

02	09/2017	SECONDA EMISSIONE	Geol. G. Caggia	Geol.D.Cavanna	Geol.G.Grassano Geol. G.Caggia	Geol.G.Grassano
01	12/2016	PRIMA EMISSIONE	Geol. G. Caggia	Geol.D.Cavanna	Geol.G.Grassano Geol. G.Caggia	Geol.G.Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA



AREA TECNICA			Direttore Generale Area	Arch. Laura PETACCHI
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI			Direttore	Arch. Mirco GRASSI
STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA			Responsabile	Geol. Giorgio GRASSANO
Committente	ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI			Progetto

CAPO PROGETTO	Geol. Giuseppe CAGGIA	RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO	Geol.Giorgio GRASSANO
Progetto GEOTECNICO- IDROGEOLOGICO Responsabile <u>Geol. Giorgio Grassano</u> Collaboratori <u>Geol. Giuseppe Caggia</u> <u>Geol. Daniele Cavanna</u>		Rilievi Responsabile <u>Arch.Ivano Bareggi</u> Collaboratori <u>Geom. Bartolomeo Caviglia</u> <u>I.S.T. Giuseppe Stragapede</u>	
Verifiche IDRAULICHE Responsabile <u>Ing. Marianna Reggio</u> Collaboratori		Coordinatore per la Sicurezza (in Fase di Progettazione) <u>I.S.T. Geom. Marco Terenzio</u>	
Progetto STRUTTURALE Responsabile <u>Ing. Davide Barilli</u> Collaboratori		Verifica accessibilità	
Computi metrici - Capitolato <u>Geom. Ileana Notario</u>		Altro (Progetto prevenzione incendi)	
		Altro (Progetto aperti vegetazionali)	

Intervento/Opera Lavori di messa in sicurezza idrogeologica e riassetto dell' alveo del Rio Fagaglia, in sponda destra del dissesto di Via Montecucco nel bacino del Torrente San Pietro a Genova Prà			Municipio Ponente	07
			Quartiere Prà	
			N° prog. tav. -	N° tot. tav. -
Oggetto della tavola			Scala -	Data Settembre 2017
RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA GENERALE				

Livello Progettazione	ESECUTIVO		GEOTECNICO	
Codice GULP	16846	Codice PROGETTAZIONE	Codice OPERA	Codice ARCHIVO





COMUNE DI GENOVA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
IDROGEOLOGICA E RIASSETTO DELL'ALVEO
DEL RIO FAGAGLIA, IN SPONDA DESTRA DI
FRONTE AL VERSANTE OGGETTO DI
DISSESTO DI VIA MONTECUCCO, NEL BACINO
DEL RIO SAN PIETRO A GENOVA PRÀ

PROGETTO ESECUTIVO

R01

RELAZIONE TECNICA

1. GENERALITA'

Incarico e obiettivi

L'indagine in oggetto si inserisce nell'ambito del progetto di sistemazione e messa in sicurezza idrogeologica ed idraulica di un tratto in sponda destra del Torrente Fagaggia, di fronte alla porzione di versante che venne coinvolto dall'evento franoso innescatosi nell'ottobre 2014 a partire da Via Monte Cucco.

Poiché la sponda sinistra del torrente Fagaggia, in corrispondenza del piede del versante interessato dalla frana è stato messo in sicurezza mediante la realizzazione di un cordolo in calcestruzzo su pali, al di sopra del quale sono state collocate tre file di gabbioni in pietrame, attualmente risulta indispensabile intervenire anche sulla sponda opposta in modo tale che l'erosione fluviale non aggravi ulteriormente le attuali condizioni di stabilità del versante generando potenziali scivolamenti di materiale che potrebbero ostruire pericolosamente il torrente.

Pertanto, la presente relazione tecnica si inserisce all'interno di un progetto che prevede la sistemazione della sponda destra mediante la realizzazione di un'arginatura costituita da un muro di tipo a mensola in c.a per tutto il tratto considerato di lunghezza pari a circa 40 m.

Ad implementare la resistenza delle due opere contrapposte e per smorzare la velocità delle acque, è prevista l'installazione di n. 2 briglie in gabbioni dell'altezza non superiore al metro.

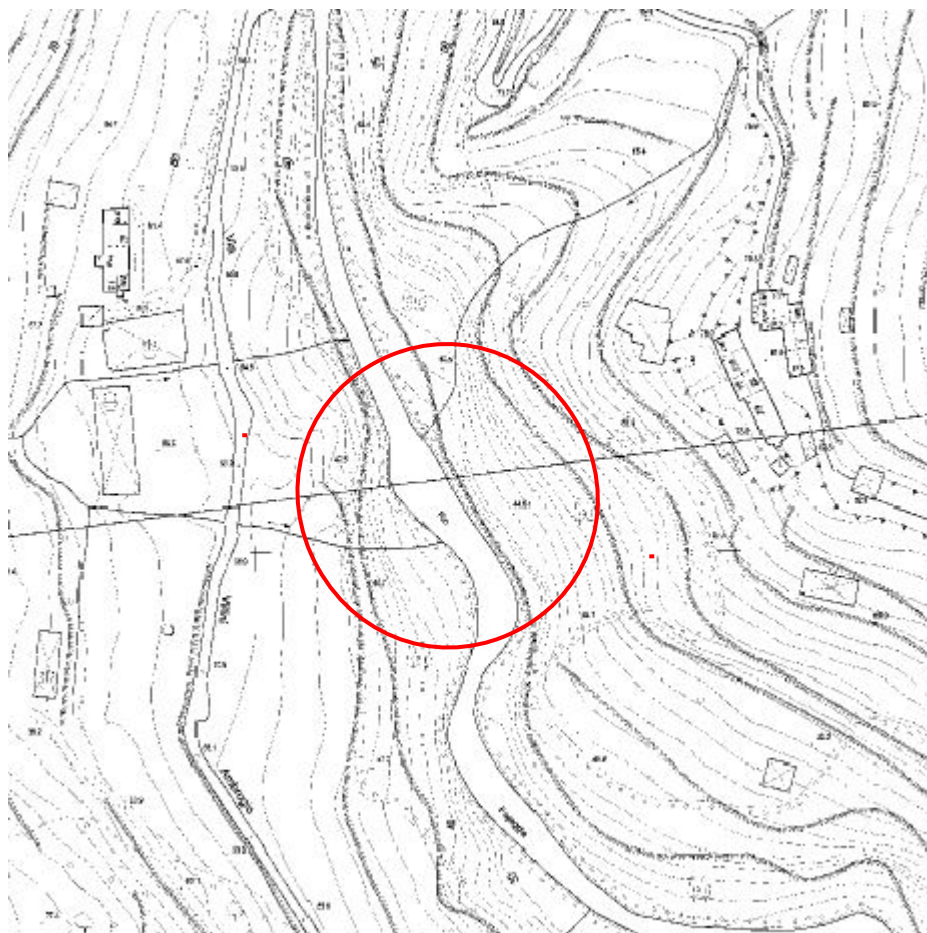


Figura 1 – Stralcio CTC 1:1000

La presente relazione ha lo scopo di individuare le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame, le criticità e possibili soluzioni per la stabilizzazione e messa in sicurezza idrogeologica del comparto indagato.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nella valle del Torrente Fagaggia alle spalle del quartiere di Genova Prà, il torrente in questione è un affluente di destra del Torrente San Pietro (da cui prende il nome il bacino stesso) che sfocia direttamente in mare in corrispondenza della fascia di rispetto di Prà.



Figura 2 Immagine tratta da Google Earth dell'area indagata

2. CRITICITA' IDROGEOLOGICHE

Il tratto di torrente Fagaggia che sarà interessato dall'intervento che verrà descritto nei capitoli seguenti, si presenta molto incassato all'interno della vallata, l'alveo è piuttosto ristretto, è frequente l'alternanza di tratti rettilinei con tratti meandriformi con raggi di curvatura ristretti ed è intestato direttamente nel substrato roccioso. Nel tratto interessato dall'intervento di sistemazione idrogeologica, il Fagaggia scorre attraverso i calcescisti della Val Branega che, come descritto nella relazione geologica si presentano in scadenti condizioni di conservazione, fortemente alterati e facilmente erodibili. Pertanto, tenuto anche conto dell'instabilità complessiva del versante e della realizzazione dell'arginatura in sponda sinistra, l'installazione di un'opera di difesa spondale del piede del versante risulterà assolutamente migliorativa delle condizioni complessive poiché si andrà ad annullare completamente il fattore erosivo.



Figura 3 Versante destro torrente Fagaggia in corrispondenza dell'intervento



Figura 4 Tratto di torrente Fagaggia oggetto di sistemazione idrogeologica



Figura 5 Vista del versante destro del torrente Fagaggia (ripresa dal corpo di frana antistante)



Figura 6 Torrente Fagaggia prima degli interventi di difesa spondale



Figura 7 Sponda sinistra dopo la realizzazione dell'arginatura.



Figura 8 Vista dall'alto dell'arginatura di sponda sinistra.

3. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA

Per mettere in sicurezza idrogeologica la porzione di piede di versante destro del torrente Fagaggia al di sotto di Via Villini Ambrogio Negrone, si è deciso di intervenire con le seguenti opere:

- ✓ Realizzazione di opera di sostegno composta da un muro di tipo a mensola in c.a. fondato su micropali.
Il muro si sviluppa per una lunghezza di circa 40 m ed ha un'altezza variabile con un massimo di 4,0 m per quanto riguarda il paramento verticale e spessore del paramento costante lungo l'altezza di 40 cm.
- ✓ Per rallentare la velocità della corrente del torrente, ridurre il trasporto solido del materiale e fare da ulteriore contrafforte alle opere di difesa spondale, si è deciso di costruire n. 2 briglie in gabbioni di altezza non superiore al metro.
La base di appoggio del gabbione verrà costruita all'interno del substrato roccioso che affiora nel del greto del torrente ed avranno lunghezza tale da essere a contatto con il cordolo di sponda sinistra ed il muro in sponda destra. I gabbioni sono opere di sostegno che pur essendo potenzialmente deformabili, conservano comunque una potenziale resistenza alla compressione proporzionale alla resistenza ed alla disposizione delle pietre di riempimento. Inoltre sono opere totalmente drenanti e la chiodatura al substrato ne aumenta di certo la resistenza allo scalzamento ed al ribaltamento.

Per ogni eventuale chiarimento in merito alla disposizione delle opere descritte si rimanda alle tavole di progetto e alla relazione di calcolo R04

4. SPECIFICHE DEGLI INTERVENTI

1) BRIGLIE IN GABBIONI

E' una struttura costituita da "gabbie" di rete metallica, unite tra loro e disposte in livelli sovrapposti, per il contenimento del materiale inerte.

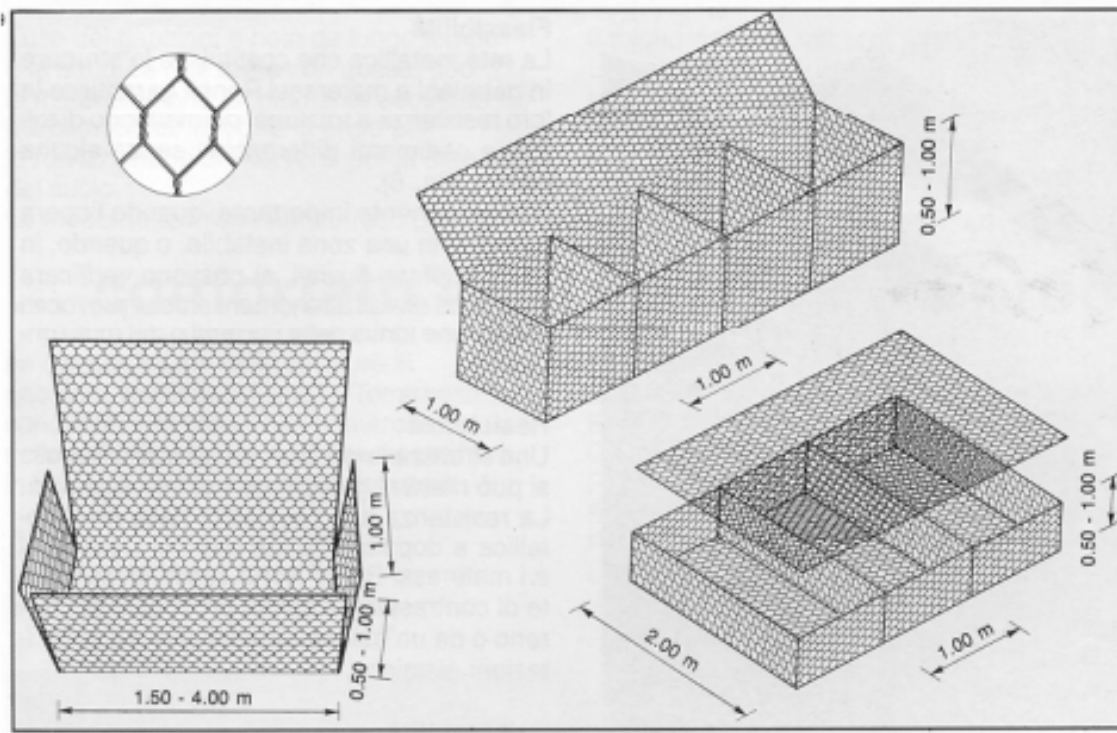


Figura 9 Vista dall'alto dell'arginatura di sponda sinistra.



Figura 10 Tipologia di briglia in gabbioni.

CARATTERISTICHE TECNICHE

I gabbioni a scatola sono strutture prismatiche realizzate in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI EN 10223-3). I gabbioni sono riempiti in opera con pietrame per creare una struttura flessibile, permeabile e monolitica.

Il filo utilizzato nella produzione del gabbione a scatola è in acciaio dolce trafilato a freddo con rivestimento in bagno galvanico a caldo in lega di Zinco e Alluminio (ZN.AL5%). Successivamente alla galvanizzazione può essere applicato sul filo, mediante estrusione in fase di produzione, un rivestimento in polimero plastico per consentire una maggiore protezione e durabilità in ambienti particolarmente aggressivi

Le specifiche standard e le tolleranze di filo, maglia, rete e le dimensioni dei gabbioni sono indicate nelle Tabelle sottostanti.

1. Tabella delle dimensioni dei gabbioni a scatola con filo 2,70int./3,70est. mm con zincatura ZN.AL5% e rivestimento polimerico per estrusione			
Tutte le misure e le dimensioni sono nominali (Tolleranze: $\pm 5\%$)			
L= Lunghezza (m)	W=Larghezza (m)	H=Altezza (m)	
1,50	1	1	
2,00	1	1	
3,00	1	1	
4,00	1	1	
1,50	1	0,5	
2,00	1	0,5	

2. Tabella delle dimensioni dei gabbioni a scatola con filo 3,00 mm con zincatura ZN.AL5%			
Tutte le misure e le dimensioni sono nominali (Tolleranze: $\pm 5\%$)			
L= Lunghezza (m)	W=Larghezza (m)	H=Altezza (m)	
1,50	1	1	
2,00	1	1	
3,00	1	1	
4,00	1	1	
1,50	1	0,5	
2,00	1	0,5	

Figura 11 Tabelle dimensioni gabbioni

CARATTERISTICHE DEL FILO

- **Resistenza a trazione:** i fili utilizzati per la produzione dei gabbioni e del filo di legatura dovranno avere una resistenza a trazione compresa tra 350-550 N/mm² (UNI EN 10223-3);

- **Allungamento:** L'allungamento non deve essere inferiore al 10%, in conformità alle UNI EN 12223-3;
- **Rivestimento galvanico a caldo ZN.AL5%:** Le quantità minime di lega ZN.AL soddisfano le disposizioni delle UNI EN 10244-2;
- **Adesione del rivestimento galvanico:** secondo UNI EN 10244-2;
- **Rivestimento Polimerico (eventuale):** in aggiunta alla protezione galvanica il filo può essere rivestito in fase di produzione con polimero conforme alle EN-10245-3;

3. Tabella combinazioni standard della Maglia - Filo			
Maglia tipo	D (mm)	Tolleranza	Diametro filo (mm)
8 x 10	80	+16% / -4%	2,70int./3,70est.
8 x 10	80	+16% / -4%	3,00

4. Tabella tipologie standard diametri dei fili			
	Filo maglia (mm)	Filo bordatura (mm)	Filo legatura (mm)
Diametro interno filo metallico ϕ mm.	2,70 3,00	3,40 3,90	2,20 2,20
Tolleranza filo (\pm) ϕ mm.	0,06 0,07	0,07	0,06
Quantità minima di rivestimento galvanico (gr/m ²)	245 255	265 275	230

Figura 12 Tabella dimensioni filo

5. Tabella dimensioni e pesi della struttura di connessione			
Elemento	Dimensioni (mm)	Spessori min. (mm)	
Struttura ad H	H=850mm; W=970mm	6,00	
Flange laterali	H=850mm; W=60mm	5,00	
Pistra centrale	H=100mm; W=250mm	10,00	

Figura 13 Tabella dimensioni e pesi della struttura di connessione

MATERIALI:

1. Ciottoli di fiume o pietrame di cava di pezzatura circa 15-35 cm;
2. Gabbia in filo di ferro zincato: diametro maglie = (6-8) * (10-12) cm; dimensioni = (2-4) * 1 * (0,5- 1) m;
3. Filo di ferro zincato: diametro = 2,7-3 mm;

MODALITA' DI ESECUZIONE:

1. Preparazione del terreno su cui si intende realizzare la gabbionata;
2. Posizionamento della rete in filo di ferro zincato a doppia torsione e costituzione della gabbia;
3. Riempimento ordinato con pietrame non friabile, non solubile, compatto e privo di ogni forma di discontinuità (scistosità, fratture ecc), resistente a cicli di gelo/disgelo e di dimensioni superiori a quelle della maglia;
4. Chiusura del gabbione col proprio coperchio mediante legatura con apposito filo.

Note:

1. E' consigliabile cucire i gabbioni fra loro prima di riempirli con il pietrame;
2. E' opportuno disporre dei tiranti di filo di ferro all'interno della gabbia per rendere la struttura meno deformabile;
3. A livello economico trattasi di una delle tipologie di consolidamento più vantaggiose, soprattutto qualora il pietrame sia reperibile in loco. Si tratta di un'opera flessibile che è molto vantaggiosa quando il cantiere è poco accessibile, ed in questo caso si porta sul posto la rete e si riempie in loco con materiale di pezzatura idonea.

Cosa serve per la realizzazione

• Attrezzature

- mezzi meccanici (scavatore o pala o terna o ragno) (carburante), braghe o catene, ganci
- generatore elettrico (carburante), cavo elettrico di idonea lunghezza, raccordi elettrici
- smerigliatrice angolare con attrezzatura di dotazione
- mola da taglio per ferro
- pinza "chiudi gabbie"
- leverino
- compressore aria
- graffettatrice pneumatica
- tenaglia
- tronchese per filo di ferro

- livella a bolla
- mazzetta manico corto (1,5 kg)
- mazza manico lungo (5 kg)
- pala
- piccone
- motosega (carburante, olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura

individuale antinfortunistica

- sega ad arco per legno
- coltello lama dritta
- cesoia manici lunghi
- forbice da giardinaggio
- metro snodabile (L 2 m)
- cordella metrica (L 20÷50 m)

• **Materiali**

- elementi del sistema adottato
- filo di ferro cotto o zincato (\varnothing 2 mm)
- punti metallici
- assi in legno
- materiale inerte litoide costituito da pietrame (\varnothing compatibile con la maglia della rete metallica degli elementi)

Come si esegue

Fase 1 - Viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, al disaggio, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente.

Fase 2 - Predisposizione della sede di posa mediante la realizzazione di idonea platea costituita da materassi in rete zincata (e plastificata) a doppia torsione chiusi alle estremità e riempiti con ghiaia e ciottoli, uno di seguito all'altro ed a contatto tra loro.

Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente.

Fase 3 - Posa e fissaggio di un primo ordine di elementi ("gabbioni"), generalmente alla quota progettuale più bassa, mediante le seguenti modalità:

- apertura e messa in forma degli elementi ("gabbioni")
- posa degli elementi ("gabbioni"), uno accanto all'altro, nella loro posizione definitiva;
- legatura, lungo i lati e la base, mediante filo di ferro o graffe metalliche.

N.B. • Per il primo ordine generalmente è uso adottare la disposizione trasversale (ortogonale) degli elementi ("gabbioni") rispetto alla linea di fronte (o di sponda), con la faccia piccola degli elementi ("gabbioni") a vista

Fase 4 - Riempimento del primo ordine di elementi ("gabbioni") con materiale inerte litoide costituito da pietrame (\emptyset compatibile con la maglia della rete metallica degli elementi). Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente.

N.B. • Prima di iniziare il riempimento realizzare una struttura provvisoria di rinforzo mediante assi di legno unite agli elementi ("gabbioni") per mezzo di filo di ferro, tale da mantenere in forma gli elementi ("gabbioni") stessi.

- Prima di iniziare il riempimento (e durante, se necessario) realizzare più tirantature mediante filo di ferro zincato all'interno dei singoli elementi collegando le pareti tra loro.
- Eseguire il riempimento in modo scalare, a livelli, coinvolgendo contemporaneamente tutti gli elementi ("gabbioni") della fila.
- Dopo lo scarico della benna, sistemare i singoli ciottoli manualmente per aumentare il grado di compattazione curando in particolare gli angoli, gli spigoli e la faccia a vista.

Fase 5 - Chiusura dei singoli elementi ("gabbioni") mediante legatura, lungo i lati dei coperchi, per mezzo di filo di ferro o graffe metalliche.

N.B. • Utilizzare apposite pinze "chiudi gabbie" o leverini per tesare i coperchi

Fase 6 - Posa e fissaggio di un secondo ordine di elementi ("gabbioni"), secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti.

N.B. • Disporre gli elementi ("gabbioni") con disposizione longitudinale (parallela) rispetto alla linea di fronte (o di sponda), con la faccia maggiore degli elementi ("gabbioni") a vista.

- Legare i lati della base, mediante filo di ferro o graffe metalliche, ai coperchi del primo ordine.

- Porre molta cura nella realizzazione della struttura provvisoria di rinforzo e delle tirantature interne.

Fase 7 - Chiusura dei singoli elementi (“gabbioni”), secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti

Fase 8 - Realizzazione di successivi ordini, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, con un graduale arretramento verso l’interno di ciascuno di essi rispetto al precedente, sino al raggiungimento dell’altezza finale della struttura, determinata dalle verifiche progettuali di stabilità e funzionalità dell’opera.

Fase 9 - Realizzazione di raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommatate della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi), asporto di detriti e scarti di lavorazione facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento, pulizia totale del sito. Tali operazioni vengono effettuate mediante l’utilizzo del mezzo meccanico e completate manualmente.

Cosa succede dopo il cantiere

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita.

2) MURO IN CALCESTRUZZO A MENSOLA

I muri a mensola sono in calcestruzzo armato e sfruttano per la stabilità il peso del terreno che grava sopra la suola di fondazione. Hanno in elevazione una mensola verticale e in fondazione una suola orizzontale in cui le tensioni di trazione sono assorbite dalle barre di armatura che permettono dunque di ridurre le dimensioni delle sezioni rispetto ai muri a gravità. Per eliminare l’illusione del muro che ribalta, è pratica comune compensare le piccole rotazioni della mensola di elevazione dovute alla spinta del terreno e/o alle rotazioni in fondazione rastremando la mensola in modo che risulti inclinata di pochi gradi verso monte.

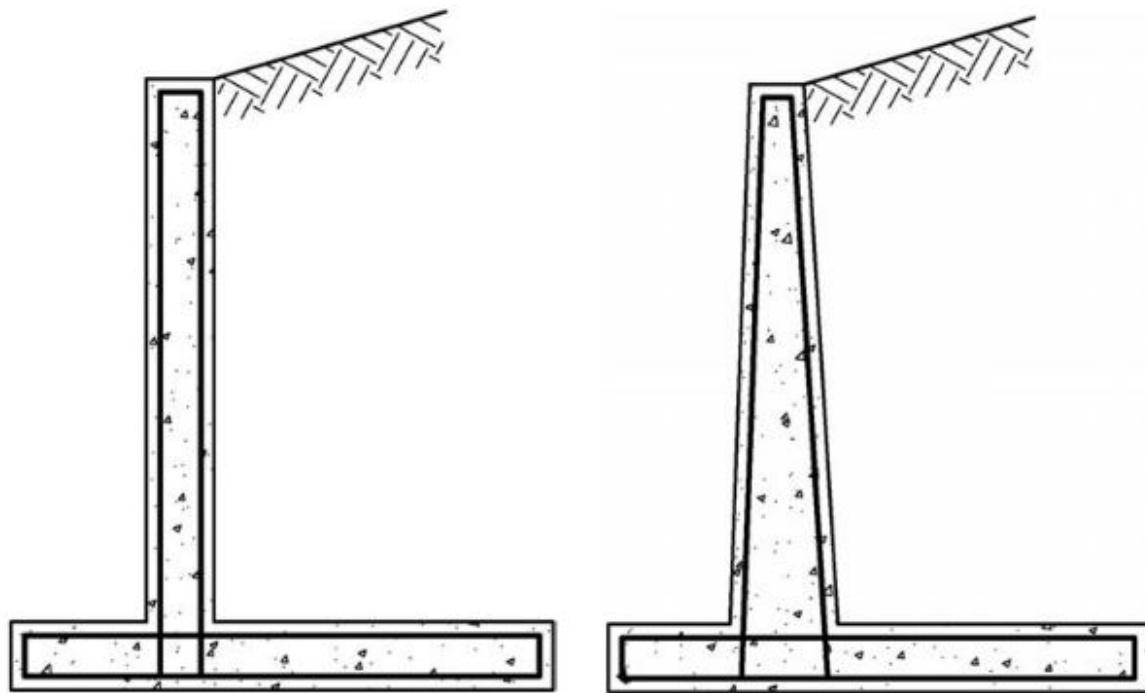


Figura 14 Esempio di muro a mensola

Inoltre, al fine di migliorare la stabilità allo scorrimento, la fondazione può essere inclinata oppure vi si può inserire un dente di fondazione, facendo pertanto affidamento sulla resistenza passiva del terreno di valle.

In alcune situazioni progettuali, in particolare quando il terreno di fondazione presenta caratteristiche di resistenza scadenti, è necessario ricorrere a fondazioni profonde in grado di trasferire i carichi indotti dal muro di sostegno a strati di terreno più profondi e consistenti. È il caso di muri a mensola su pali o micropali.

I diagrammi di pressione non uniformi sul terreno di posa, infatti, generano sempre, oltre ad un cedimento verticale, una rotazione della base che è proprio la causa principale dello spostamento della sommità del muro.

Perciò, talvolta, si è costretti a ricorrere a fondazioni su pali quando la sovrastruttura non è in grado di tollerare tali spostamenti.

Nel caso oggetto di questo intervento, una maggiore stabilità al ribaltamento del muro verrà fornito dal fatto che l'ala di base maggiore sarà rivolta verso monte (nel qual caso si sfrutterà come ulteriore elemento stabilizzante il peso proprio del materiale di riempimento a tergo del muro).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In relazione agli obiettivi di cui al paragrafo 1.1, l'area è da ritenersi idonea all'intervento in progetto, poiché l'intervento si configura come migliorativo dal punto di vista idrogeologico. Infatti, la realizzazione degli interventi previsti permetterà di mettere in sicurezza il versante la sponda destra del Rio Fagaggia al di sotto di Via Villini Negrone, migliorando le condizioni di stabilità del comparto e limitando, attraverso la realizzazione delle briglie, l'azione erosiva della corrente.

Gli effetti della realizzazione delle opere saranno dunque migliorativi rispetto alla situazione attuale.

In fase esecutiva dovranno essere seguite tutte le attenzioni riguardo la stabilità, per cui ai singoli sbancamenti, dovrà seguire immediata realizzazione dell'opera di contrasto, al fine di garantire la stabilità dei fronti di scavo.

Il Capoprogetto
Geol. Giuseppe Caggia

I collaboratori:

Dott. Marianna Reggio
Dott. Daniele Cavanna