



Grugliasco 29 Maggio 2018 | Luca Dellarole, Geobrugg Italia

Barriere paramassi, norme di progetto e di prodotto per una corretta progettazione

1. Introduzione – barriere paramassi e anticolata
2. Barriere paramassi – Norme
3. Barriere anticolata - Norme
4. Conclusioni

L'EVENTO «CADUTA MASSI»



L'EVENTO «CADUTA MASSI»



L'EVENTO «CADUTA MASSI»

Val d'Aveto (PC)
Barriera GBE-2000A



L'EVENTO «CADUTA MASSI»

Capo Mele (SV) Barriera GBE-3000A



L'EVENTO «COLATA»



L'EVENTO «COLATA»



L'EVENTO «COLATA»

Pallare (SV) Barriera VX-140



L'EVENTO «COLATA»

Giampilieri (ME)
Barriera SL-150



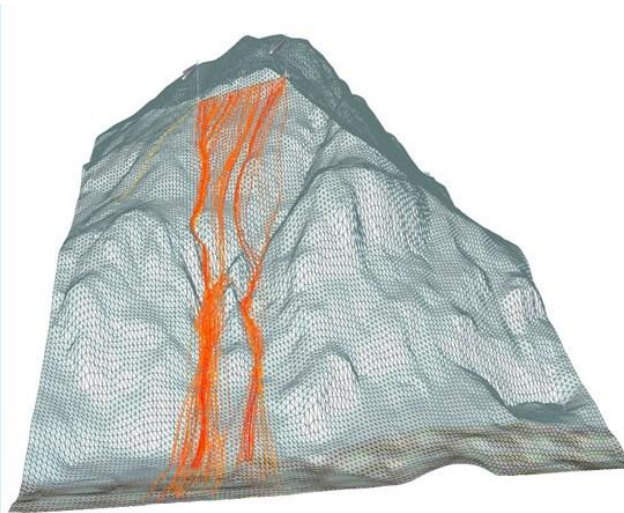
- ▶ L'evento di frana di crollo non è l'evento di colata detritica (o soilslip)
- ▶ Le dinamiche sono completamente diverse (volumi, velocità)
- ▶ Le azioni sulle strutture passive sono completamente diverse (tempi, modi)
- ▶ Le barriere che proteggono dagli eventi devono essere diverse
- ▶ Il progetto delle opere di protezione è diverso

PROGETTAZIONE BARRIERE PARAMASSI

Norme per la
progettazione

di progetto

di prodotto



SOVRASTRUTTURA

UNI 11211-1/2/3/4

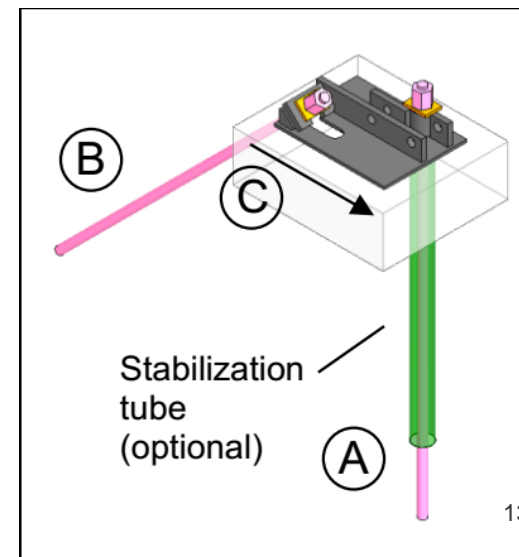
Tutti i tipi di intervento di difesa dalla caduta massi.

NORMA ITALIANA	Opere di difesa dalla caduta massi Parte 1: Termini e definizioni	UNI 11211-1
		GENNAIO 2007
	Rockfall protective measures Part 1: Terms and definitions	
	La norma definisce i principali termini utilizzati nel campo delle opere di difesa dalla caduta massi.	

SOTTOSTRUTTURA

N.T.C. e Eurocodici

Dimensionamento degli elementi di fondazione



UNI 11211-1/2/3/4

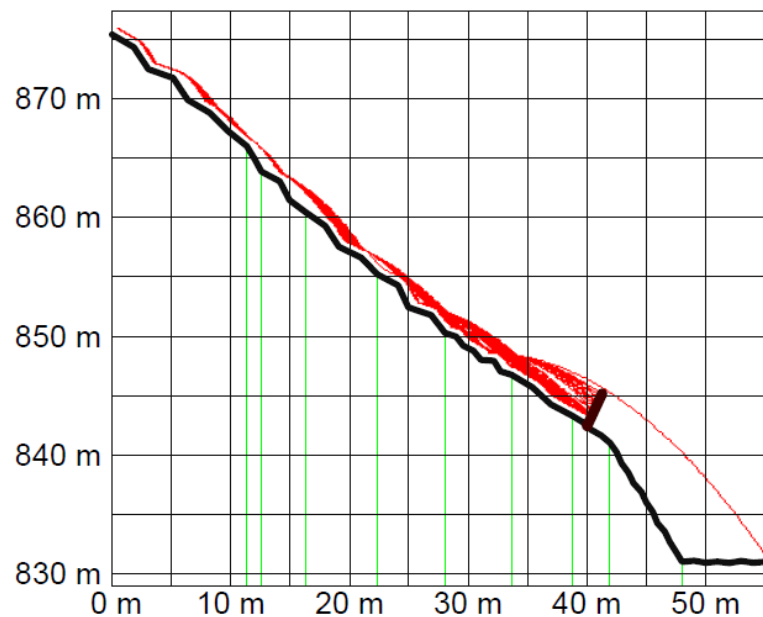
E' la norma edita dall'UNI (2012, in fase di revisione) che copre tutti i tipi di intervento di difesa dalla caduta massi.

Definisce gli approcci progettuali da utilizzare.

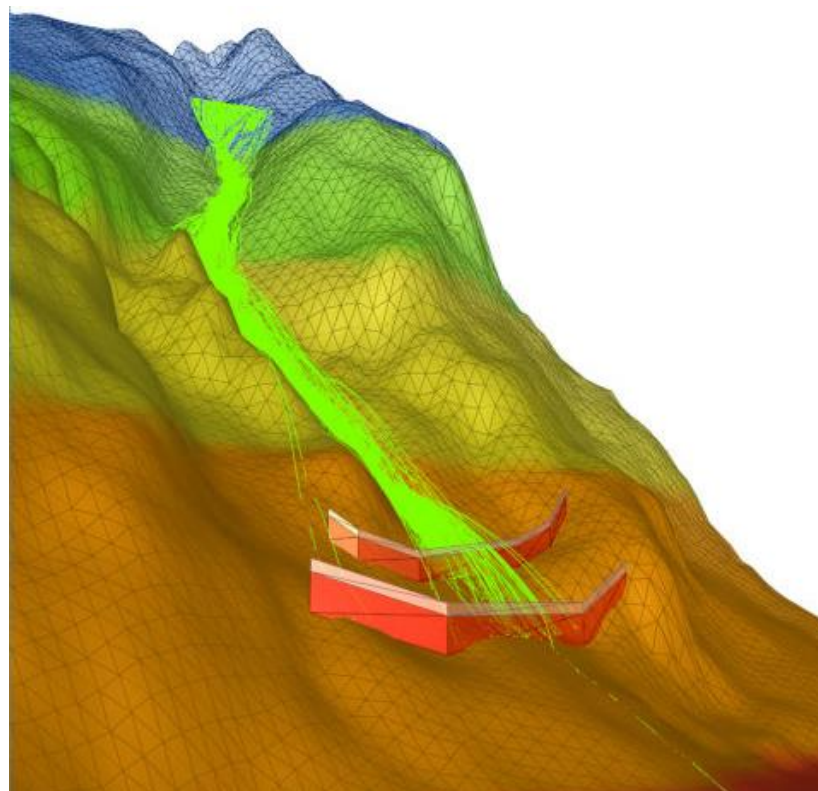
- Parte 1 – Termini e definizioni
- Parte 2 – Programma preliminare di intervento
- Parte 3 – Progetto Preliminare
- Parte 4 – Progetto Definitivo ed Esecutivo
- Parte 5 – Piano di manutenzione

NORME DI PROGETTO

2D



3D



UNI 11211 – 4 – Progettazione definitiva ed esecutiva

Quanto sono accurati i dati di input?

Accuratezza



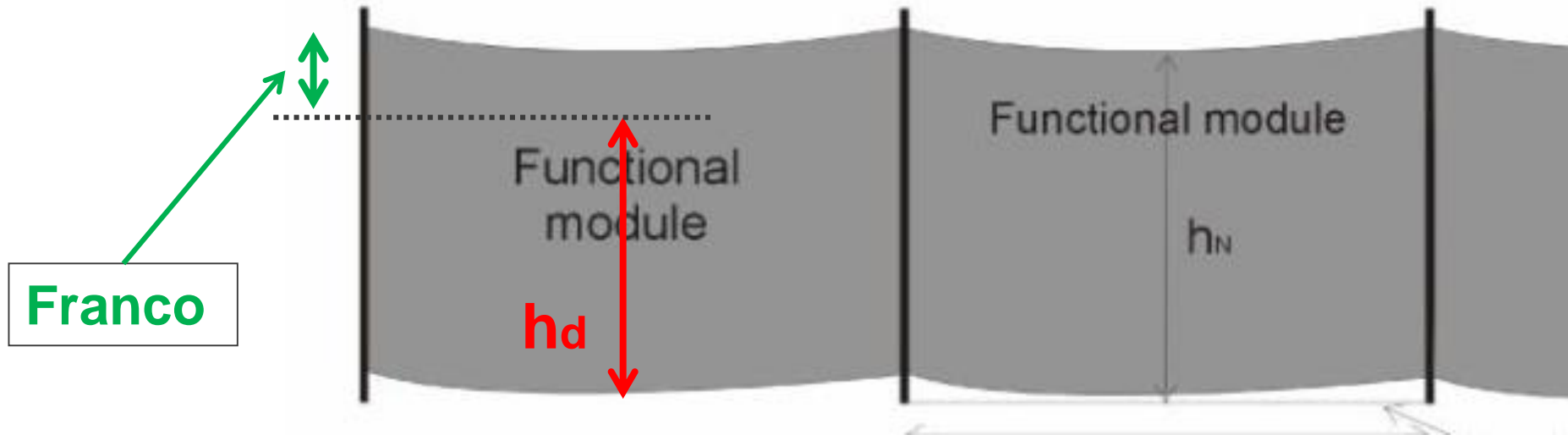
Coeff. sicurezza

I coefficienti di sicurezza si applicano p.es. a:

- Velocità e traiettorie (h)
- Dimensioni dei massi critici
- MEL / SEL
- Tasso di frequentazione dell'opera da proteggere
- Importanza dell'opera da proteggere

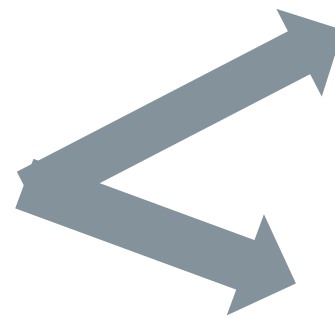
NORME DI PROGETTO

UNI 11211 – 4 – Progettazione definitiva ed esecutiva

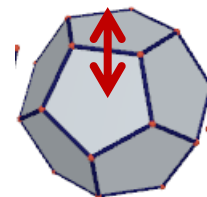


$$h_N = h_d + \text{Franco}$$

Franco è il maggiore tra

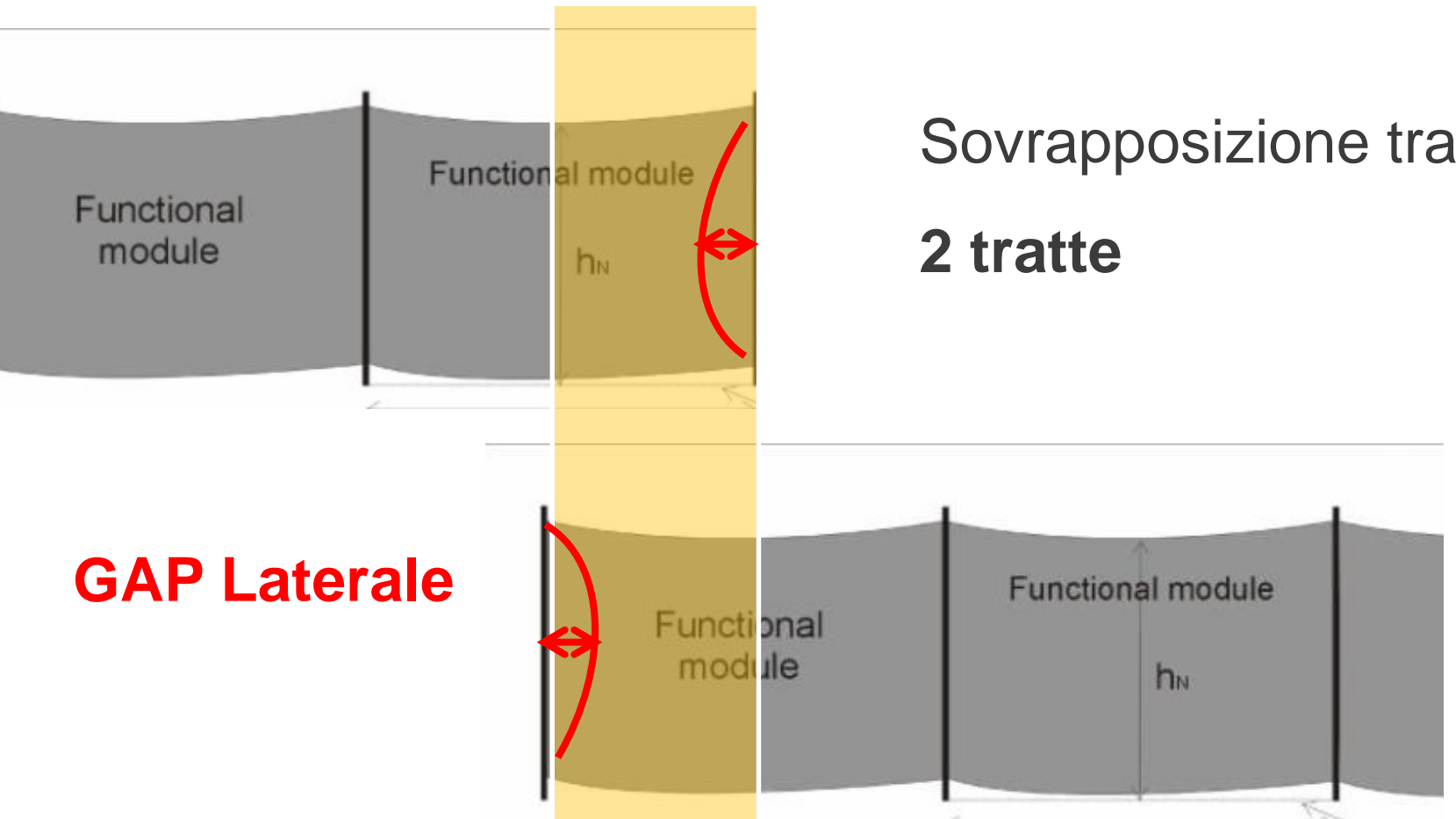


0,5 m



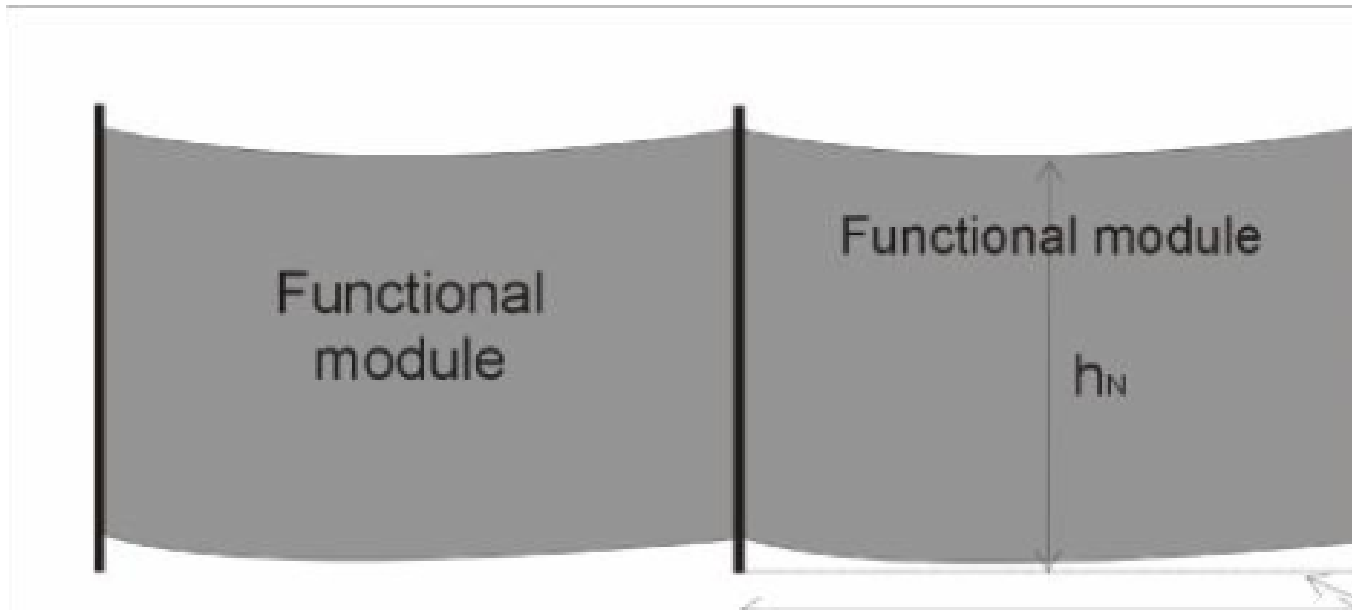
Raggio

UNI 11211 – 4 – Progettazione definitiva ed esecutiva



UNI 11211 – 4 – Progettazione definitiva ed esecutiva

Barriera con **2 campate**

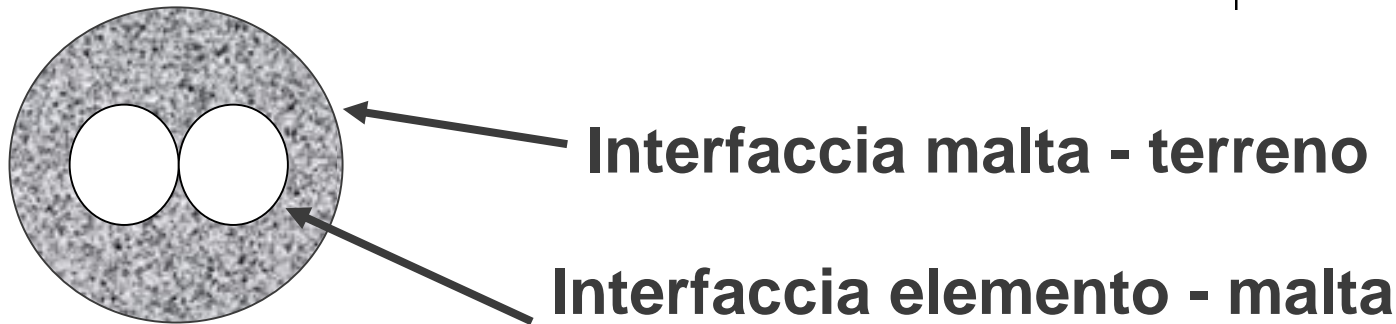
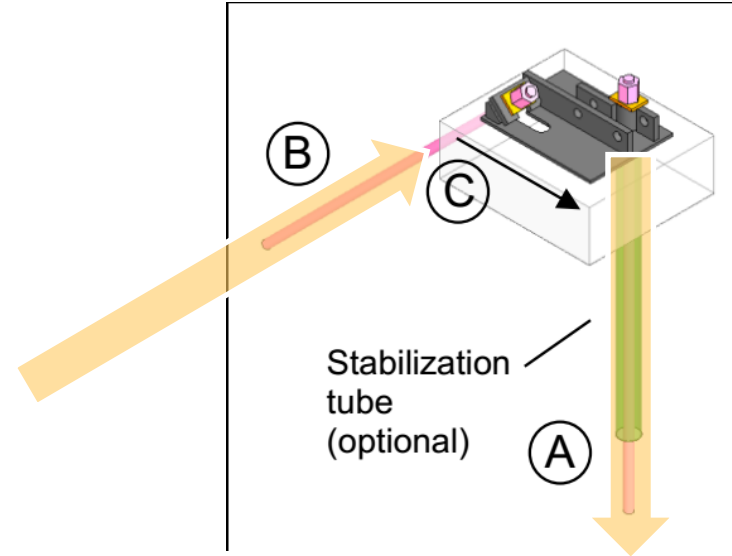


FONDAZIONI

- **Norme Tecniche Nazionali** non trattano il tema delle barriere paramassi.
- **Eurocodici**
- **Raccomandazioni A.I.C.A.P.**
- **(e la nuova versione di UNI 11211-4)**

NORME DI PROGETTO

Generalmente si utilizza il modello di **Bustamante – Doix** , che analizza le **interfacce** acciaio-malta e malta-terreno per il dimensionamento delle fondazione.







European Organisation for Technical Approvals
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Organisation Européenne pour l'Agrément Technique

ETAG 027

Linee guida Europea

Established pursuant to Annex II of the Council Directive 89/106 of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of Member States relating to construction products (Construction Products Directive)

ETAG 27

GUIDELINE FOR
EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL
of
FALLING ROCK PROTECTION KITS

Ha (o dovrebbe avere) **poca**
influenza sull'attività progettuale.

**Test in vera
grandezza**

**Prestazioni
minime**

**Percorso per
marcatura CE**

ETAG 027 - Linea guida Europea



MEL (**M**aximum **E**nergy **L**evel)

SEL (**S**ervice **E**nergy **L**evel)

Energia

Energy level classification	0	1	2	3	4	5	6	7	8
SEL	-	85	170	330	500	660	1 000	1 500	>1 500
MEL≥	100	250	500	1 000	1 500	2 000	3 000	4 500	>4 500

Altezza

Category A: Residual Height ≥ 50 % nominal height

Category B: 30% nominal height < Residual Height < 50 % nominal height

Category C: Residual Height ≤ 30 % nominal height, or complete break of upper and/or lower longitudinal support element (the support element can be made by one or more ropes, wires or similar longitudinal components which keep the main protection layer in place and run along the whole span).



REQUISITO MINIMO



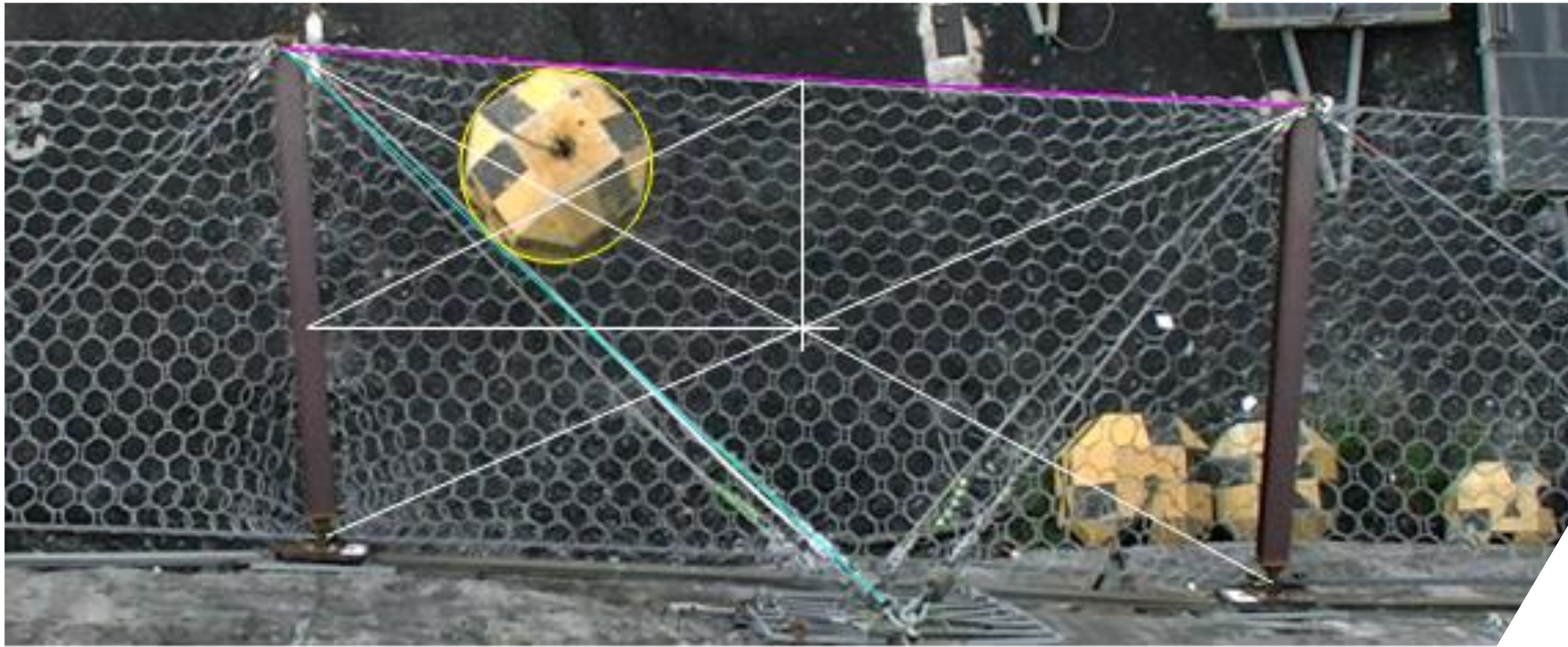
ALTEZZE CERTIFICATE

The height of the barrier cannot be reduced in comparison with the tested kit and its height cannot be raised by more than 1 metre for tested height superior or equal to 4 metres and 0,5 metre for tested height less than 4 metres: this tolerance applies to the commercial height.

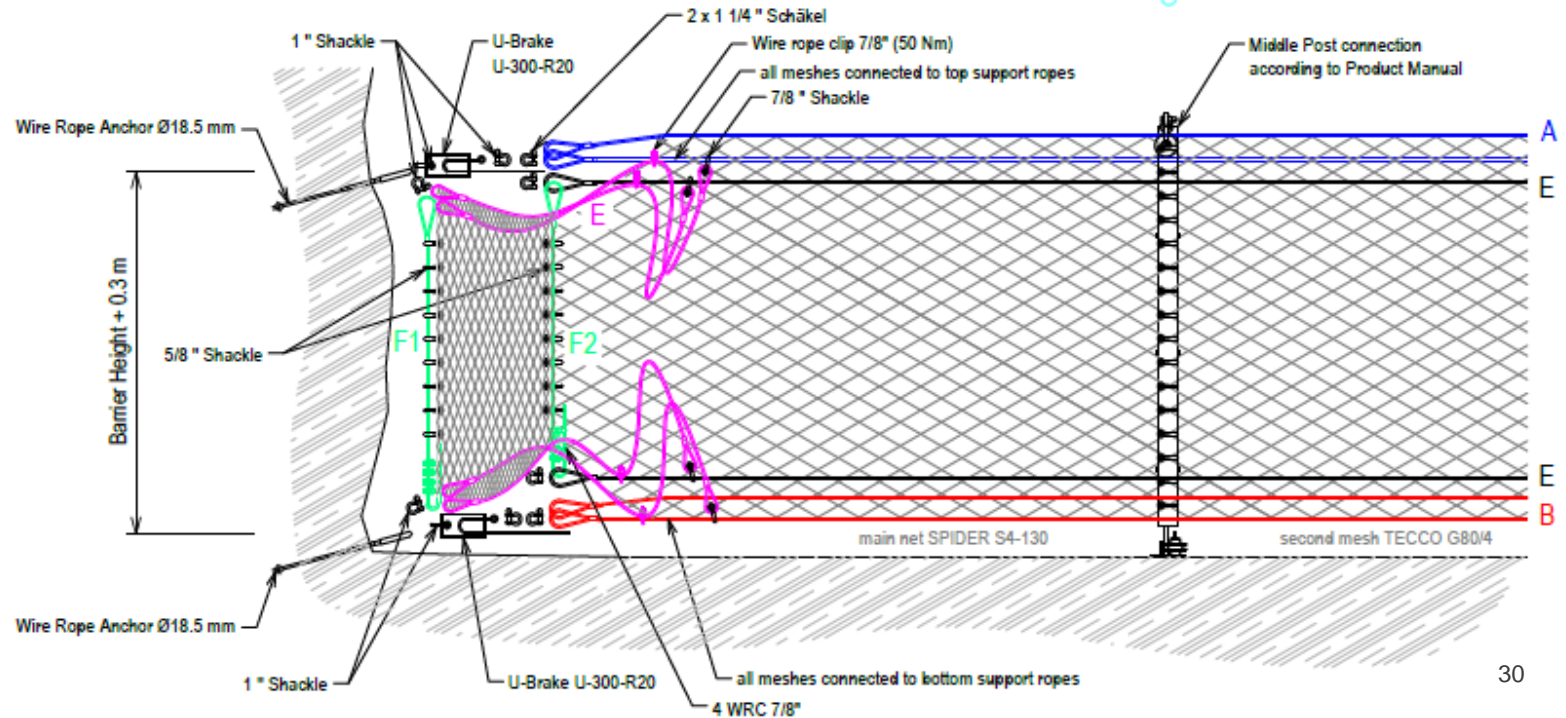
VITA UTILE DELLA BARRIERA



IMPATTO ECCENTRICO

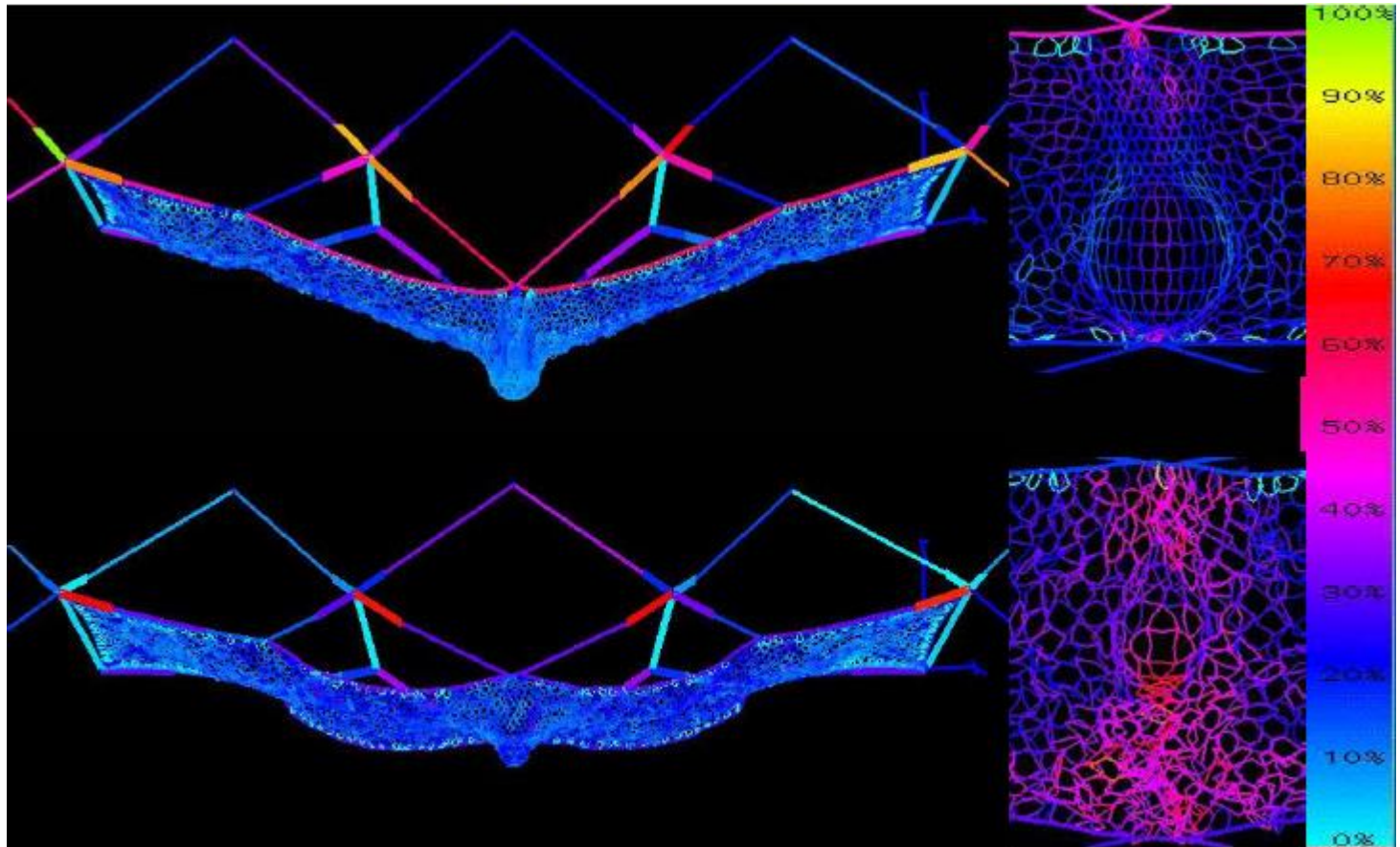


IMPATTI LATERALI



IMPATTI A ALTISSIME VELOCITÀ

- Dove e come verificare il limite



- Seriale:
SEL2 senza rimozione dei blocchi
- Simultaneo:
energia distribuita
vs.
energia concentrata



ENERGIA ROTAZIONALE

Energia Traslazionale $E_t = 1/2 * m * v^2$

Energia rotazionale $E_r = 1/2 * I * \omega^2$

con I = momento di inerzia massa

ω = vel. rotazionale [rad/sec]

r = raggio della sfera

Energia totale = Traslazionale + Rotazionale



- ▶ Il CE è una base, ma tecnicamente occorre andare oltre per aderire alle condizioni che si riscontrano in natura
- ▶ Casi non standard (impatti eccentrici, ripetuti, rotazione, detriti diffusi, piccole slavine...) generano forze differenti e impegnano differientemente le strutture
- ▶ Le prove e le sperimentazioni in vera grandezza sono finalizzate ad ottenere certezza di performances minime, che possono non essere sufficienti. Ne discende l'importanza di procedure di test ulteriori benché non codificate
- ▶ In fase progettuale è consentito, se le circostanze lo suggeriscono e sono motivabili tecnicamente, richiedere prestazioni superiori e/o particolari

PROGETTAZIONE BARRIERE ANTI COLATA

Norme per la
progettazione

di progetto:
allo studio

di prodotto:
EAD @EOTA



Software ad hoc
Geobrugg Deb_Flow

PROGETTAZIONE BARRIERE ANTI COLATA

► Parte 1: Tipologia di colata e densità

Input Parameters

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 ▼	mud flow ▼	no load case ▼	
Density of the debris flow material	$\rho =$	2200 ▲▼	1800 ▲▼	1900 ▲▼	[kg/m ³]
Specific weight of the debris flow material	$\gamma =$	21.6	17.7		[kN/m ³]
Water content	$w =$	0.27	0.52		-

Tipo di debris flow: [Granulare; fangosa; no load case]

Granulare: $\rho = 1900 - 2300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ Coefficiente cd più alto

Fangosa: $\rho = 1600 - 2000 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ Coefficiente cd inferiore

PROGETTAZIONE BARRIERE ANTI COLATA

- Parte 2: Volume del debris flow, numero di onde, portata di picco

Volume della colata: [100 ; 10'000] m³

Numero di onde: [1 ; n]

Volume della prima onda → Possibile definirla

Picco massimo della portata: acc. Rickenmann → da indagini sperimentali

		Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Total debris flow volume (incl. water)	V _{tot} =	1000	1000	1000	[m ³]
Number of waves	N=	3	3	3	-
Volume per wave (average)	V _N =	333	333	333	[m ³]
Volume of first wave (recommended)	V _{N1,rec} =	500	500	500	[m ³]
Volume of first wave (chosen)	V _{N1} =	3000	3000	3000	[m ³]
Peak discharge					
		Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Peak discharge (acc. to Rickenmann)	Q _{p,rec} =	69.6	69.6	69.6	[m ³ /s]
Peak discharge (chosen)	Q _p =	50	50	50	[m ³ /s]

PROGETTAZIONE BARRIERE ANTI COLATA

Front velocity and flow height					
		Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Front velocity (acc. to Rickenmann)	$v_{2,base} =$	7.1	5.6	4.7	[m/s]
Front velocity according to Strickler ($v_1 > v_{str}$)	$v_{str} =$	6.3	4.8	3.9	[m/s]
Reduced velocity because of overflowing barrier upstream	v_{red}	2.83	2.24	1.89	[m/s]
Impact velocity at barrier location (chosen, max. v-value)	$v_2 =$	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="3.0"/>	[m/s]
Altezza del flusso	$h_{f,2} =$	3.3	1.6	1.0	[m]
Max apertura basale secondo Wendeler	$h_{d,2\leq} =$	0.7 [m]			

Apertura basale $h_d > 2/3 * \text{altezza di flusso minima } h_{f1}!$

PROGETTAZIONE BARRIERA ANTI COLATA

Front velocity and flow height				
		Load case 1	Load case 2	Load case 3
Front velocity (acc. to Rickenmann)	$v_{1,base} =$	4.7	4.3	4.7 [m/s]
Front velocity according to Strickler ($v_1 > v_{str}$)	$v_{str} =$	4.4	3.9	4.4 [m/s]
Impact velocity at barrier location (chosen, max. v-value)	$v_1 =$	4.7	4.3	[m/s]
Flow height	$h_{fl,1} =$	0.9	0.7	
Recommended max. basal opening height (acc. to Wendeler)	$h_{d,1} \leq$	0.5 [m]		

Scelta della velocità

Altezza di flusso calcolata

Verifica sull'apertura basale

Flexible, permeable debris flow protection system			
System type	Type	GEOBRUGG VX080-H4	
Max. system height	$H_{o,max} =$	4 [m]	
Max. system width above	$b_{o,max} =$	15 [m]	
Max. system width below	$b_{u,max} =$	8 [m]	
Proof of system height and system width		fulfilled !	



Scelta della barriera → verifica geometrica

PROGETTAZIONE BARRIERA ANTI COLATA


Geobrugg VX / UX / SL

	Altezza	Larghezza
VX (debris flow)		
VX080-H4	2-4 m	Fino a 15 m
VX140-H4	2-4 m	Fino a 15 m
VX100-H6	3-6 m	Fino a 15 m
VX160-H6	3-6 m	Fino a 15 m
UX (debris flow)		
UX100-H4	2-4 m	Fino a 25 m
UX160-H4	2-4 m	Fino a 25 m
UX120-H6	3-6 m	Fino a 25 m
UX180-H6	3-6 m	Fino a 25 m
SL (soil slip)		
SL-100	2.0 m	> 15 m @5 m
SL-150	3.5 m	> 15 m @5 m

WWW.GEOBRUGG.COM

← → ↻  Sicuro | https://www.geobrugg.com/index_en.html 

GEOBRUGG®
BRUGG
Safety is our nature
A company of the BRUGG Group

Searchterm 

Switzerland ▼ | EN ▼ | Contact | Downloads | News | [myGeobrugg](#)

Login

Email address

Password

[Forgot your password?](#)

Registration

Do you have personal login information?

SAFETY SYSTEMS MADE OF HIGH-TENSILE STEEL WIRE

Innovative technologies to protect infrastructure and industry

Just three clicks to more safety

1. SECTORS ▼ 2. APPLICATIONS ▼ 3. SYSTEMS ▼

WWW.MYGEOBRUGG.COM



Dimensioning Tools

DIMENSIONING TOOLS

Use our software and design our systems for slope
stabilization, debris flow barriers and for shallow
landslides.
more





PROJECT DATABASE

Find our solutions in projects all over the world.
more



Schede tecniche

Test report

Disegni tipologici



DOWNLOADS

Extended access to drawings and other documents.
[more](#)

Marcatura CE

Certificazioni

Voci di capitolato

DOMANDE?

