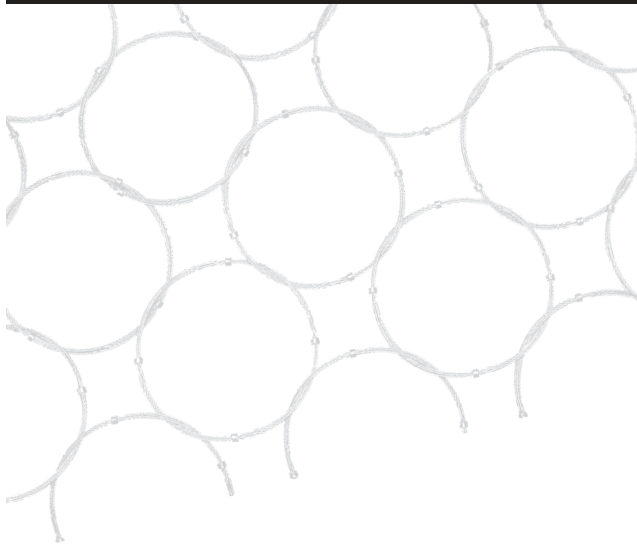


**Pericolo di caduta massi! Geobrugg
ha sviluppato barriere dinamiche per
la protezione dell'uomo.**



Leader del settore grazie a:

- la tecnologia di reti ad anelli Rocco®
- massima energia di assorbimento (test in vera grandezza certificato per energie di impatto fino a 3000 kJ)
- sistemi di protezione dimensionabili (fino ad eventi secolari)
- vita tecnologica più lunga grazie al sistema anti-corrosione Geobrugg



Prevenzione a tutti i costi? Intercettare ed arrestare i massi è più economico.

Sin dal 1951 abbiamo perseguito uno sviluppo senza compromessi; sin dal 1989 abbiamo analizzato con continuità il comportamento delle barriere in campi prova di caduta massi. Oggi, i nostri sistemi sono in grado di assorbire energie di impatto fino a 3000 kJ, corrispondente ad un masso di 9600 kg lanciato ad una velocità di 90 km/h. Con le reti ad anelli in filo di acciaio Rocco® e con il sistema di pianificazione Optus®, siamo in grado di progettare sistemi di protezione modulari – specifici per ogni singolo intervento ed adattati al rischio potenziale, alle esigenze di protezione ed ottimizzate economicamente.

In assenza della vegetazione quale filtro naturale di protezione

I boschi offrono un'ottima protezione contro la caduta dei massi. Laddove essi sono radi o mancanti, le strutture di protezione devono assumere la loro funzione di filtro. Le tipologie di sistemazione convenzionali quali il rinforzo o la copertura dei versanti (gunite, chiodature, reti di ricoprimento) intervengono solo parzialmente sulle cause, ma non possono escludere il verificarsi di crolli. In più, queste soluzioni risultano essere particolarmente onerose per interventi molto estesi.

Le nostre barriere sono basate sull'idea che esse sono considerevolmente più economiche ed efficaci per la protezione di persone e infrastrutture dalle conseguenze delle frane di crollo, assorbendo l'energia cinetica dei massi in caduta. Le tracce lasciate da eventi precedenti ci permettono normalmente di calcolare la velocità e la traiettoria di futuri possibili episodi di crollo. Inoltre, massi e blocchi trovati alla base di versanti forniscono informazioni sul rischio potenziale. Utilizziamo questi fattori per determinare il rischio prima di programmare gli interventi idonei, che verifichiamo con software di simulazione di caduta massi.





GEOBRUGG® 

Esperienza, ma solo se scientificamente basata sui test.

Nel maggio 2001, è stato istituito il primo impianto al mondo di prove riconosciuto a livello governativo per la caduta di massi in verticale. Lì, la nostra barriera Geobrugg ad elevato assorbimento di energia RX-300, dotata di pannelli ad anelli in filo di acciaio Rocco e sistemi frenanti Dimo, ha resistito all'impatto di un corpo in calcestruzzo in caduta del peso di 9640 kg, che sviluppava una energia di 3000 kJ. Questo ha fatto della RX-300 la prima barriera ad elevato assorbimento di energia testata dalla Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta di pietre (CEVCP) in accordo alle normative internazionalmente riconosciute edite da Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP).



Abbiamo provato sul campo i nostri sistemi con energie fino a 3000 kJ. Attualmente stiamo lavorando sullo sviluppo di barriere per energie fino a 5000 kJ.

Estremamente versatili:

sistemi di barriere dinamiche...



... come protezione dalla caduta di alberi, piccole slavine e colate di fango



... come alternativa economica a rilevati in terra, gallerie o varianti al tracciato stradale



... come installazioni temporanee su strade o cantieri, in gallerie e miniere



Traiettorie verticali e inclinate: test di vari Istituti internazionali indipendenti come Caltrans (Californian Department of Transportation) o JR (Japan Rail – Ferrovie Giapponesi) hanno validato le performances dei nostri sistemi.



Perché anche una frazione di secondo conta nell'emergenza: sei componenti che interagiscono perfettamente.

L'unico componente rigido dei nostri sistemi è il montante in acciaio, che è fissato con un perno su una piastra di base ancorata al suolo. I montanti sostengono le reti ad anelli elastiche nella corretta posizione. In un episodio di crollo, le reti ad anelli sono le prime ad assorbire energia: gli anelli si deformano fino al loro limite di estensione, poi trasferiscono l'energia residua agli elementi frenanti posizionati sulle funi di supporto e di controvento. L'interazione ottimale dei componenti determina la massima capacità di assorbimento di energia.

1) La rete ad anelli in filo di acciaio Rocco®

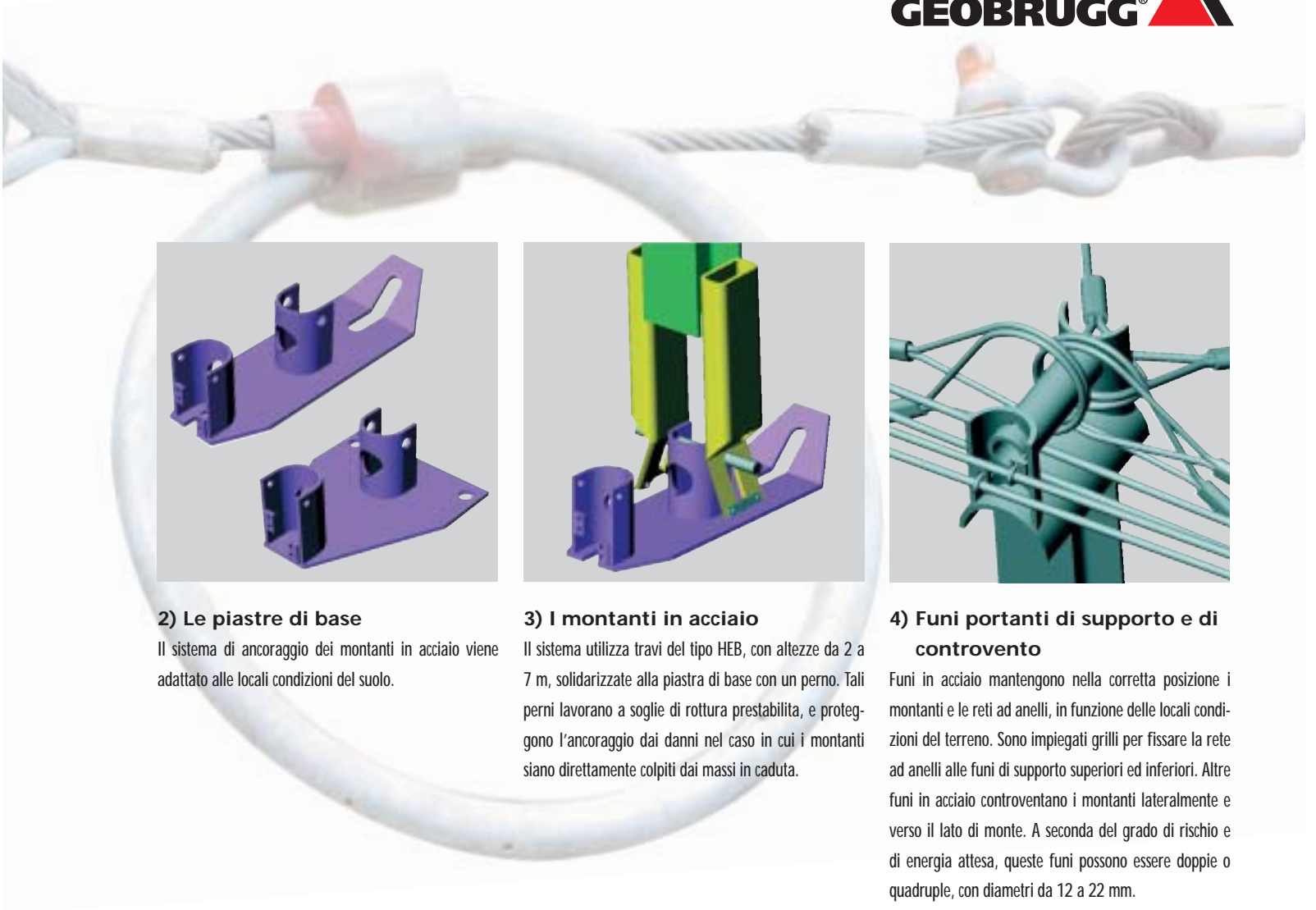
Paragonata ad una rete di protezione convenzionale, la rete Rocco, con i suoi quattro concatenamenti, spicca per le sue notevoli capacità elastiche. In un evento di caduta massi, una parte significativa di energia cinetica viene dissipata con la sommatoria delle deformazioni di tutti gli anelli. Le forze vengono trasferite sulla rete e sull'intero sistema senza determinare un'eccessiva sollecitazione degli ancoraggi. Nella zona di impatto ed in frazioni di secondo, gli anelli della rete, fissata alle funi per mezzo di grilli, tendono automaticamente a concentrarsi, determinando un incremento della resistenza complessiva grazie ad una maggiore densità di anelli.



Gli anelli hanno un diametro di 300 mm e sono costituiti di un filo di acciaio ad elevata resistenza di 3 mm di diametro. Sono avvolte tra le 5 e le 19 spire di filo, in funzione della energia di assorbimento necessaria.

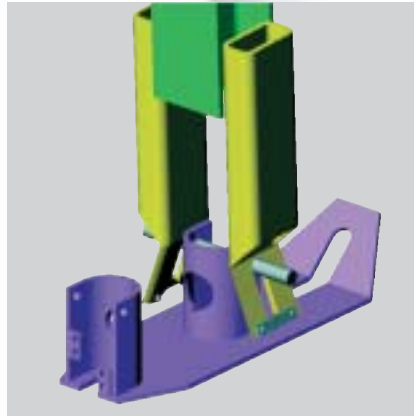


Barriera RX-075, altezza 4m, lungo la ferrovia Hagen-Haiger Anzhausen della Deutsche Bahn DB (Ferrovie di Stato Tedesche)



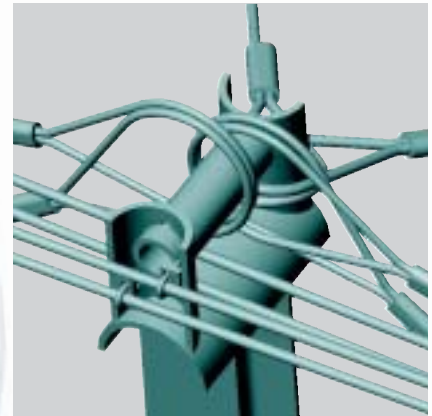
2) Le piastre di base

Il sistema di ancoraggio dei montanti in acciaio viene adattato alle locali condizioni del suolo.



3) I montanti in acciaio

Il sistema utilizza travi del tipo HEB, con altezze da 2 a 7 m, solidarizzate alla piastra di base con un perno. Tali perni lavorano a soglie di rottura prestabilita, e proteggono l'ancoraggio dai danni nel caso in cui i montanti siano direttamente colpiti dai massi in caduta.



4) Funi portanti di supporto e di controvento

Funi in acciaio mantengono nella corretta posizione i montanti e le reti ad anelli, in funzione delle locali condizioni del terreno. Sono impiegati grilli per fissare la rete ad anelli alle funi di supporto superiori ed inferiori. Altre funi in acciaio controventano i montanti lateralmente e verso il lato di monte. A seconda del grado di rischio e di energia attesa, queste funi possono essere doppie o quaduple, con diametri da 12 a 22 mm.



5) Le asole frenanti

Laddove necessario, le funi di supporto e di controvento vengono fatte passare attraverso tubi in acciaio piegati ad asola, che funzionano come sistemi frenanti. Nei casi di caduta massi di notevoli proporzioni, queste asole tendono a serrarsi, agendo da dissipatori di energia senza provocare danni alle funi.



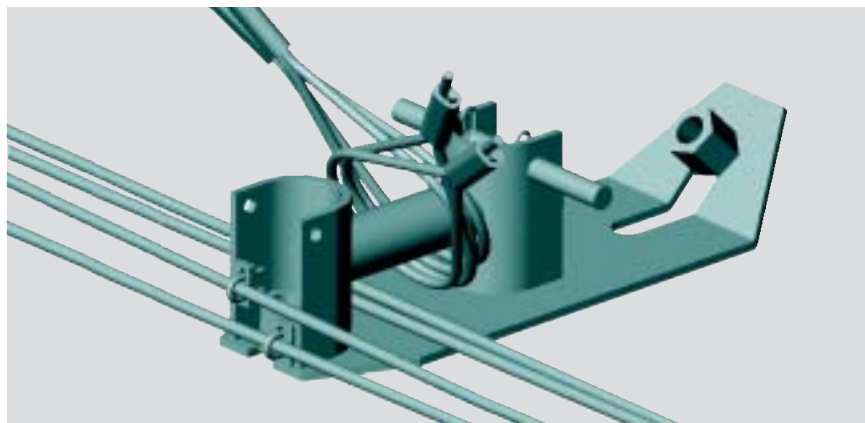
6) Gli ancoraggi in fune spiroidale

Dal momento che elementi flessibili sono essenziali nelle barriere paramassi, si raccomanda l'uso di ancoraggi in funi in acciaio di alta resistenza (1770 N/mm²). A differenza di ancoraggi in barra d'acciaio, essi sono in grado di trasmettere le forze nella direzione di trazione che possono deviare fino a 30° dall'asse della perforazione, senza perdere alcuna capacità di resistenza. Inoltre, rispetto ad altri ancoraggi in fune, sono protetti da un doppio tubo in acciaio contro danni meccanici accidentali o causati da cadute di massi.

Il sistema di allarme per avvenuta caduta massi



Le nostre strutture possono essere equipaggiate con un sistema che trasmette segnali in caso di eventi di caduta massi. La funzionalità è semplice e assolutamente affidabile.



Il concetto di freno Dimo®: resistere ad energie fino a oltre 3000 kJ con danni limitati.

Piastre di base con conchiglie semisferiche per sostenere i montanti, elementi a soglia di rottura prestabilita alla sommità dei montanti, funi di supporto e di controvento multiple, asole frenanti, sostegno della rete per mezzo di grilli e reti ad anelli Rocco a quattro concatenamenti: questi elementi individuali si combinano nel concetto di freno Dimo®, basato su una moltitudine di soluzioni di dettaglio studiate e perfezionate (e spesso brevettate) per garantire, nel complesso, l'effetto ottimale – poiché la costruzione dei singoli elementi è basata sulla conoscenza raggiunta in anni di ricerche e valutazione di ripetute serie di test.

Una deformazione estremamente ridotta con Dimo®

Anche in caso di un evento eccezionale di un masso di 9640 kg che colpisce la barriera a 90 km/h con una energia di 3000 kJ, grazie a Dimo® la rete ad anelli si deforma di soli 7,20 m per un'interasse tra i montanti di 10 m – per mezzo della dissipazione di maggiore energia secondo fasi successive (con elementi a soglia di rottura predeterminata). Per queste elevate energie l'effetto sipario, tipico delle barriere Geobrugg, è ritardato, e la deformazione della rete ad anelli è ridotta al minimo. Di conseguenza, le nostre barriere possono essere installate più vicino alle strutture da proteggere, semplificando sia le fasi di posa in opera, sia quelle di manutenzione, riducendo pertanto i costi. Inoltre, l'altezza effettiva di protezione è mantenuta in maniera ottimale, rendendo la barriera ancora efficiente per gli eventi successivi.

Sistematica dissipazione dell'energia

Quando un corpo colpisce la struttura di protezione, gli elementi sono sollecitati nel seguente ordine: rete ad anelli, asole frenanti, funi di supporto, montanti di sostegno. Questo significa che gli eventi minori non hanno, normalmente, conseguenze. Successivamente ad un evento maggiore, solo gli elementi sollecitati devono essere sostituiti. In sostanza, i punti di cui è nota la soglia di rottura proteggono da danni i componenti vitali della struttura.

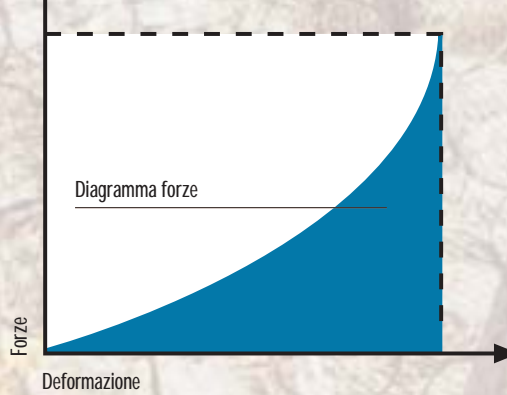


L'azione frenante rappresentata schematicamente

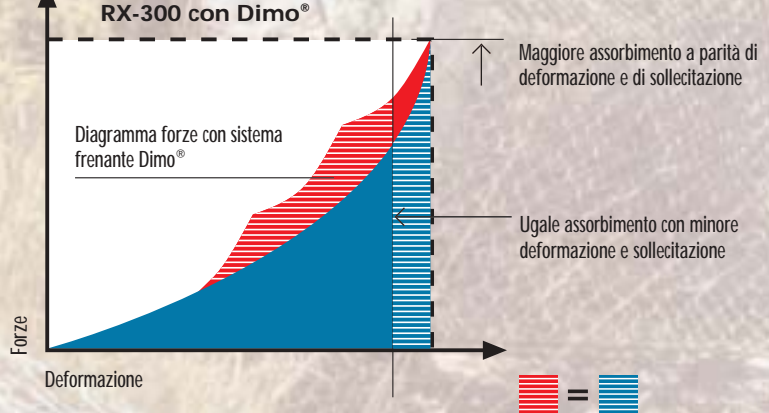
La curva blu nel diagramma forze/deformazione di frenata (grafico 1) mostra come l'energia viene dissipata in mancanza del sistema frenante Dimo®. In una prima fase la rete ad anelli assorbe una parte dell'energia. La residua parte di energia passa al sistema di funi di supporto e di controvento, ognuna dotata di asole frenanti. Per mezzo della capacità di deformazione di tutte le asole frenanti, l'energia viene dunque dissipata nella seconda fase essenzialmente con la deformazione, che conduce ad un incremento esponenziale della capacità frenante.

La curva rossa nel diagramma forze/deformazione di frenata (grafico 2) mostra come l'energia viene dissipata con il sistema frenante Dimo®. Asole frenanti assemblate, indipendenti dal sistema di funi, sollecitate una in seguito all'altra nella seconda fase, lavorano in maniera più veloce e per passi successivi, come nel grafico. Per eventi di caduta massi con maggiori energie, questi elementi pre-assemblati funzionano da elementi di rottura predeterminata. Analogamente al grafico 1, anche in questo caso il sistema di funi reagisce con un processo di arresto dei massi in grado di proteggere l'intera struttura.

1. Diagramma forze/deformazione di frenata



2. Diagramma forze/deformazione di frenata RX-300 con Dimo®



Configurazioni standard dei sistemi paramassi per l'assorbimento di energie tra 250 e 3000 kJ

tipo	RXI-025	RX-075	RX-150	RX-200	RX-300
energia d'assorbimento	250 kJ	750 kJ	1500 kJ	2000 kJ	3000 kJ
tipo di pannello Rocco	Rocco 5/3/300	Rocco 7/3/300	Rocco 12/3/300	Rocco 19/3/300	Rocco 16/3/300
Ø del fascio di fili	6 mm	9 mm	12 mm	15 mm	14 mm
Ø filo elementare	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm
Ø anello	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm
tipo di sostegni minimo	HEB 120	HEB120	HEB 140	HEB 180	HEB 200
tipo di sostegni massimo	HEB 220	HEB 220	HEB 220	HEB 220	HEB 240
distanza tra i sostegni	6-12 m	4-12 m	4-12 m	8-12 m	8-12 m
tipo di fune	con anima metallica	con anima metallica	con anima metallica	con anima metallica	con anima metallica
Ø minimo	16 mm	14 mm	18 mm	20 mm	18 mm
Ø massimo	18 mm	20 mm	22 mm	22 mm	22 mm
tipo di freno ad anello	nessuno	GS-8001	GS-8002	GS-8002/GN-9017	GS-8002/GN-9017/ GN-9055
altezza barriera minimo	2 m	2 m	3 m	4 m	5 m
altezza barriera massimo	5 m	5 m	5 m	6 m	7 m

(con riserva di modifiche)

Dimo® può essere anche adattato

Con il sistema Dimo®, si possono anche incrementare le soglie di protezione e le performances delle barriere paramassi Geobruigg RX, per esempio passando da 1500 kJ a 2000 kJ o da 2000 kJ a 2500 kJ.



Optus®: la procedura di dimensionamento per l'ottimizzazione economica e per la valutazione di rischio accettabile.

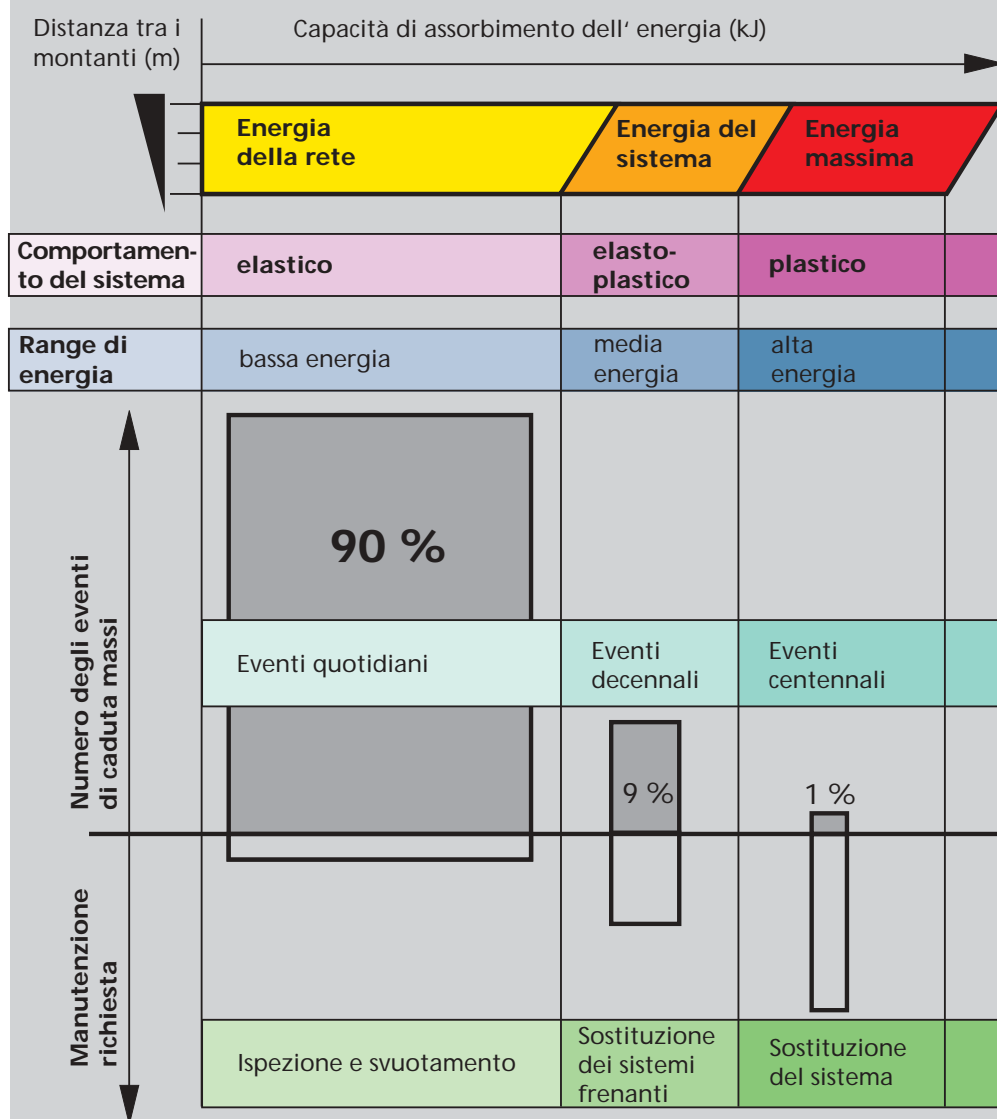
Le nostre barriere sono composte da elementi standardizzati. Ciò significa che possono essere fornite strutture in qualsiasi lunghezza e, più importante, in configurazioni disegnate appositamente per le più differenti condizioni di topografia e situazioni di rischio. Il modello ci permette di stabilire i parametri fondamentali applicabili per ciascun progetto, avendo dimostrato la sua validità in centinaia di casi.

Optus® può aiutare nel raggiungimento degli obiettivi.

Il pericolo potenziale e le specifiche esigenze di protezione determinano quale capacità di assorbimento di energia è necessaria. Un'analisi approfondita fornisce dunque le basi del ragionamento. Con i più diversi metodi disponibili sul mercato, è oggi possibile determinare realisticamente, attraverso ipotesi simulate, i parametri di progetto, utilizzando dati di input chiaramente definiti.

Il modello di dimensionamento Optus® permette di scegliere adeguatamente sia i componenti singoli, sia il sistema nella sua interezza, così come di determinare il grado di protezione richiesto al sistema. Diviene così evidente che il luogo comune «meno è talvolta più» può essere applicato anche alle barriere paramassi. Per esempio, strutture di protezione con montanti disposti ad interassi maggiori consentono di raggiungere una capacità di assorbimento superiore poiché la struttura diviene molto più flessibile.

Diagramma di energia Optus®



La capacità di assorbimento di energia di una struttura contro la caduta massi è classificabile in tre livelli. I dati fondamentali per gli eventi attesi devono essere forniti da parte di dettagliate relazioni geologico-tecniche, e soprattutto dall'analisi approfondita del sito. Successivamente

si deducono i requisiti del sistema dall'analisi di pericolo potenziale, esigenze di protezione, energia attesa e frequenza possibile e probabile degli eventi, per giungere al vero e proprio dimensionamento della struttura paramassi.

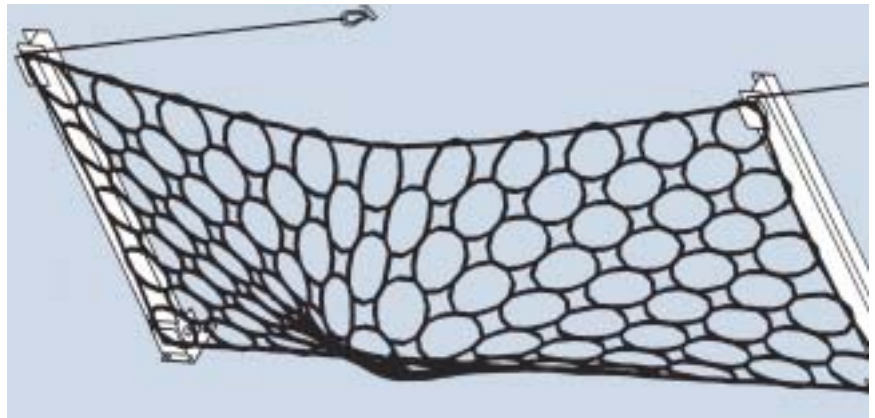
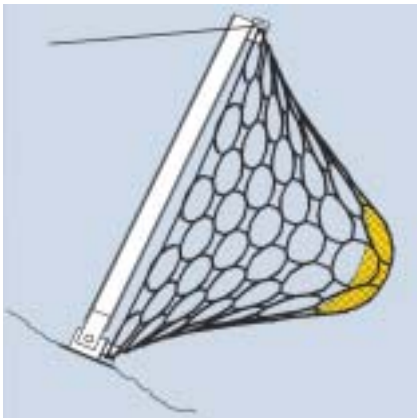


Il dimensionamento con Optus® assicura che l'impegno di manutenzione dopo il 90% degli eventi di caduta massi potrà essere limitato alla semplice ispezione ed allo svuotamento delle reti.

A seguito di un evento definito come «secolare» – con tempo di ritorno dei 100 anni – le asole frenanti – in qualità di ultimo anello della catena di sicurezza – hanno svolto il proprio compito. Il sistema, complessivamente, ha resistito all'impatto.

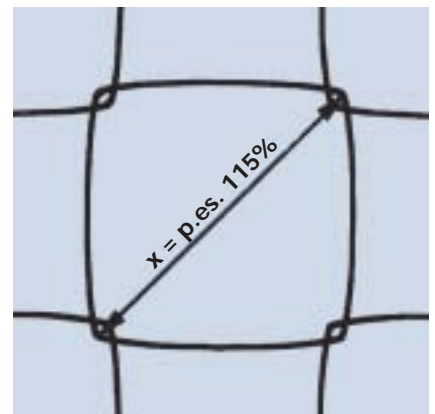
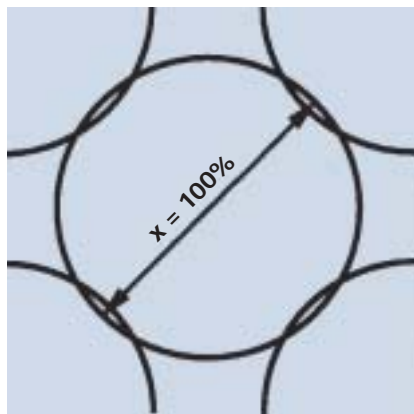
La deformazione della rete ad anelli

- elastica
- plastica ■



Solo quando la capacità di assorbimento elastica della rete ad anelli viene superata, si instaura il processo di deformazione plastica.

- 1) La rete prima e dopo gli eventi classificabili come «quotidiani». Le asole frenanti non vengono attivate.
- 2) La rete deformata plasticamente dopo un evento maggiore. Solo ora l'energia residua viene trasferita al sistema di funi e freni.





La protezione dalla corrosione: solo il meglio è buono abbastanza – poiché la vita tecnologica della struttura di protezione dipende da questo.

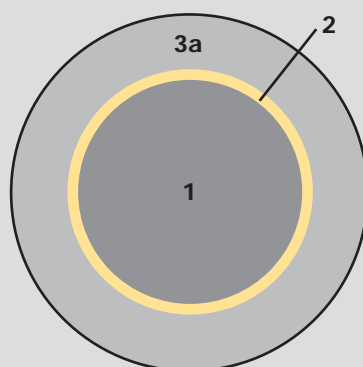
Di principio, tutti i componenti in acciaio della barriera (montanti, piastre di base, asole frenanti) sono protetti con galvanizzazione pesante così come lo sono le funi e gli anelli Rocco® (norma DIN 2078). Ma più della metà delle richieste pervenute da tutto il mondo presuppongono, non solo per particolari esigenze ed applicazioni, il processo di galvanizzazione in lega Zinco/Alluminio Supercoating®. Questo migliora sostanzialmente la resistenza alla corrosione dei fili nelle funi e degli anelli della rete; test di confronto con la galvanizzazione tradizionale dei fili mostra che il Supercoating® come minimo raddoppia e talvolta triplica la vita utile dei materiali. In questo modo, le strutture di protezione raggiungono una durata notevole anche in ambienti corrosivi quali pertinenze stradali e ferroviarie, regioni industriali o costiere.

Supercoating®: il più omogeneo tipo di rivestimento

Aggiungendo il 5% di Alluminio (processo noto con il nome Galfan) al processo di galvanizzazione, si ottiene la formazione di uno strato protettivo che risulta essere più omogeneo e dunque più resistente di un semplice strato di puro Zinco. I grafici mostrano il perché:

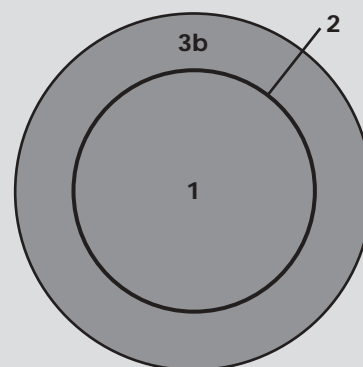
I vantaggi con Supercoating®

- maggiore protezione dalla corrosione
- miglioramento della resistenza in ambienti aggressivi
- vita utile delle barriere paramassi da 2 a 3 volte superiore



Galvanizzazione tradizionale

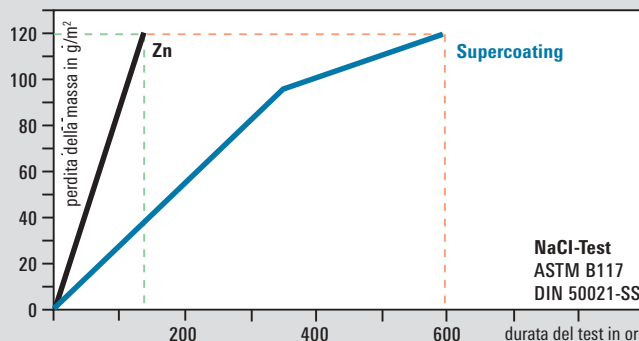
Viene realizzato uno strato a zincatura pesante (2) sul nucleo d'acciaio (1). Uno strato di zincatura leggera (3a) viene poi depositato sulla superficie esterna.



Supercoating®

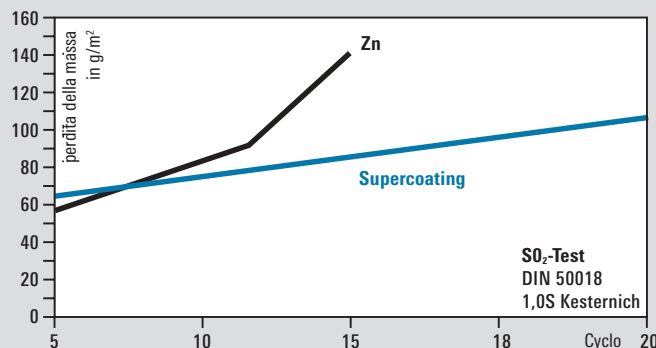
La formazione di uno strato di zincatura pesante (2) è estremamente limitata. La lega Zn/Al, di media pesantezza, viene deposta esternamente (3b).

Test in nebbia salina (NaCl) in accordo alla DIN 50021-SS



Rispetto alla zincatura semplice, occorrono test di durata di circa quattro volte superiore per ottenere la stessa perdita di materiale di protezione (120 g/m²).

Test SO₂ in accordo alla DIN 50018



Il test mostra un miglioramento da due a tre volte nei riguardi della protezione dalla corrosione rispetto alla galvanizzazione tradizionale.



Installazione della rete ad anelli



Bonifica successiva ad alcuni eventi ordinari



Dove le nostre strutture paramassi Rocco® si distinguono...

Sicurezza

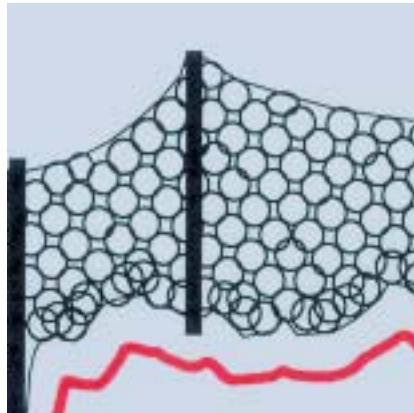
- grazie alle doppie funi di supporto su tutta la superficie della rete (assenza di aree deboli presso i montanti ed al suolo)
- in grado di assorbire grandi quantità di energia grazie alle caratteristiche di reti ad anelli ed asole frenanti
- dimensionato per eventi multipli o sciame di frana
- valido anche per cadute di alberi, piccole slavine di neve e ghiaccio, colate di fango ecc.
- in grado di resistere ad elevate energie cinetiche grazie alla notevole capacità di assorbimento della rete ad anelli e delle asole frenanti

Posa in opera e manutenzione

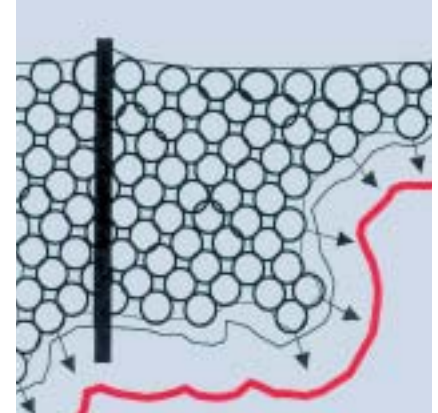
- la consegna in cantiere dei componenti preassemblati, la spaziatura dei montanti fino a 12 m ed il sistema di supporto della rete particolarmente agevole rendono più brevi i tempi di installazione
- i nostri sistemi possono essere facilmente installati anche su morfologie irregolari, poiché la rete ad anelli si adatta alle asperità del terreno
- il ridotto spazio di frenata (ovvero la ridotta deformazione verso valle nel corso del processo di arresto del masso) permette le installazioni molto prossime ai beni da proteggere (p.e. strade e ferrovie). Questo facilita la posa in opera (p.e. con l'ausilio di gru mobili), così come la stessa manutenzione.
- il comportamento dinamico della rete ad anelli e degli anelli singoli durante l'impatto riduce la manutenzione e l'impegno di riparazione, potendo sostituire fino a 9 anelli in un unico pannello di rete).

La tipologia della barriere paramassi permette l'installazione in qualsiasi condizione di terreno, anche in siti disagiati (e con ridotto utilizzo di particolari attrezzature).

Installazione senza problemi – per esempio con gru mobili o con elicottero.



Dal momento che gli anelli possono muoversi gli uni rispetto agli altri, la rete si adatta alle irregolarità del terreno.



Anche quando alcune porzioni di pannello vengono tagliate, le capacità e la funzionalità della struttura sono assicurate.



Geobrigg, un partner affidabile

Obiettivo dei nostri tecnici e dei nostri partner è quello di analizzare il problema congiuntamente al cliente e quindi, con i professionisti coinvolti, di presentare le soluzioni ottimali. Una pianificazione serena non è la sola cosa che Geobrigg garantisce; dal momento che gli stabilimenti di produzione sono ubicati su tre continenti e che la presenza di personale tecnico e commerciale è capillare su tutto il territorio, possiamo assicurare consegne rapide ma anche e soprattutto una assistenza pre- e post-vendita incomparabile. Con uno sguardo rivolto alla realizzazione senza problemi, consegnamo i componenti del sistema il più possibile pre-assemblati e comunque chiaramente identificati direttamente al cantiere. Lì, i nostri incaricati, se richiesto, forniranno tutta l'assistenza necessaria, compresa quella tecnica dal tracciamento della struttura, al controllo durante l'installazione fino alla verifica dell'opera in esercizio.

Parola chiave: affidabilità dei prodotti

La caduta di massi, gli scoscendimenti, le colate di fango o di detrito e le valanghe sono eventi naturali sporadici non prevedibili. L'incolumità delle persone e delle cose, essendo molteplici ed imprevedibili le cause dirompenti, non può essere garantita solo facendo affidamento alle conoscenze scientifiche. Regolari interventi di controllo e manutenzione delle opere di protezione sono però indis-

pensabili per garantire lo standard di protezione. Eventi che eccedono le capacità dei sistemi testati e certificati, o la corrosione dei materiali (agenti atmosferici aggressivi) influenzano negativamente la sicurezza e la protezione. Ciò significa che è sempre fondamentale il monitoraggio e la manutenzione dei sistemi di protezione secondo una frequenza di intervalli opportuni con mezzi e metodi appropriati, al fine di assicurare sempre lo stesso livello di protezione.

Le nostre referenze

Abbiamo centinaia di progetti realizzati per clienti in tutto il mondo. Un estratto significativo dell'elenco può essere apprezzato visitando il nostro sito www.geobrigg.com.

Geobrigg assicura l'incolumità alle persone e alle infrastrutture.

Geobrigg produce e sviluppa sistemi di protezione tecnologicamente evoluti con l'impiego di reti d'acciaio diffusi in tutto il mondo. Le nostre strutture di protezione attiva e passiva, grazie alle certificazioni in vera grandezza verificate da istituti di ricerca internazionalmente riconosciuti, offrono sistemi di sicurezza di comprovata efficacia contro:

- la caduta di massi
- il distacco di valanghe
- le colate detritiche
- l'instabilità di scarpate

contribuendo a proteggere le persone e le infrastrutture dagli eventi naturali.



GEOBRUGG®

Fatzer AG

Geobrigg Italia, Sistemi di protezione
Via Cesare Battisti, 17

I-20097 San Donato Milanese (Milano)

Tel. +39 02 518 77 240, Fax +39 02 518 77 241

www.geobrigg.com, info@it.geobrigg.com

Certificato ISO 9001