



Soluzioni per la protezione da caduta massi

*Utilizzo delle reti nei rivestimenti e rafforzamenti corticali
in roccia e negli interventi di soil nailing.*

Barriere paramassi e barriere per colate detritiche

Sistema di allertamento e monitoraggio.

Stefano Cardinali

MACCAFERRI

Soluzioni e strategia di intervento

Interventi nella zona di distacco o di instabilità

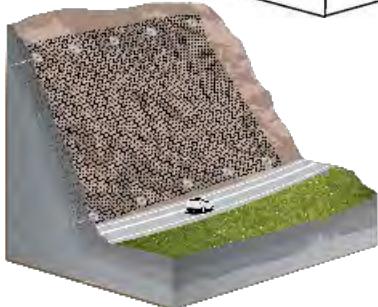


Interventi nella zona di transito e/o di arresto (interventi passivi)

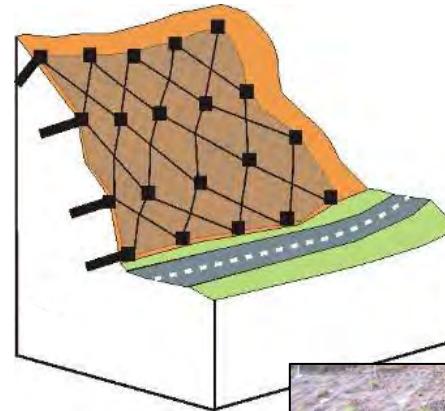


Interventi nell'area di distacco

Rivestimento semplice



Rafforzamento corticale



Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche
UNI 11437:2012

Prova di trazione

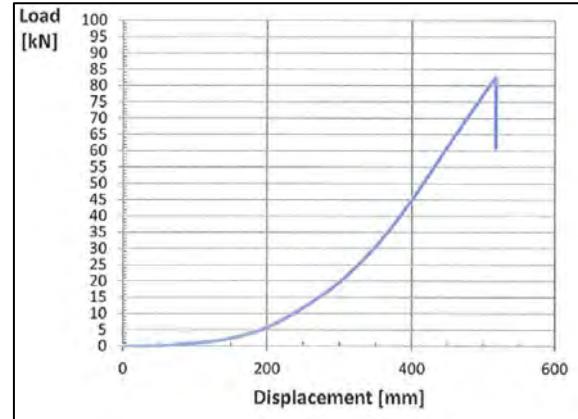
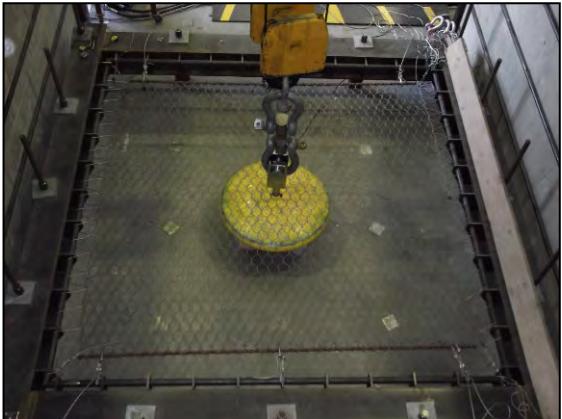


Prova di punzonamento



Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche UNI 11437:2012

Prova di punzonamento



La prova fornisce indicazioni sul comportamento delle reti nelle più frequenti situazioni e consente il giusto approccio al dimensionamento delle reti chiodate.

11.1. GENERALITÀ

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011.

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;

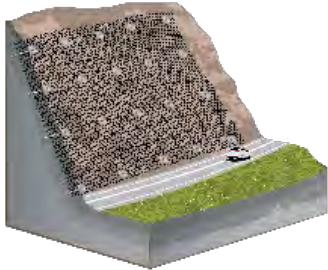
B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

Certificato di Costanza della Prestazione e DOP



MACRO 1 - Rafforzamenti corticali



MACRO 2 - Rivestimenti semplici



<https://edesign.maccaferri.com>

The screenshot displays the Maccaferri eDesign website's software suite section. It features eight software options arranged in a grid:

- ECoMac Design**: A software for designing erosion control applications. It has been developed to assist use... [START THE DESIGN](#)
- Mac S-Design**: Software used for planning every solution. It has been developed to help the user to... [START THE DESIGN](#)
- MacBars Design**: A software used to design rockfall protection solutions for steep slopes, very soft and very... [START THE DESIGN](#)
- MacQuay Design**: A software for port engineers. This software focuses on the design of protective structures against train-caused by waves... [START THE DESIGN](#)
- MacRA Design**: A suite of design software for hydraulic engineering. As stated by the name, Macraifer River analysis focuses on the design... [START THE DESIGN](#)
- MacRO Design**: A suite of design software for designing rockfall protection solutions such as simple and secured... [START THE DESIGN](#)
- REQUALIFE**: An application allows technicians and designers to carry out their rockfall protection projects assessments, ex-situ and ex-post operation... [START THE DESIGN](#)
- MacTube Design**: MacTubes are tubular geotextile containers made from high strength woven geotextiles. MacTubes are filled in position with a sand/water slurry to co... [START THE DESIGN](#)

The "Mac S-Design" and "MacRO Design" boxes are highlighted with red rounded rectangles.

Il software **Macro 2** permette di dimensionare:

- Rete → convogliamento e contenimento dei piccoli blocchi e detriti al piede della scarpata
- Fune di supporto sommitale → Trasmissione delle sollecitazioni agenti sulla rete agli ancoraggi
- Ancoraggi → Trasferimento carichi agenti al terreno



MACRO 2: Risultati

MACCAFERRI

MACRO Studio - MACRO 2 Drapery System
Rock and Soil Slope Protection Design Software

Nome / pag. 1 di 2

Informazioni sul progetto

Titolo	Descriptione
Numeros	
Cliente	
Progettista	

Dati di input

Pendio roccioso

Inclinazione del pendio (β)	65												
Altezza totale del pendio [m]	16	Altezza dell'accumulo detritico alla base [m]	1.50	Lunghezza dell'accumulo detritico alla base [m]	1.00	Inclinazione della sacca d'accumulo (θ)	41.43	Angolo di attrito interno del detrito (ϕ)	30.00	Peso specifico del detrito [t/m^3]	25.00	Angolo di attrito rete-terreno (ψ)	30.00
Altezza dell'accumulo detritico alla base [m]	1.50												
Lunghezza dell'accumulo detritico alla base [m]	1.00												
Inclinazione della sacca d'accumulo (θ)	41.43												
Angolo di attrito interno del detrito (ϕ)	30.00												
Peso specifico del detrito [t/m^3]	25.00												
Angolo di attrito rete-terreno (ψ)	30.00												

Neve

Peso specifico della neve [t/m^3]	4
Spostore della neve [m]	10

Rete

Tipo di rete	Steelgrid HR 30
Resistenza a trazione [t/m]	130.00
Peso per unità di superficie [kg/m^2]	1.97

Fune superiore + ancoraggi di testa

Geometria della fune longitudinale superiore

Intrusione orizzontale tra gli ancoraggi [m]	3.00
Intrusione verticale tra gli ancoraggi [m]	0.00

Tipologia di fune

Diametro della fune [mm]	16
Grado della fune [t/tm]	1770
Anima della fune	Steel
Carico minimo di rottura della fune [kN]	161

Tipo di ancoraggio

Tipo di barra	Barre in acciaio B450C
Diametro interno della barra [mm]	0
Diametro esterno della barra [mm]	26
Spostore della corona di corrosione [mm]	0
Tensione di inserimento dell'acciaio [%tens]	450
Tensione limite di aderenza (natta-roccia) [%tens]	0.30

Coefficienti parziali di Sicurezza

Pendio roccioso

Coefficiente applicato ai circoli variabili	1.50
Coefficiente applicato ai circoli permanenti	1.50

Rete

Coefficiente applicato alla resistenza a trazione	2.50
---	------

Geometria della fune longitudinale superiore

Coefficiente dell'intrusione orizzontale	1.10
Coefficiente dell'intrusione verticale	1.05

Tipo di ancoraggio

Coefficiente applicato alla tensione di inserimento dell'acciaio	1.15
Coefficiente applicato alla tensione di aderenza natta-roccia	1.80

MACRO Studio | Copyright Maccaferri 2010-2019 | 4.0.14 | 2022.09.30 Data immagine | Notice: This software is not responsible for the drawings, and the calculations presented, since they should be checked as general design software and whose, verify, refer to the best use of the product.

MACRO Studio - MACRO 2 Drapery System
Rock and Soil Slope Protection Design Software

Nome / pag. 2 di 2

Risultati

Verifica della rete	Verifica della fune superiore	Verifica ancoraggi intermedi	Verifica ancoraggi laterali
3.42 Soddisfatta	1.50 Soddisfatta	2.36 Soddisfatta	1.28 Soddisfatta

Progettazione della rete

Carico di progetto [kN/m]	15.22
Resistenza e trazione di progetto della rete [kN/m]	52.00
Fattore di sicurezza	3.42

Carico totale dovuto al detrito [kN/m^2]

Carico totale dovuto alla neve [kN/m^2]

Carico totale dovuto al peso della rete [kN/m^2]

Carico totale agente sull'investimento [kN/m^2]

Progettazione degli ancoraggi intermedi

Forza di taglio di progetto agenti [kN]	50.88
Resistenza a taglio di progetto della barra di ancoraggio [kN]	119.95
Fattore di sicurezza	2.36

Forza di taglio di progetto agenti [kN]

Resistenza a taglio di progetto della barra di ancoraggio [kN]

Fattore di sicurezza

Progettazione della fune

Sezione efficace della barra di ancoraggio [mm 2]	530.93
Carico di trazione di progetto della barra [kN]	207.75
Carico di trazione di progetto agente sull'ancoraggio [kN]	93.61
Diametro minimo di perforazione (nominal) [mm]	40.00
Lunghezza minima dell'ancoraggio [m]	4.77

Carico di taglio di progetto agenti sugli ancoraggi interni [kN]

Carico di taglio di progetto agenti sugli ancoraggi laterali [kN]

Distanza di progetto tra gli ancoraggi [m]

Lunghezza totale della fune tra gli ancoraggi [m]

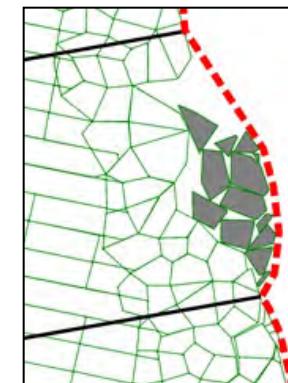
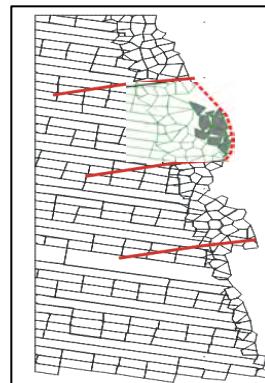
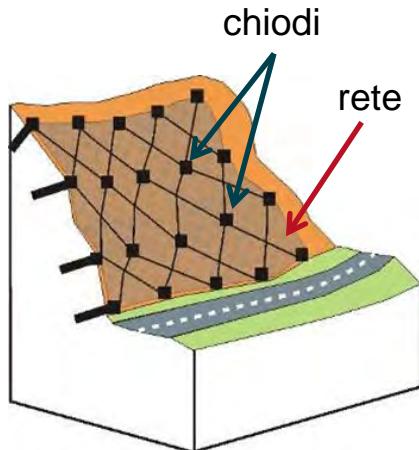
Maiolena fredda della catenaria [m]

Carico massimo agente sulla fune [t/m^2]

Geometria

MACRO Studio | Copyright Maccaferri 2010-2019 | 4.0.14 | 2022.09.30 Data immagine | Notice: This software is not responsible for the drawings, and the calculations presented, since they should be checked as general design software and whose, verify, refer to the best use of the product.

Rafforzamenti corticali



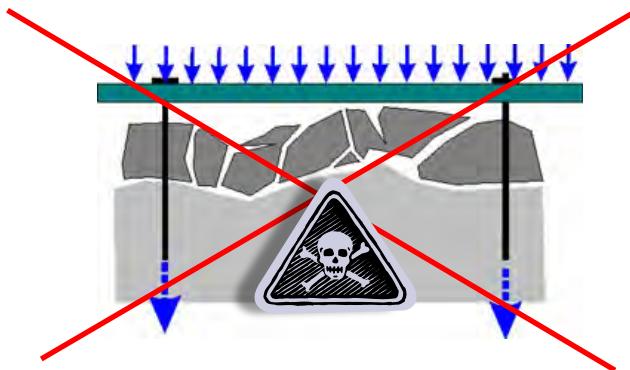
Ancoraggi

Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata

Rivestimento

Trattenere il detrito e/o i blocchi tra gli ancoraggi

LA RETE E' FLESSIBILE E DEFORMABILE

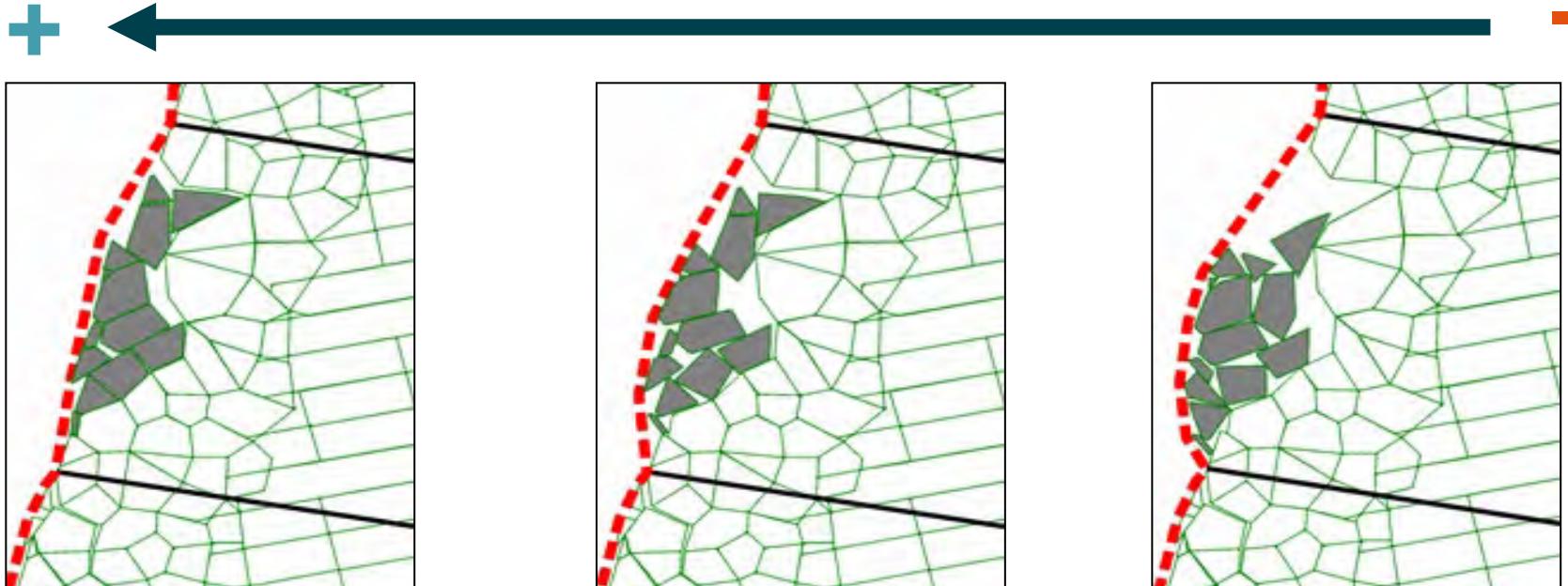


La rete NON E' UNA TRAVE
Che permette di trasferire carichi al terreno



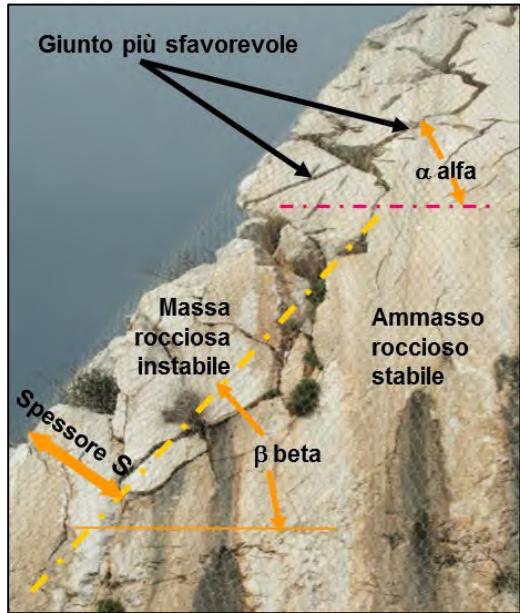
La rete SI DEFORMA
quando soggetta al carico di detriti/blocchi

RIGIDITÀ MEMBRANALE DELLA RETE

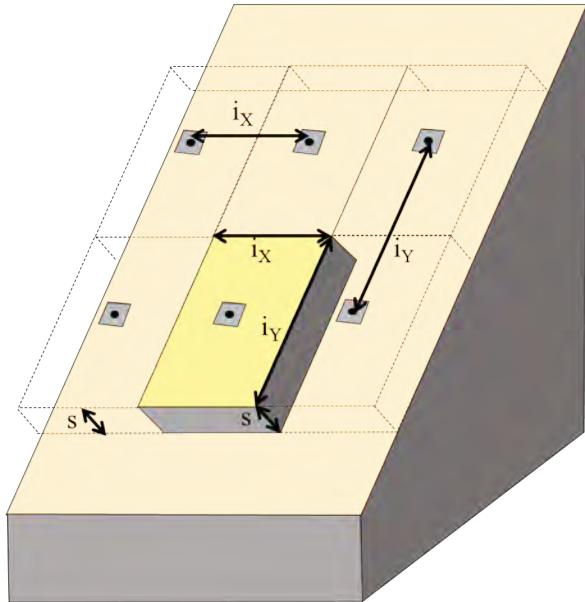


Rete troppo deformabile e flessibile = denudazione degli ancoraggi = minore stabilità

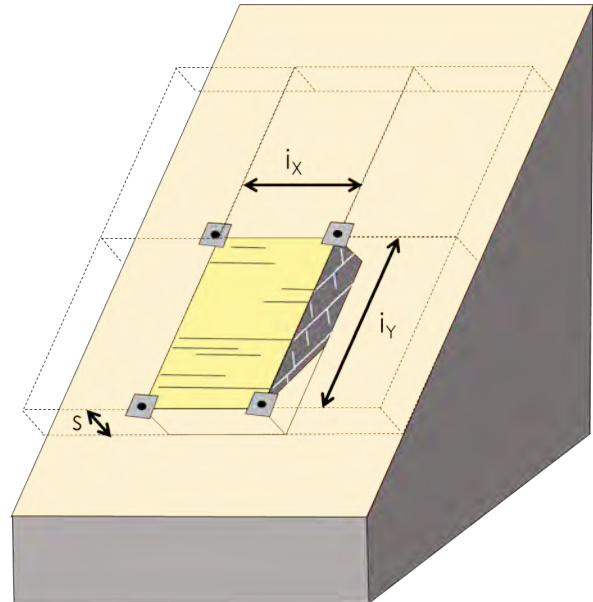
Modello di calcolo



Dimensionamento dei chiodi



Verifica della rete
agli stati limite ultimo e di servizio





Macro1 - Rapporto di calcolo
Progettazione del sistema di protezione dalla caduta
massi

ideesign.maccaferri.com
PAGINA 1 / 3

Informazioni sul progetto

Nome: Società di progettazione:

Numero: Nazione della società:

Città: Città della società:

Dati di progetto

Pendio roccioso

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità
Inclinazione del pendio	β	70	[°]
Spessore dell'ammasso ricco- ciso superficie instabile	s	0.5	[m]
Peso unitario di volume della roccia	γ	27	[kNm/m³]
Inclinazione del giunto critico	α	30	[°]
Risistenza a compressione semplice del giunto critico	JCS	10	[MPa]
Coefficiente di rugosità del giunto critico	f_{Rc}	2	
Coefficiente sismico orizzontale	cH	0.21	
Coefficiente sismico verticale	cV	0.015	
Forza esterna applicata sull'an- coraggio	E	0	[kN]
Inclinazione della forza rispetto all'orizzontale	α_E	90	[°]



Livello ambientale del sito

Descrizione	Valore
Città: Aggiornamento del sito	Aggiornamento recente [CEN]
Investimento	Requisiti di rinnovamento secondo la norma EN 12390-2013 (E) Zona di protezione: vita utile minima di 50 anni Città: Vita utile stimata di 50 anni I investimenti per i primi 50 garantiscono una durata di 125 anni

MACCAFERRI - Rockfall Protection System Design | Copyright Maccaferri 2024 - v1.0 Calc Log - 2024.4.1 - It is the responsibility of the designer to verify the calculations and assumptions
made by the software. It is not intended to be used as a general design tool and it is not a substitute for professional judgement.



Macro1 - Rapporto di calcolo
Progettazione del sistema di protezione dalla caduta
massi

ideesign.maccaferri.com
PAGINA 2 / 3

Ancoraggi

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità
Inclinazione orizzontale tra gli ancoraggi	β_A	3	[°]
Inclinazione verticale degli ancoraggi	β_L	3	[°]
Inclinazione della barra di ancoraggio rispetto all'orizzontale	ϵ	10	[°]
Coefficiente di sfaldamento (Bastamente Dosi)	ds	Nessun incremento (1.00)	
Tipoologia di ancoraggio		Barre a filatura continua Installato il 15/02/2024 Qualificare: CNT	

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità
Diametro interno della barra di ancoraggio	d_i	0	[mm]
Diametro esterno della barra di ancoraggio	d_o	25.00	[mm]
Diametro di perforazione	d_p	42	[mm]
Tensione di sviluppo dell'ancoraggio	F_u	450	[MPa]
Sospensione della corona di corrosione	t_c	0	[mm]
Tensione limite di aderenza matto-roccia	T_m	0.8	[MPa]
Lunghezza di plastificazione nell'ammasso ricco-oso stabile	L_p	0.3	[m]
Rete			

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità
Tipologia di rete		Stirngrid HR 40	
Resistenza normale a punzonamento da test di laboratorio	M_u	125	[kN]
Coefficienti di sicurezza			

Descrizione	Simbolo	Valore
Inclinazione sulla spessore medio dell'ammasso ricco-oso instabile	y_9	1.30
Inclinazione sul peso per unità di volume della roccia	y_8	1
Inclinazione sul comportamento della massa rocciosa	y_6	1.05
Coefficiente applicato alle resistenze (forza stabilizzante): $y_0 = y_9 \times y_8 \times y_6$	y_0	1.37
Incorrerenza sulla morfologia del pendio da considerare	y_5	1.30
Sovraccarico estremi sul pendio	y_0	1
Coefficiente applicato alle resistenze (forza destabilizzante): $y_0 = y_M \times y_O$	y_0	1.3
Fattore di sicurezza globale: $y_F = y_0 \times y_0$	y_F	1.76
Fattore di sicurezza per la resistenza della rete	y_M	1.5
Coefficiente applicato alla tensione di snervamento della barra	y_A	1.15
Coefficiente applicato alla tensione / limite di aderenza matto-roccia	y_T	2.16



Macro1 - Rapporto di calcolo
Progettazione del sistema di protezione dalla caduta
massi

ideesign.maccaferri.com
PAGINA 3 / 3

Risultati

Analisi di stabilità della porzione superficiale		Analisi della rete	
FOSe	Progettazione dell'ancoraggio	FOSe	Tasso di lavoro

Analisi di stabilità della porzione superficiale

Descrizione	Valore	Unità
Forza stabilizzante sul piano di sovvaligamento (valore di progetto)	195.32	[kN]
Forza destabilizzante sul piano di sovvaligamento (valore di progetto)	151.38	[kN]

Fattore di sicurezza

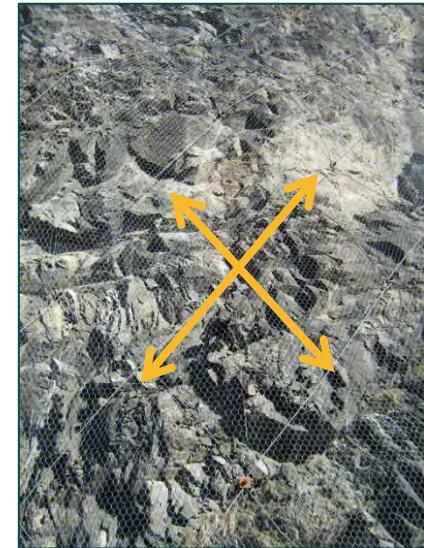
Descrizione	Valore	Unità
Forza stabilizzante sul piano di sovvaligamento (valore di progetto)	71.17	[kN]
Carico resistente di progetto dell'ancoraggio	115.10	[kN]
Progettazione degli ancoraggi		

Descrizione	Valore	Unità
Forza di stabilizzazione sul piano di sovvaligamento (valore di progetto)	71.17	[kN]
Carico resistente di progetto dell'ancoraggio	115.10	[kN]
Progettazione degli ancoraggi		
Inclinazione della barra di ancoraggio rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Tensione di sviluppo di progetto dell'acciaio	391.90	[MPa]
Carico di snervamento di progetto della barra	192.08	[kN]
Scissione efficace della barra di ancoraggio	490.87	[mm²]
Diametro minimo di perforazione (nomina)	42.00	[mm]
Forza di sfaldamento dovuta al carico trasmesso dalla rete [A]	27.02	[kN]
Forza di sfaldamento dovuta alla resistenza della porzione superficiale dell'ammasso ricco-oso [B]	12.98	[kN]
Massima forza di sfaldamento (maggiore tra A e B)	27.02	[kN]
Lunghezza dell'ancoraggio nella zona stabile	1.11	[m]
Lunghezza dell'ancoraggio nella zona instabile	0.46	[m]
Lunghezza dell'ancoraggio nella zona plasticizzata	0.30	[m]
Lunghezza minima dell'ancoraggio	2.50	[m]
Progettazione della rete		

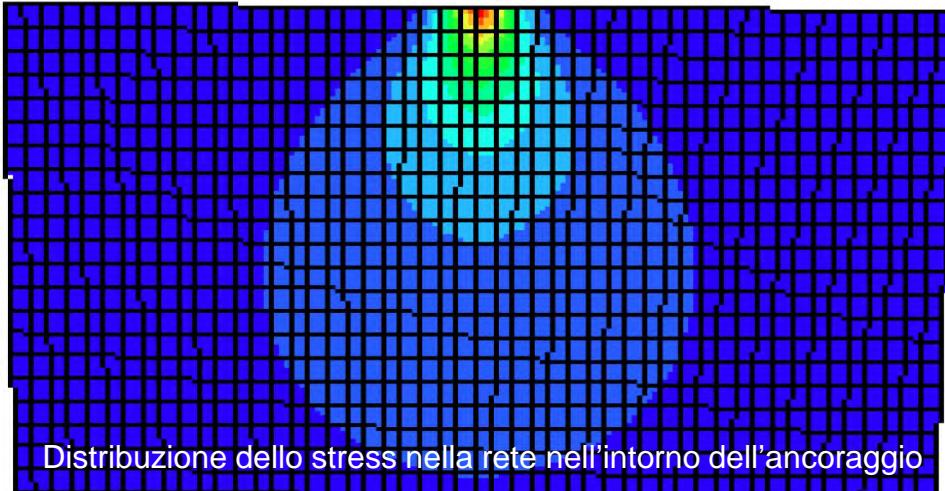
Descrizione	Valore	Unità
Resistenza a punzonamento di progetto	33.54	[kN]
Forza di punzonamento di progetto	22.66	[kN]
Tutela di sicurezza		
Volume massimo del blocco roccioso che si può mobilitare tra gli ancoraggi	4.12	[m³]
Peso massimo del blocco roccioso che si può mobilitare tra gli ancoraggi	311.22	[kN]
Sommatoria delle forze agenti di progetto	78.02	[kN]
Sommatoria delle forze resistenti di progetto	46.74	[kN]
Deformazione nominale della rete	0.72	[m]

Maccaferri - General Information System Design | Copyright Maccaferri 2024 - v1.0 Calc Log - 2024.4.3 - It is the responsibility of the designer to verify the drawings and the calculations and assumptions made by the software. It is not intended to be used as a general design tool and it is not a substitute for professional judgement.

Intervento tipologico di rafforzamento corticale



Reticolo in fune di acciaio



Il reticolo in fune determina i seguenti vantaggi:

- Riduce la deformazione della membrana.
- Riduce lo stress in corrispondenza della piastra

La fune coopera bene se intessuta nella rete



STEELGRID HR

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute con interasse 30/50/100 cm rivestita con Galmac (Zn+5%Al)

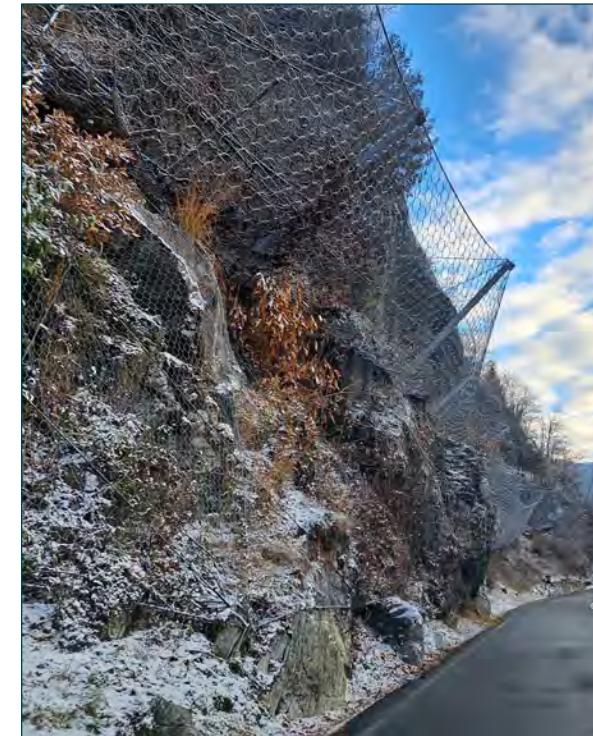
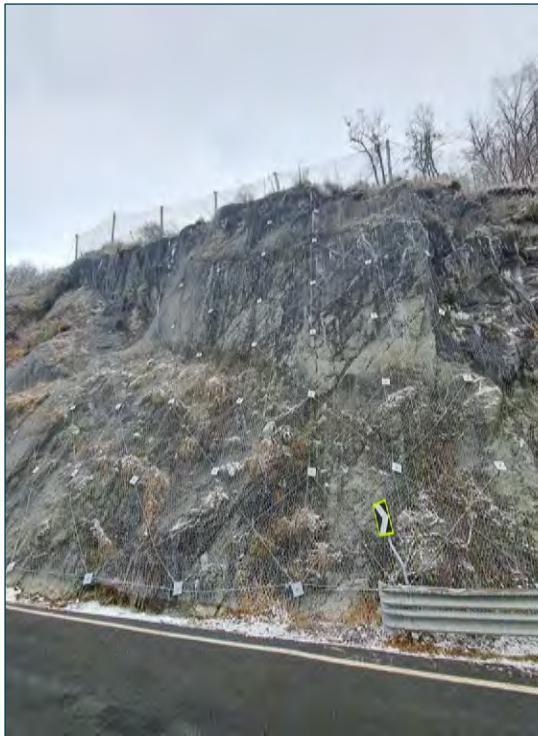
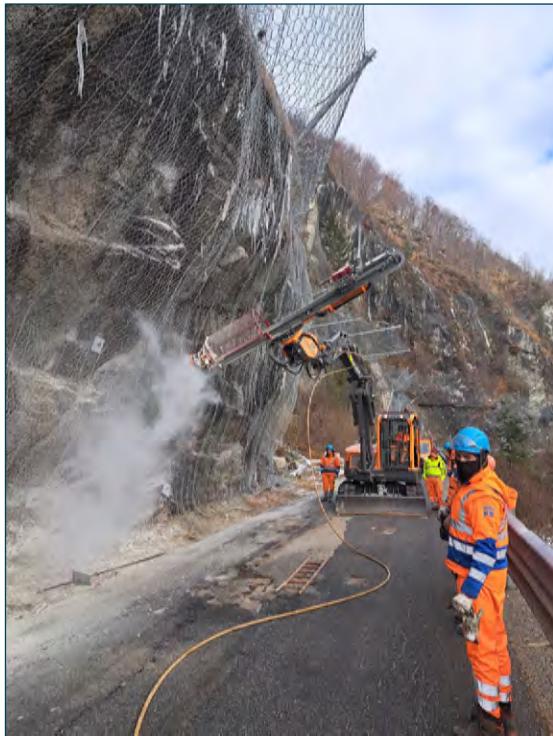


- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol. $\approx 1,0 \text{ m}^3$)
- Rivestimenti semplici su pendi molto estesi
- Rafforzamenti corticali

Strada Statale 337 “della Val Vigezzo” (VCO) tra Re e Ponte Ribellasca

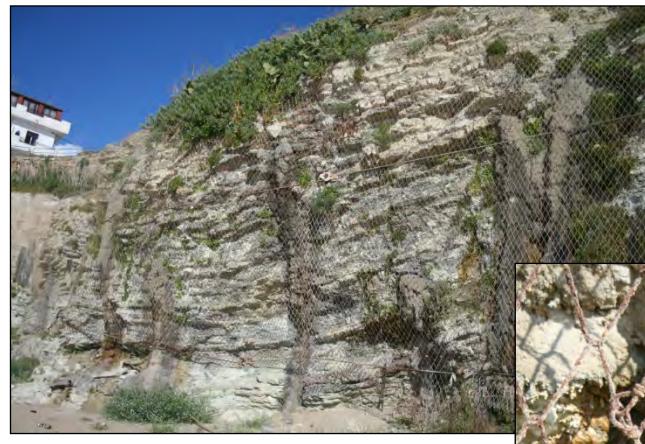
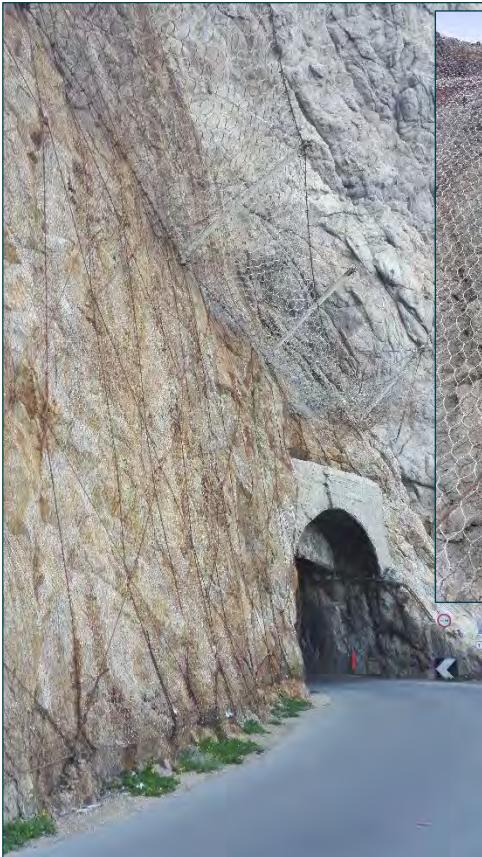


Strada Statale 337 “della Val Vigezzo” (VCO) tra Re e Ponte Ribellasca



Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



STEELGRID HR POLIMAC

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute con interasse 30/50/100 cm rivestita con Galmac (Zn+5%Al) e PoliMac



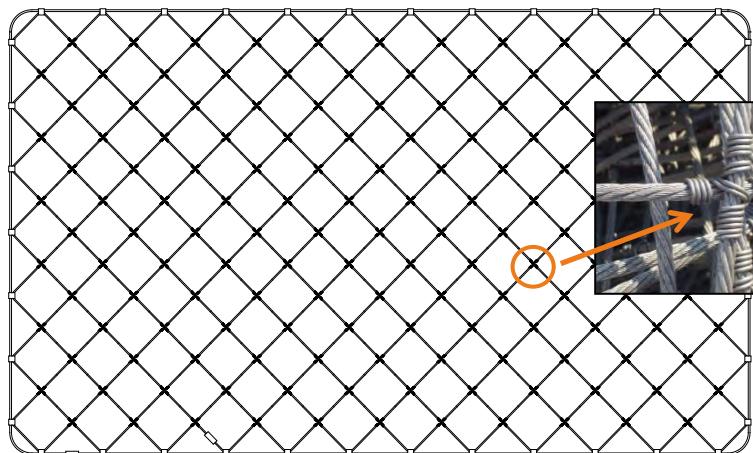
- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol. $\approx 1,0 \text{ m}^3$)
- Rivestimenti semplici e rafforzamenti corticali in ambienti aggressivi

STEELGRID HR MET



PANNELLI SW/HEA

Rete in fune di acciaio diam. 8/10 mm
con maglia 250x250, 300x300, 400x400
con speciale nodo di legatura



«borchia» dei pannelli tradizionali



- Rafforzamenti corticali con ridotte deformazioni
- Rivestimento ed imbragaggio grossi blocchi instabili, speroni, pinnacoli ecc.

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"

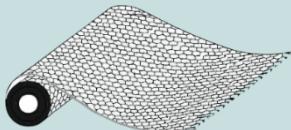


S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"



MacArmour®

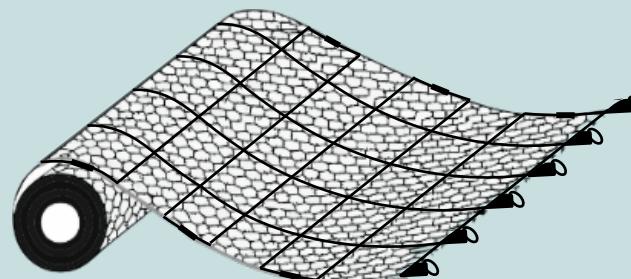
IL PIÙ AVANZATO E SICURO
SISTEMA DI RIVESTIMENTO



Rete a doppia torsione



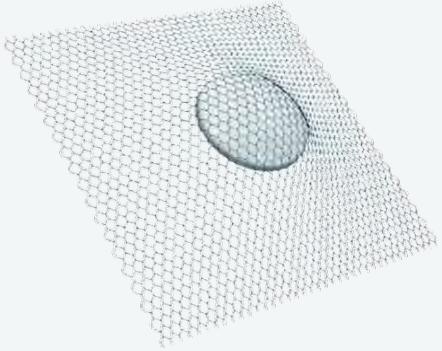
Pannello in fune



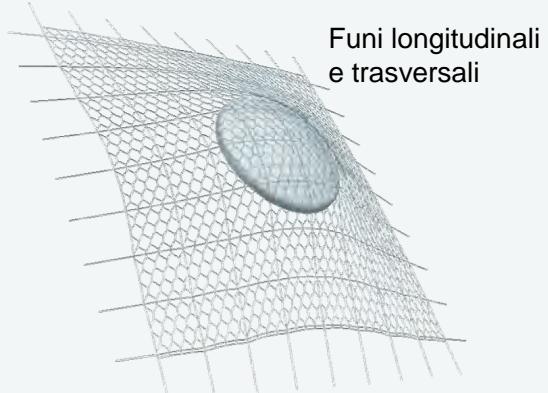
MacArmour®



Rete DT

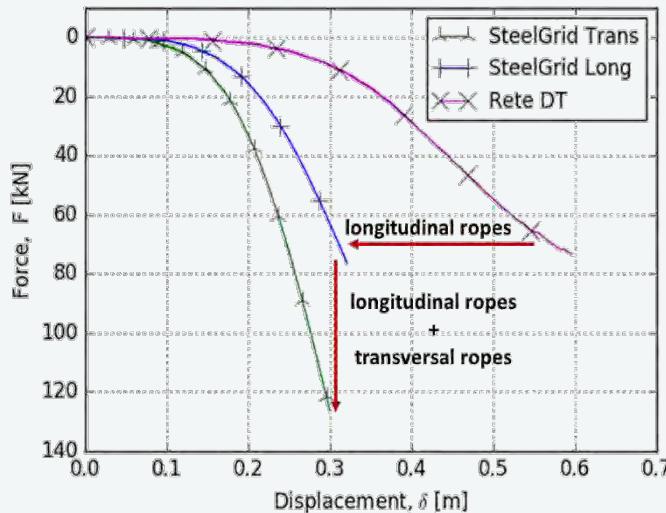


Funi longitudinali



Funi longitudinali
e trasversali

Test di punzonamento (UNI 11437:2012)



TEMPO DI INSTALLAZIONE

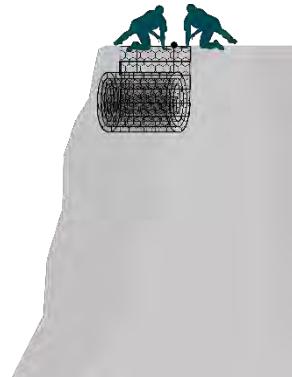
MacArmour® riduce i **tempi di installazione** e i **rischi** associati con le attività in sito

Fino al **50%** PIU' VELOCE
RISPETTO AD ALTRI SISTEMI

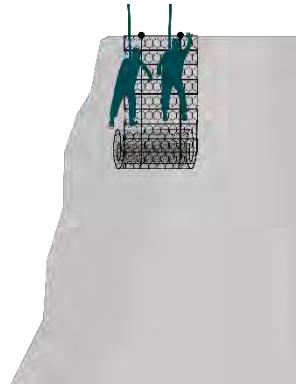


Assicura la **protezione dalla caduta massi** in quattro semplici passaggi:

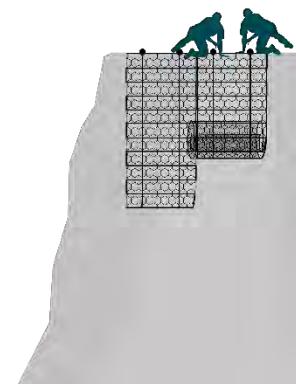
1. Fissaggio del
primo telo



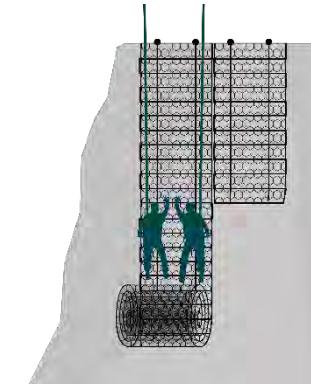
2. Stesa del Mac Armour®
sulla parete



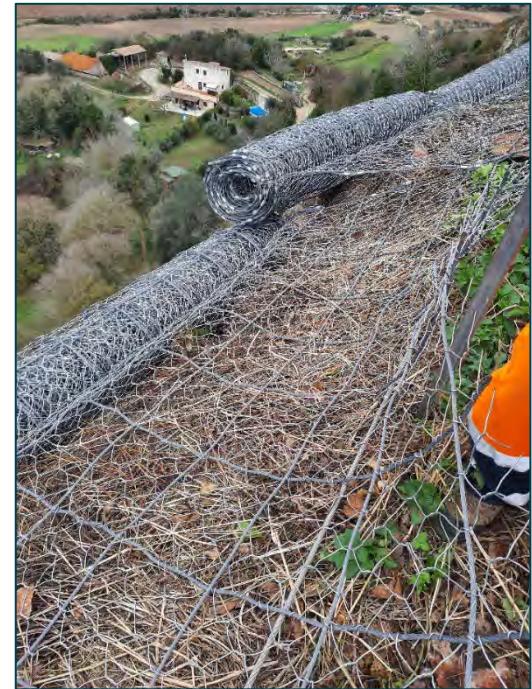
3. Stesa dei successivi
teli di MacArmour®



4. Installazione dei teli di
MacArmour® con facilità grazie a nuove
e veloci modalità di connessione



Tarquinia (VT)



Tarquinia (VT)



MACMAT-R - MACMAT HS

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute, preaccoppiata ad una geostuoia tridimensionale in PP

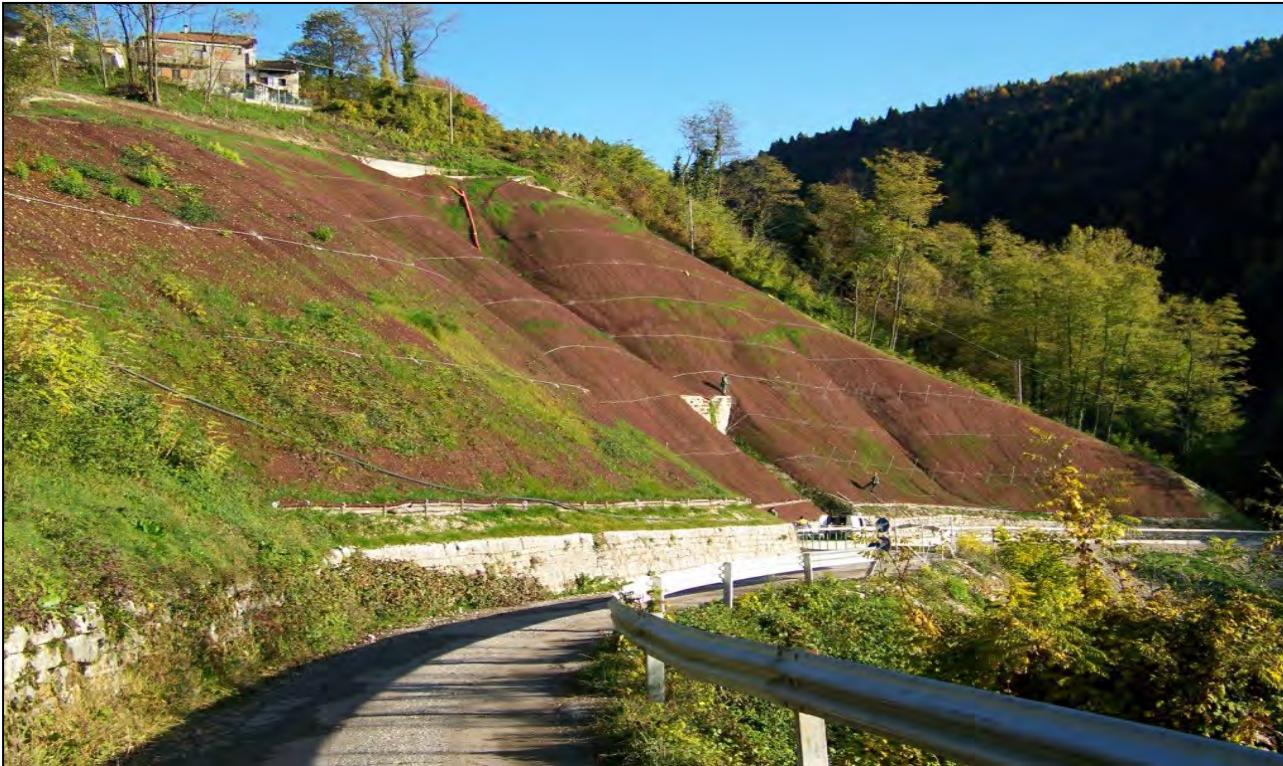


Ripristino di dissesto idrogeologico mediante riprofilatura, regimentazione delle acque superficiali, consolidamento e rivestimento anti-erosivo



Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

MACCAFERRI



Soil Naling con rivestimento strutturale flessibile



Soil Naling con rivestimento strutturale flessibile



Rivestimento anti-erosivo ad elevata rigidezza
di scavi definitivi



Soil Naling con rivestimento strutturale flessibile



Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

MACCAFERRI

S.P. 7 Nursina – Acquasanta del Tronto (AP)
2023



Mac S-Design

MAKE YOUR SLOPE SAFER

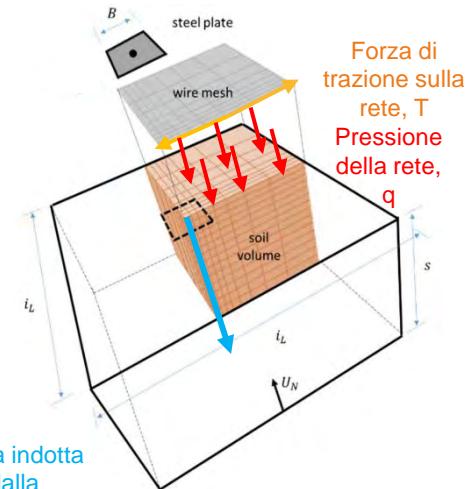
Sviluppato in collaborazione con il *Politecnico di Milano*



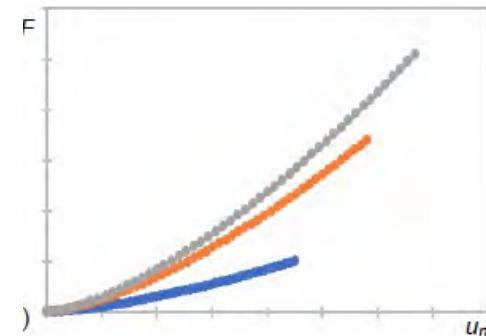
Mac S-Design

è basato su un **approccio ibrido**:

- L'equilibrio del terreno è analizzato mediante il metodo all'equilibrio limite
- L'azione stabilizzante fornita dall'intervento strutturale passivo è espresso attraverso una funzione caratteristica delle deformazioni terreno – rete elaborata mediante un'analisi agli elementi finiti e calibrata mediante test di laboratorio

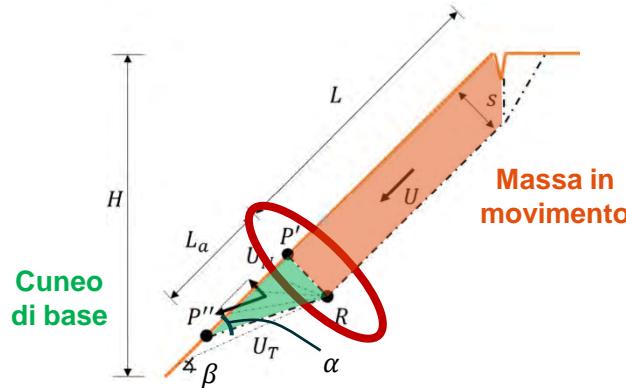


Forza indotta dalla deformazione del terreno, F



Due differenti approcci vengono considerati

Metodo 1

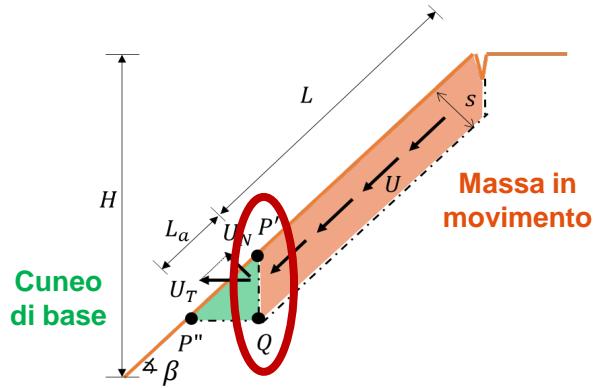


Questo metodo considera un cuneo stabilizzante di base nel quale:

- Le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia $P'R$ ortogonale alla superficie del pendio
- Differenti cunei di base possono essere considerati per ogni punto P' e ognuno di questi è definito da differenti valori di angolo α

Questo metodo è più compatibile con pendii molto inclinati

Metodo 2



Questo metodo considera un cuneo stabilizzante di base nel quale:

- Le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia verticale $P'Q$,
- Esiste un singolo cuneo per ogni punto P'

Questo metodo è più compatibile con pendii poco inclinati

MAC-S DESIGN: Risultati

MACCAFERRI

Mac S-design - Technical Report
Soil Slope design software

Page 1 of 2

edesign.maccafferri.com

Nome progetto: Interventi di consolidamento_Bit (NU)
Nome della vertice: Intervento D

Tipo di rete: Steinberg HR 60 mat.

Geometria

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Altezza del pendio	H	10,0	m
Angolo di inclinazione del pendio	B	85,0	deg
Lunghezza del pendio	L	11,08	m
Spostore dello strato instabile	s	1,5	m
Frattura di trazione	z	9,0	m

Falda

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Profondità della falda	dw	4,7	m
Altezza del pelo libero della falda	hw	0,0	m

Parametri del terreno per i parametri del terreno (γ_c)

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Fattore di sicurezza parziale per la coesione efficace γ_c	Yc	1,25	-
Fattore di sicurezza parziale per l'angolo di attrito del terreno	Yw	1,25	-

Parametri geotecnici

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Angolo di attrito del terreno	ϕ	30,0	deg
Coesione effettiva	c'	4,0	kPa
Peso specifico	Y	15,5	kN/m ³
Peso specifico satura	Ysat	16,0	kN/m ³
Tipo di terreno	-	slip/say	
Densità del terreno	-	loose/soft	

Coefficienti sismici

Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Coefficiente sismico verticale	kv	0,0	-
Coefficiente sismico orizzontale	ka	0,0	-

Mac S-design | Copyright 2018 - 2024 | v20231011 | All Rights Reserved © Officine Maccaferri SpA 2020 | Notice: The results are provided under the "Software terms and conditions" disclosure agreement available under the personal area at <https://design.maccafferri.com>

Mac S-design - Technical Report
Soil Slope design software

Page 2 of 2

edesign.maccafferri.com

Risultato Pre-analisi

Fattore	Valore	Unità di misura
Profondità calcolata della frattura di trazione [m]	0,65	

Analisi

Verifica rete	Verificata	
Fattore di sicurezza	1,2	
Angolo di rilascio di lavoro della rete [%]	65,0	
Max Nc [kN]	70,1	
Mn [kN/m]	1,37	
Nvd [kN]	240,95	
Myd [kN/m]	1,43	
M-N max	Verified	
Profondità calcolata della frattura di trazione [m]	0,65	

Analisi degli ancoraggi

Stress geometry

Working ratio

Force on anchors

N-N interaction diagram

Parametro degli ancoraggi	Descrizione	Simbolo	Valore	Unità di misura
Maglia dei chiodi	-	-	Quadrata	-
Spaziatura ancoraggio	l	2,5	m	
Diametro esterno della barra	ϕ_{ext}	29,0	mm	
Diametro interno della barra	ϕ_{int}	0,0	mm	
Diametro di perforazione	d	76,0	mm	
Corona di coressione	c	0,0	mm	
Tensione limite di aderenza matrice terreno	Tb	1,3	MPa	
Tensione allo svenevimento dell'ancollo	Yf	450,0	MPa	
Fattore di sicurezza parziale per la tensione limite di aderenza	Yt	1,8	-	
Fattore di sicurezza parziale per la resistenza a sfondamento	YR	1,2	-	
Fattore parziale su acciaio	Yk	1,15	-	
Area della sezione resistente	Ak	615,7	mm ²	
Raggio - Spessore della barra	t	14,0	mm	
Coefficiente di sbalziamento (Ristamante-Doh)	a	1,1	-	

Analisi degli Ancoraggi

Parametro	Valore	Unità di misura
Lunghezza effettiva [m]	1,82	
Lunghezza totale [m]	4,00	
Verifica di Pull-out	Verified	
Verifica a taglio	Verified	

Mac S-design | Copyright 2018 - 2024 | v20231011 | All Rights Reserved © Officine Maccaferri SpA 2020 | Notice: The results are provided under the "Software terms and conditions" disclosure agreement available under the personal area at <https://design.maccafferri.com>

Barriere paramassi: componenti del kit

MACCAFERRI

Struttura di intercettazione
(rete)



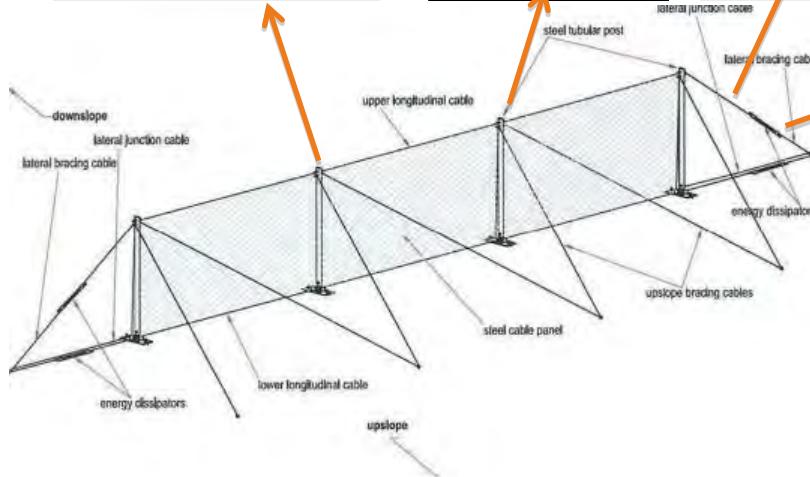
Struttura di supporto
(montanti)



Componenti di connessione
(funi, morsetti, grilli...)



Dissipatori di energia



Fondazioni (NOTA: non sono parte del kit)



Come verificare la qualità di una barriera paramassi?



European Organisation for Technical Assessment



EAD 340059-00-0106 (ex ETAG 027)
European Assessment Document for Falling Rock Protection Kits
(2018)



1. Definisce le prescrizioni per effettuare i test in scala reale
2. Definisce i controlli da effettuare sulla produzione e sui materiali



ETA (European Technical Assessment) & Certificato di Costanza della Prestazione

Classificazione livello di energia in kJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
SEL	-	85	170	330	500	660	1 000	1 500	>1 500
MEL \geq	100	250	500	1 000	1 500	2 000	3 000	4 500	>4 500

TEST 1 – MEL = Maximum Energy Level

- La barriera deve trattenere un masso col suo massimo livello energetico (100 %)
- L'altezza residua della struttura di intercettazione dopo l'impatto indica il livello qualitativo (CATEGORIA) della barriera

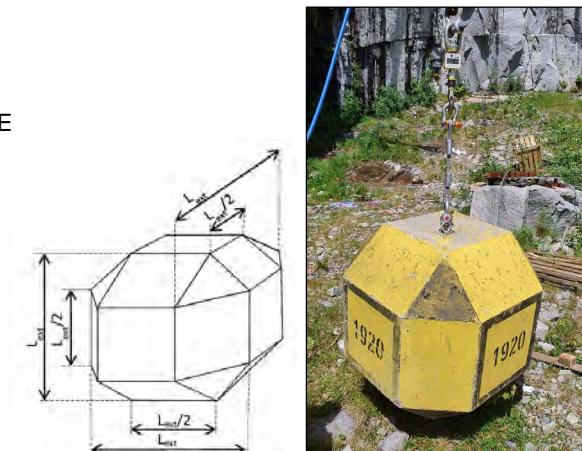
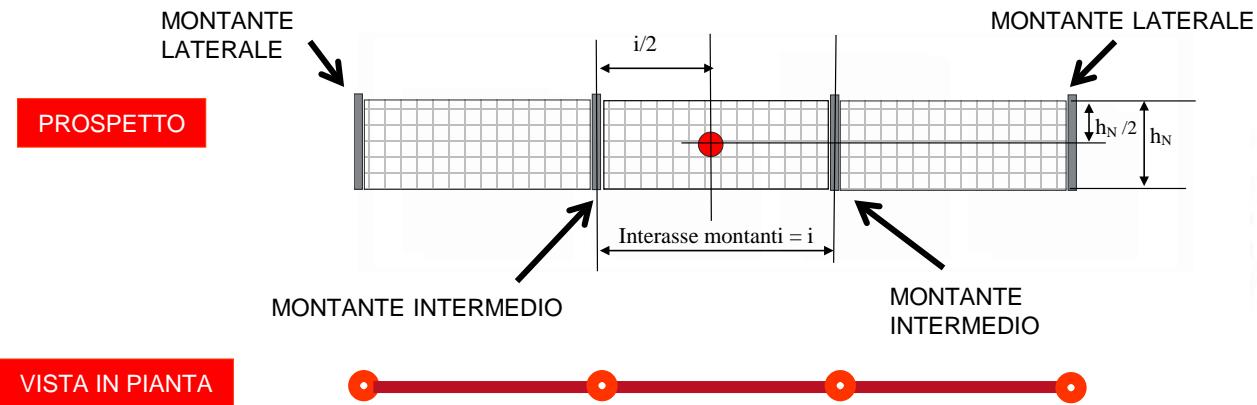
TEST 2 – SEL = Service Energy Level (1/3 MEL)

- La barriera deve trattenere senza subire gravi danni due impatti successivi di un masso con livello energetico pari ad 1/3 MEL
- L'altezza residua dopo il primo impatto deve essere maggiore del 70 %
- Nel secondo impatto la barriera deve solo trattenere il blocco

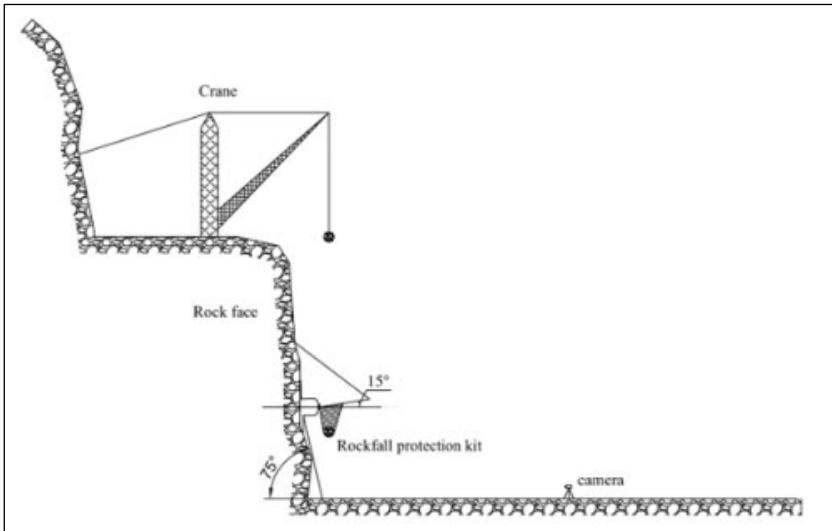
Le barriere sottoposte a test sono costituite da n. 3 moduli funzionali e dunque n. 4 montanti

L'EAD definisce il contenuto minimo del kit

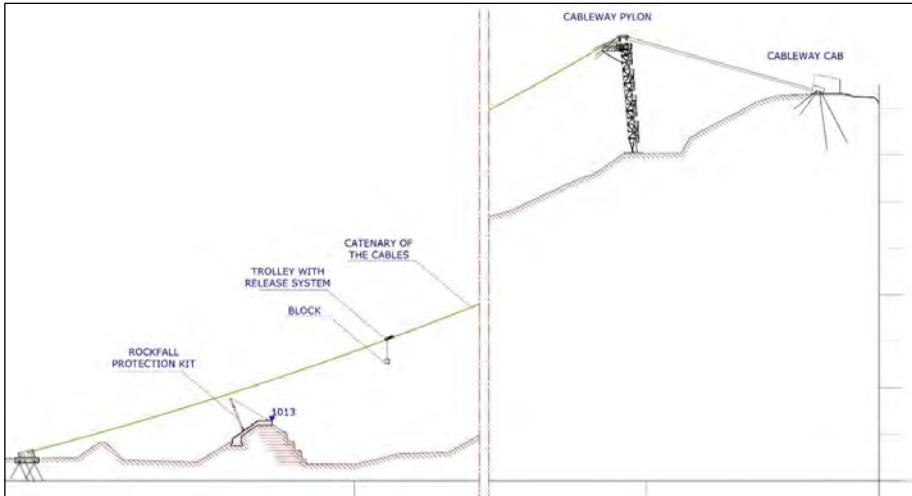
Configurazione della barriera durante la prova di impatto



Campo prove di Campiglia Cervo (BI)



Campo prove di Baselga di Pinè (TN)



Certificazioni del kit

MACCAFERRI

 <p>TGLS is a subsidiary of Škoda Auto výrobky, a.s. Building Components and Research Institute</p> <p>Dopravní 2 401 01 Brno-Židenice Phone: +421 512 025101 E-mail: info@tols.cz Website: www.tols.cz</p>	 <p>Member of ETA www.eota.eu</p>
<h2>European Technical Assessment</h2>	
ETA 21/0968 – version 03 of 29/10/2024	
General Part	
<p>Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 306/2011: Technická a skotská ústav stavbyření, n. o.</p>	
Trade name of the construction product: Falling Rock Protection kit R9-2000 HR	Product area code: 34 Building Kits, Units and Prefabricated elements
Product family to which the construction product belongs: None	
Manufacturer: Officine Meccaniche S.p.A. Via Alfonso Alberti, 9 20122 Milano (MI) http://www.mecanicaerm.com	
Manufacturing plant: CM-2013-07 CM-2009-03 CM-2019-02 CM-2009-02	CM-2020-03 CM-2020-04 CM-2020-05
This European Technical Assessment contains 22 pages including 13 annexes which form an integral part of this assessment Annexes 49/51 contain confidential information and are not included in the European Technical Assessment when that assessment is publicly available	
This European Technical Assessment is issued in accordance with regulation (EU) No 306/2011, on the basis of: EAD 340059-00-0106	
This version replaces ETA 21/0968 – version 02, issued on 18/04/2024	

TGUS

Notifikovaná osoba č. 1301

TECHNICKÝ A SKUŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n. o.
BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE
Štúrova 3, 821 04 Bratislava, Slovenská republika

Certificato di Costanza della Prestazione

1301 – CPR – 2073

In conformità al Regolamento (EU) N° 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento: Prodotti da Costituzione o CPR), questo certificato si applica al prodotto da costituzione:

Barriera Paramessi RB 2000 H6

Classificazione livello di Energia
Categoria 6

Classificazione altozza residua per MEL
Categoria A

con uso previsto di instaurare massi in cattiva con Livello Energetico di Servizio (SEL) 667 kJ e con un Livello Energetico Massimo (MEL) di 2000 kJ in un intervallo di temperature ambientali da -20 °C a + 50 °C.

Immesso sul mercato sotto il nome di:
Officine Maccaferri S.p.A.
Via Albricci Alberico, 9, 20122 Milano (MI)
Italia

e fabbricato nello stabilimento di produzione
OM-2020-02, OM-2020-03, OM-2013-07

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte in

ETA 21/0968 – versione 03, emessa il 29/10/2024

è

EAD 340059-00-6108

secondo il sistema 1 sono applicate per le prestazioni descritte in ETA, e che il controllo della produzione di fabbrica applicato dal produttore è stato valutato per garantire

la costanza delle prestazioni del prodotto da costruzione.

Questo certificato è stato emesso la prima volta il 9 Settembre 2022 e rimarrà valido fintanto che: l'ETA, l'EAD, i prodotti da costituzione, i metodi AVCP o le condizioni di fabbricazione nell'impianto non vengano modificati significativamente, e a meno che non venga sosposto o revocato dall'ente notificato per la certificazione del controllo della produzione di fabbrica.

Bratislava, 4 Novembre 2024



Dipl. Ing. Daša Kožáková
capo dell'Ente Notificato 1301



Dichiarazione di Prestazione

No.: BARRIERA PARAMASSI RB 2000 H6-005DOP-CIE1-2073-20241115

Denominazione	Colpo
Dest. Rec.	CIE1
Materiale	carri CIE 0008 - U.0001

Nome del prodotto: **BARRIERA PARAMASSI**

Tipo prodotto: **RB 2000 H6**

Unità prevista: **Istruz. di impiaggio chiave per il blocco di muro ricoperto in cemento con un livello massimo di Energia dell'2000J.**

MACCAFERRI

Officina Maccaferri S.p.A.
Via Alzola, 9
20122 Milano - Italia
www.maccaferri.com

AIVCP	Sistema E
TAB	T545, Feuerfest & Schmelze Unter Steinen - 1501
Volumetria testata	21.0951
europace	
EAD e NEN	EAD 34029-00-0004 e ETAG 013
CE	CE 0008 - U.0001
Il certificato di produzione tipo è basato su prove di tipo e valutazioni dei dati relativi a una documentazione descrittiva dei prodotti, rispetto all'applicazione delle esigenze della produzione e installazione, secondo le indicazioni e verifiche fornite dai commenti della normativa o di fabbricazione, che ha rilasciato il certificato in sostanza della sostanzialità.	2013

Livello di protezione pericolosità	Prestazione	Spedite alla Technische Amtsbehörde
Livello di Protezione MED	catgoria 1 catgoria 2	ETAD 0001 1000 unit ETAD 002
Livello di Protezione MED	ETAD 0009-00-0001 e ETAD 002	
Disponibilità rendita erogabile	24 ore in categoria di concevuta C2 e distanza 10 metri in categoria 1-3+C4	EAD 34029-00-0016

La rimozione del circuito aperto identifica il conferma una prestazione dichiarata.
La rimozione completezza di protezione viene effettuata in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, salvo in caso di
disponibilità di documenti.

Ufficio a nome e per conto del produttore:
-

Maccaferri

DOI-RFB1018-026-CIE1

Ufficio a nome e per conto del produttore:
-

Pag. 1 di 1

La gamma e le caratteristiche principali

Barriera	MEL (kJ)	Altezza nominale (m)	Altezze certificate ETAG 027 (m)	Interasse montanti **	Deformazione massima MEL (m)
RB 100 UAF *	100	2,13	2,0 – 2,5	8÷12 m	2,10
RB 750	750	3,16	3,0 – 3,5	8÷12 m	4,21
RB 1000 H4	1000	3,82	4,0 – 5,0	8÷12 m	7,87
RB 1500	1500	4,02	4,0 – 5,0	8÷14 m	5,80
RB 2000 H4	2000	4,03	4,0 – 5,0	8÷12 m	7,91
RB 2000 H6	2000	5,95	6,0 – 7,0	8÷12 m	8,37
RB 3000	3000	5,03	5,0 – 6,0	8÷12 m	7,06
EPFM 5000	5500	6,05	6,0 – 7,0	10÷14 m	8,25
RB 9000	9000	6,97	7,0 – 8,0	8÷12 m	9,27

* senza controventi di monte

** interasse standard = 10 m



Principali dati della prova MEL

Peso del blocco di prova: 18822 kg

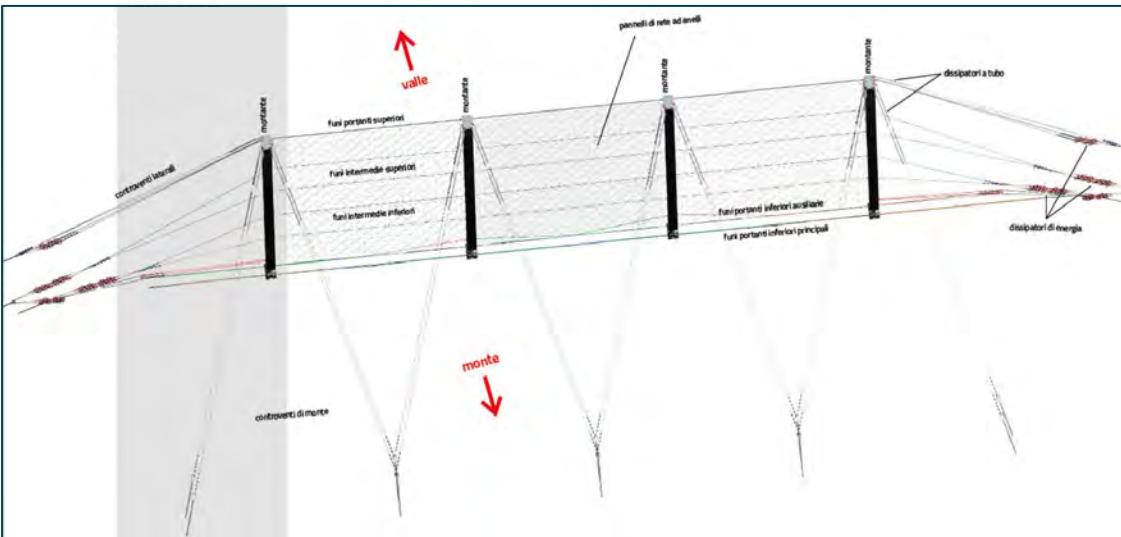
Velocità di impatto: 31,06 m/s

Energia cinetica reale: 9079 kJ

Altezza nominale: 6,97 m

Altezza residua: 4,49 m (64,4% dell'altezza nominale)

Allungamento massimo: 9,27 m



Gaby (AO) – Maggio 2022

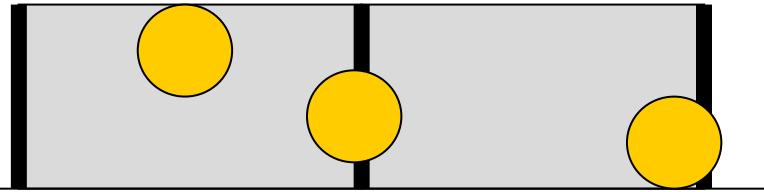


Gaby (AO) - 2022

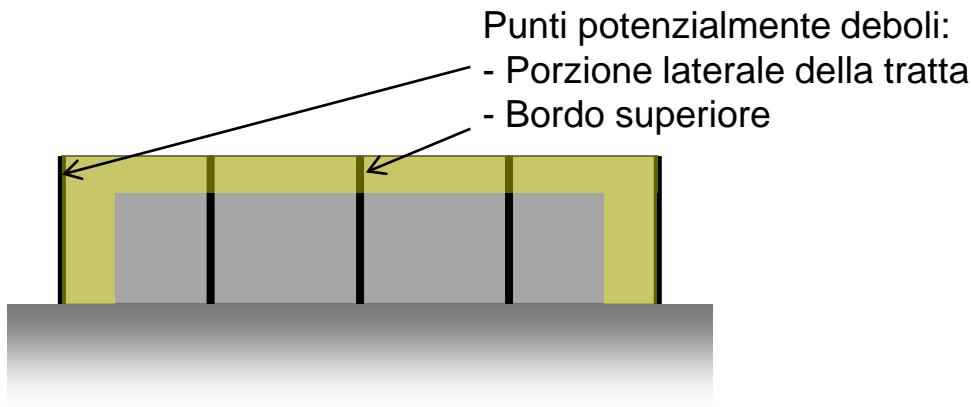


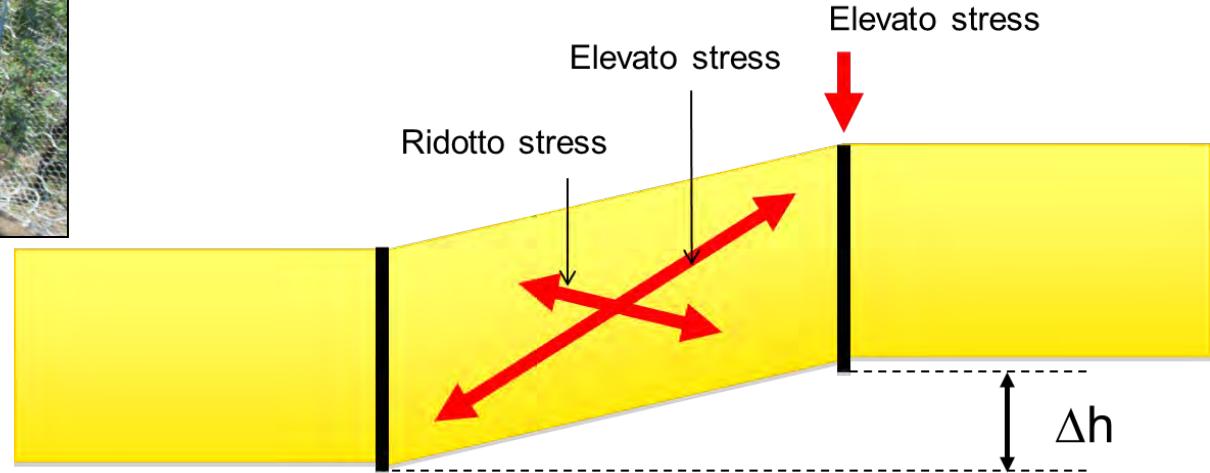
Gaby (AO) - 2022





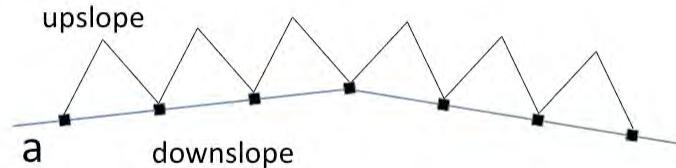
Nelle condizioni reali, le probabilità che la barriera venga impattata nel punto centrale della campata sono molto basse





Se le basi dei montanti non sono disposte sullo stesso livello, la distribuzione delle forze sui vari componenti del kit non è uniforme: alcuni elementi potrebbero essere soggetti ad un carico maggiore rispetto a quello di progetto

Se la barriera non ha un andamento rettilineo in pianta....



... l'altezza residua potrebbe essere inferiore e
l'allungamento potrebbe essere maggiore



..... i montanti potrebbero essere soggetti ad un
momento rotazionale verso monte



Progettazione

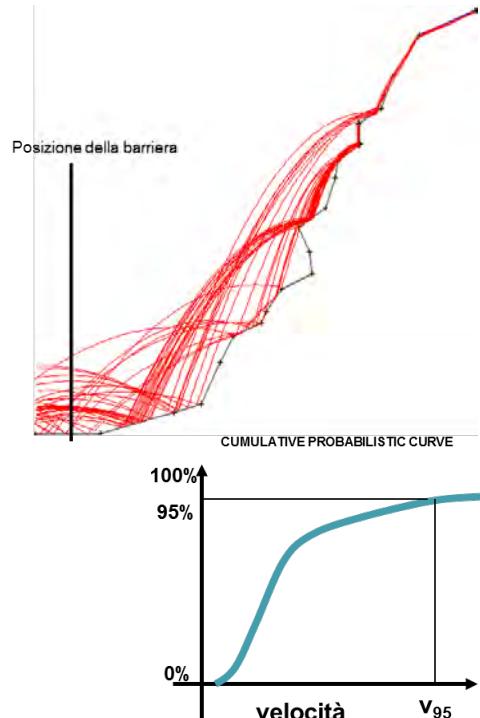
I crash test sulla barriera sono delle prove indicative perché sono sviluppate in particolari condizioni.

Non è dunque descritto il comportamento della barriera in tutte le condizioni.

Le variabili che definiscono le azioni agenti di progetto (volume del blocco di progetto, cinematicismo di caduta lungo il pendio, ecc.) sono spesso affette da un'elevata incertezza

IL PROGETTO E' QUINDI BASATO SU UN APPROCCIO STATISTICO

UNI 11211-4:2018 «Opere di difesa dalla caduta massi – Parte 4: Progetto definitivo ed esecutivo» fornisce indicazioni di dettaglio sul dimensionamento delle barriere paramassi (e.g. verifica dell'energia, dell'altezza della barriera e della distanza di sicurezza)



DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA PARAMASSI IN ACCORDO ALLA NORMA UNI 11211-4

UNI 11211-4: Ottobre 2018

Opere di difesa dalla caduta massi

*Parte 4: Progetto definitivo ed
esecutivo*



Ente Nazionale Italiano di Unificazione

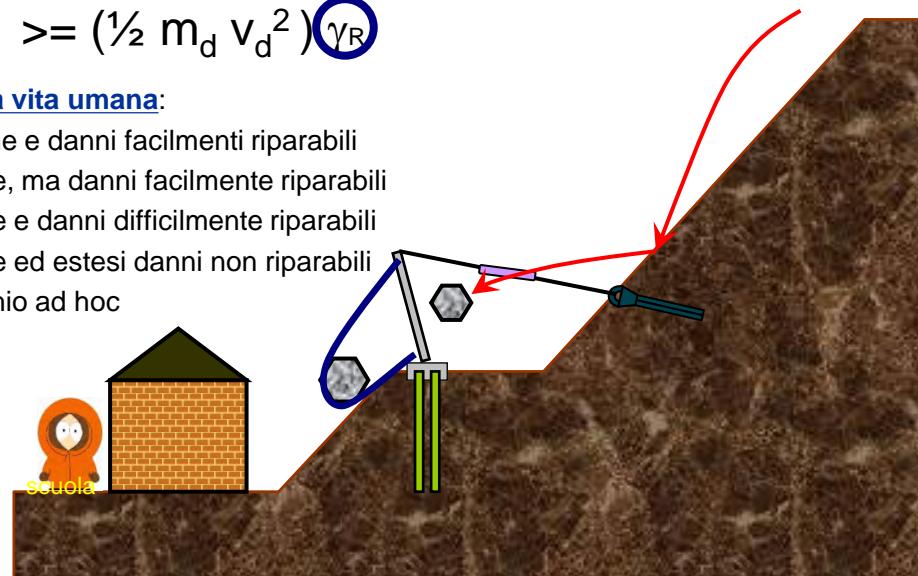
Energia di progetto

L' **Energia sollecitante di progetto** (E_{sd}) è definita con la formulazione classica dell'energia cinetica, moltiplicata per un fattore di sicurezza (γ_E):

$$E_{sd} \geq (\frac{1}{2} m_d v_d^2) \gamma_R$$

γ_R = fattore di sicurezza legato al [rischio per la vita umana](#):

- = 1.00 modeste conseguenze economiche e danni facilmente riparabili
- = 1.05 rilevanti conseguenze economiche, ma danni facilmente riparabili
- = 1.10 rilevanti conseguenze economiche e danni difficilmente riparabili
- = 1.20 rilevanti conseguenze economiche ed estesi danni non riparabili
- = altro valore, derivante da analisi di rischio ad hoc



Velocità

La **velocità di progetto dei blocchi** (v_d) è definita come la velocità in corrispondenza del punto di impatto con l'opera corrispondente al frattile del 95% delle velocità calcolate (v_t) moltiplicata per il coefficiente di sicurezza (γ_F):

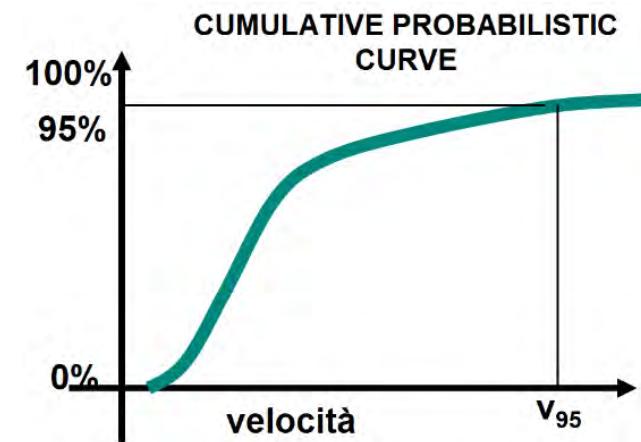
$$v_d = v_{95} \gamma_F = v_{95} (\gamma_{Tr} \gamma_{Dp})$$

γ_{Tr} = fattore di sicurezza che dipende dall'affidabilità delle simulazioni:

- = 1.02 se il coeff. di restituzione è definito con back analysis
- = 1.10 se il coeff. di restituzione è derivante dalle sole info bibliografiche

γ_{Dp} = fattore di sicurezza dovuto alla precisione del rilievo topografico:

- = 1.02 se il pendio è discretizzato mediante un buon rilievo topografico
- = 1.10 se il pendio è discretizzato con media-bassa precisione



Massa Blocco

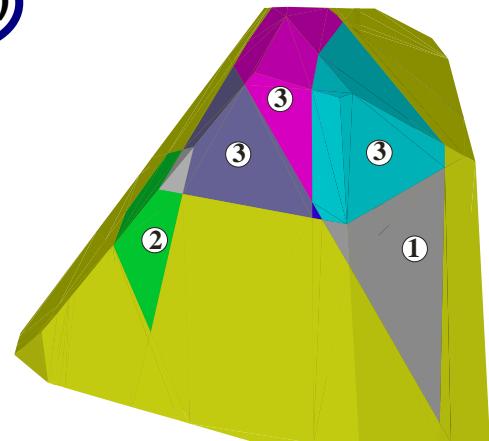
La **massa del blocco di progetto** (m_d) è definita come il prodotto del volume del blocco di progetto (Vol_b) per il peso specifico della roccia (γ), moltiplicato per un coefficiente di sicurezza (γ_M):

$$m_d = (Vol_b \cdot \gamma) \cdot \gamma_M = (Vol_b \cdot \gamma) \cdot (\gamma_\gamma \cdot \gamma_{VolF1})$$

γ_γ = fattore di sicurezza legato alla valutazione della massa per unità di volume della roccia = 1.00 (generalmente)

γ_{VolF1} = fattore di sicurezza legato alla precisione del rilievo del volume del blocco di progetto:

- = 1.02 per rilievi accurati della parete (fotogrammetria, rilievi geomeccanici, ecc.)
- = 1.10 in assenza di rilievi legati al progetto.



Verifica dell'Energia

L' **Energia sollecitante di progetto** (E_{sd}) deve risultare minore dell'energia dissipabile dalla barriera fattorizzata per un fattore di sicurezza (γ_E):

$$E_{sd} < E_{barriera} / \gamma_E$$

γ_E = fattore di sicurezza legato al livello energetico di progetto scelto:

- = 1.00 nel caso di approccio al SEL
- = 1.20 nel caso di approccio al MEL

Nota Bene:

Se per motivi morfologici è necessario installare una barriera con meno di 3 campate:

- = 1.00 nel caso di approccio al SEL
- = 1.20 nel caso di approccio al MEL, e ricorrere a 2 stendimenti paralleli
- = 2.00 nel caso di approccio al MEL



Verifica dell'altezza di intercettazione

Valutazione **dell'altezza della barriera**

$$h_{TOT} \geq h_d + f_{min} \quad \text{dove: } h_d \geq h_{95} \gamma_{Tr} \gamma_{Dp}$$

h_{TOT} altezza commerciale della barriera in accordo a ETAG 027

h_{95} altezza del punto di impatto del baricentro del blocco al frattile del 95% delle altezze calcolate

h_d altezza di impatto di progetto

f_{min} franco libero minimo, pari al raggio del blocco e comunque non inferiore a 0,5 m

γ_{Tr} fattore di sicurezza che dipende dall'[**affidabilità delle simulazioni**](#):

= 1.02 se il coeff. di restituzione è definito con back analysis

= 1.10 se il coeff. di restituzione è derivante dalle sole info bibliografiche

γ_{Dp} fattore di sicurezza dovuto alla [**precisione del rilievo topografico**](#):

= 1.02 se il pendio è discretizzato mediante un buon rilievo topografico

= 1.10 se il pendio è discretizzato con media-bassa precisione

Verifica della deformazione

Valutazione della deformazione della barriera

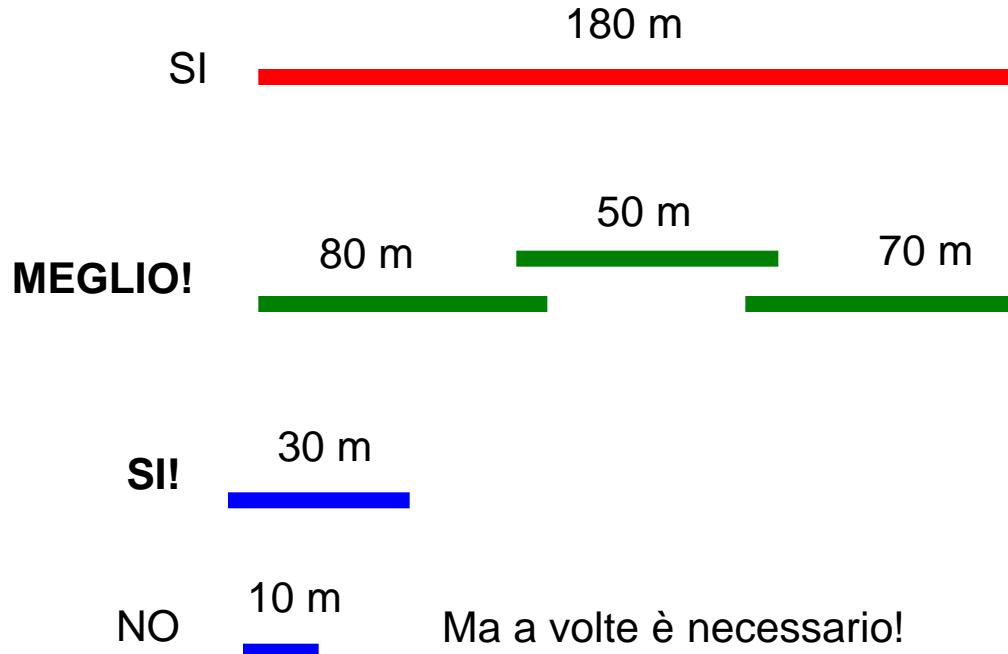
$$d_{\text{Arresto}} \geq d_{\text{barriera}} \gamma_d$$

γ_d = coefficiente di sicurezza sulla deformazione della barriera:

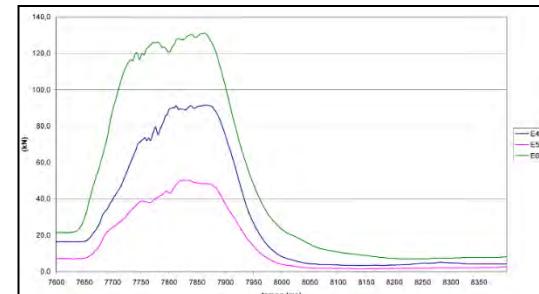
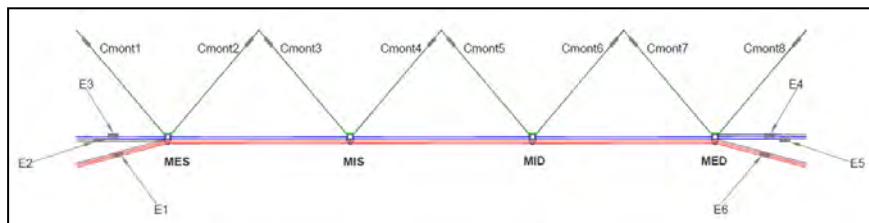
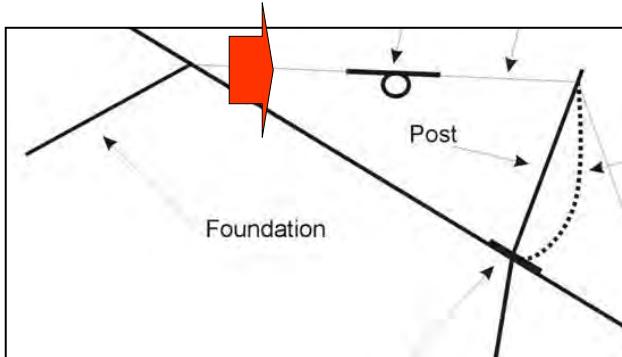
- = 1.30 se è stato utilizzato l'approccio al MEL
- = 1.50 con l'approccio al MEL e le campate di estremità sono comprese nell'area delle possibili traiettorie OPPURE la barriera ha meno di 3 campate
- = 1.00 se è stato utilizzato l'approccio al SEL



Lunghezza delle tratte



Le forze agenti sulle funi principali del kit sono misurate durante l'impatto per mezzo di celle di carico installate direttamente sulle fondazioni e/o sulle stesse funi principali



Carichi di progetto

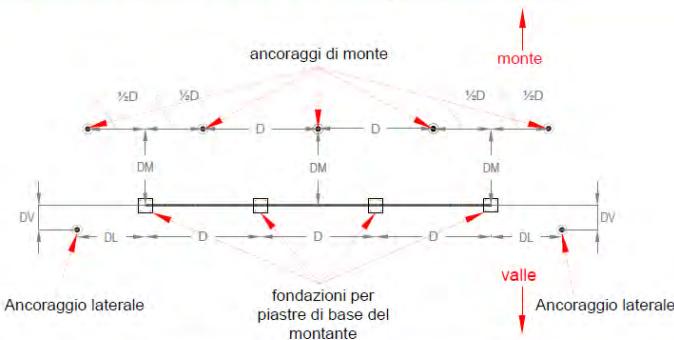
RB 2000 H4

Carichi di progetto

(risultanti dalle forze registrate dalle celle di carico durante il test MEL)

Carico di trazione sull'ancoraggio laterale - (valore max)	335 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte - (valore max)	164 kN
Carico di compressione alla base dei montanti - (valore max)	182 kN
Carico di taglio alla base dei montanti - (valore max)	176 kN

Schema delle fondazioni in pianta



H (m)	DM (m)	DV (m)	DL (m)
4.0	4.0	1.5	6.0
5.0	5.0	1.5	6.0

D = interasse tra i montanti (8+12 m)
½D = metà lunghezza della campata

Prove di collaudo



Prove su ancoraggi di fondazione in opera

Sono eseguite su ancoraggi di fondazione costituenti l'opera, in fase esecutiva e/o in fase di collaudo, al fine della verifica sperimentale della loro idoneità.

- Per sistemi in rete o per opere di consolidamento e/o legatura di masse rocciose, la prova di collaudo degli ancoraggi in opera deve essere effettuata con un carico di prova N_C pari a 1,2 volte il carico di esercizio;
- Per le barriere paramassili a rete la prova di collaudo di ancoraggi di fondazione in opera è effettuata con un carico di prova N_C pari a:
 - 1,2 volte il carico di esercizio, corrispondente al carico misurato durante la prova SEL1
 - oppure laddove tale valore calcolato ecceda quello misurato durante la prova MEL, il carico N_C sarà pari al carico misurato durante la prova MEL.
- In ogni caso dovranno essere scelte metodologie di prova idonee a non arrecare danni significativi ai componenti strutturali dell'ancoraggio. Al fine di evitare deformazioni plastiche (in particolare riduzione della dimensione) dell'asola dell'ancoraggio di fondazione, si potranno utilizzare perni di connessione all'attrezzatura di prova aventi idonea dimensione.

Prove su ancoraggi di fondazione fuori opera

Le prove su ancoraggio di fondazione fuori opera sono eseguite in diverse fasi:

- in fase di progettazione su ancoraggi di fondazione preliminari di prova per la determinazione o conferma dei valori di resistenza ipotizzati;
- in fase esecutiva su ancoraggi di fondazione a perdere della medesima tipologia utilizzata nell'opera. In questo caso le prove possono essere spinte fino allo stato limite ultimo o fino a rottura.

Gli ancoraggi di fondazione di prova realizzati fuori opera, sottoposti a sollecitazioni più severe di quelle previste per gli ancoraggi di fondazione in opera e non utilizzabili per l'impiego successivo, devono essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo di quelli in opera, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambientali.

Per le barriere paramassili a rete la prova su ancoraggi di fondazione fuori opera è effettuata con un carico di prova N_C non inferiore al carico di progetto e comunque non inferiore a quello misurato durante la prova MEL, oppure fino a rottura.

Carichi di collaudo

RB 2000 H4

Carichi prova SEL1

(risultanti dalle forze di picco registrate sulle funi e/o direttamente sugli ancoraggi durante la prova SEL1)

Carico di trazione sugli ancoraggi laterali	261 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte	126 kN

Carichi di collaudo su ancoraggi in opera

(pari a 1,2 volte il carico di esercizio, corrispondente al carico massimo misurato durante la prova SEL1, oppure pari al carico massimo MEL, laddove il valore precedentemente calcolato ecceda quello misurato durante la prova MEL)

Carico di trazione sugli ancoraggi laterali	313,2 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte	151,2 kN

Carichi minimi di collaudo su ancoraggi fuori opera

(pari al carico massimo misurato durante la prova MEL)

Carico di trazione sugli ancoraggi laterali	335 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte	164 kN

Nuovo portfolio di soluzioni: Barriere certificate con marcatura CE

Documento di Valutazione Europea EAD 340020-00-0106

FLEXIBLE KITS FOR RETAINING DEBRIS FLOW AND SHALLOW LANDSLIDES/OPEN HILL DEBRIS FLOWS



1. Definisce 2 gruppi di prodotti: Barriere per colate detritiche e Barriere per frane superficiali.
2. Definisce la metodologia per condurre test su scala reale per ciascuna classe di prodotto.
3. Definisce la metodologia da seguire per il controllo di produzione i fabbrica (FPC).



OPZIONE 1 :
TEST SU SCALA REALE
(per certificare un singolo prodotto)

OPZIONE 2 :
MODELLO NUMERICO
(calibrato attraverso test effettuati
su 2 prodotti dello stesso gruppo)

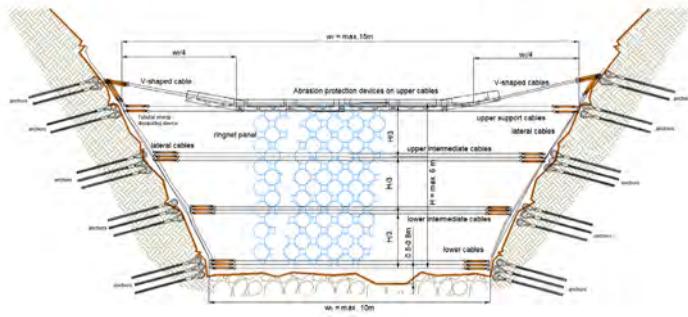
ETA (Valutazione Tecnica Europea)

Marcatura CE

NUOVE BARRIERE PER COLATE DETRITICHE

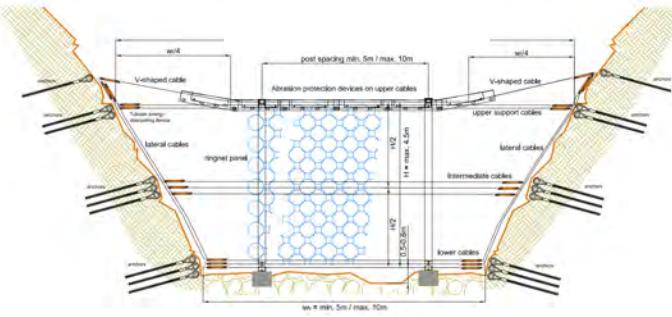
MACCAFERRI

Il portfolio di barriere debris flow Maccaferri



BARRIERE PER COLATE DETRITICHE TIPO "SC"

per impluvi stretti (larghezza superiore max. 15 m)



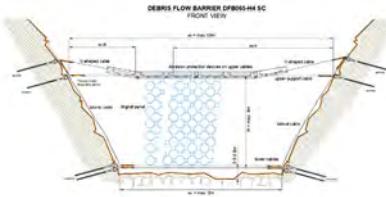
BARRIERE PER COLATE DETRITICHE TIPO "LCP"

per impluvi più larghi (larghezza superiore max. 25 m)

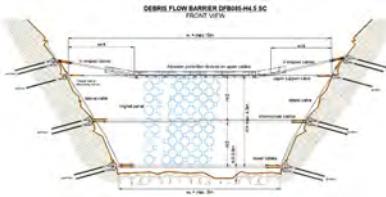
BARRIERE PER COLATE DETRITICHE

MACCAFERRI

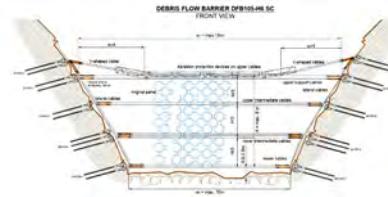
Il portfolio di Barriere DF Maccaferri



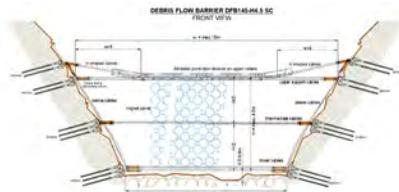
BARRIERA DFB 065-H4-SC
Capacità max. 65 kPa



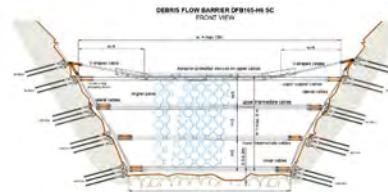
BARRIERA DFB 085-H4.5-SC
Capacità max. 85 kPa



BARRIERA DFB 105-H6-SC
Capacità max. 105 kPa



BARRIERA DFB 145-H4.5-SC
Capacità max. 145 kPa

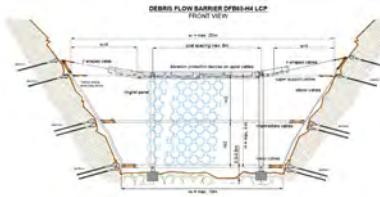


BARRIERA DFB 165-H6-SC
Capacità max. 165 kPa

BARRIERE PER COLATE DETRITICHE

MACCAFERRI

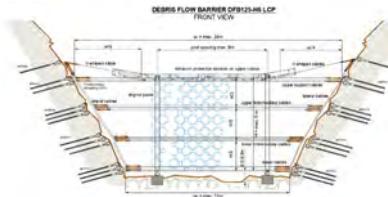
Il portfolio di Barriere DF Maccaferri



BARRIERA DFB 065-H4-LCP
Capacità max. **65 kPa**



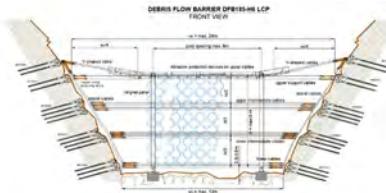
BARRIERA DFB 105-H4.5-LCP
Capacità max. **105 kPa**



BARRIERA DFB 125-H6-LCP
Capacità max. **125 kPa**



BARRIERA DFB 165-H4.5-LCP
Capacità max. **165 kPa**



BARRIERA DFB 185-H6-LCP
Capacità max. **185 kPa**



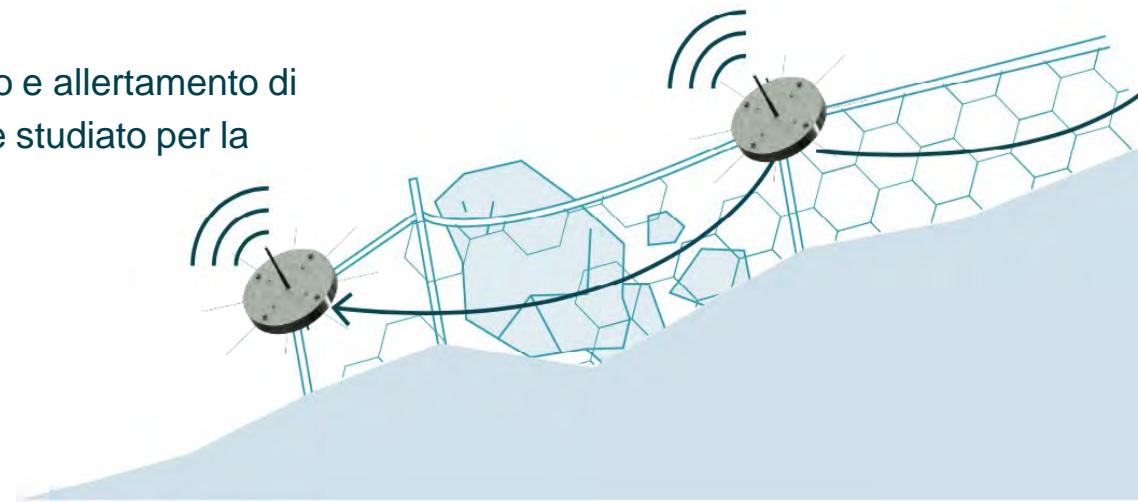
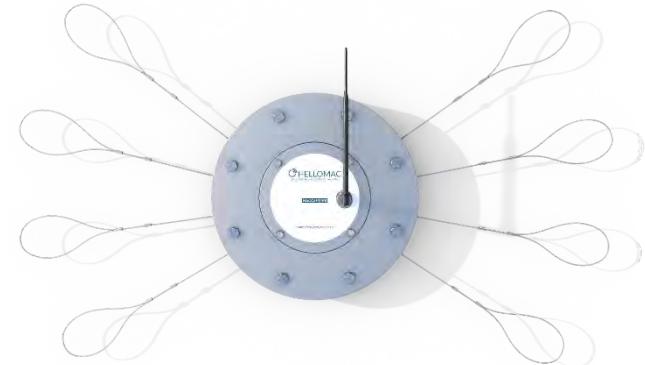
MACCAFERRI

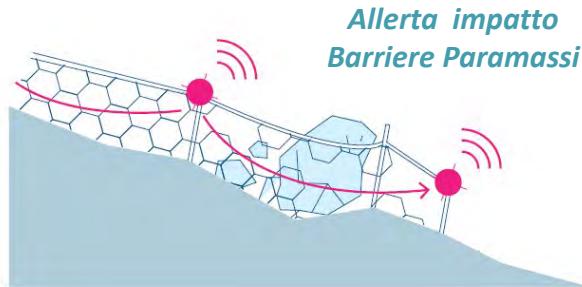
Sistema di allertamento e monitoraggio opere e fenomeni paramassi HELLOMAC GEO

Smart Engineering, Safer Communities



HELLOMAC è un sistema di monitoraggio e allertamento di fenomeni geotecnici e opere di protezione studiato per la salvaguardia di strutture e infrastrutture.





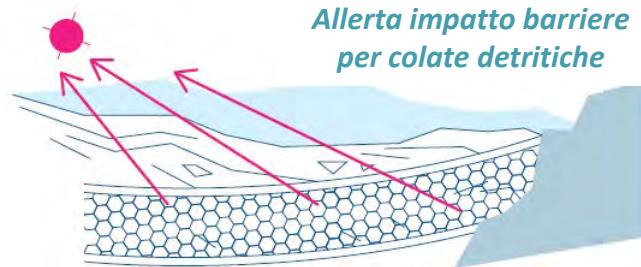
*Allerta impatto
Barriere Paramassi*



*Allerta formazione
colate detritiche*



*Allerta carico
Rafforzamenti corticali*

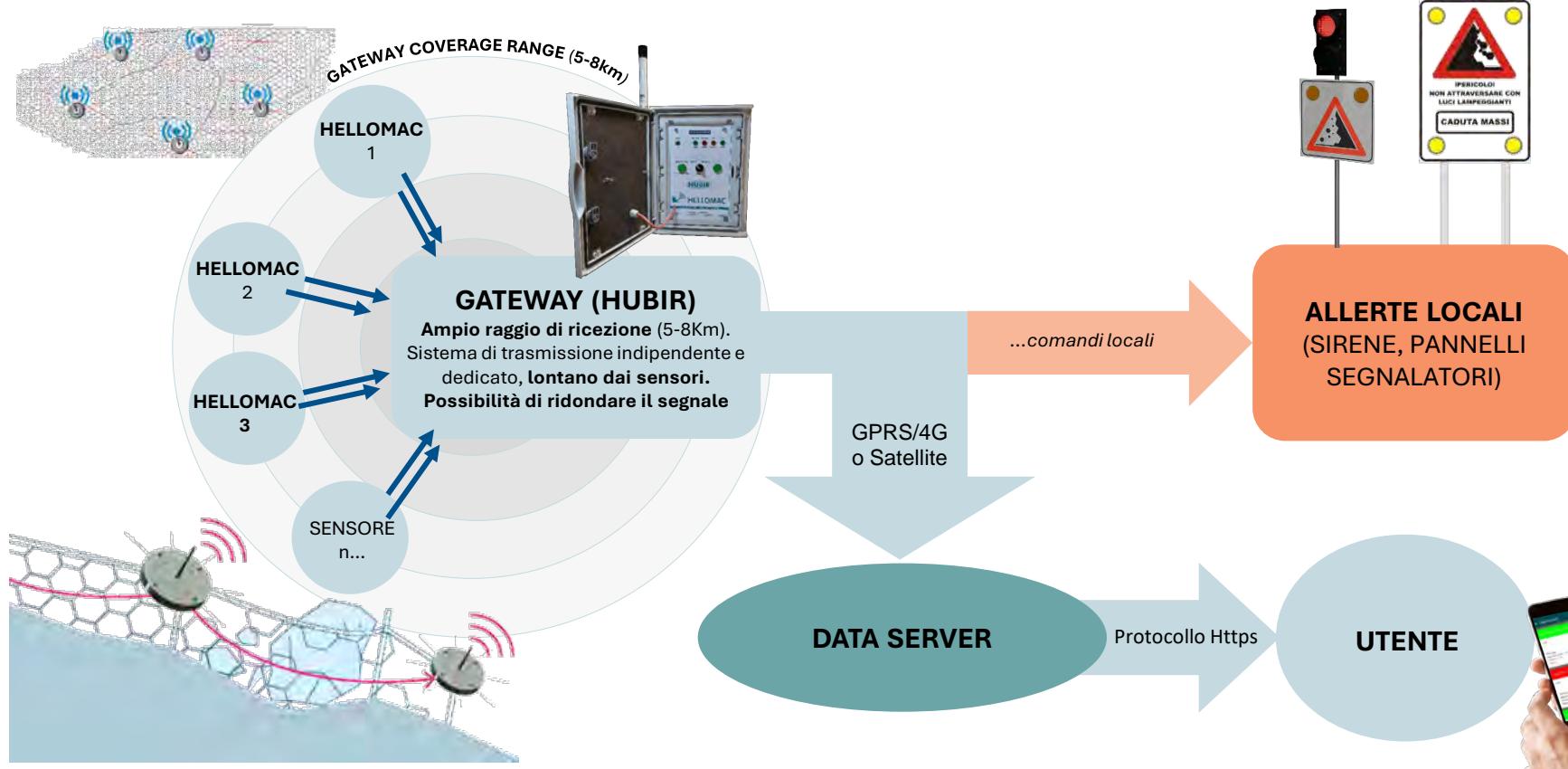


*Allerta impatto barriera
per colate detritiche*

- Il sistema è progettato per funzionare in ambienti con impatti ad alta energia e condizioni climatiche aggressive.
- Pioggia, neve, vento e solo non creano alcun problema.
- Non sono presenti fili elettrici e/o punti deboli di possibile rottura.

ARCHITETTURA DEL SISTEMA

MACCAFERRI



Kit di controllo movimenti di roccia



Misura spostamenti millimetrici per monitorare i movimenti di pareti e rocce

Kit di controllo movimenti di pendio



Monitora con precisione frane superficiali, pendii e masse grandi e lente.

Kit di controllo livello piezometrico



Traccia le variazioni del livello delle falde acquifere dovute a frane profonde.
Misura le variazioni del battente idraulico in cm o mm.

Kit di controllo stabilità



Monitora i movimenti delle superfici di scivolamento profonde. Misura lo spostamento angolare delle masse.

Kit di controllo clima



Misura pioggia, temperatura e umidità dell'aria. Adatto per un monitoraggio ambientale completo.

Kit di controllo vento

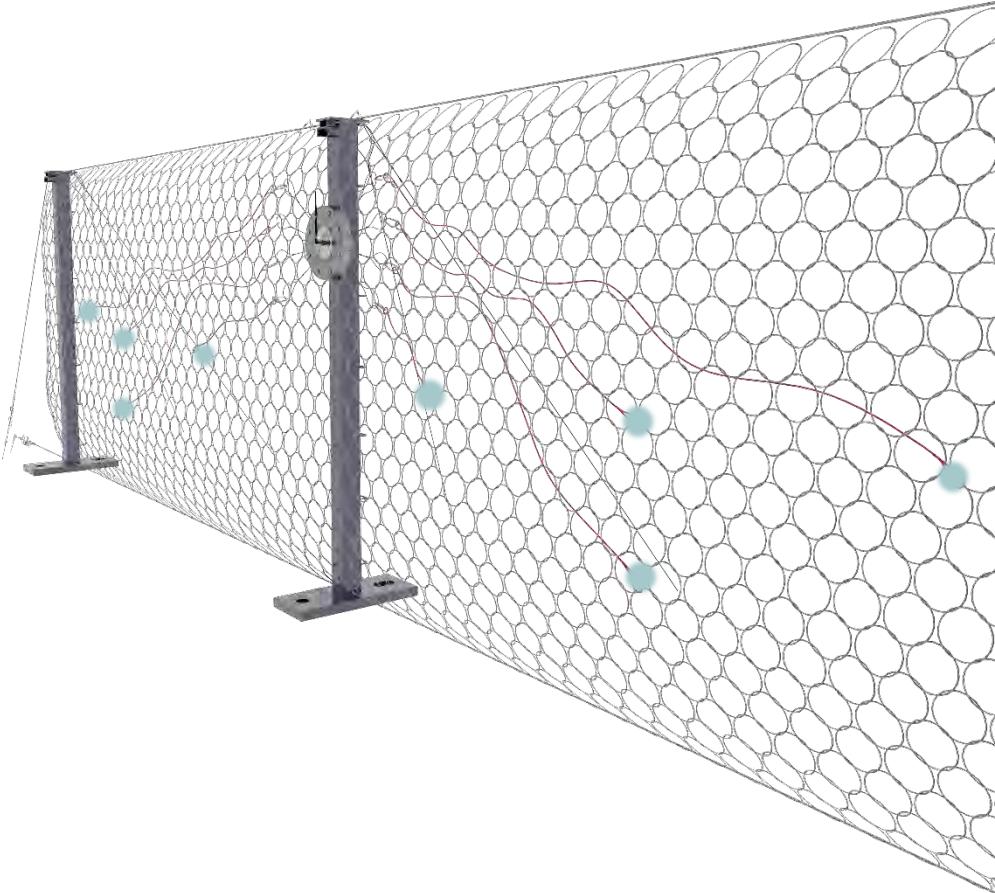


Misura con precisione la direzione e la velocità del vento, ideale per applicazioni ambientali e di sicurezza.



Con HELLOMAC Geo, le barriere diventano sistemi intelligenti e acquisiscono capacità di monitoraggio complete.

Con otto sensori posizionati meticolosamente e supportati da otto tiranti, HelloMac copre ogni pannello della barriera, rilevando immediatamente gli impatti e attivando avvisi in tempo reale.







HELLOMAC può essere implementato su un nuovo sistema di protezione contro la caduta massi, ma può anche essere **adattato a quelli esistenti.**

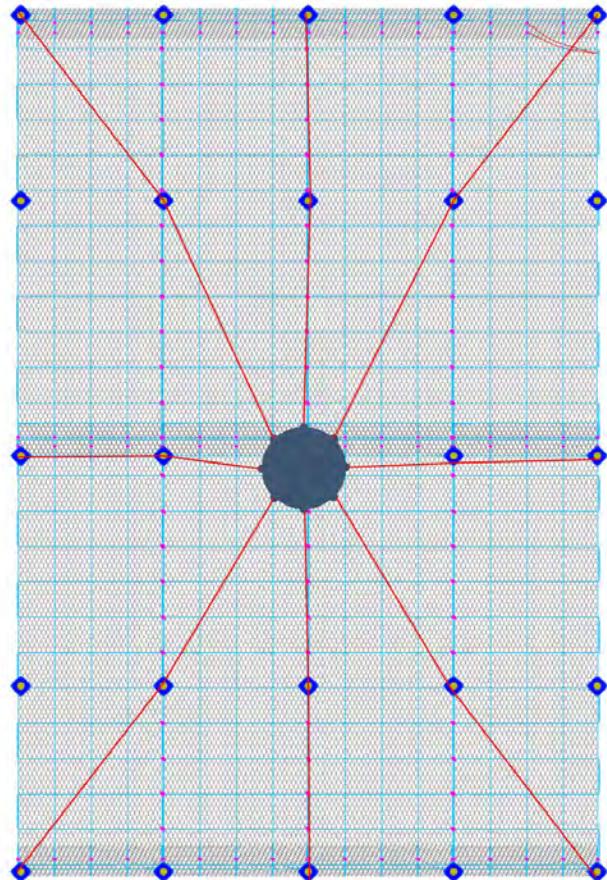


RETROFITTING



HELLOMAC SU RIVESTIMENTI CORTICALI

MACCAFERRI





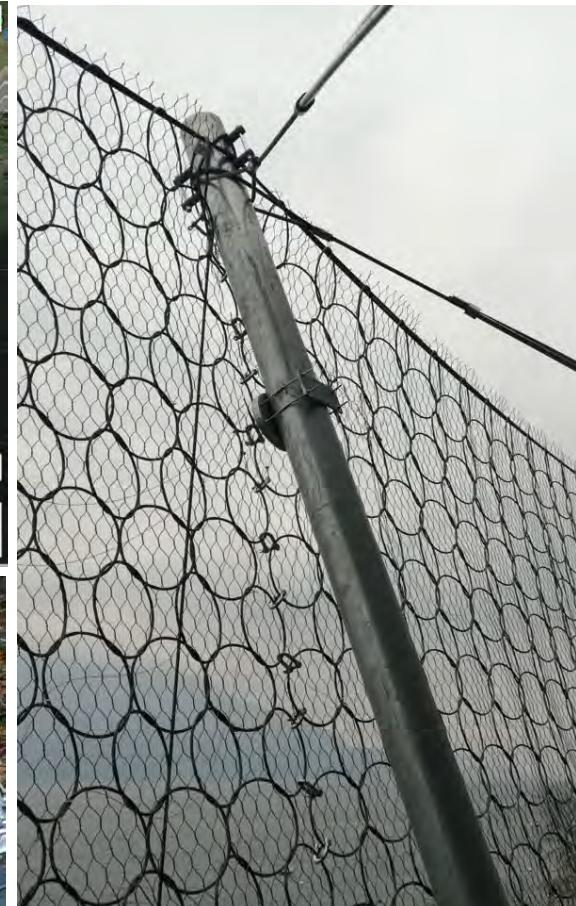
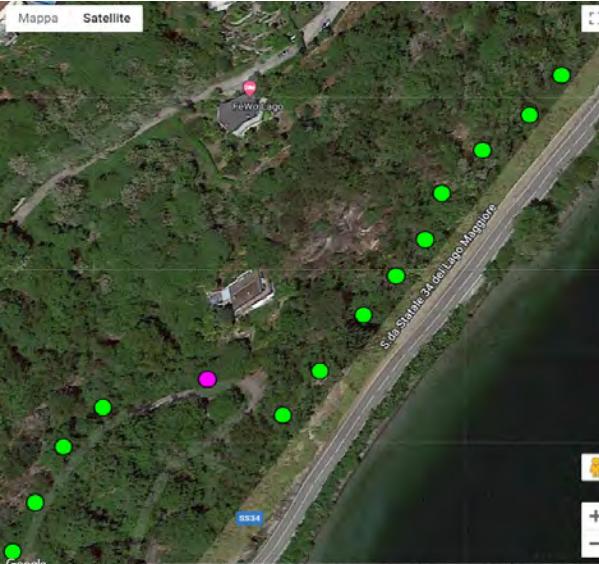
Dispositivo HelloMac



Protezione sempre on-line
Verbania, Italia

UNA DELLE NOSTRE STORIE DI SUCCESSO: VERBANIA

MACCAFERRI

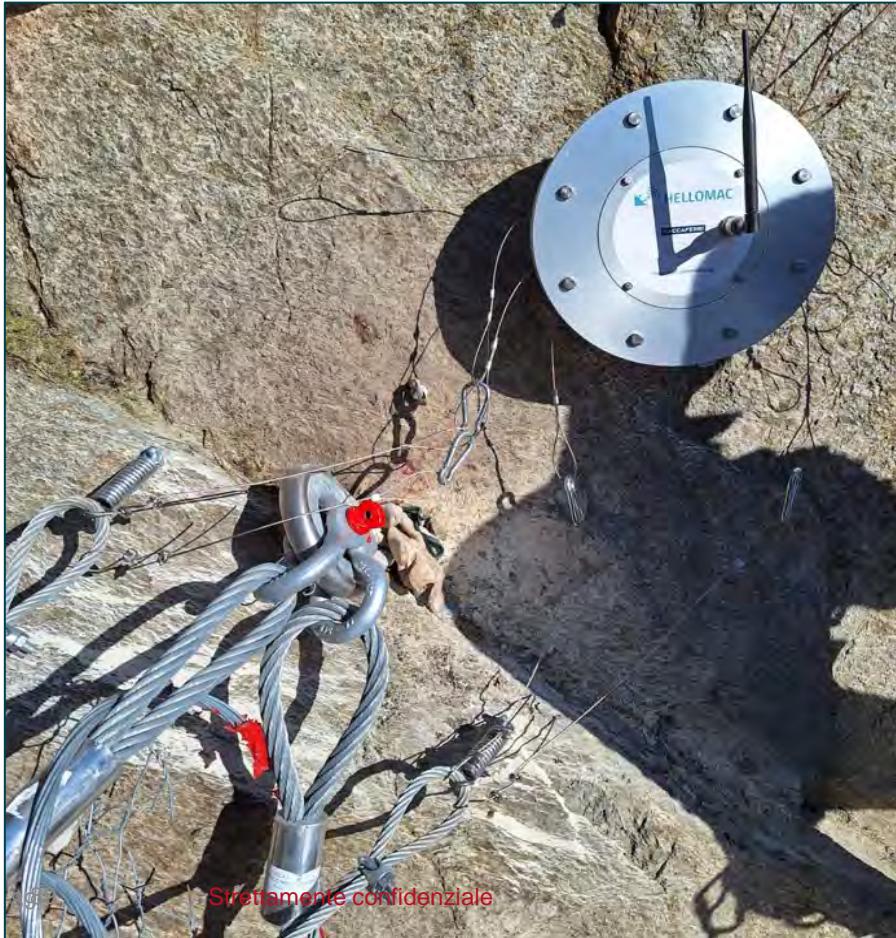




Protezione sempre on-line
S.S. 34
“del Lago Maggiore”
Cannobio (VCO)

INSTALLAZIONI: CANNOBIO (VCO)

MACCAFERRI

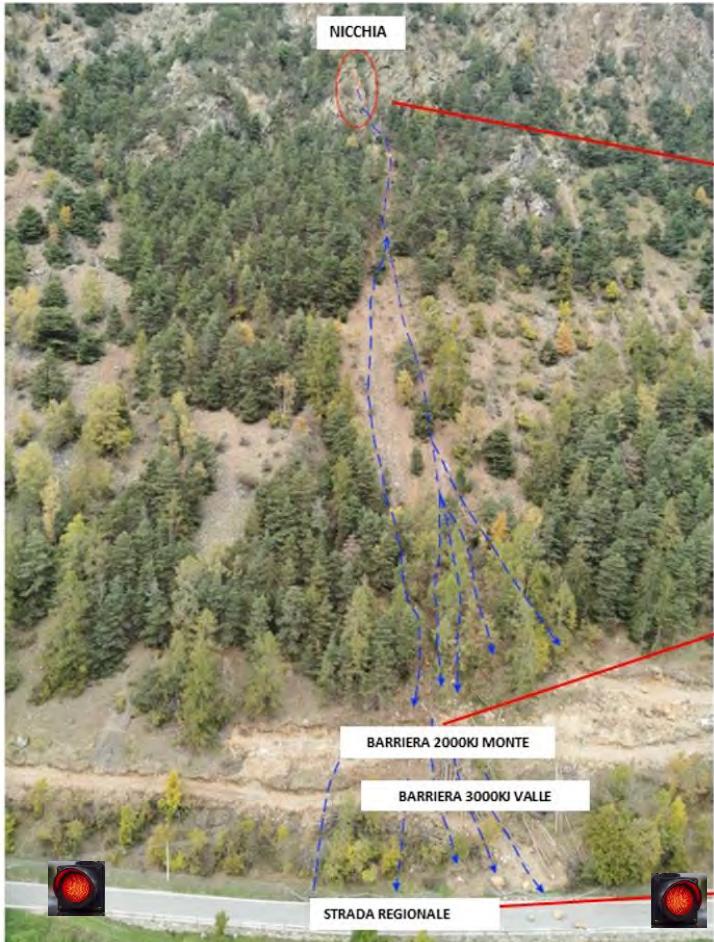


Strettamente confidenziale



Sperimentazione Regione Valle d'Aosta (2025)

MACCAFERRI



Hubir evo
+
semafori

Sperimentazione Regione Val d'Aosta (2025)

MACCAFERRI



Grazie per l'attenzione!

Stefano Cardinali
Tel. +39 331 6235189
s.cardinali@maccaferri.com

MACCAFERRI