

## COMUNE DI BRIONE PROVINCIA DI BRESCIA

### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO RELAZIONE TECNICA

**LAVORO:** Consolidamento strutturale mediante chiodatura del muro di sostegno della scuola elementare "Montini Montano"

**COMMITTENTE:** Comune di Brione (BS)

N° COMMESSA 3302  
SULZANO, Aprile 2019

IL TECNICO



VERS	DATA	REDAZ.	CONTR.	DESCRIZIONE REVISIONE
V1	29/04/2019	A.Z.	B.C.	PRIMA EMISSIONE



## Sommario

1	PREMESSA.....	4
2	STATO DI FATTO E CONDIZIONI DI STATICITA' DEL MURO.....	5
3	CONSIDERAZIONI E PROPOSTA D'INTERVENTO .....	9
4	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO DI CHIODATURA .....	10
5	FORI DI DRENAGGIO .....	13
6	PREFATTIBILITA' AMBIENTALE.....	13
7	INDAGINI GEOLOGICHE-IDROGEOLOGICHE-ARCHEOLOGICHE .....	14
8	CRONOPROGRAMMA.....	15
9	QUADRO ECONOMICO DI SPESA .....	16
10	CONCLUSIONI .....	17

Gent.le  
SIG.RA SINDACA  
COMUNE DI BRIONE  
Dott.ssa Antonella Montini

Spett.le  
UFFICIO TECNICO  
COMUNE DI BRIONE  
Att.ne Responsabile area tecnica  
Dott. Arch. Giovanni Piccitto

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive l'intervento di miglioramento delle precarie condizioni statiche del muro che sostiene l'area pertinenziale della scuola "Montini Montano", posto in fregio alla pubblica via omonima. Il muro è caratterizzato da significative fessurazioni; esso ha subito visibili rotazioni e spostamenti verso valle. Nello scorso febbraio esso è stato oggetto di una "relazione tecnica preliminare" a firma del sottoscritto, che costituisce base per il progetto qui illustrato.

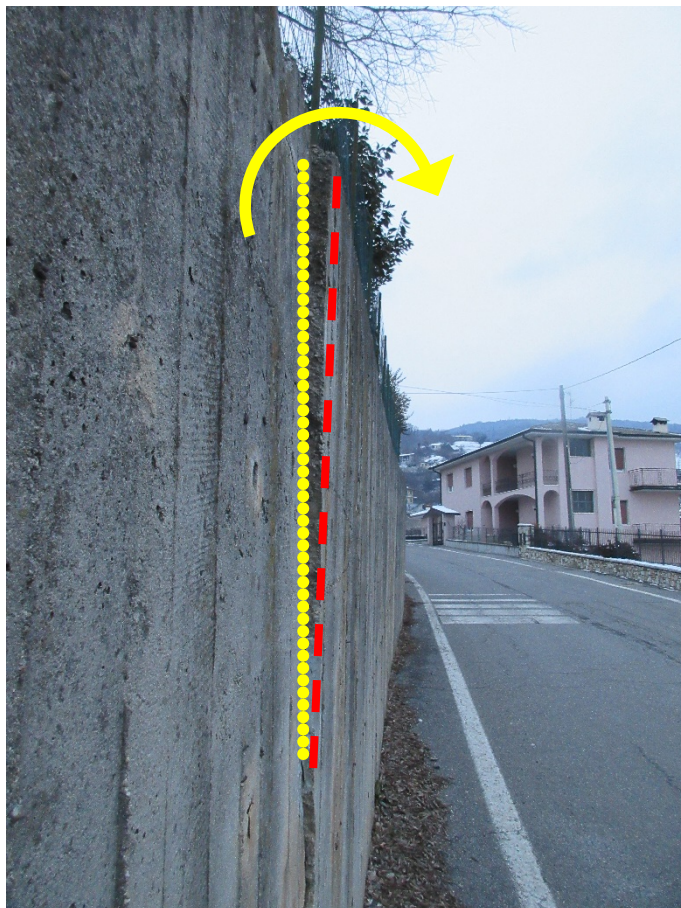


*Figura 1 : ortofoto aerea della zona di interesse*

## 2 STATO DI FATTO E CONDIZIONI DI STATICITA' DEL MURO

Il muro, realizzato in calcestruzzo probabilmente debolmente armato, manifesta evidenti rotazioni e fessurazioni, tali da non offrire più garanzie certe circa la stabilità del fronte e da far temere l'ipotesi di potenziale collasso, parziale o totale. Si noti che il muro è di fatto sprovvisto di sistemi di drenaggio e di scarico delle acque meteoriche efficienti, pertanto è molto esposto alle sovrappressioni dovute alla spinta dell'acqua, in caso di eventi meteorici. Ciò lo rende molto più vulnerabile e aumenta fortemente la criticità in relazione all'equilibrio statico.

Esso, oltre al fatto che costituisce sostegno di aree utilizzate dai bambini durante le attività scolastiche, grava sulla sottostante strada comunale, caratterizzata da apprezzabile traffico pedonale e veicolare.



*Figura 2 vista laterale del muro, particolare della evidente rotazione (linea puntinata gialla: verticale; linea tratteggiata rossa: traccia del paramento esterno; freccia gialla: raffigurazione della rotazione)*





*Figura 3: il fuori piombo del muro è chiaramente rilevabile anche a occhio nudo*



*Figura 4: particolare del distacco. Lo spostamento è dell'ordine di svariati centimetri. Si noti la presenza di un riscontro in vetro spezzato (freccia rossa), che pare essere stato posto in opera di recente. La rottura è a testimonianza del fatto che il fenomeno di cedimento e rotazione è in divenire, tutt'altro che esaurito*



***Figura 5: evidenti fessurazioni e trafilamenti di acqua. Si noti che i fori di drenaggio sono praticamente asciutti, a conferma della loro attuale inefficienza. Ciò genera pericolose sovrappressioni e incremento del rischio***





*Figura 6: elementi in carpenteria recentemente apposti a trattenimento del muro. Essi per dimensioni ed estensione possono svolgere solo una limitata azione locale, non sufficiente a garantire sicurezza al manufatto*

### 3 CONSIDERAZIONI E PROPOSTA D'INTERVENTO

A seguito di un'attenta analisi dello stato dei luoghi, tenendo in conto i seguenti aspetti salienti:

- Il muro appare alquanto deformato, tanto che un suo intervento di manutenzione straordinaria tradizionale risulta di fatto impraticabile e antieconomico, tenendo in conto altresì che geometria e armatura delle fondazioni sono ignote. Occorrerebbe demolirlo e ricostruirlo, fondazione inclusa (in quanto di certo non adeguata rispetto alle prescrizioni delle normative antisismiche oggi in vigore) con ciò necessariamente dovendo effettuare uno scavo a tergo del paramento di monte, propedeutico alla successiva ricostruzione. Detto scavo dovrebbe interessare sia le aree di pertinenza della scuola sia la sede stradale, per la realizzazione di fondazione, relativo magrone, muro in elevazione.
- Occorrerebbe, nel caso di intervento tradizionale, valutare la eventuale presenza di sottoservizi sulla sede stradale, i quali potrebbero risultare interferenti con l'intervento e dovrebbero forse a loro volta essere rimossi e successivamente sostituiti.

- La via Montini costituisce un'importante strada di collegamento. Un intervento di tipo tradizionale potrebbe comportare criticità della viabilità non solo della via stessa, ma di riflesso anche delle vie nell'intorno.

Alla luce di queste considerazioni si propone la seguente soluzione consistente nel mantenimento del muro esistente e in una chiodatura diffusa del paramento con tiranti passivi costituiti da barre cave autoperforanti tipo Sirive e creazione di rinforzo del paramento murario mediante capochiave metallici, come descritto nel seguito.

## 4 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO DI CHIODATURA

Come anticipato, in alternativa alla demolizione e ricostruzione integrale di muro e fondazione l'intervento di progetto prevede il mantenimento della struttura esistente. Sul paramento di questa vengono applicati delle speciali barre in acciaio cave con funzione di chiodatura. I tiranti passivi (chiodi) hanno una lunghezza tale da garantire un ancoraggio nel terreno in modo da contrastare gli spostamenti orizzontali.

I chiodi hanno una lunghezza di 12 m (primo ordine) e 10 m (secondo ordine) e sono distribuiti a quinconce su 2 file (ordini) con interasse orizzontale medio di 2.0 m. L'inclinazione dei chiodi è di  $25^{\circ}\div 30^{\circ}$  sul piano orizzontale. Non servono nel caso in esame dei chiodi a presidio e miglioramento del sistema di fondazione, in quanto non sono visibili cedimenti verticali.

Il sistema adottato prevede l'inserimento di barre cave autoperforanti di acciaio S 460J0 ad uso geotecnico del diametro di 32 mm, muniti di punta a perdere del diametro di 76 mm, qualificate in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018). In testa alle barre sono applicati dei capochiave metallici atti a trasferire lo sforzo sul paramento murario in c.a.

L'adozione di questi chiodi (che sono a tutti gli effetti, come detto, dei tiranti passivi) contribuisce alla stabilità dell'opera in quanto essi costituiscono una sorta di sistema di sicurezza: infatti finché la muratura esistente è in grado di garantire da sola la stabilità, i chiodi non entrano in funzione. Qualora si verificasse il superamento della situazione di equilibrio limite, la quota di spinta eccedente viene assorbita dalla chiodatura.

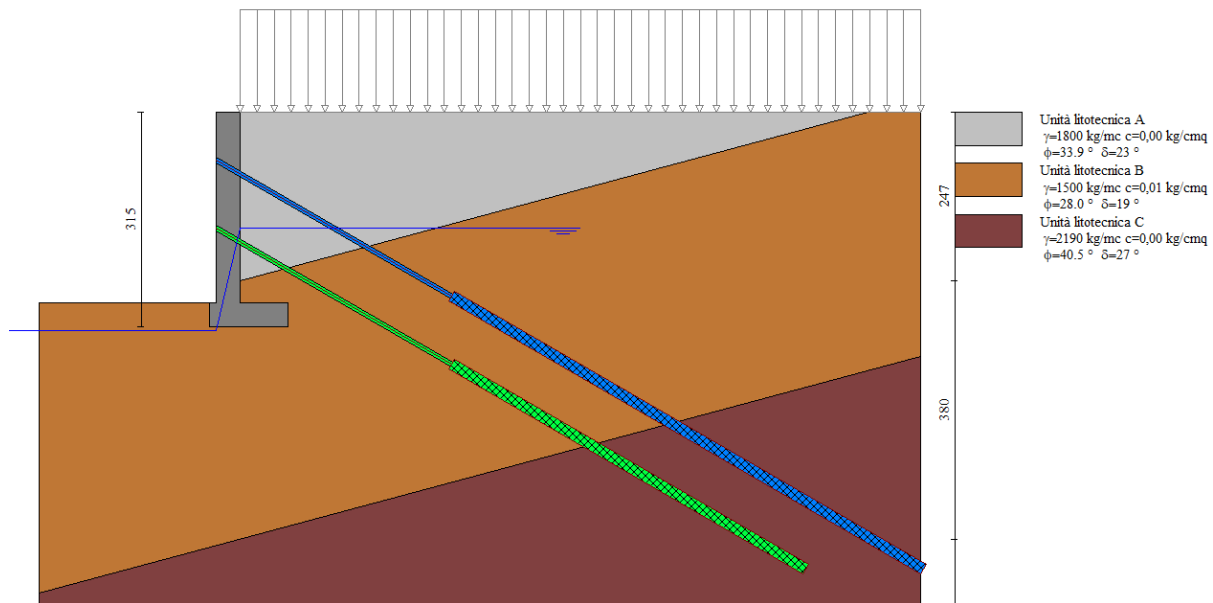
La lunghezza dei chiodi è tale da consentirne l'ammorsamento nel substrato roccioso per una lunghezza sufficiente, oltre a quella immersa nel terreno di più scarse caratteristiche geotecniche, a garantire la resistenza di progetto.

Sono da prevedersi anche fori di drenaggio e la pulizia di quelli esistenti per abbassare la spinta idrostatica a tergo del paramento murario.

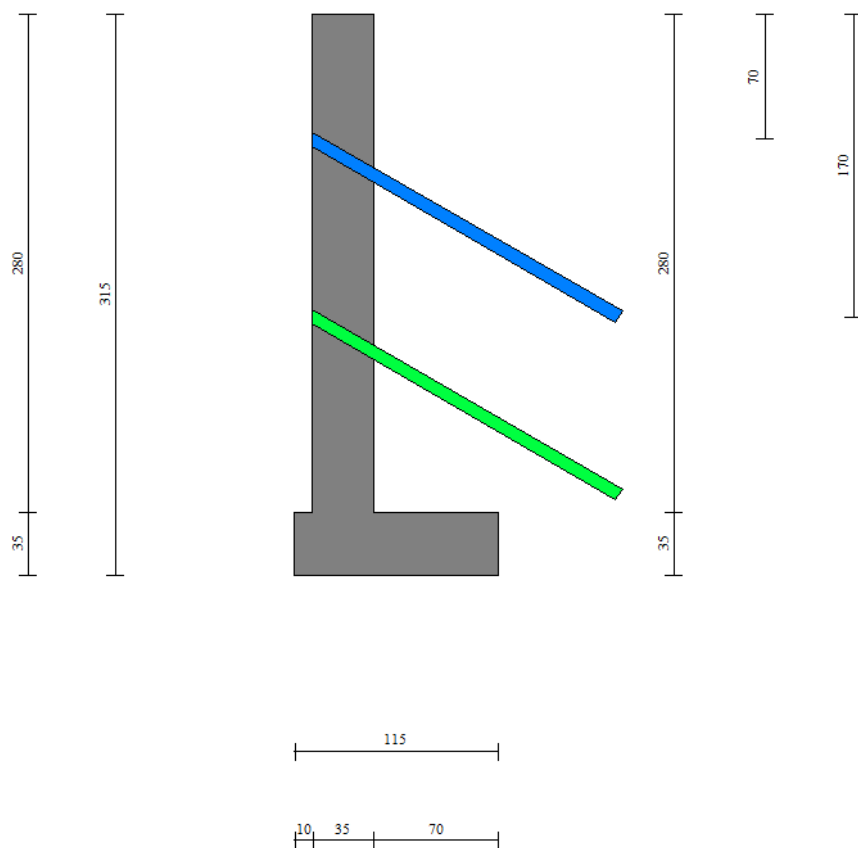
Il sistema è ovviamente progettato, diretto e collaudato da tecnico abilitato, nel rispetto della normativa vigente, ovvero le Norme Tecniche per le Costruzioni (il già citato D.M. 17/01/2018).

Senz'altro questo intervento risulta meno invasivo rispetto a qualsiasi tecnica tradizionale: non serve effettuare scavi e demolizioni alcune; anche in termini di tempo esso risulta di molto più rapida esecuzione. Si tenga presente che le piastre di contrasto dei tiranti passivi (chiodi) occupano fisicamente dello spazio in lieve aggetto (alcuni centimetri). Si evidenzia infine che, come noto in geotecnica, il sistema mette in sicurezza la struttura, esso tuttavia non può in alcun modo ridurre o annullare le rotazioni presenti: non è

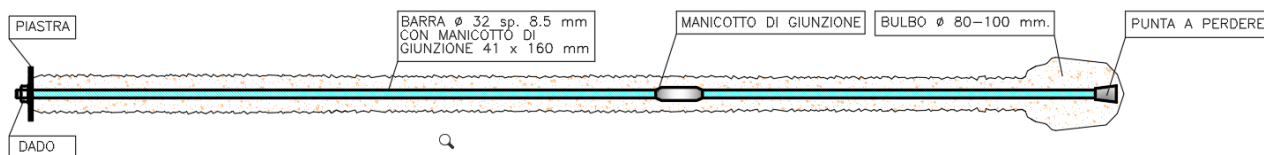
possibile riportare il paramento murario nella configurazione originaria. Le deformazioni che si sono sino ad oggi sviluppate, rimangono invariate.



**Figura 7: schema statico di progetto**



**Figura 8: particolare sezione di calcolo**



**Figura 9: sezione tipo del tirante passivo**





*Figura 10: barre cave autoperforanti*

## 5 FORI DI DRENAGGIO

Come anticipato, si prevede la realizzazione di fori di drenaggio di diametro  $\phi = 80$  mm oltre alla pulizia dei fori esistenti. I fori di drenaggio evitano la formazione di sovrappressioni, con conseguente aumento della spinta sul paramento murario, a seguito degli eventi meteorici. Date le limitate risorse economiche a disposizione, i fori di drenaggio in progetto consistono semplicemente nella foratura del muro in cemento armato, senza il posizionamento di tubi drenanti a monte, il che costituirebbe l'intervento ideale, purtroppo non realizzabile per questioni economiche appunto. D'altra parte, la semplice foratura è quanto usualmente viene fatto nelle nostre zone, senza elementi aggiuntivi. Si raccomanda tuttavia il costante monitoraggio dei fori: qualora si riscontrasse che il flusso idrico (ovviamente dopo eventi meteorici) inizia a calare, significa che essi si stanno occludendo e pertanto occorre procedere alla loro pulizia, con rimozione delle parti fini (limi, sabbie).

## 6 PREFATTIBILITA' AMBIENTALE

Come previsto dalla normativa vigente (D. Lgs. 50/2016, D. Lgs. 56/2017 codice dei contratti pubblici), è necessario valutare l'impatto ambientale prodotto dalla realizzazione delle nuove opere allo scopo di ricercare le condizioni che consentono un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale.

La considerazione fondamentale da un punto di vista ambientale è che la realizzazione dell'intervento in oggetto permette il mantenimento del paramento murario esistente e quindi non modifica le caratteristiche di percezione visiva dei luoghi, né tantomeno modifica il piazzale e le aiuole della scuola. L'unico elemento percettibile è costituito dai capochiave metallici di contrasto, che sono tuttavia di impatto ridotto e comunemente presenti in svariate opere di presidio.

Pertanto, non si ritiene necessario un maggiore approfondimento sul tema.

## **7 INDAGINI GEOLOGICHE-IDROGEOLOGICHE-ARCHEOLOGICHE**

Come richiamato per il precedente paragrafo, la normativa di riferimento prevede che vengano eseguite delle ricerche geologiche, idrogeologiche, ecc. da eseguire presso i siti interessati dall'intervento, per considerare eventuali problematiche legate direttamente alla natura del territorio.

Nel caso in esame le indagini geologiche e geotecniche sono state affidate con specifico incarico dall'amministrazione comunale ad un professionista specifico. Non si ritiene necessario effettuare altre indagini specialistiche, data la natura dell'opera.

L'indagine geologica e l'approfondimento geotecnico, a cui si rimanda, evidenziano la presenza di uno strato di terreno posto a tergo e alla base della fondazione del muro, caratterizzato da pessime caratteristiche geotecniche e meccaniche. Esse sono probabilmente la causa dell'ammaloramento del muro stesso, evidentemente sottodimensionato in relazione ai terreni d'intorno. Al di sotto di questo strato pessimo, si trova il substrato roccioso il quale ha caratteristiche meccaniche decisamente migliori.

## 8 CRONOPROGRAMMA

FASE DI LAVORO		GIORNI																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
INTERVENTO: Chiodatura muro via Montini, Brione (BS)																																
Riunione di coordinamento																																
Allestimento del cantiere		*1																														
Infissione dei tiranti nel muro controterra																																
Posa dei capochiave metallici																																
Smobilizzo del cantiere																																
INTERFERENZA		TEMPORALE																														
		SPAZIALE																														

IMPRESE APPALTATRICI			
			A Impresa affidataria opere
			B
			C

INTERFERENZE:	
X	ORDINARIA
X	PERICOLOSA
X	NON AMMESSA

\*1 N.B: le autorizzazioni e gli eventuali diritti di segreteria per la creazione del senso unico alternato sono a carico del Comune

NB al momento della stesura del presente piano non sono previste interferenze spaziali o temporali fra le diverse lavorazioni;

se in corso d'opera dovesse rendersi necessario operare con più imprese sovrapposte sarà cura dello scrivente aggiornare il presente PSC e relativo cronoprogramma, avendo cura di convocare idonea riunione di coordinamento

## 9 QUADRO ECONOMICO DI SPESA

<b>COMUNE DI BRIONE (BRESCIA)</b>					
<b>CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE MEDIANTE CHIODATURA MURO DI SOSTEGNO STRADA VIA MONTINI</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO</b>					
<i>Commessa n° 3302</i>					
<b>QUADRO ECONOMICO DI SPESA</b>					
<b>a)</b>	<b>Lavori a base d'asta</b>				
1	Opere di consolidamento strutturale			32 427,59 €	
					32 427,59 €
	<b>ONERI DELLA SICUREZZA</b>				
4	Costi della sicurezza			1 850,00 €	
					1 850,00 €
				<b><u>Totale base d'asta</u></b>	<b>34 277,59 €</b>
<b>b)</b>	<b>somme a disposizione dell'Amministrazione Comunale</b>				
*	Iva 10% opere			3 427,76 €	
*	Responsabile del procedimento			- €	
*	Spese per indennizzo proprietà privata			- €	
*	Spese notarili				
	Atto di compravendita per acquisizione area			- €	
*	Spese tecniche indagine geologica e geotecnica			950,00 €	
*	Spese tecniche progetto				
	Progetto+DDLL+cme+contabilità+capitolati				
	Progetto e coord. 81/2008				
	Progetto strutturale e denuncia opere			7 500,00 €	
*	Spese tecniche per variazione catastale				
	Variazione catastale			- €	
*	Spese tecniche collaudo				
	Collaudo statico			700,00 €	
	Contributi integrativi 4%			328,00 €	
	Contributi integrativi 2%			19,00 €	
	I.V.A. spese tecniche 22 %			2 089,34 €	
*	Imprevisti			208,32 €	
				<b><u>Totale somme</u></b>	<b>15 222,42 €</b>
	<b><u>TOTALE GENERALE PROGETTO</u></b>				<b>49 500,00 €</b>



## 10 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra e del sopralluogo effettuato in loco vale quanto segue:

- Il muro in questione appare danneggiato ed ammalorato in vari punti. Esso ha subito evidenti rotazioni e spostamenti.
- Si può ritenere che siano di fatto avvenute, nel terreno a tergo, le rotture per spinta attiva, le quali come noto hanno luogo a fronte di elevati spostamenti.
- Il muro è di fatto sprovvisto di sistemi di drenaggio e di scarico delle acque meteoriche efficienti, pertanto è molto esposto alle sovrappressioni dovute alla spinta dell'acqua, in caso di eventi meteorici. Ciò lo rende molto più vulnerabile e aumenta fortemente la criticità in relazione all'equilibrio statico.
- La sicurezza statica sia del muro stesso, sia del terrapieno di monte e della sede stradale non è, con gli elementi a disposizione e sulla base di esame visivo, garantibile.
- Di conseguenza, sia l'utilizzo del terrapieno di monte (frequentato dai bambini della scuola elementare) sia il transito veicolare e pedonale su via Montini risulta esposto a rischio.
- Si propone di intervenire con una chiodatura mediante tiranti passivi (speciali barre cave autopercoranti).
- Si raccomanda di tenere monitorata nel tempo l'efficienza dei fori di drenaggio, esistenti e nuovi.

Sulzano, 29/04/2019

Dott. Ing. Carlo Bettoni

