

**RELAZIONE SULL'ANALISI E VERIFICA STRUTTURALE DEI
MANUFATTI ESISTENTI DEL TORRENTE CARRIONE A CARRARA
- TRATTO 04 -**

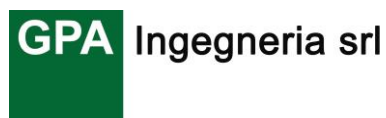
Progetto: Studio di Fattibilità
Commessa: C15003
Cliente: REGIONE TOSCANA - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
Oggetto: Analisi Strutturale dei Manufatti di Contenimento Laterali e Trasversali del torrente "Carrione". Valutazione dello Stato Attuale e Proposte di Intervento.
N. Elaborato: 02.RG.04.04

PROGETTISTA RESPONSABILE

Dott. Ing. Giovanni Cardinale

GRUPPO DI LAVORO

Strutture: Ing. Maria Letizia Pecora



**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
PER LA QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV
= UNI EN ISO 9001:2008 =**

2	Emissione	M.L.P.	G.C.	G.C.	22.04.2016
1	Emissione	M.L.P.	G.C.	G.C.	10.03.2016
0	Emissione	M.L.P.	G.C.	G.C.	29.01.2016
REV	DESCRIZIONE	Eseguito	Controllato	Approvato	DATA

Sommario

1	Premessa	3
2	Scopo	3
3	Quadro Conoscitivo Tratto 04	3
3.1	Descrizione Sintetica Opere Spondali	3
3.2	Nota sugli Interventi eseguiti e/o in esecuzione	4
3.3	Osservazioni Preliminari	4
4	Analisi e Verifica Strutturale preliminare delle opere arginali	5
4.1	Quadro normativo di riferimento	5
4.2	Condizioni di carico	5
4.3	Caratteristiche dei materiali e Geometria delle opere strutturali	5
4.4	Verifica Muro in pietra sinistra idraulica (rif. scheda 17 – sez.27)	6
4.4.1	Caratteristiche dei materiali	6
4.4.2	Verifiche del muro in pietrame.....	8
4.5	Verifica Vecchio e Nuovo Sopralzo in c.a. sinistra idraulica (rif. scheda 18 – sez.28).....	9
4.5.1	Caratteristiche dei materiali – Vecchio sopralzo	10
4.5.2	Ferri di armatura – Vecchio sopralzo.....	10
4.5.3	Ferri di armatura – Nuovo sopralzo	10
4.5.4	Verifiche del vecchio sopralzo in c.a.	11
4.5.5	Verifiche del nuovo sopralzo in c.a.....	12
4.6	Verifica Vecchio e Nuovo Sopralzo in c.a. sinistra idraulica (rif. scheda 19 – sez. 29).....	13
4.6.1	Caratteristiche dei materiali – Nuovo sopralzo	13
4.6.2	Ferri di armatura – Nuovo sopralzo	14
4.6.3	Verifiche del vecchio e nuovo sopralzo in c.a.	14
4.7	Verifica Scogliera cementata destra idraulica (rif. scheda 23-24 – sez.28-29).....	15
5	Conclusioni.....	17

1 Premessa

Le analisi che seguono si inquadrano nel carattere di “Studio di Fattibilità” di cui all’incarico ricevuto.

2 Scopo

Dare una valutazione in merito al margine di sicurezza dei manufatti arginali in destra e sinistra idrografica del torrente Carrione nel Comune di Carrara (MS) – Tratto 04.

3 Quadro Conoscitivo Tratto 04

TRATTO = 04

LOCALIZZAZIONE = dal Ponte di via Giovan Pietro al Ponte delle Ferrovie

LUNGHEZZA TRATTO = 461 m

3.1 Descrizione Sintetica Opere Spondali

Di seguito viene riportata una descrizione sintetica delle opere spondali presenti in destra e sinistra idraulica del Tratto 04. L’elenco delle tipologie spondali viene fatto a partire da valle fino ad arrivare a monte del tratto in questione.

Destra Idraulica

- Muro in c.a. costituito dal muro d’ala del ponte di via Giovan Pietro;
- Muro d’argine in scogliera cementata con muretto di sopralzo.

Sinistra Idraulica

- Muro d’argine in pietra con due sopralzi in c.a..

3.2 Nota sugli Interventi eseguiti e/o in esecuzione

Di seguito viene riportata una descrizione sintetica degli interventi eseguiti e/o in esecuzione in riferimento alle opere spondali presenti in destra e sinistra idraulica del Tratto 04.

PRATICHE SISIMICHE

Assenti.

3.3 Osservazioni Preliminari

Destra Idraulica

- Muro d'argine in scogliera cementata con muretto di sopralzo.

L'argine originario è stato oggetto di modifiche a seguito dell'evento del 2003 ai fini dell'adeguamento idraulico della sezione. Il nuovo argine è in terra, contenuto sul lato fiume da scogliera in massi ciclopici cementata. Sulla testa dell'argine è presente un muretto di altezza circa 50 cm. Criticità: presenza vegetazione alto fusto sulla testa del rilevato arginale; presenza di intasamenti della scogliera ammalorati e/o deteriorati. Presenza di n. 2 sifonamenti in corrispondenza dei condomini prossimi a Via Giovampietro su tale tratto è previsto intervento di ripristino e messa in sicurezza di Somma Urgenza Aperto **S.U.A. N. 03** - Zona: Via G. Pietro Ponte FFSS. - Tipo Intervento: Realizzazione diaframma per sifonamento. - Ente: Provincia MS.

Sinistra Idraulica

- Muro d'argine in pietra con due sopralzi in c.a..

L'argine in sx idraulica è costituito da un muro d'argine esistente in pietra con 2 rialzi in c.a. per adeguamento alla portata duecentennale su tutto il tratto eseguito nell'epoca dal 2007-2012.

Criticità: Attualmente non è stato possibile reperire la documentazione progettuale del manufatto in c.a.. Da un'analisi visiva in sinistra idraulica non sono presenti cedimenti fondali o sifonamenti.

4 Analisi e Verifica Strutturale preliminare delle opere arginali

A seguire si riportano le verifiche preliminari relative alla sicurezza strutturale dei manufatti d'argine esistenti in sinistra e destra idraulica del torrente Carrione nel Comune di Carrara (MS) – Tratto 04.

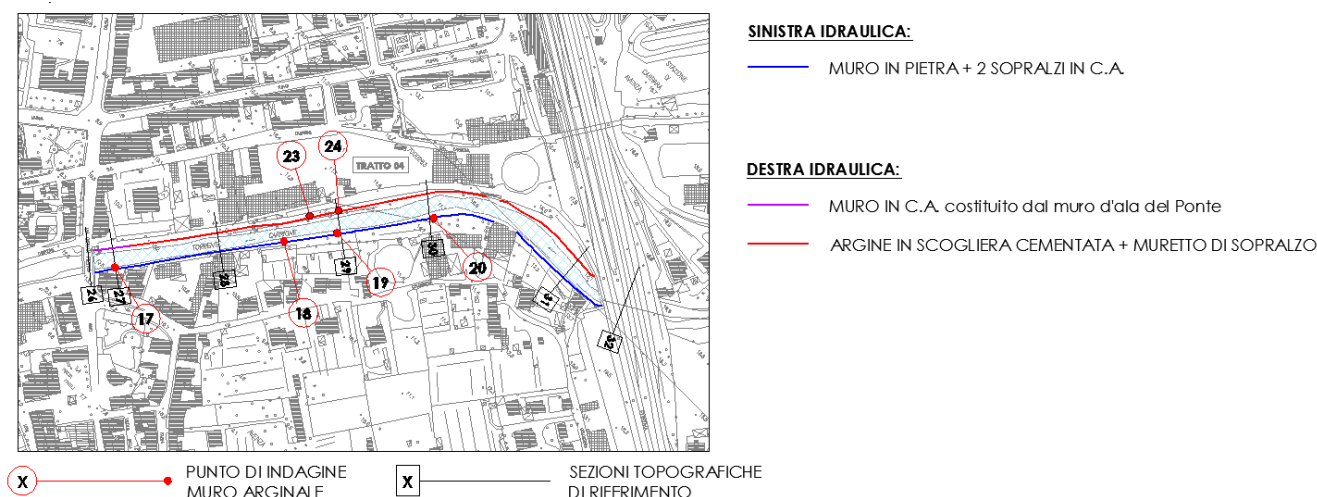


Fig. 1 – Inquadramento tratto 04

4.1 Quadro normativo di riferimento

- 1) Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 14.01.2008
- 2) Circolare esplicativa Nuove norme tecniche per le costruzioni DM 14.01.2008, n° 617 del 02.02.2009

4.2 Condizioni di carico

Si considerano le strutture arginali soggette ai seguenti carichi:

- spinta dell'acqua sotto l'azione del massimo livello di piena;
- spinta del terreno;
- sovraccarichi dove presenti.

4.3 Caratteristiche dei materiali e Geometria delle opere strutturali

I materiali e la geometria delle opere strutturali vengono caratterizzati sulla base dell'elaborazione dei risultati ottenuti dalle indagini conoscitive eseguite dal Laboratorio Sigma Etruria s.r.l. incaricato dalla Regione Toscana (prove diagnostiche in sito e in laboratorio + rilievi topografici).

4.4 Verifica Muro in pietra sinistra idraulica (rif. scheda 17 – sez.27)

Si tratta di un muro in pietra con due sopralzi in c.a..

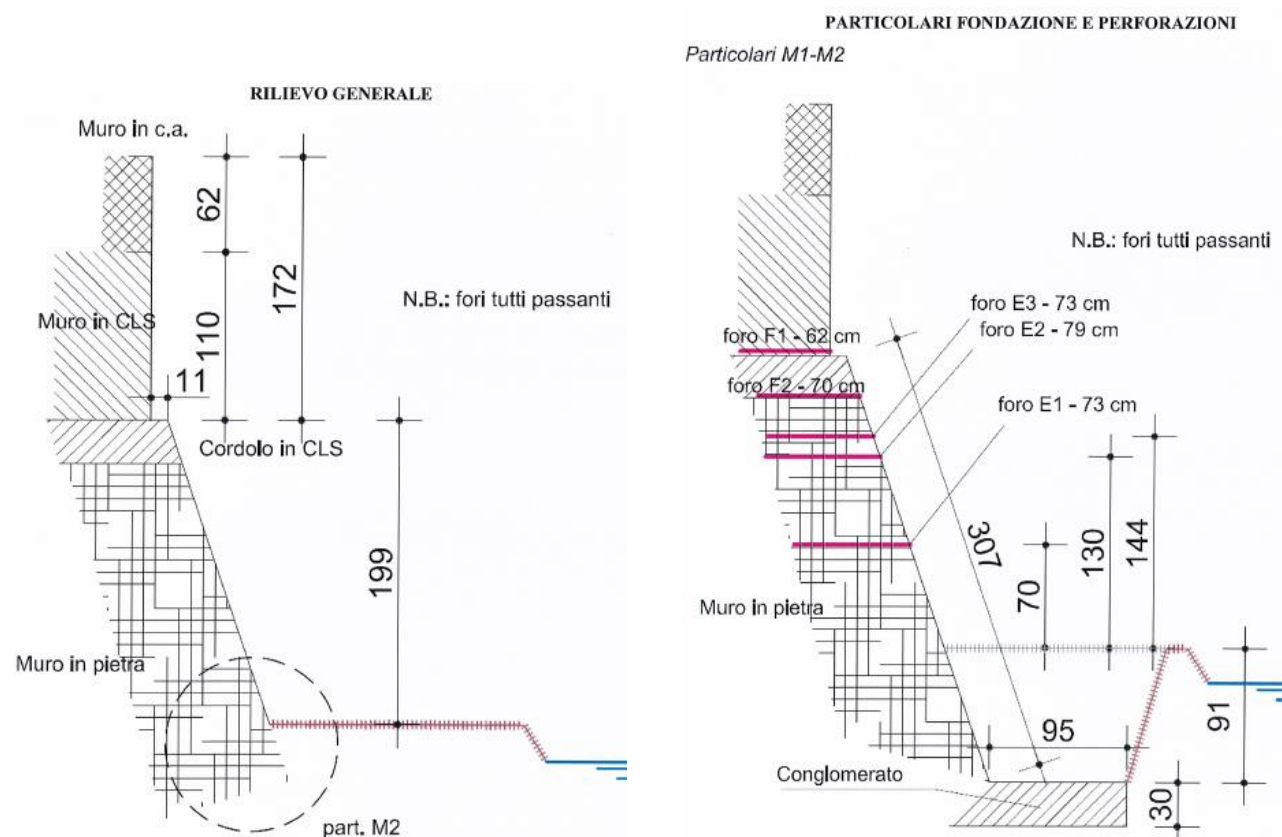


Fig. 2 – Sezione tipologica strutturale

4.4.1 Caratteristiche dei materiali

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove diagnostiche in sito (prove pnt-g sulla malta + endoscopie), la malta risulta molto scadente e la tipologia di muratura in oggetto può essere classificata come “Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari). Pertanto le caratteristiche del materiale costituente il muro in oggetto risultano scadenti.

PROVE PENETROMETRICHE SULLA MALTA PNT-G - MURO IN PIETRA					
PUNTO	PN1	PN2	PN3	PN4	media
Res. Compr. Malta [N/mm ²]	0,23	0,25	0,23		0,24

Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte; f_m = resistenza media a compressione della muratura, τ_0 = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm 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)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

ENDOSCOPIE	E1		E2		E3	
Profondità [cm]	0-80	> 80	0-79	> 79	0-73	> 73
Materiale	muro pietra	terreno	muro pietra	terreno	muro pietra	terreno

4.4.2 Verifiche del muro in pietrame

Per le verifiche del muro di base in pietra si ottengono i seguenti risultati.

	$\gamma=1.0$
AZIONI ORIZZONTALI SPINGENTI kN/m	
Spinta attiva del terreno alveo (M1)	1,40
Spinta attiva del terreno alveo (M2)	1,65
Qw - Spinta H ₂ O	106,72
AZIONI VERTICALI RESISTENTI kN/m	
W1 - Peso proprio muro	34,16
W2 - Peso proprio muro	27,51
Ws - Peso proprio sopralzo	17,20
AZIONI ORIZZONTALI RESISTENTI kN/m	
Spinta passiva del terreno strada (M1)	84,75
Spinta passiva del terreno strada (M2)	71,84

VERIFICA AL RIBALTAMENTO - EQU+M2		
MOMENTI RIBALTANTI [kNm/m] (A sfav. di EQU)	Mr [kNm/m]	247,08
MOMENTI STABILIZZANTI [kNm/m] (A fav. di EQU)	Ms [kNm/m]	102,13
	FS [-]	0,41 < 1
		NO

VERIFICA ALLO SLITTAMENTO - APPROCCIO 2	A1+M1+R3		
$\bar{\sigma}_k = \Phi'$ (M1)	24,00		
$\tan \bar{\sigma}_k / \gamma_r$	0,40		
AZIONI DI PROGETTO [kN/m] (A1 sfav. di STR)	Td [kN/m]	77,15	
RESISTENZE DI PROGETTO [kN/m] (A1 fav. di STR) (R3)	Tr [kN/m]	31,92	
	FS [-]	0,41 < 1	
			NO

Franco limite = 100 cm (Se il franco della piena rispetto alla quota di estradosso del sopralzo sul muro di base è minore di 100 cm: condizione di emergenza).

4.5 Verifica Vecchio e Nuovo Sopralzo in c.a. sinistra idraulica (rif. scheda 18 – sez.28)

Si tratta di un muro di sopralzo in c.a. su muro a gravità in pietra.

Il sopralzo in oggetto è costituito da due diversi elementi presumibilmente realizzati in epoche diverse. Le verifiche strutturali vengono eseguite considerando i due elementi separatamente poiché i saggi distruttivi in sito e le indagini pacometriche non hanno rilevato la presenza di ferri di connessione tra i due sopralzi.

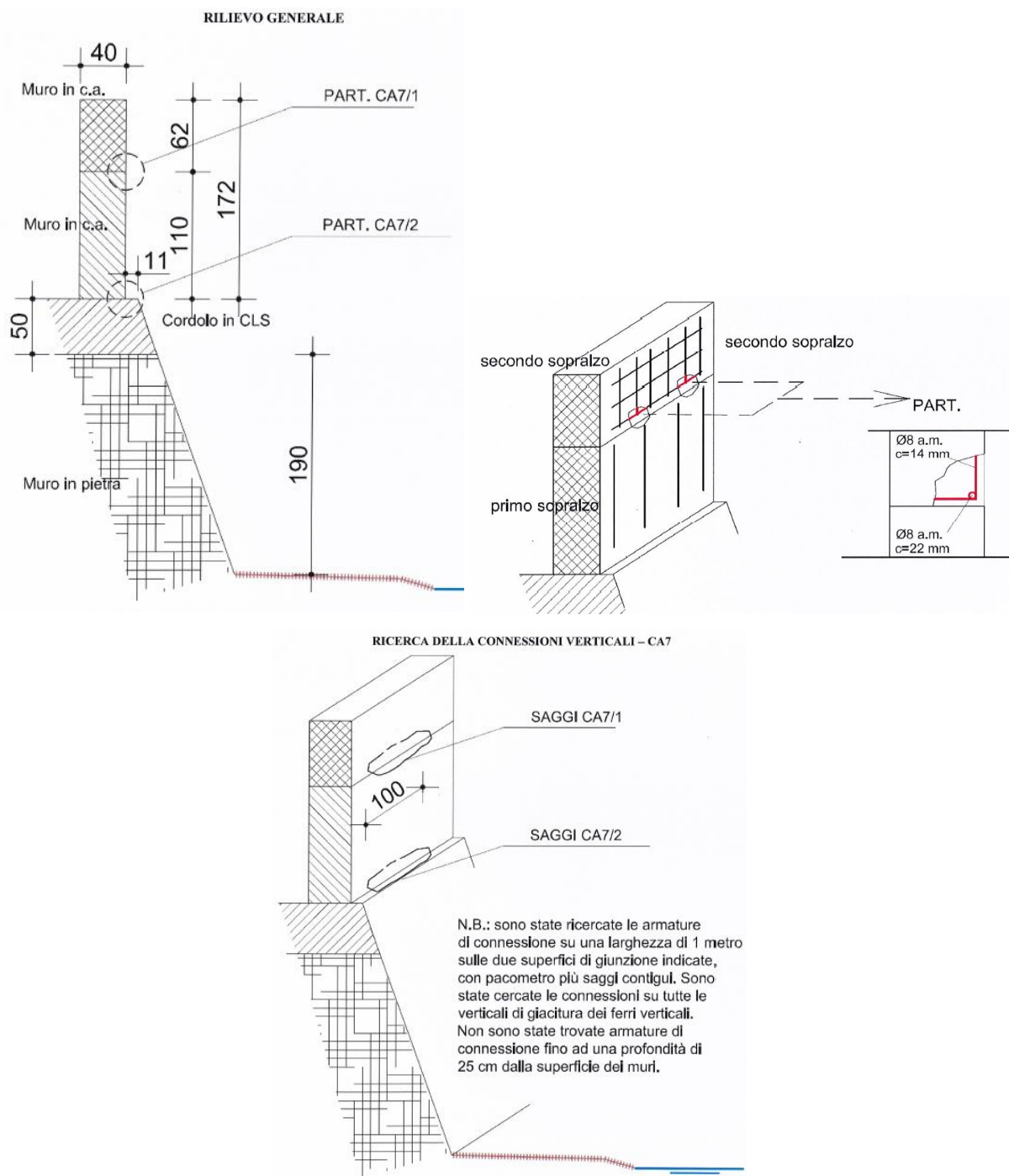


Fig. 3 – Sezione tipologica strutturale

4.5.1 Caratteristiche dei materiali – Vecchio sopralzo

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove diagnostiche in sito (prove sonreb) e in laboratorio (prove a rottura sui provini ottenuti dalle carote), si può preliminarmente considerare il calcestruzzo con cui è stato realizzato il vecchio sopralzo in c.a di caratteristiche discrete (si faccia riferimento a tal proposito alle schede di elaborazione dei risultati delle indagini in sito allegate a questo documento).

RESISTENZA MEDIA [N/mm ²]	
fcm	21,65

Resistenza di calcolo	
FC =	1,2
fcm/FC =	18,04

4.5.2 Ferri di armatura – Vecchio sopralzo

La presenza dei ferri di armatura è stata evidenziata da indagine pacometrica.

Armatura verticale rilevata: Ferri $\Phi 12$ passo 50 cm.

Armatura orizzontale non riscontrata.

Ferri di inghisaggio assenti tra il vecchio e il nuovo sopralzo → criticità

Ferri di inghisaggio assenti tra il vecchio sopralzo e il muro in pietra di base → criticità

4.5.3 Ferri di armatura – Nuovo sopralzo

La presenza dei ferri di armatura è stata evidenziata da indagine pacometrica.

Armatura verticale rilevata da indagine pacometrica: Ferri $\Phi 12$ passo 25 cm.

Armatura orizzontale rilevata da indagine pacometrica: Ferri $\Phi 12$ passo 35 cm.

Saggi distruttivi:

Armatura longitudinale: Ferri $\Phi 8$.

Armatura trasversale: Staffe $\Phi 8$.

Ferri di inghisaggio assenti tra il vecchio e il nuovo sopralzo → criticità

4.5.4 Verifiche del vecchio sopralzo in c.a.

Per le verifiche del vecchio sopralzo in c.a. si ottengono i seguenti risultati considerando che la quota di massima piena arrivi fino al sopralzo superiore.

AZIONI ORIZZONTALI SPINGENTI kN/m	
Qw - Spinta H2O	14,79
AZIONI VERTICALI RESISTENTI kN/m	
W1 - Peso proprio nervatura	11
W2 - Peso proprio muretto superiore	6,2

VERIFICA AL RIBALTAMENTO - EQU+M2			
MOMENTI RIBALTANTI [kNm/m] (A sfav. di EQU)	Mr [kNm/m]	12,72	NO
MOMENTI STABILIZZANTI [kNm/m] (A fav. di EQU)	Ms [kNm/m]	3,10	
	FS [-]	0,24 < 1	

VERIFICA ALLO SLITTAMENTO - APPROCCIO 2		A1+M1+R3	
$\delta k = \Phi' (M1)$	24,00		NO
$\tan \delta k / \gamma r$	0,40		
AZIONI DI PROGETTO [kN/m] (A1 sfav. di STR)	Td [kN/m]	22,19	
RESISTENZE DI PROGETTO [kN/m] (A1 fav. di STR) (R3)	Tr [kN/m]	6,96	
	FS [-]	0,31 < 1	

Franco limite = 70 cm (Se il franco della piena rispetto alla quota di estradosso del sopralzo superiore è minore di 70 cm: condizione di emergenza).

4.5.5 Verifiche del nuovo sopralzo in c.a.

Per le verifiche del nuovo sopralzo in c.a. si ottengono i seguenti risultati.

AZIONI ORIZZONTALI SPINGENTI kN/m	
Qw - Spinta H2O	1,92
AZIONI VERTICALI RESISTENTI kN/m	
W1 - Peso proprio nervatura	6,2

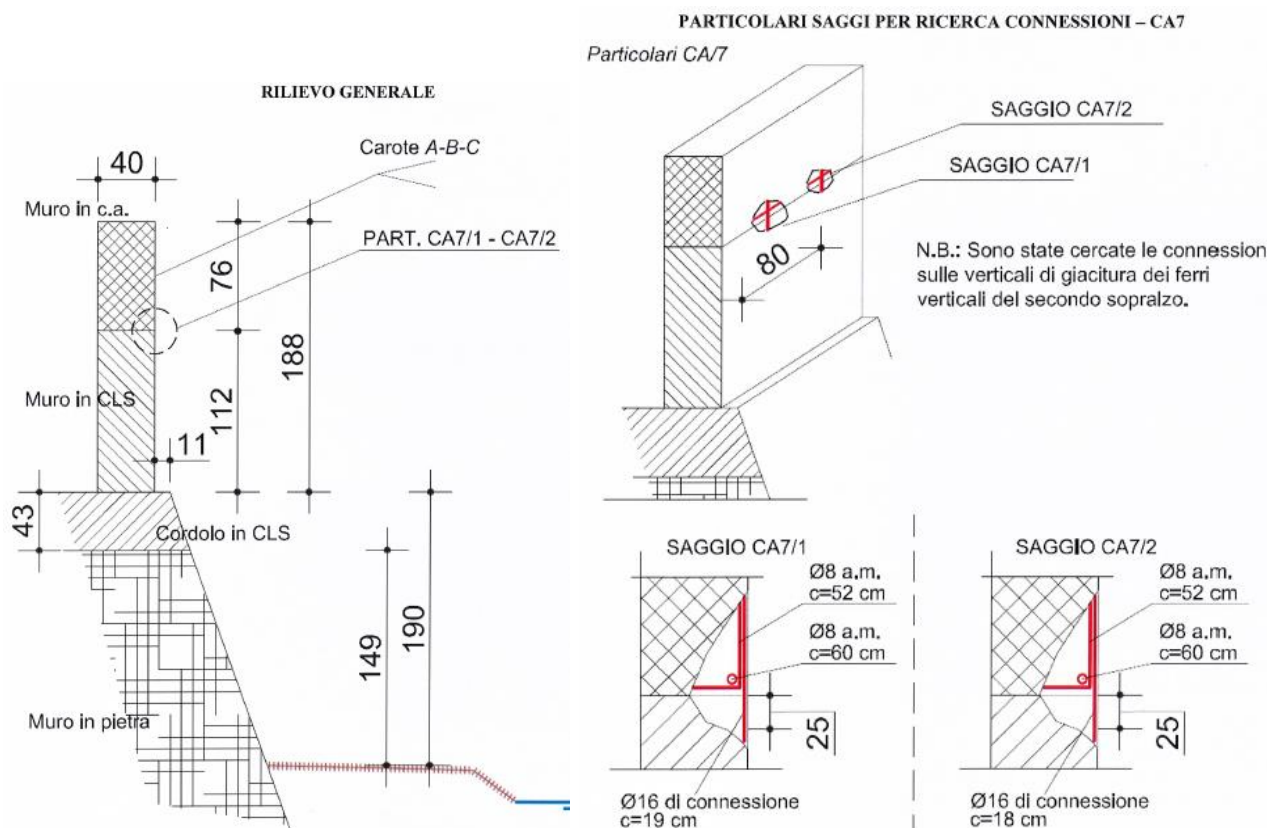
VERIFICA AL RIBALTAMENTO - EQU+M2			
MOMENTI RIBALTANTI [kNm/m] (A sfav. di EQU)	Mr [kNm/m]	0,60	OK
MOMENTI STABILIZZANTI [kNm/m] (A fav. di EQU)	Ms [kNm/m]	1,12	
	FS [-]	1,87 > 1	

VERIFICA ALLO SLITTAMENTO - APPROCCIO 2		A1+M1+R3	
$\delta k = \Phi' (M1)$	24,00		NO
$\tan \delta k / \gamma r$	0,40		
AZIONI DI PROGETTO [kN/m] (A1 sfav. di STR)	Td [kN/m]	2,88	
RESISTENZE DI PROGETTO [kN/m] (A1 fav. di STR) (R3)	Tr [kN/m]	2,51	
	FS [-]	0,87 < 1	

4.6 Verifica Vecchio e Nuovo Sopralzo in c.a. sinistra idraulica (rif. scheda 19 – sez. 29)

Si tratta di un muro di sopralzo in c.a. su muro a gravità in pietra.

Il sopralzo in oggetto è costituito da due diversi elementi presumibilmente realizzati in epoche diverse. Le verifiche strutturali vengono eseguite considerando un unico elemento poiché i saggi distruttivi in sito hanno rilevato la presenza di ferri passante di connessione tra i due sopralzi che sono resi quindi solidali tra di loro.



4.6.1 Caratteristiche dei materiali – Nuovo sopralzo

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove diagnostiche in sito (prove sonreb) e in laboratorio (prove a rottura sui provini ottenuti dalle carote), si può preliminarmente considerare il calcestruzzo con cui è stato realizzato il nuovo sopralzo in c.a di caratteristiche discrete (si faccia riferimento a tal proposito alle schede di elaborazione dei risultati delle indagini in sito allegate a questo documento).

RESISTENZA MEDIA [N/mm ²]	
fcm	19,62

Resistenza di calcolo

FC = 1,2
 fcm/FC = 16,35

4.6.2 Ferri di armatura – Nuovo sopralzo

La presenza dei ferri di armatura è stata evidenziata da indagine pacometrica.

Armatura verticale rilevata da indagine pacometrica: Ferri $\Phi 12$ passo 26 cm.

Armatura orizzontale rilevata da indagine pacometrica: Ferri $\Phi 12$ passo 20 cm.

Saggi distruttivi: Armatura longitudinale: Ferri $\Phi 8$.

Armatura trasversale: Staffe $\Phi 8$.

Ferri di inghisaggio tra il vecchio e il nuovo sopralzo = $\Phi 16 \rightarrow$ ferri passanti.

4.6.3 Verifiche del vecchio e nuovo sopralzo in c.a.

Le verifiche strutturali vengono eseguite considerando un unico elemento poiché i saggi distruttivi in sito hanno rilevato la presenza di ferri di connessione tra i due sopralzi che sono resi quindi solidali tra di loro.

AZIONI ORIZZONTALI SPINGENTI kN/m	
Qw - Spinta H2O	17,67
AZIONI VERTICALI RESISTENTI kN/m	
W1 - Peso proprio nervatura	18,8

VERIFICA AL RIBALTAMENTO - EQU+M2			
MOMENTI RIBALTANTI [kNm/m] (A sfav. di EQU)	Mr [kNm/m]	16,61	NO
MOMENTI STABILIZZANTI [kNm/m] (A fav. di EQU)	Ms [kNm/m]	3,38	
	FS [-]	0,20 < 1	

VERIFICA ALLO SLITTAMENTO - APPROCCIO 2		A1+M1+R3	
$\delta k = \Phi' (M1)$	24,00		NO
$\tan \delta k / \gamma r$	0,40		
AZIONI DI PROGETTO [kN/m] (A1 sfav. di STR)	Td [kN/m]	26,51	
RESISTENZE DI PROGETTO [kN/m] (A1 fav. di STR) (R3)	Tr [kN/m]	7,61	
	FS [-]	0,29 < 1	

Franco limite = 90 cm (Se il franco della piena rispetto alla quota di estradosso del sopralzo superiore è minore di 90 cm: condizione di emergenza).

4.7 Verifica Scogliera cementata destra idraulica (rif. scheda 23-24 – sez.28-29)

Si tratta di una scogliera cementata con muretto superiore che non ha funzione strutturale.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche dell'opera.

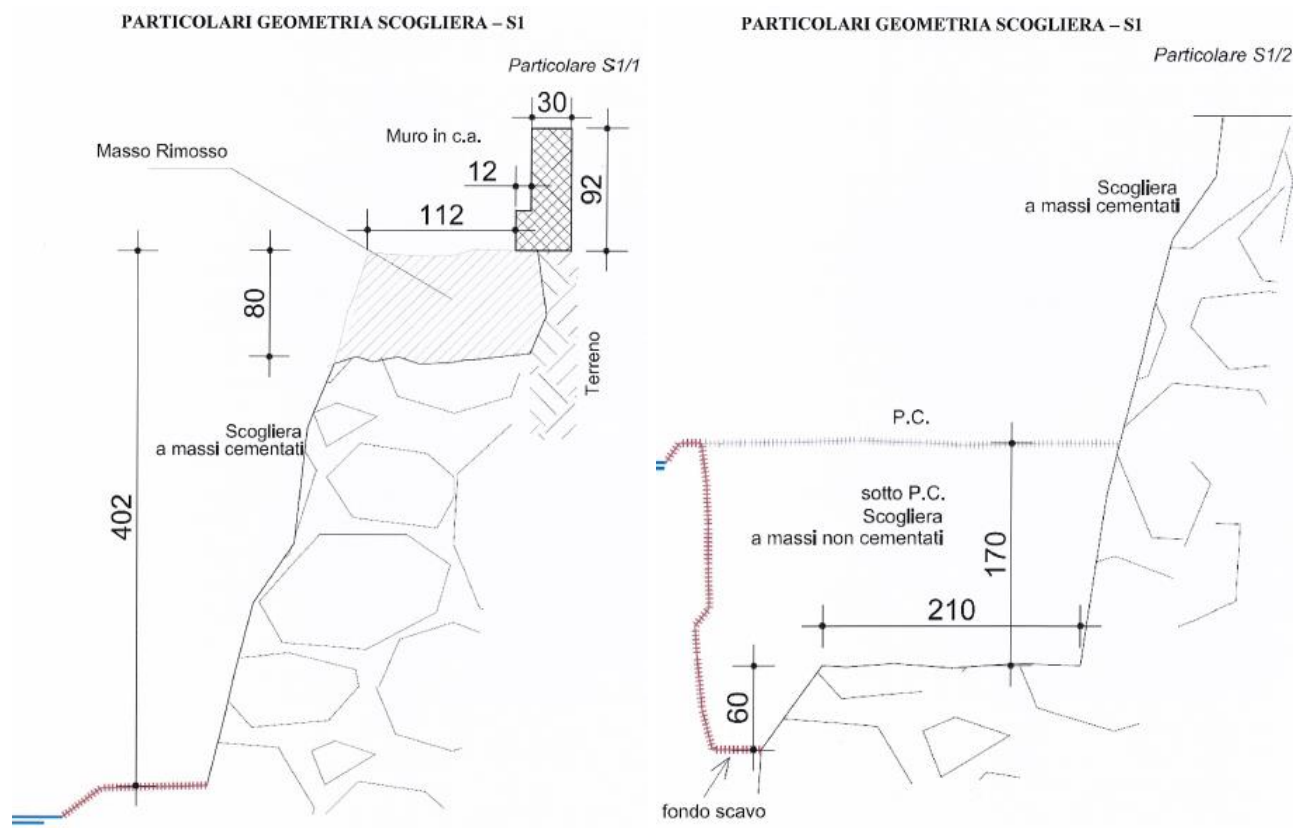
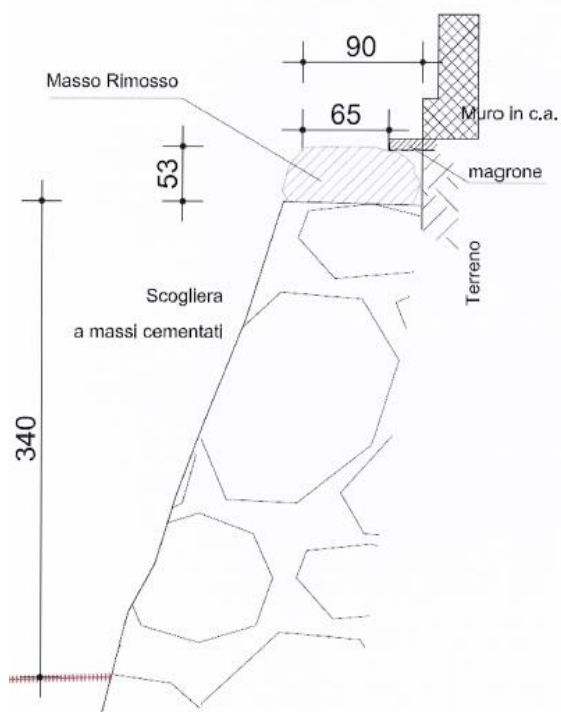


Fig. 5 – Sezione tipologica strutturale – Scheda 23

PARTICOLARI GEOMETRIA SCOGLIERA – S1

Particolare S1/1



PARTICOLARI GEOMETRIA SCOGLIERA – S1

Particolare S1/2

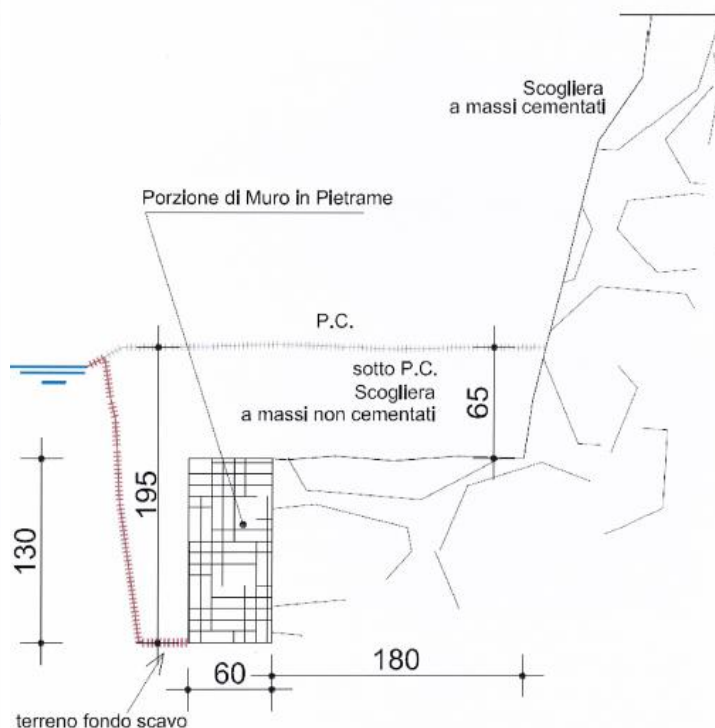


Fig. 6 – Sezione tipologica strutturale – Scheda 24

5 Conclusioni













Legenda dei risultati ottenuti dalle Verifiche Preliminari






Adeguito		Assente		Insufficiente	
----------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------	-------------------------------------------------------------------------------------

“Adeguito” = elemento caratterizzato da buone caratteristiche del materiale, regolare disposizione delle armature, verifiche allo stato limite ultimo di equilibrio (ribaltamento); di slittamento e strutturale in accordo ai fattori di sicurezza stabiliti dalle NTC 2008.

“Assente” = informazioni che non sono state indagate e reperite in sito.

“Insufficiente” = elemento caratterizzato da scarse caratteristiche del materiale, irregolare disposizione delle armature, verifiche allo stato limite ultimo di equilibrio (ribaltamento); di slittamento e strutturale in disaccordo ai fattori di sicurezza stabiliti dalle NTC 2008.

VERIFICA	MURO IN PIETRA Sx – Scheda 17	VECCHIO SOPRALZO IN C.A. Sx – Scheda 18	NUOVO SOPRALZO IN C.A. Sx – Scheda 18
Qualità Materiale			-
Posizione e Φ ferri armatura	-		
Caratt. ferri di inghisaggio	-		
Verifica a Ribaltamento	FS = 0,41 < 1 	FS = 0,24 < 1 	FS = 1,87 > 1 
Verifica a Slittamento	FS = 0,41 < 1 	FS = 0,31 < 1 	FS = 0,87 < 1 
Verifica sezione in c.a.	-	-	-
Franco limite	100 cm	70 cm	
Note	Criticità: Malta di qualità scadente. Muratura in pietrame scadente.	No ferri di inghisaggio con il muro di base in pietra	No ferri di inghisaggio con il vecchio sopralzo

VERIFICA	VECCHIO SOPRALZO IN C.A. Sx – Scheda 19	NUOVO SOPRALZO IN C.A. Sx – Scheda 19	SCOGLIERA CEMENTATA Dx – Scheda 23-24
Qualita' Materiale	-		-
Posizione e Φ ferri armatura	-		-
Caratt. ferri di inghisaggio	-		-
Verifica a Ribaltamento	FS = 0,20 < 1 		-
Verifica a Slittamento	FS = 0,29 < 1 		-
Verifica sezione in c.a.	-	-	-
Franco limite	90 cm		
Note	Le verifiche strutturali vengono eseguite considerando un unico elemento per la presenza di ferri di connessione passanti tra i due sopralzi.		La scogliera cementata presenta buone caratteristiche geometriche. Durante la fase delle indagini era in corso la realizzazione di un diaframma per sifonamento.

I due **sopralzi in c.a.** sovrapposti (vecchio e nuovo) presenti in sinistra idraulica risultano avere caratteristiche differenti rispetto a geometria, armatura e presenza o meno di ferri di inghisaggio. In particolare si puntualizza la criticità legata al fatto che il vecchio sopralzo non ha ferri di connessione con il muro di base in pietra. Per quanto riguarda il nuovo sopralzo, esso risulta connesso con ferri di collegamento al vecchio sopralzo in corrispondenza del punto di indagine 19, contrariamente a quanto avviene in corrispondenza del punto di indagine 18.

I **muri in pietra** in sinistra idraulica sono caratterizzati da una qualità del materiale scarsa: malta e muratura in pietrame scadente.

In ultima analisi le opere arginali che caratterizzano l'intera sinistra idraulica del tratto 04 non risultano avere i coefficienti di sicurezza previsti dalla norma in relazione alle verifiche dello stato limite ultimo di equilibrio (ribaltamento) e geotecnico (slittamento) sotto l'azione del massimo livello di piena.

Interventi previsti: paratie di micropali su muro di base+sopralzo per il rinforzo strutturale dell'opera arginale.



L'argine in scogliera cementata in destra idrografica presenta buone caratteristiche geometriche. Durante la fase delle indagini era in corso la realizzazione di un diaframma contro il problema del sifonamento riscontrato in corrispondenza dei condomini prossimi a via Giovanpietro. Si rimanda al progetto di dettaglio di tale intervento per le valutazioni di messa in sicurezza della destra idraulica.