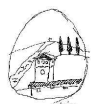


OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL BACINO DEL BORRO DI RANTIGIONI

PROGETTO ESECUTIVO - LOTTO 1

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE BARRIERE TIPO "DEBRIS FLOW"

COMMITTENTE:



Unione dei Comuni del Pratomagno
Via Perugia 2/A - 52024
Loro Ciuffenna (AR)

PROGETTISTI:

ING. GIACOMO GAZZINI

CODICE ELABORATO:

PROGETTO	LOTTO	FASE	DOC	ELABORATO	REV
L 7 2 1	0 1	P 0 3	T	R T S B	A

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Gennaio 2020

G. Gazzini

G. Gazzini

G. Gazzini

Indice generale

1.	PREMESSA	2
2.	QUADRO NORMATIVO	4
3.	NOTA SUGLI EUROCODICI	5
4.	MODELLO DI RIFERIMENTO	6
4.1	AZIONI	6
4.2	RESISTENZE	6
5.	MODELLO DI CALCOLO	8
5.1	VERIFICA SEZIONE DI ACCIAIO	8
5.2	VERIFICA DELL'INTERFACCIA ACCIAIO - MALTA	8
5.3	VERIFICA DELL'INTERFACCIA MALTA - SUBSTRATO	9
6.	AZIONI DI PROGETTO SUGLI ANCORAGGI	10
7.	DIMENSIONAMENTO DEGLI ANCORAGGI FLESSIBILI	11
7.1	ANCORAGGI FLESSIBILI	12
8.	INFLUENZA DELLE AZIONI SISMICHE	13
9.	CONCLUSIONI	14
10.	ALLEGATI	15

Indice delle figure

Figura 1-1: Installazione tipo di barriera contro le colate detritiche - Modello VX060L-H4	3
Figura 1-1: Sezione di progetto	3

Indice delle tabelle

Tabella 2-2: Coefficienti parziali γ_R da applicare alla resistenza per gli ancoraggi flessibili	7
Tabella 2-2: Tabella valori AICAP	11
Tabella 2-2: Riepilogo delle lunghezze degli ancoraggi	14

1. PREMESSA

La scrivente Hydrogeo Ingegneria S.r.l è stata incaricata dall'Unione dei Comuni del Pratomagno di redigere il progetto preliminare, definitivo ed esecutivo delle opere di mitigazione del rischio idraulico indotto dal Borro di Rantigioni sul centro abitato di Faella nel Comune di Castelfranco Piandiscò (AR).

Gli obiettivi dell'Amministrazione sono contenuti nel DOCUMENTO PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE, redatto dal Servizio Progettazione Tecnica dell'Unione dei Comuni di Pratomagno in data 19/09/2014, che individua come prioritari ai fini della difesa del suolo per la predisposizione del Documento Annuale Difesa del Suolo 2015 (DADS 2015) gli interventi di mitigazione del rischio sul Borro di Rantigioni. Nel documento vengono descritte le problematiche idrauliche attuali indotte dal corso d'acqua e dal sistema fognario in cui lo stesso confluisce sul centro abitato di Faella, vengono definiti gli obiettivi da raggiungere e proposta la tipologia di intervento che dovrà essere oggetto di progettazione.

Il centro abitato di Faella è stato infatti recentemente oggetto di ripetuti allagamenti provocati dall'insufficienza idraulica del corso d'acqua, sia nel suo tratto a cielo aperto ai margini dei terreni agricoli a monte del centro abitato, che nel tratto tombato cittadino. Le esondazioni hanno interessato la viabilità comunale con interruzioni totali del traffico e provocato danni ad abitazioni, attività produttive e infrastrutture di servizio.

Sulla base degli studi idraulici redatti a supporto del Piano Strutturale comunale, è stata proposta la progettazione di una cassa di espansione, che, unitamente ad altri interventi di natura idraulica, quali la risagomatura della sezione idraulica, consolidamento delle sponde e tagli selettivi di vegetazione nel tratto a cielo aperto, garantisca la messa in sicurezza dell'abitato.

Tale opera di laminazione è stata ipotizzata immediatamente a monte del tratto tombato e dimensionata per la laminazione di circa 3000 mc.

Alla luce di quanto sopra, il Progetto Preliminare, in accordo con gli obiettivi prefissati dall'Amministrazione, individua una serie di interventi sul Borro di Rantigioni finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico indotto sull'abitato di Faella, che sia sostenibile da un punto di vista economico ed ambientale.

Le attività svolte per il raggiungimento di tali obiettivi sono state le seguenti:

- Definizione del quadro conoscitivo ed individuazione delle criticità attuali del reticolo oggetto di studio;
- Individuazione e progettazione preliminare degli interventi di mitigazione delle criticità individuate;
- Studio idrologico ed idraulico dello stato attuale e verifica della funzionalità idraulica delle opere previste;
- Definizione dei costi delle opere e degli oneri accessori;
- Individuazione di stralci funzionali che permettano una celere attuazione degli interventi di progetto.

In data 11/09/2015 lo scrivente ha provveduto a consegnare una prima stesura degli elaborati grafici e testuali del progetto preliminare al Servizio Progettazione Tecnica dell'Unione dei Comuni del Pratomagno (AR), al fine di poter procedere alla indizione di una Conferenza dei Servizi Preliminare finalizzata alla acquisizione di valutazioni tecniche sul progetto da parte dei vari Enti interessati.

Successivamente alla Conferenza dei Servizi Preliminare, svoltasi in data 13/10/2015, è stata redatta una nuova Relazione Tecnica (revB) che tiene conto di quanto emerso in sede della stessa Conferenza dei Servizi Preliminare.

In data 05/05/2016 sono stati consegnati gli elaborati per la Verifica di Assoggettabilità a VIA, all'interno dei quali erano già contenute le modifiche fatte per ottemperare ad alcune prescrizioni emerse in sede di Conferenza dei Servizi Preliminare che sarebbero dovute essere recepite nel Progetto Definitivo, ma che vengono già inserite nel Progetto Preliminare affinché siano ricomprese nella stessa procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA. In particolare, vengono apportate modifiche alla Relazione Tecnica (revC) e alle Tavole 5 e 7 (Planimetria di Progetto e Sezioni Tipo - revB). Sono stati inoltre aggiunti gli elaborati economici (Elenco prezzi, Analisi Prezzi e Stima sommaria di spesa - revA), la Relazione Geologica (revA) ed i files della modellistica idraulica.

Nel Progetto Definitivo - Lotto 1 si era proceduto ad ottemperare alle prescrizioni emerse in sede di Conferenza dei Servizi Preliminare, alle quali non si era già risposto nella procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ed inoltre ad ottemperare ad alcune delle prescrizioni e raccomandazioni definite nel documento di esclusione dalla procedura di VIA. Le prescrizioni non di competenza della fase di progettazione definitiva venivano rimandate nella fase di progettazione esecutiva.

Il progetto definitivo era stato redatto per lo stralcio funzionale dell'intero lotto 1, suddiviso poi in lotto 1A e 1B. Poiché il finanziamento ha riguardato l'intero lotto 1, la presente relazione descrive il progetto esecutivo del lotto 1 complessivo.

La presente relazione riporta i calcoli strutturali per le barriere flessibili di trattenuta tipo "Debris Flow".



Figura 1-1: Installazione tipo di barriera contro le colate detritiche - Modello VX060L-H4

Nello specifico, nel presente documento, verranno calcolate le lunghezze degli ancoraggi per le barriere contro le colate detritiche del tipo VX060L-H4 certificate per resistere ad una pressione di impatto rispettivamente fino a 60 kPa.

Il calcolo delle fondazioni delle barriere è stato sviluppato in accordo con le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 17.01.2018), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

La sezione di progetto di cui al dimensionamento è la seguente:

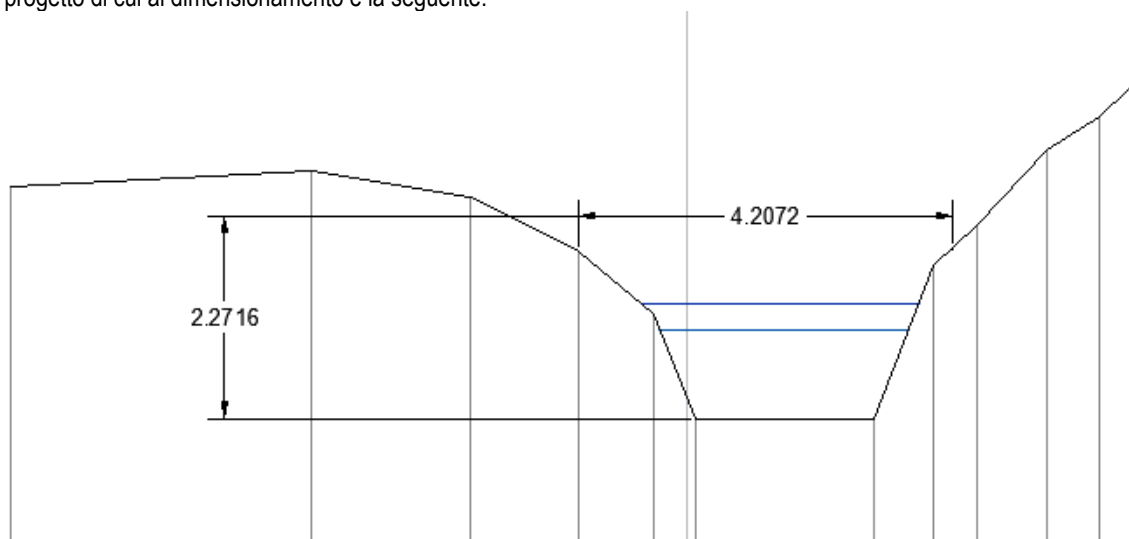


Figura 1-2: Sezione di progetto

2. QUADRO NORMATIVO

Il dimensionamento di un ancoraggio passivo rientra nelle *"Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii"* delle NTC, mentre è normato dall'Eurocodice 7 *"Progettazione geotecnica"*.

Le norme cui si fa riferimento sono le seguenti:

- D.M 17.01.2018 - Norme tecniche per le costruzioni;
- EN1997-1 Progettazione Geotecnica;
- ETAG 027 - Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits;
- Raccomandazioni AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" giugno 2012.

3. NOTA SUGLI EUROCODICI

Gli Eurocodici sono stati sviluppati in ambito europeo, per armonizzare gli aspetti progettuali dei paesi membri, utilizzando come approccio la progettazione agli stati limite.

Negli Eurocodici, così come nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, si utilizzano dei coefficienti di sicurezza parziali, da applicare o alle azioni, o alle resistenze o ad entrambi, in funzione dell'approccio utilizzato. Il valore dei coefficienti di sicurezza utilizzato è indicato a livello Europeo e viene poi lasciata alle singole nazioni la possibilità di variare questi valori in funzione della propria specificità.

Gli Eurocodici sono stati la base per la redazione delle nuove Norme Tecniche, che ne recepiscono non solo lo spirito ma anche l'impostazione. L'applicazione degli Eurocodici deve essere fatta con conoscenza del fenomeno e con cognizione di causa, in quanto la scelta dell'approccio progettuale e dei coefficienti di sicurezza può influire molto sul risultato finale.

4. MODELLO DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione degli elementi di connessione tra terreno e struttura nella messa in opera delle barriere paramassi si opera nel seguente modo:

1. Si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati;
2. Si inserisce nel foro un elemento metallico;
3. Si inietta miscela cementizia per riempire l'intercapedine tra elemento metallico e foro.

Per il corretto dimensionamento bisogna quindi considerare i seguenti elementi:

- la verifica della sezione di acciaio;
- la verifica dell'adesione acciaio - malta;
- la verifica dell'adesione malta - substrato.

Per la progettazione strutturale degli ancoraggi si deve verificare la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq R_D$$

dove:

- E_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto;
- R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto.

4.1 AZIONI

Le azioni che sollecitano l'ancoraggio sono azioni che non derivano dallo stato di esercizio della struttura metallica quanto piuttosto da un evento eccezionale (in termini di probabilità di accadimento), ovvero l'urto del "masso di progetto".

Ci si riferisce quindi alla combinazione eccezionale 2.5.6 delle Norme Tecniche, ovvero:

$$G_1 + G_2 + P + A_d \sum_{jk} \Psi_{jk} \cdot Q_{jk}$$

Si vuole anche sottolineare il fatto che non è possibile determinare in maniera univoca le azioni sugli ancoraggi che dipendono anche dal tipo di colata che impatta la barriera. Tuttavia, è possibile determinare e sono note le azioni che il "sistema" (funi di supporto e elementi dissipatori di energia) può trasmettere agli ancoraggi. Tali valori sono funzione del sistema frenante utilizzato e permettono alle forze agenti di non superare determinate soglie. Per questa ragione i valori riportati sono i massimi valori che il sistema fune e asola frenante può scaricare sugli ancoraggi.

4.2 RESISTENZE

Le resistenze R_D hanno significati diversi in funzione della verifica che si sta analizzando.

Fattori di resistenza parziale possono essere applicati sia alle proprietà del terreno (X), sia alle resistenze (R) o a entrambi i parametri.

Come anticipato si prendono in considerazione tre verifiche: della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio-malta e dell'interfaccia malta- substrato.

In generale si ha:

$$R_D = R \left(\gamma_F \cdot F_{Rep}; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_D \right)$$

oppure

$$R_D = R \left(\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k; a_D \right) / \gamma_R$$

oppure

$$R_D = R \left(\gamma_F \cdot F_{Rep}; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_D \right) / \gamma_R$$

dove:

- F_{Rep} sono le azioni rappresentative (se influenzano la resistenza);
- X_k sono i parametri dei materiali;
- a_D è l'accelerazione di progetto, nel caso sismico;
- γ_M sono i fattori parziali per il terreno;
- γ_R sono i fattori parziali per le resistenze.

Gli ancoraggi flessibili laterali sono assimilati a tiranti di ancoraggio (cap. 6.6 delle NTC) e si utilizza il coefficiente γ_R relativo all'approccio A1+M1+R3, nel caso di tiranti permanenti e che risulta pari a 1,2.

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Tabella 4-1: Coefficienti parziali γ_R da applicare alla resistenza per gli ancoraggi flessibili

Inoltre, deve essere valutata la resistenza a sfilamento e ridurre il valore caratteristico di un fattore di correlazione (ξ_s) che dipende sia della modalità con cui è stata definita la resistenza allo sfilamento:

- dai risultati di prove di progetto su ancoraggi di prova;
- con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio);

sia della tipologia di ancoraggi considerati.

5. MODELLO DI CALCOLO

Si riassumono nel seguito i modelli di calcolo per ogni verifica considerata:

1. verifica della sezione di acciaio;
2. verifica dell'interfaccia acciaio - malta;
3. verifica dell'interfaccia malta - substrato.

Dopo aver eseguito le verifiche (2) e (3) si considera la lunghezza di ancoraggio maggiore, a favore di sicurezza.

5.1 VERIFICA SEZIONE DI ACCIAIO

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti altrettanto fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che la verifica sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico è la seguente:

$$F_D \leq \frac{f_{yc} \cdot A}{\gamma_S} = R_D \quad \text{per la verifica a trazione}$$

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante;
- f_{yc} è il valore rappresentativo della resistenza a snervamento dell'ancoraggio;
- A rappresenta la sezione dell'acciaio;
- γ_S è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1,15;
- R_D la resistenza di progetto dell'ancoraggio.

La tipologia di ancoraggi utilizzata ha come peculiarità il fatto di essere flessibile e di assumere la direzione delle azioni a cui è sottoposto. Il carico agente si tramuta quindi in carico a trazione e non si generano azioni di taglio. Viene quindi omessa la verifica a taglio sulla sezione d'acciaio.

5.2 VERIFICA DELL'INTERFACCIA ACCIAIO - MALTA

In questo caso la formula di verifica si esplicita nel seguente modo:

$$F_D \leq \frac{\tau_{a-m}}{\gamma_M} \cdot S_{Lat} \cdot L_1$$

dove:

- F_D è l'azione di progetto;
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione acciaio - malta, pari a 1,5;
- τ_{a-m} è l'adesione acciaio-malta;
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta - acciaio;
- L_1 è la lunghezza dell'ancoraggio.

Per l'adesione acciaio - malta si ha la seguente formulazione:

$$\tau_{a-m} = \frac{f_{bk}}{1.5}$$

Da cui, sostituendo le equazioni sotto riportate si ottiene:

$$\tau_{a-m} = \frac{2.25 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}}{1.5}$$

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$$

dove $\eta = 1$ per diametri ≤ 32 e $\eta = \frac{(132-\phi)}{100}$ per barre con diametro superiore.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

dove f_{ck} è la resistenza caratteristica della malta di iniezione.

In caso di ancoraggi in barra la superficie laterale è quella nominale:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d$$

dove d è il diametro della barra.

In caso di ancoraggio flessibili in doppia fune spiroidale si ha la seguente equazione:

$$S_{Lat} = \gamma_{geom} \cdot 2 \cdot \pi \cdot d$$

dove γ_{geom} è un fattore di riduzione, pari a 0.80, dovuto al fatto che le due funi accoppiate non sviluppano una superficie di contatto con la malta pari alla somma delle due superfici delle singole funi.

Invertendo la formula di verifica, e sostituendoci le relazioni appena descritte, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio:

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{Lat} \cdot \tau_{a-m}}$$

5.3 VERIFICA DELL'INTERFACCIA MALTA - SUBSTRATO

In questo caso la formulazione di verifica assume la seguente forma:

$$F_D \leq \frac{R_{ac}}{\gamma_R}$$

dove:

- R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento;
- γ_R è il fattore di sicurezza parziale;
- F_D è l'azione di progetto sull'ancoraggio.

mentre R_{ac} è pari a:

$$R_{ac} = \pi \cdot D_S \cdot L_2 \cdot \frac{q_S}{\zeta_a}$$

dove:

- D_S è il diametro reale del bulbo, considerando un coefficiente maggiorativo a seconda del substrato presente e il tipo di iniezione utilizzato;
- L_2 è la lunghezza dell'ancoraggio;
- q_S è la resistenza unitaria limite allo scorrimento;
- ζ_a è il fattore parziale sulla determinazione di q_S .

Il diametro reale del bulbo viene calcolato con la seguente formula, inserendo il coefficiente maggiorativo α_d (a seconda della tecnica di iniezione utilizzata) e il diametro di perforazione D_d :

$$D_S = \alpha_d \cdot D_d$$

Invertendo la formula di verifica, e sostituendoci le relazioni appena descritte, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio:

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \zeta_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_S \cdot q_S}$$

6. AZIONI DI PROGETTO SUGLI ANCORAGGI

Il carico agente sugli ancoraggi di fondazione di una barriera contro le colate detritiche è estremamente variabile in funzione dei meccanismi di impatto e sollecitazione della struttura. È pur vero che sono stati misurati in occasione di eventi monitorati i carichi trasferiti alle fondazioni, ma la dispersione dei dati è tale che non possa essere determinato con sufficiente precisione il valore.

Per questo motivo, si assume che il carico agente sugli ancoraggi non possa essere superiore al valore del carico massimo che il "sistema" funi di supporto più freni ad anello, è in grado di trasferire agli ancoraggi stessi. Tale valore per le barriere in oggetto risulta pari a 250 kN.

I carichi sono riportati nei disegni del sistema delle singole barriere.

7. DIMENSIONAMENTO DEGLI ANCORAGGI FLESSIBILI

Il presente capitolo si propone di stabilire e definire le caratteristiche degli ancoraggi delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. Di seguito vengono ripresi nuovamente i parametri necessari per il dimensionamento, riassumendo i valori utilizzati nei calcoli.

- 1) F_d azione di progetto;

Ancoraggi flessibili = 250 kN

- 2) R_d resistenza di progetto ancoraggi (già ridotta di un fattore pari a 1.15);

Ancoraggi flessibili laterali e di monte:

Ancoraggi flessibili GA-7016 / 300 = 300 kN

- 3) τ_{a-m} adesione acciaio-malta;

Dalla formulazione 0, considerando un valore di f_{ck} pari a 20 N/mm², si ottiene $\tau_{a-m} = 2.32$ N/mm² e barre con diametro ≤ 32 mm.

- 4) γ_M fattore parziale per l'adesione malta - acciaio

Pari a 1,5.

- 5) S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta - acciaio

S_{Lat} ancoraggi flessibili GA-7016 / 300 = 119.7 mm

- 6) R_{ac} valore massimo di resistenza a sfilamento

Calcolato con la formula esposta al paragrafo 5.3 e dipendente dai seguenti parametri 7), 8), 9), 10):

- 7) D_S è il diametro reale del bulbo considerando un coefficiente maggiorativo (q_s)

Ancoraggi flessibili:

D_d [diametro di perforazione] = 90 mm

q_s a favore di sicurezza si ipotizza pari a 1,0; qualora si abbiano indicazioni specifiche si può valutare la tabella delle Raccomandazioni AICAP, nel caso di iniezione globale con processo di messa in pressione unico (IGU), per terreno definito come Deposito alluvionale fine.

TERRENO	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs	1.5 Vs
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 Vs	1.5 Vs
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) Vs	(1.5 - 2) Vs
Marne	1.8	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs per strati compatti	
Calcarei mamosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) Vs o più per strati fratturati	
Calcarei alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2		
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati	

Tabella 7-1: Tabella valori AICAP

- 8) L lunghezza degli ancoraggi

- 9) ζ_a fattore parziale sulla determinazione di q_s

ζ_a pari a 1,8. Tali valori sono i valori massimi possibili in quanto non presenti prove di estrazione da cui ricavare un parametro di adesione malta-substrato.

10) q_s è la resistenza unitaria limite allo scorrimento

La resistenza unitaria viene ricavata da bibliografia che risulta essere pari a 0,5 N/mm².

11) γ_M fattore di sicurezza parziale per ancoraggi permanenti

Pari a 1,2 per gli ancoraggi flessibili.

7.1 ANCORAGGI FLESSIBILI

Verifica della sezione di acciaio:

$$F_D \leq R_D \quad 250 \text{ kN} \leq 300 \text{ kN} \text{ [soddisfatta]}$$

Verifica sfilamento acciaio - malta:

$$L_1 \geq \frac{\gamma_M \cdot F_D}{S_{Lat} \cdot \tau_{a-m}} = \frac{1.5 \cdot 250000}{119 \cdot 2.32} = 1358 \text{ mm}$$

Verifica sfilamento malta di iniezione - substrato:

$$L_2 \geq \frac{\gamma_R \cdot \zeta_a \cdot F_D}{\pi \cdot D_S \cdot q_s} = \frac{1.2 \cdot 1.8 \cdot 250000}{\pi \cdot 90 \cdot 0.5} = 3821 \text{ mm}$$

Considerando il valore massimo tra L_1 e L_2 ed approssimando all'unità superiore, la lunghezza di ancoraggio risulta pari a 4.0 m.

8. INFLUENZA DELLE AZIONI SISMICHE

Per quanto riguarda l'influenza delle azioni sismiche sulle fondazioni si valuta quanto e se queste debbano essere considerate nel dimensionamento.

In pratica per il calcolo delle azioni sulle fondazioni in caso di sisma si ricade nella situazione delle combinazioni rare di forze, quindi si considerano solo la forza peso e le azioni indotte dal sisma, con i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa in vigore.

Tale azione, che dipende principalmente dal peso stesso della barriera e dai coefficienti sismici del luogo, risulta significativamente inferiore rispetto alle azioni sollecitanti nel caso di impatto di un masso.

Si parla di rapporto tra le azioni di circa 1 a 20; per tale ragione le azioni sismiche possono essere trascurate nel calcolo delle fondazioni. Si può quindi concludere che se le fondazioni sono calcolate tenendo conto della natura dei terreni e delle azioni di progetto fornite dai risultati dei test in vera grandezza, non sussiste alcun pericolo per la struttura indotto dalla sollecitazione sismica definita per la zona in esame.

9. CONCLUSIONI

Alla luce delle nuove Norme Tecniche, sono state verificate le sezioni di acciaio e le lunghezze di ancoraggio delle barriere contro le colate detritiche in oggetto. La scelta delle barriere suddette è motivata dal fatto che esse sono le uniche barriere contro fenomeni di colata detritiche appositamente studiate e testate in vera grandezza in accordo alle direttive Europee EAD 340020-00-0106 "Flexible kits for retaining debris flows and shallow landslides/open hill debris flows" e sono in possesso di relativo ETA (European Technical Assessment) e marcatura CE.

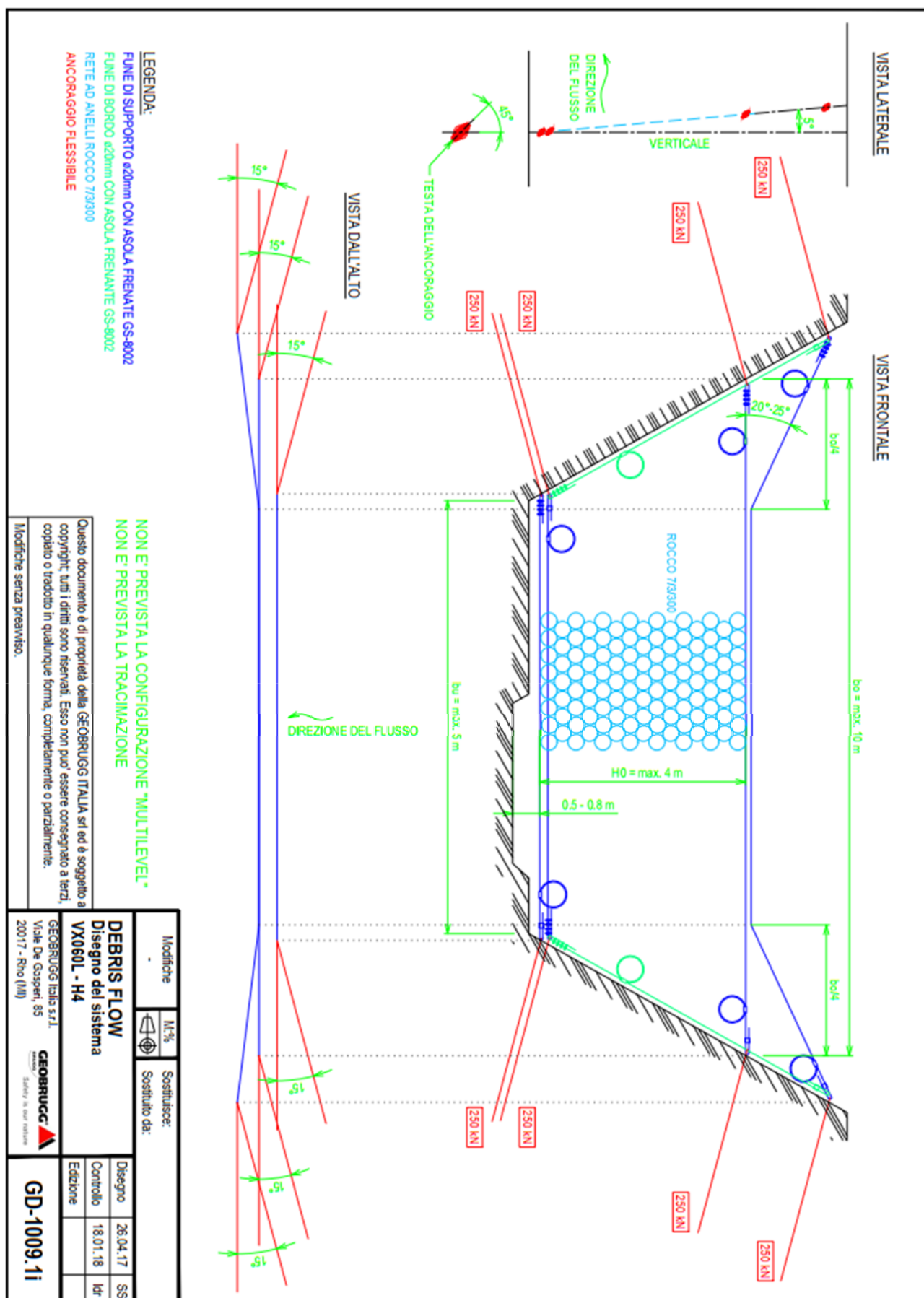
Di seguito si illustra il riassunto dei risultati:

Barriera	Descrizione	Tipologia	Lunghezza [m]
VX060L-H4	Ancoraggio laterale	GA - 7016 / 300	4.0

Tabella 9-1: Riepilogo delle lunghezze degli ancoraggi

10. ALLEGATI

- Scheda Tecnica;
- Disegno del sistema.





European Technical Approval ETA-17/0270



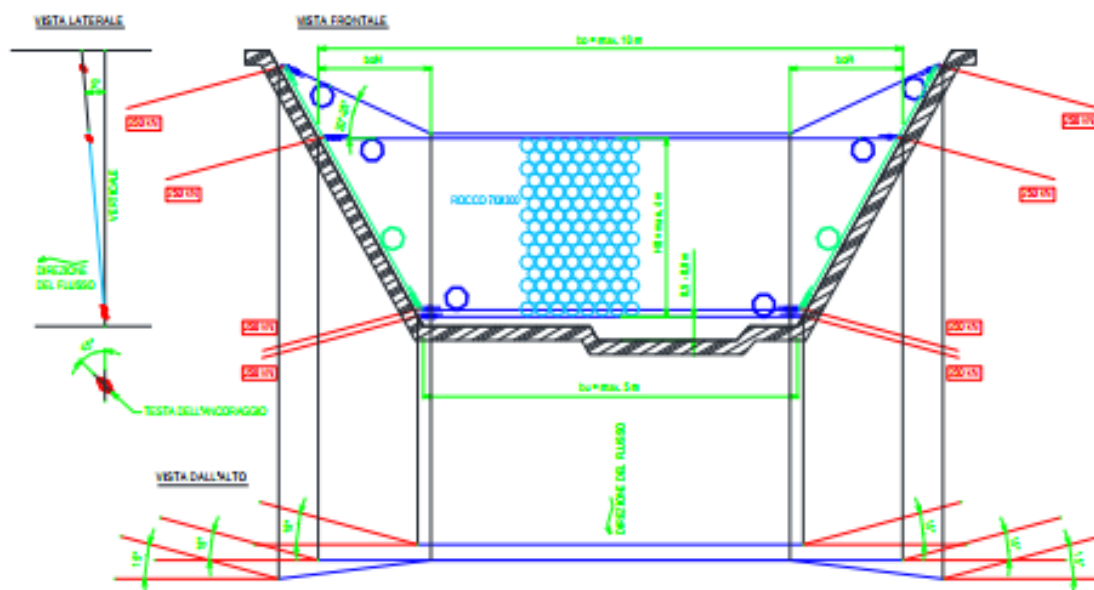
DATI TECNICI

Barriere Debris Flow mod. VX060L-H4

Barriere flessibili per la protezione passiva contro le colate detritiche.

Pressione massima di trattenuta: 60 kPa *)

Geometria standard		Sovrastuttura: funi	
Ampiezza in sommità max.	10 m	Fune di supporto superiore	
Ampiezza alla base max.	5 m	Numero	1(gaveta) + 1(supporto)
Altezza nominale	4.0 m	Fune di supporto inferiore	
		Numero	2
		Fune laterale	
		Numero	2 (una per lato)
		Tipologia	6x36
		Classe di acciaio	$f_t \geq 1770 \text{ N/mm}^2$
		Diametro	22 mm
Sovrastuttura: pannello di intercettazione in rete		Sottostruttura: config. standard ancoraggi ^{d)}	
Tipologia rete	ROCCO 7/3/300	Ancoraggi laterali	
Diametro anello	300 mm	Numero	8
Numero di spire	7	Carico di rottura min.	250 kN
Diametro filo elementare	3 mm		
Zincatura	Zn-Al		
Classe di acciaio	$f_t \geq 1770 \text{ N/mm}^2$		
Rete secondaria (opzionale) ^{b)}	50x50 mm		
Diametro filo elementare	2.5 mm		
Peso unitario complessivo ^{c)}	16 kg/m ²		
Sovrastuttura: asole frenanti		Note:	
Sulle funi di supporto superiori		a) Pressione indotta da carico dinamico, in accordo a test WSL	
Numero	2 per ogni fune	b) Altre su richiesta	
Sulle funi di supporto inferiori		c) Valore indicativo	
Numero	1 per ogni fune	d) Da dimensionare in base alle caratteristiche del sito	
Sulle funi laterali			
Numero	1 per ogni fune		
Tipologia	GS-8002		
Diametro	50 cm		



La caduta di massi, gli sconvolgimenti, le colate di fango o di detrito e le valanghe sono eventi naturali sporadici non prevedibili. La causa scatenante può essere di origine umana (edificatori, ...) o naturale (clima, terremoti, ...). L'incolumità delle persone e delle cose, essendo molteplici ed imprevedibili le cause dirompenti, non può essere garantita solo facendo affidamento alle conoscenze scientifiche. Procedimenti di calcolo ingegneristici che fanno riferimento a parametri noti e la messa in sicurezza di zone a rischio, riducono considerevolmente il pericolo. Regolari interventi di controllo e manutenzione delle opere di protezione sono però indispensabili per garantire lo standard di protezione il cui degrado può essere causato da impatti di massi o piante, dalla corrosione degli agenti atmosferici aggressivi o da manomissioni.

L3_VX060LH4_Scheda tecnica_180122.docx

Modifiche senza preavviso

DEBFLOW ONLINE TOOL

Dimensioning of the flexible Debris Flow Protection System GEOBRUGG VX/UX - DEBFLOW

Project No. 20-DAM-103 - Faella fosso Rantigioni debris

Project name Barriera EST su Rantigioni

Date/Author 2020.01.17 ss

Type and density of the debris flow

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Type of debris flow (granular or mud flow)	Type	granular	no load case	no load case
Density of the debris flow material	$\rho =$	1910		kg/m ³
Specific weight of the debris flow material	$\gamma =$	18.7		kN/m ³
Water content	$W =$	0.45		-

Debris flow volume and number of surges

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Total debris flow volume (incl. water)	$V_{tot} =$	100		m ³
Number of surges	$N =$	2		
Volume per surge (average)	$V_N =$	50		m ³
Volume of first surge (recommended)	$V_{N1,rec} =$	75		m ³
Volume of first surge (chosen)	$V_{N1} =$	75		m ³

Peak discharge

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Peak discharge (acc. to Rickenmann)	$Q_{Drec} =$	3.9		m ³ /s
Peak discharge (chosen)	$Q_p =$	9.75		m ³ /s

Safety factor

Global safety factor	$SF =$	1		-
----------------------	--------	---	--	---

Summary of Results

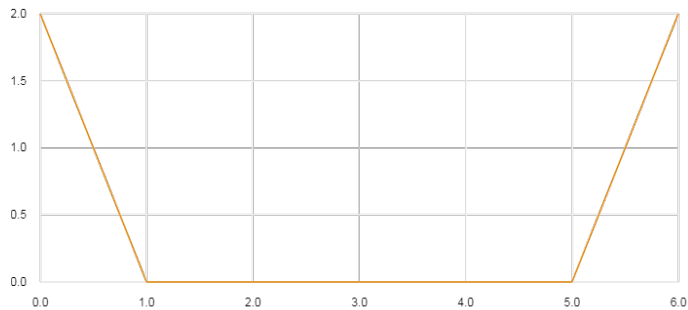
Multi-level debris flow protection system	No.	Safety Factor	Proof	Retention volume
GEOBRUGG VX060L-H4	No. 1 Barriera EST su Rantigioni	2.14	fulfilled !	190.5 m ³

Retention volume

Total retention volume	$V_{r,tot} =$	190	m ³
Required retention volume	$V_{tot,max} =$	100	m ³
Reserve	$V_{r,reserve} =$	90	m ³
Proof of retention volume		fulfilled !	
Proof of overall system			fulfilled !

Barrier Location No. 1

System height	$H_{0,1} =$	2	m
Width of torrent on the level of the top support ropes	$b_{0,1} =$	6	m
Width of torrent on the level of the bottom support ropes	$b_{u,1} =$	4	m
Distance to the next barrier upstream	$L_{0,1} =$	500	m



Torrent inclination and retention volume

System height of the filled barrier	$H_{1,1} =$	1.5	m
Average torrent inclination upstream of the barrier	$I_{s,1} =$	15	%
Deposition inclination of filled barrier (acc. to Rickenmann)	$I'_{s,1,rec} =$	10.0	%
Deposition inclination of filled barrier (chosen)	$I'_{s,1} =$	12	%
Angle between ring net and river bed		86.5	°
Length of deposited material behind barrier	$L_1 =$	50.9	m
Retention volume	$V_{e,1} =$	190.5	m ³

Front velocity and flow height

		Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Front velocity (acc. to Rickenmann)	$v_{1,bas} =$	3.1			m/s
Front velocity according to Strickler ($v_1 > v_{str}$)	$v_{str} =$	3.4			m/s
Impact velocity at barrier location (chosen, max. v-value)	$v_1 =$	3			m/s
Flow height	$h_{0,1} =$	0.8			m
Recommended max. basal opening height (acc. to Wendeler)	$h_{0,1} =$	0.5			m

Flexible, permeable debris flow protection system

System type	Type	GEOBRUGG VX060L-H4		
Max. system height	$H_{0,max} =$	4	m	
Max. system width above	$b_{o,max} =$	10	m	
Max. system width below	$b_{u,max} =$	5	m	
Proof of system height and system width		fulfilled !		

Proof of max. dynamic loading (stopping)				
		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Width factor (width at barrier location to standard width)	$BF_1 =$	0.67		
Dynamic loading (Pressure and impulse acc. to Wendeler)	$MD_{dyn,1} =$	34		$\text{kN/m} \cdot h_n$
Resistance against dynamic loading	$RD_{dyn,1} =$	73		$\text{kN/m} \cdot h_n$
Safety factor	$SF_{dyn,1} =$	2.14		
Proof of max. dynamic loading		fulfilled !		

Proof of max. static loading (overflowing)				
		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Reduction factor hydrostat. pressure (Permeability)	$HF =$	1.0		
Static loading (hydrostat. pressure acc. to Wendeler)	$MD_{stat,1} =$	34		kN/m^2
Resistance against static loading	$RD_{stat,1} =$	90		kN/m^2
Safety factor	$SF_{stat,1} =$	2.65		
Proof of max. static loading		fulfilled !		
Proof barrier 1				fulfilled !

DEBFLOW ONLINE TOOL

Dimensioning of the flexible Debris Flow Protection System GEOBRUGG VX/UX - DEBFLOW

Project No. 20-DAM-103 - Faella fosso Rantigioni debris

Project name Barriera OVEST su affluente Rantigioni

Date/Author 2020.01.17 ss

Type and density of the debris flow

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Type of debris flow (granular or mud flow)	Type	granular	no load case	no load case
Density of the debris flow material	$\rho =$	1910		kg/m ³
Specific weight of the debris flow material	$\gamma =$	18.7		kN/m ³
Water content	$W =$	0.45		-

Debris flow volume and number of surges

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Total debris flow volume (incl. water)	$V_{tot} =$	100		m ³
Number of surges	$N =$	2		
Volume per surge (average)	$V_N =$	50		m ³
Volume of first surge (recommended)	$V_{N1,rec} =$	75		m ³
Volume of first surge (chosen)	$V_{N1} =$	75		m ³

Peak discharge

		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Peak discharge (acc. to Rickenmann)	$Q_{prec} =$	3.9		m ³ /s
Peak discharge (chosen)	$Q_p =$	4.6		m ³ /s

Safety factor

Global safety factor	SF =	1		-
----------------------	------	---	--	---

Summary of Results

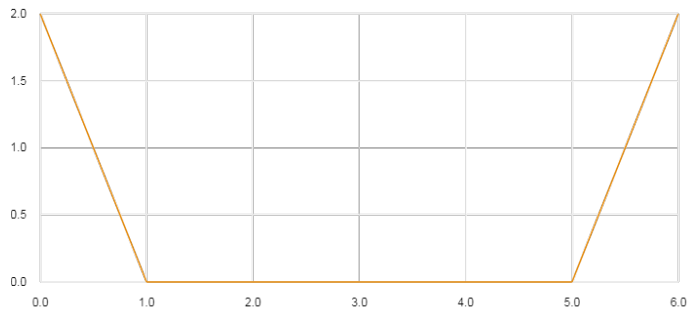
Multi-level debris flow protection system	No.	Safety Factor	Proof	Retention volume
GEOBRUGG VX060L-H4	No. 1 Barriera OVEST su affluente Rantigioni	2.45	fulfilled !	190.5 m ³

Retention volume

Total retention volume	$V_{r,tot} =$	190	m ³
Required retention volume	$V_{r,tot,max} =$	100	m ³
Reserve	$V_{r,reserve} =$	90	m ³
Proof of retention volume		fulfilled !	
Proof of overall system			fulfilled !

Barrier Location No. 1

System height	$H_{0,1} =$	2	m
Width of torrent on the level of the top support ropes	$b_{0,1} =$	6	m
Width of torrent on the level of the bottom support ropes	$b_{u,1} =$	4	m
Distance to the next barrier upstream	$L_{0,1} =$	500	m



Torrent inclination and retention volume

System height of the filled barrier	$H_{1,1} =$	1.5	m
Average torrent inclination upstream of the barrier	$I_{s,1} =$	15	%
Deposition inclination of filled barrier (acc. to Rickenmann)	$I'_{s,1,rec} =$	10.0	%
Deposition inclination of filled barrier (chosen)	$I'_{s,1} =$	12	%
Angle between ring net and river bed		86.5	°
Length of deposited material behind barrier	$L_1 =$	50.9	m
Retention volume	$V_{e,1} =$	190.5	m ³

Front velocity and flow height

		Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Front velocity (acc. to Rickenmann)	$v_{1,bas} =$	2.4			m/s
Front velocity according to Strickler ($v_1 > v_{str}$)	$v_{str} =$	2.5			m/s
Impact velocity at barrier location (chosen, max. v-value)	$v_1 =$	1.2			m/s
Flow height	$h_{0,1} =$	1.0			m
Recommended max. basal opening height (acc. to Wendeler)	$h_{0,1} =$	0.6			m

Flexible, permeable debris flow protection system

System type	Type	GEOBRUGG VX060L-H4		
Max. system height	$H_{0,max} =$	4	m	
Max. system width above	$b_{o,max} =$	10	m	
Max. system width below	$b_{u,max} =$	5	m	
Proof of system height and system width		fulfilled !		

Proof of max. dynamic loading (stopping)				
		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Width factor (width at barrier location to standard width)	$BF_1 =$	0.67		
Dynamic loading (Pressure and impulse acc. to Wendeler)	$MD_{dyn,1} =$	14		$\text{kN/m} \cdot h_n$
Resistance against dynamic loading	$RD_{dyn,1} =$	86		$\text{kN/m} \cdot h_n$
Safety factor	$SF_{dyn,1} =$	6.22		
Proof of max. dynamic loading		fulfilled !		

Proof of max. static loading (overflowing)				
		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Reduction factor hydrostat. pressure (Permeability)	$HF =$	1.0		
Static loading (hydrostat. pressure acc. to Wendeler)	$MD_{stat,1} =$	37		kN/m^2
Resistance against static loading	$RD_{stat,1} =$	90		kN/m^2
Safety factor	$SF_{stat,1} =$	2.45		
Proof of max. static loading		fulfilled !		
Proof barrier 1				fulfilled !