d'armatura: barre d'acciaio tipo B450C ($8 \text{ mm} \leq \Phi \leq 22 \text{ mm}$)
- Reti elettrosaldate tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \Phi \leq 12 \text{ mm}$);
- Tralicci elettrosaldati tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \Phi \leq 12 \text{ mm}$);

Si riassumono di seguito le caratteristiche dell'acciaio tipo B450C

Tensione di rottura	f_t	= 540	Mpa
Tensione di snervamento	f_{YK}	= 450	Mpa
Tensione di progetto	f_{YD}	= 391,30	Mpa

1.4.2 Acciaio per profilati/travi

L'acciaio utilizzato comprende:

- Profilati d'acciaio tipo S275

Si riassumono di seguito le caratteristiche dell'acciaio tipo S275

Tensione di rottura	f_t	= 430	Mpa
Tensione di snervamento	f_{YK}	= 275	Mpa
Tensione di progetto	f_{YD}	= 261,90	Mpa

1.4.3 Acciaio per tiranti e paletti / bulbi capochiave

L'acciaio utilizzato comprende:

- Profilati d'acciaio inox tipo AISI 304

Si riassumono di seguito le caratteristiche dell'acciaio tipo AISI 304

Tensione di rottura	f_t	= 580	Mpa
Tensione di snervamento	f_{YK}	= 280	Mpa
Tensione di progetto	f_{YD}	= 266,66	Mpa

1.5 Calcestruzzo

1.5.1 Controlli

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art.59 del DPR 380/2001).

Sul calcestruzzo dovrà essere eseguito il controllo di accettazione di tipo A secondo quanto previsto dal capitolo 11 delle Norme tecniche 2018 (Punto 11.2.5.1)

1.5.2 Tipi di calcestruzzo

I calcestruzzi dovranno essere conformi alla UNI EN 206-1 e UNI 11104 e dovranno rispondere alle prestazioni riportate nella tabella riportata di seguito.

1.5.3 Classe di resistenza

La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche 2018 e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica (f_{ck} per le Norme tecniche e $f_{ck, cyl}$ per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica (R_{ck} per le Norme tecniche e $f_{ck, cube}$ per le norme europee).

Si riportano di seguito le caratteristiche dei diversi calcestruzzi utilizzati in funzione delle tipologie di manufatti da realizzare.

- Conglomerato cementizio classe C25/30 ($R_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2$) per opere di fondazione (classe di esposizione XC1 e classe di consistenza S4).

1.5.4 Classi di esposizione ambientale

La classe di esposizione del calcestruzzo è stata specificata mediante classi, in accordo alla UNI EN 206. Per quanto riguarda le strutture in elevazione, avendo presenza di mare a notevole distanza, si sono collocate in classe "XC1" ossia asciutta e senza particolari rischi di corrosione.

1.5.5 Classi di consistenza

Le classi di consistenza sono state stabilite ipotizzando l'utilizzo della pompa. Nel caso che, per motivi legati all'operatività, venga richiesto di utilizzare una classe di consistenza diversa da quella prescritta, può venire autorizzata dalla DL e annotata sull'apposito registro di cantiere, adducendo le motivazioni della variazione.

Il mantenimento della consistenza deve essere garantito per un tempo di almeno due ore dalla fine del carico dell'autobetoniera e comunque non meno di un'ora dall'arrivo dell'autobetoniera in cantiere, tempo in cui l'impresa deve completare lo scarico. Il fornitore di calcestruzzo e l'impresa devono programmare il getto in modo che il produttore cadenzii le consegne per dare il tempo necessario all'impresa di poter mettere in opera il materiale. Sono da evitare interruzioni di getto superiori ad un'ora.

1.5.6 Aggregati

Gli aggregati devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620[N16] e devono essere conformi alla norma UNI 8520-2[N15]. Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie e dei copriferri e interferri degli elementi strutturali. In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dai produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi minori o uguali a quelli prescritti.

1.5.7 Messa in opera

Durante l'esecuzione dell'opera si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature. Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo. Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati.

1.6 Murature

1.6.1 Controlli

E' compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Tutti gli elementi per muratura dovranno essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e recare la Marcatura CE, come previsto dal punto 11.10.1 delle NTC2018. Il DL deve obbligatoriamente far eseguire le ulteriori prove di accettazione in cantiere previste dalle sopracitate norme. La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN-998-2 e recare la Marcatura CE. Per la garanzia di durabilità le malte non devono contenere sostanze organiche o grassi o terrose o argillose.

1.6.2 Classi di resistenza

I valori di resistenza della muratura esistente vengono determinati riferendosi alla tabella C8.5.I della Circolare n.7 del 21 Gennaio 2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”. Per tutte le tipologie di materiali è considerato un livello di conoscenza LC1. Come definito dalla normativa, vengono utilizzati i valori minimi di resistenza ed i valori medi di rigidezza. Si riporta di seguito la tabella C8.5.I tratta dalla Circolare n.7 del 21 Gennaio 2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Per le analisi dello stato di progetto si considerano i medesimi parametri meccanici considerando che non vengono apportati interventi di consolidamento strutturale sulle pareti esistenti del fabbricato.

1.7 FRP – Fiber Reinforced Polymers

1.7.1 Controlli

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento e ad eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, delle procedure di collaudo tecnico-amministrativo.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi. Per tutti i requisiti di marcatura e qualificazione ulteriori si rimanda al capitolo 11.7 delle NTC2018.

1.7.2 Classi di resistenza

Per quanto riguarda il consolidamento delle colonnine della galleria si utilizza un sistema di rinforzo con fibre FRP con le seguenti caratteristiche.

Costruzione	Orientamento fibre		0° (unidirezionale)
	Ordito		Fibre di carbonio nere 99 %
	Trama		Filo termoplastico termosaldato alle fibre 1 %
Tipo di fibra	Fibra di carbonio ad alta resistenza		
Imballaggio		Lunghezza rotolo	Larghezza
	Rotolo	50 m	100 mm
	Rotolo	50 m	300 mm
	Rotolo	50 m	600 mm
Durata di conservazione	24 mesi dalla data di produzione		
Condizioni di immagazzinamento	Conservare nelle confezioni originali sigillate e non danneggiate, in ambiente asciutto e temperature comprese tra +5°C e +35°C, protetto dalla luce diretta del sole.		
Densità delle fibre secche	~ 1.80 g/cm³		
Spessore di progetto	0.166 mm (riferito all'area totale delle fibre di carbonio)		
Sezione trasversale	166 mm²/m (riferito all'area totale delle fibre di carbonio)		
Peso per unità di superficie	300 g/m² (riferito alle sole fibre di carbonio)		
Resistenza a trazione delle fibre secche	Valore minimo	Valore medio	(ISO 10618)
	~ 4 000 N/mm²	~ 4 900 N/mm²	
Modulo di elasticità a trazione delle fibre secche	Valore minimo		(ISO 10618)
	~ 230 000 N/mm²		
Allungamento a rottura delle fibre secche	~ 2.1 %		(ISO 10618)

INFORMAZIONI TECNICHE

Resistenza a trazione del laminato	Valore medio* ~ 3 570 N/mm ²	Valore caratteristico* ~ 3 070 N/mm ²	(EN 2561)
Modulo di elasticità a trazione del laminato	Valore medio* ~ 225 000 N/mm ²		(EN 2561)
Allungamento a rottura del laminato	~ 1.60%*		(EN 2561)
* Valori relativi alla direzione delle fibre, riferiti alle prove del Gruppo A (3 strati). Spessore laminato ~ 1.5 mm. Contenuto di fibra in volume ~ 30%, in peso ~ 40%			

Il tecnico incaricato
Ing. Christian Amigoni

