

REGIONE PIEMONTE

Unione Montana "Valli Mongia Cevetta Langa Cebana Alta Valle Bormida"

COMUNE MONTEZEMOLO

**PROGRAMMA DI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA E
MANUTENZIONE MONTANA UNIONI MONTANE di cui alla D.G.R. 32-5209 del 19 giugno
2017**

Progetto di definitivo - esecutivo

Relazione di calcolo

Torino, Aprile 2019

n°	Data	revisionato	Motivo della revisione
0	Aprile 2019	-	Emissione
1			
2			

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
5. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	7
5.1 Criteri di verifica geotecnica	7
5.2 Risultati delle analisi eseguite	10

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche della scogliera prevista dal “*Programma di interventi di sistemazione idrogeologica e manutenzione montana – Unioni Montane*” di cui alla D.G.R. 32-5209 del 19/06/2017.

A seguito di sopralluoghi effettuati in sito infatti, è stata evidenziata l’importanza di interventi di sistemazione idrogeologica e manutenzione montana da effettuarsi nella Località "Tetti" del Comune di Montezemolo, quali:

- messa in sicurezza di un muro esistente con opere di ingegneria naturalistica (intervento 1);
- regimazione delle acque del versante (intervento 2).

Oggetto della presente relazione è quindi proprio la verifica geotecnica dell’Intervento 1, ovvero la realizzazione di una scogliera in massi cementati in sostituzione del muro esistente in dissesto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- N.T.C. 2018: Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla G.U. 20.02.2018 n.42)
- Circolare n. 7 del 21.01.2019: Istruzione per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla G.U. 11.02.2019 n.35)

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nella realizzazione di una nuova scogliera di massi cementati in sostituzione del muro a mensola esistente.

Le lavorazioni da svolgersi sono:

- Rimozione del muro a mensola in c.a. esistente;
- Scavi e movimenti terra per permettere il corretto inserimento della scogliera;
- Realizzazione di getto in c.a. di spessore 20cm circa con funzione di pulizia e base su cui realizzare la scogliera;
- Realizzazione di scogliera in massi cementati per una lunghezza di circa 40m con altezza pari a circa 2.50 m, spessore alla base di circa 1.50 m e in sommità di circa 1m. Per permettere lo scolo delle acque saranno installati all'interno della scogliera tubi di drenaggio ad interasse 3m circa.
- Al di sopra della scogliera si prevede una riprofilatura con stabilizzazione del versante.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Con riferimento alla relazione geologica allegata al presente progetto si ha che il sottosuolo interessato dagli interventi è schematizzabile da un punto di vista geotecnico con un primo strato di riporto e coltre detritica soprastante il substrato marnoso-arenaceo.

Si adottano pertanto i seguenti parametri:

Unità 1: Riporto limoso argilloso sabbioso.

- peso di volume totale $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- angolo di resistenza al taglio $\phi' = 22^\circ$
- coesione $c' = 15 \text{ kPa}$
- modulo di Young iniziale $E_0 = 10 \text{ MPa}$

Unità 2: Substrato marnoso-arenaceo

- peso di volume totale $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- angolo di resistenza al taglio $\phi' = 24^\circ$
- coesione $c' = 30 \text{ kPa}$
- modulo di Young iniziale $E_0 = 70 \text{ MPa}$

La falda scorre al contatto con la formazione marnosa (unità 2) ma può interessare lo strato di riporto (unità 1) per effetto di intensi eventi meteorici.

Per quanto riguarda la scogliera i parametri caratteristici utilizzati in sede di calcolo sono:

- peso di volume $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$
- angolo di resistenza al taglio $\phi' = 45^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ kPa}$

5. VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente capitolo si riportano le verifiche di stabilità dell'opera.

5.1 Criteri di verifica geotecnica

L'esame delle condizioni di stabilità è stata condotta utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite: essi assumono che si raggiunga, per il generico pendio in esame, la condizione di equilibrio limite, ovvero si generi una superficie critica di scivolamento, ed analizzano l'equilibrio dell'ipotetica massa di terreno scivolante lungo la suddetta superficie di rottura, considerandola come un corpo rigido soggetto all'azione del peso proprio, dei carichi esterni applicati e delle forze resistenti. Il pendio è trattato come piano: la superficie di scivolamento è assimilata ad una linea e vengono trascurati, a vantaggio di sicurezza, gli effetti delle forze che sono scambiate in direzione parallela alla dimensione longitudinale del pendio.

Il coefficiente di sicurezza a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la potenziale superficie di scivolamento e quella effettivamente mobilitata:

$$F_s = \frac{\tau_{disp}}{\tau_{mob}}$$

Le analisi di stabilità sono state eseguite utilizzando il programma CDDWin (STS S.r.l.). L'esame delle condizioni di stabilità è stata condotta utilizzando il metodo semplificato di Bishop con riferimento a superfici di scivolamento circolari.

Sono state analizzate 100 potenziali superfici di scivolamento determinando quella a cui compete il minimo fattore di sicurezza.

Le verifiche sono state condotte secondo le combinazioni previste dalla NTC 2018:

- Statica: Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Le azioni agenti A2 sono amplificate mediante i coefficienti parziali γ_g pari a 1.0 e/o 1.3 rispettivamente per le azioni permanenti e/o variabili. I parametri del terreno M2 vengono parzializzati. In particolare, alla coesione drenata (c') è applicato il coefficiente γ_c pari a 1.25 e alla tangente dell'angolo di resistenza al taglio (ϕ') è

applicato il coefficiente γ_ϕ pari a 1.25. Nelle verifiche si è accertato il rispetto di un coefficiente parziale $R_2 > 1.1$.

- Sismica: Approccio 2 (A1+M1+R3)

I coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali sono tutti posti pari ad uno (vedasi Par.7.11.1 del doc. NTC2018) assumendo un coefficiente parziale $R_3 > 1.2$.

L'azione sismica è stata valutata a partire dal valore di $a_g = 0.051$ g, in condizioni SLV, desunto dal “reticolo di riferimento” per l'area oggetto di intervento.

Località	Montezemolo
Latitudine	44,37943
Longitudine	8,1415
V_N	50 anni
Cu	1.0
Tipo di suolo	C (cautelativamente)
Categoria topografica	T2
S_T	1.1
S_S	1.5
a_g (SLV)	0,058g

Per le verifiche di stabilità in oggetto è stata utilizzata l'analisi pseudostatica. L'azione dinamica del terremoto è stata quindi rappresentata da forze di inerzia statiche equivalenti, proporzionali al peso “W” della massa potenzialmente instabile; in particolare con riferimento alla normativa vigente è stato assunto, rispettivamente per la componente orizzontale e verticale:

$$F_H = k_h * W = (\beta_m * a_{max} / g) * W$$

$$F_V = k_v * W = 0.5 * k_h * W$$

in cui i simboli non ancora menzionati valgono:

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima = 0.38

a_{max} = accelerazione massima attesa sul sito = $S * a_g = S_S * S_T * a_g$

a_g = accelerazione orizzontale attesa sul sito rigido di riferimento.

Nel caso in esame si ha:

$$k_h = 0.034$$

$$k_v = \pm 0.017$$

Il calcolo è stato condotto sulla sezione trasversale di seguito riportata:

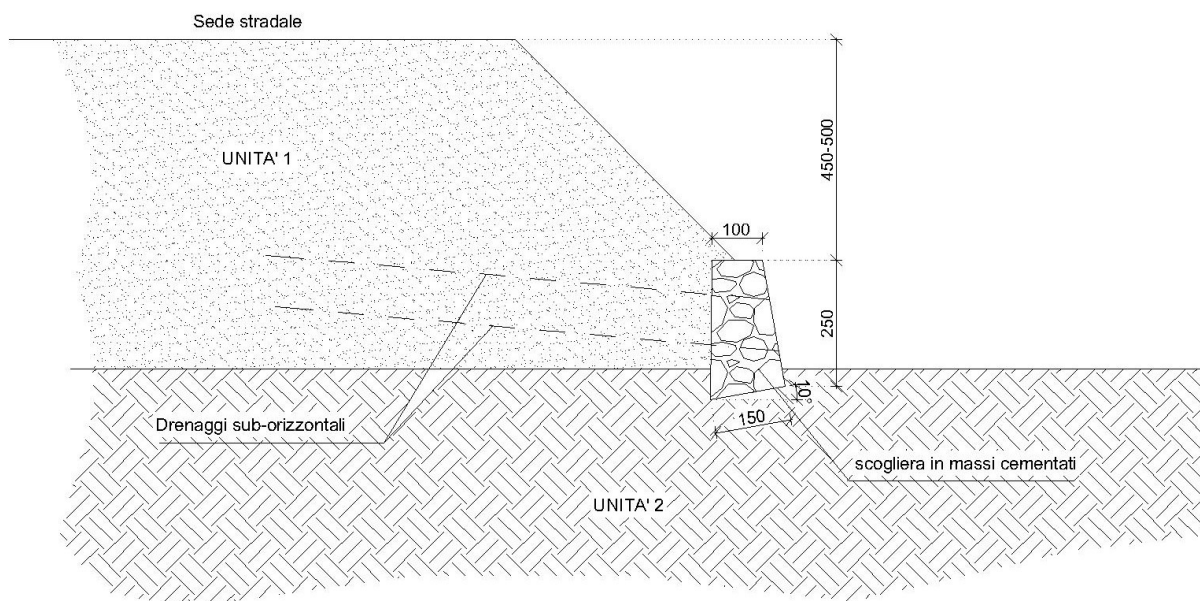


Figura 1: Sezione trasversale di calcolo

Nel calcolo si è assunto:

- le azioni sismiche precedentemente definite;
- un sovraccarico accidentale in sommità pendio di 20 kPa a simulare il traffico stradale (in combinazione sismica si considera il 20% di tale carico);
- assenza di falda (in quanto la realizzazione di drenaggi sub-orizzontali ne garantisce lo smaltimento di eventuali venute d'acqua).

5.2 Risultati delle analisi eseguite

Di seguito si riporta la superficie critica risultante dalle analisi suddette:

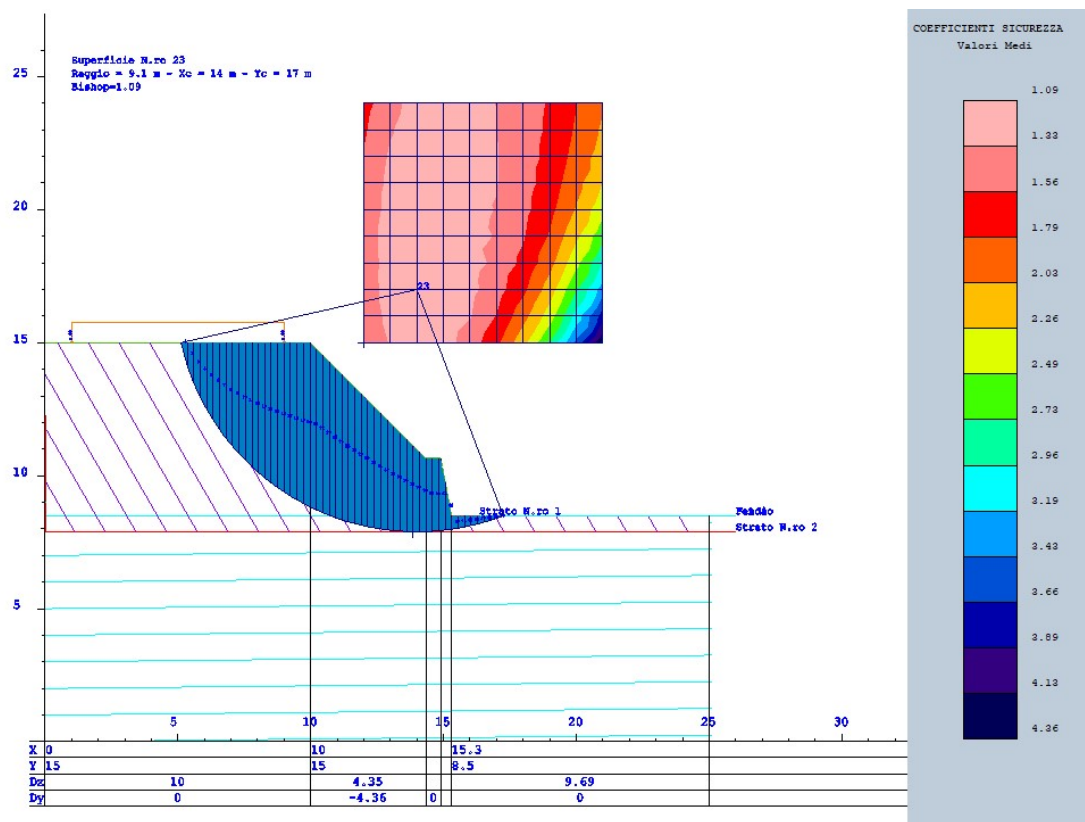


Figura 2: Analisi di stabilità – Statica

La superficie di scorrimento rappresentata è quella critica n° 23, ovvero con il minor fattore di sicurezza $FS = 1.09 > 1$ (già fattorizzato).

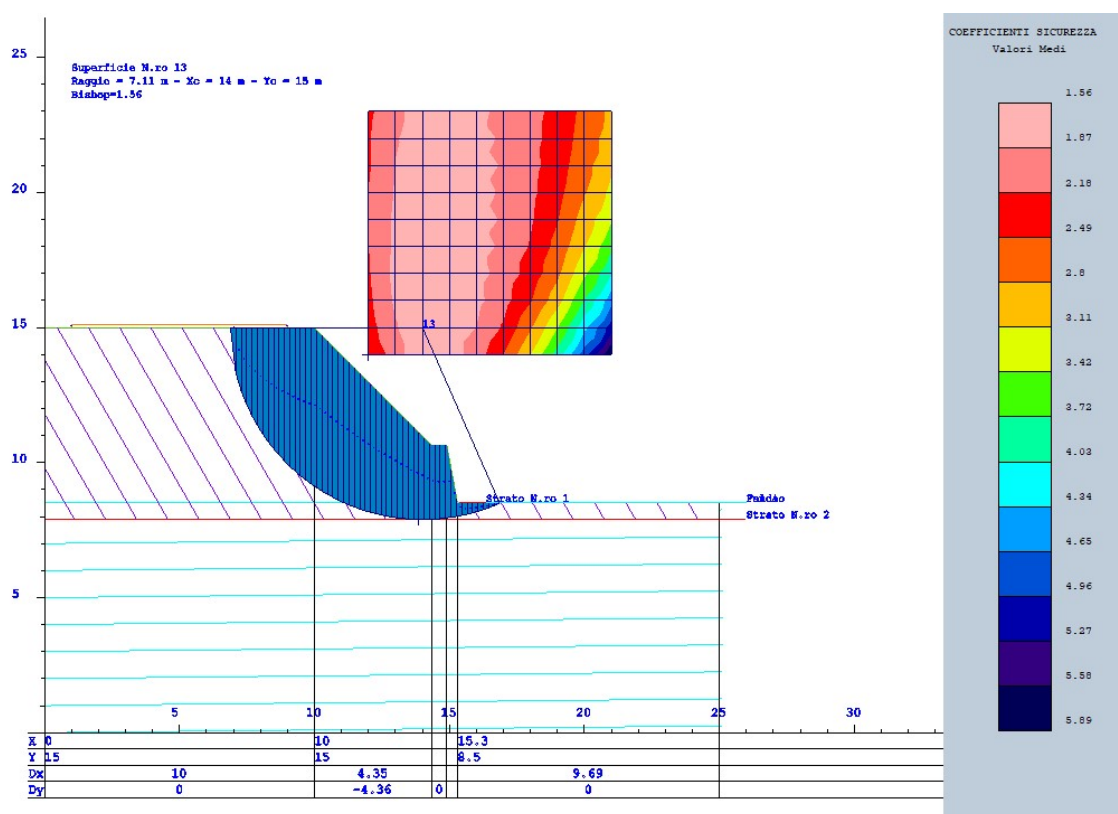


Figura 3: Analisi di stabilità – Sismica

La superficie di scorrimento rappresentata è quella critica n° 13, ovvero con il minor fattore di sicurezza $FS = 1.56 > 1$ (già fattorizzato).

Nella Tabella seguente sono riassunti i risultati ottenuti:

Comb. Statica [FS]	Comb. Sismica [FS]
1.09	1.56

Le condizioni globali di stabilità dell'opera soddisfano le richieste di normativa.