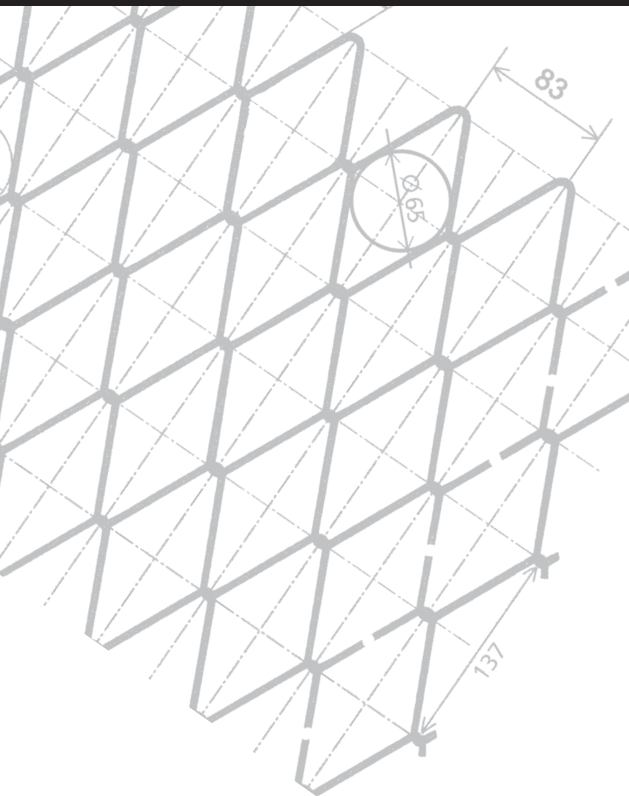




El sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ hace más fuertes las galerías de protección contra caída de rocas



El sistema perfecto para galerías de protección contra caída de rocas:

- Mejor distribución de cargas y aumento de las propiedades de amortiguación sin refuerzo de la estructura
- Construcción más ligera en galerías de nueva construcción
- Mayor seguridad de trabajo gracias al montaje rápido
- Protección permanente o temporal contra caída de rocas en galerías de hormigón, tejados u otros objetos a proteger



Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G: Nuevas soluciones en protección



Galerías de protección contra caída de rocas Mattstock y Churfirsten, Weesen, Suiza

Situación inicial

La carretera nacional entre Weesen y Amden tiene un gran riesgo de impactos de rocas y bloques de piedra. Desde 1978 existen dos galerías de protección contra caída de rocas Mattstock con 110 m y Churfirsten con 155 m de longitud. Ambas galerías pueden absorber energías de impacto de 300 a 500 kJ según la normativa vigente.

Requerimientos especiales

El estudio geológico más reciente parte de la base de que se esperan energías de impacto considerablemente más altas, de hasta 1.900 kJ, con un ciclo de retorno de 30 años. Sobre el análisis de riesgo actual se decidió reforzar en consecuencia ambas galerías.

La solución seleccionada

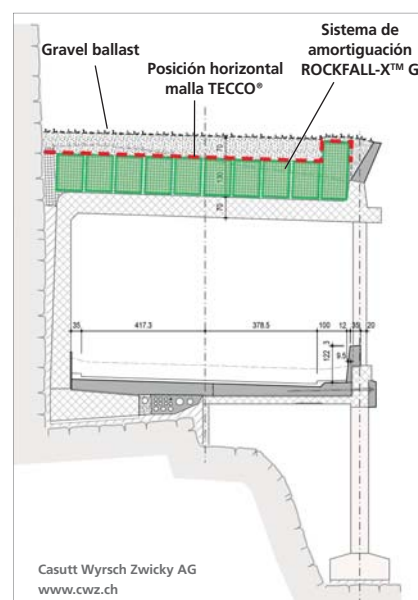
El sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G, con su estructura extremadamente ligera, mejora la protección sobre la cubierta de las galerías de protección contra caída de rocas, y a la vez reduce considerablemente la carga estática. La construcción especial de los módulos de amortiguación rellenos con espuma de vidrio y una cobertura de malla adicional TECCO®, sustituye al material habitual de amortiguación de grava.

Con este sistema integral, más ligero, se puede instalar un volumen de material de amortiguación de seis a ocho veces mayor sin sobrecargar adicionalmente la estructura de la galería.

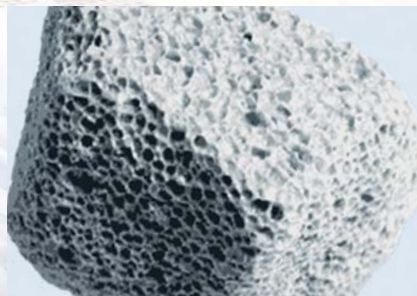


Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G con grava de espuma de vidrio

La amortiguación inteligente que refuerza de forma simple y efectiva: si se produce un siniestro, el sistema de amortiguación reparte la energía de impacto sobre una mayor superficie, y así activa más material que los elementos convencionales de amortiguación. Ello tiene como efecto una reducción sustancial de la energía de perforación, lo cual se refleja directamente en la galería de protección.



Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G con grava de espuma de vidrio: conjunción perfecta de 3 componentes del sistema



Malla TECCO®

El elemento principal del sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G es la malla de alambre de acero de alta resistencia TECCO® G65/3. Se coloca en horizontal sobre el material de amortiguación y tiene una resistencia a tracción de 150 kN/m. En eventos importantes, la malla TECCO®, junto con el material de amortiguación, absorbe la energía del impacto de forma elastoplástica. La superficie a través de la cual se transmite la energía residual del impacto a la estructura de la galería se amplía sin dañar la galería.

Vida útil más larga

Hemos tratado la malla TECCO® en una calidad GEOBRUGG ULTRACOATING®. El recubrimiento de zinc-aluminio de tercera generación ofrece una vida útil entre seis y diez veces más larga que los alambres con galvanizado convencional. Así quedó demostrado en las pruebas comparativas.

La grava de espuma de vidrio como material de amortiguación

La espuma de vidrio se produce a partir de vidrio reciclado en grano de entre 10 y 50 mm, y dispone de una resistencia a compresión cúbica de 6 N/mm². Con una densidad de 250 kg/m³ es entre seis y ocho veces más ligero que la grava convencional. El material de amortiguación se suministra de forma estándar en módulos de espuma de vidrio de hasta 2 m³ (2 x 0,95 x 0,95 m), revestidos con la malla TECCO®. De esta forma, el material de amortiguación queda limitado lateralmente en el caso de que exista un evento, pudiendo absorber la energía de forma óptima.

La espuma de vidrio no contiene poros capilares, con lo que es resistente a la congelación. Para garantizar que los módulos de amortiguación son permeables al agua de infiltración, y para que ésta pueda drenarse, los revestimientos se dotan de aperturas de drenaje en fábrica.

Cable de cercado (opcional)

Un cable de cercado compacta los módulos de espuma de vidrio en una unidad. En caso de un evento, las fuerzas horizontales se trasladan hasta los cables de tensado, de forma que el material de relleno no puede desplazarse hacia los lados.

Dependiendo del proyecto, el cable de cercado puede sustituirse también por un muro de cierre vertical de hormigón.

Potencial de amortiguación:

Dependiendo del diseño de la obra y del tipo de colocación de las unidades de amortiguación, se pueden absorber energías de impacto de hasta 5.000 kJ.

Protección de estructuras de obra con ROCKFALL-X™ A: neumáticos usados como componentes económicos del sistema de amortiguación

Protección contra caída de rocas, tramo. Reigeldossen R 11, Lopper, Suiza

Situación inicial

Desde diciembre de 2008, la ladera norte Lopper, con alto riesgo de caída de rocas, ya no tiene tanto tráfico, debido a que ahora se desvía a través del túnel de Kirchwald. Sin embargo, el tráfico local y el tráfico lento sigue transcurriendo por la autopista existente. La oficina federal suiza de carreteras (ASTRA) encargó la eliminación del riesgo que implican las rocas para la protección de estos vehículos.

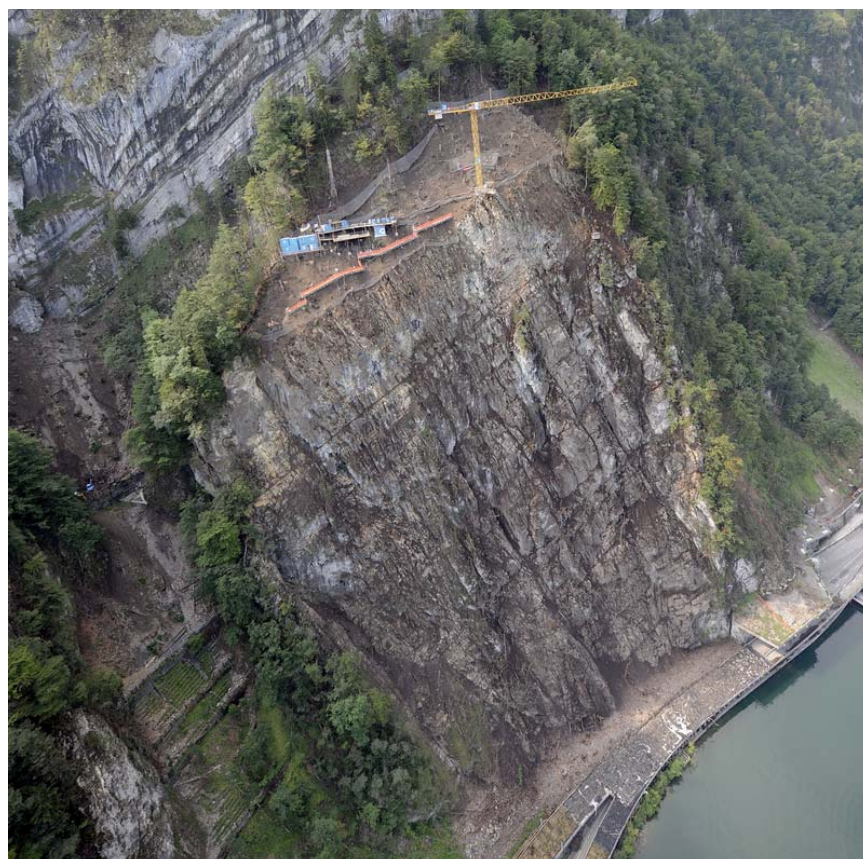
Requerimientos especiales

En el tramo Reigeldossen R 11, la pared rocosa de 200 m de altura se sitúa, en una longitud de 150 m y con una inclinación de 70°, directamente sobre el viaducto de la autopista y la carretera nacional situada justo debajo del mismo. Para proteger el viaducto y la carretera durante la eliminación de las rocas, fueron necesarias medidas especiales de protección.

La solución seleccionada

El viaducto de la autopista se aseguró con el sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ A, que consta de 1.500 m² de material de amortiguación con siete capas de neumáticos usados y capas intermedias de malla de alambre.

Los trabajos se terminaron en verano de 2011. La medida de protección temporal ha demostrado ser óptima durante estos trabajos de limpieza.





Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ A con neumáticos usados: un sistema convincente con dos componentes



El sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ A con neumáticos usados se utiliza también como protección temporal de obras especiales con determinados riesgos, contra elementos proyectados por voladuras o en trabajos de retirada de rocas.

El sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ A con neumáticos usados es hasta cuatro veces más ligero que el material de amortiguación con grava.

Neumáticos usados como material de amortiguación

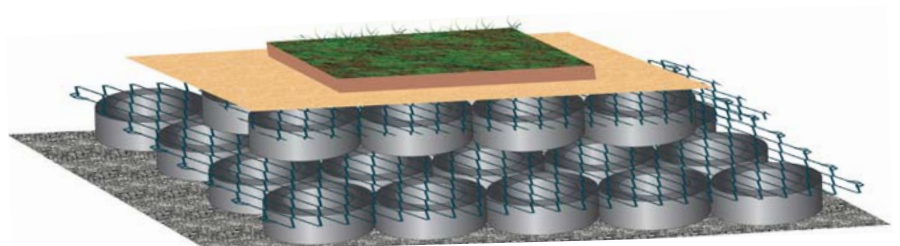
Aunque los neumáticos ya no valgan para usarlos en la carretera, si pueden ofrecer una protección sostenible como material de amortiguación: se colocan por capas, unos encima de otros, uniéndose por medio de cables de alambre y formando paneles de p.ej. 1,8 x 7,2 m.

Potencial de amortiguación:

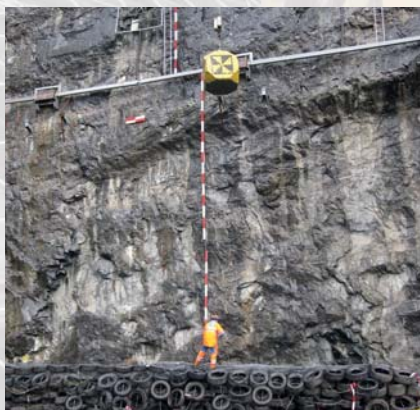
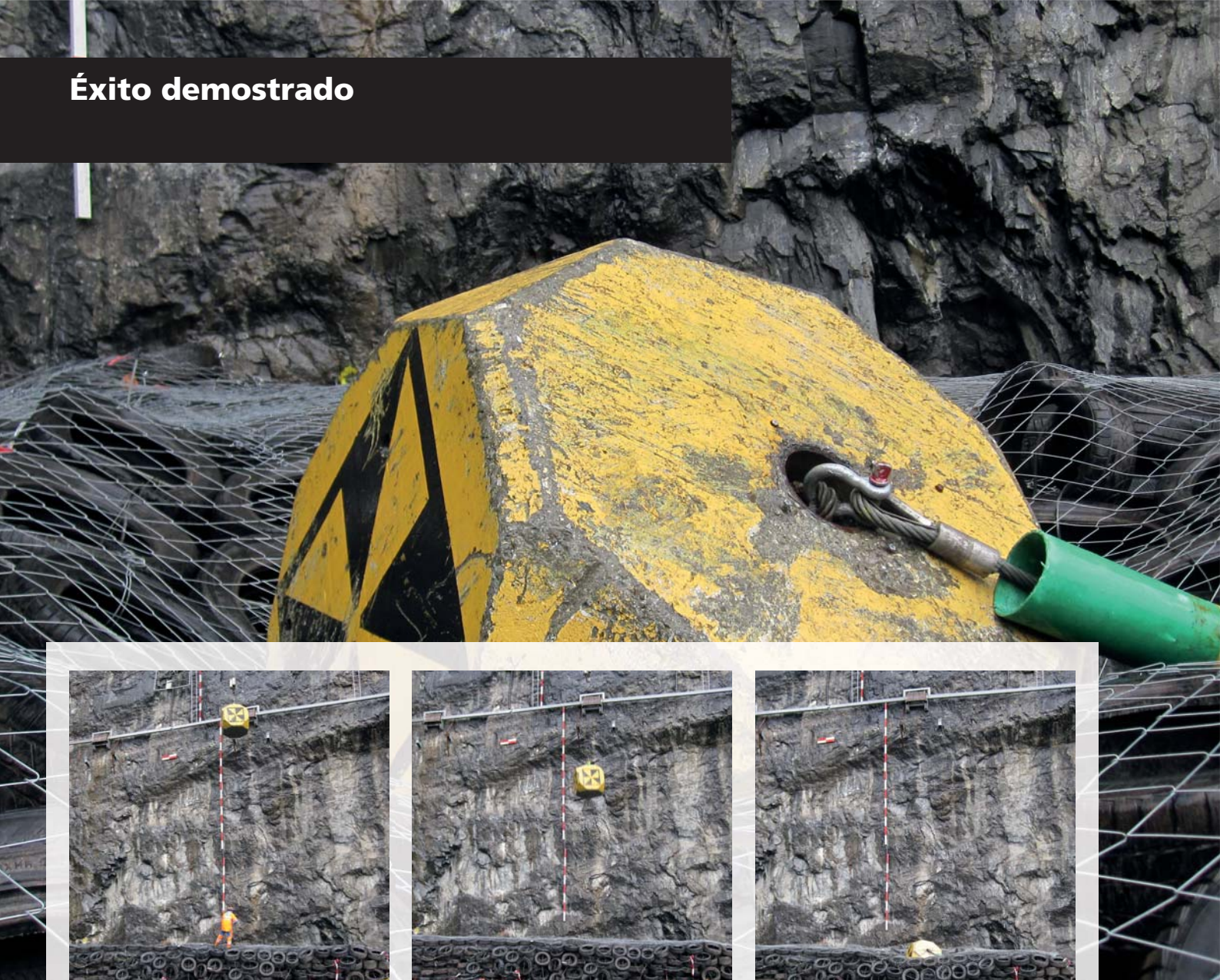
Se pueden colocar hasta quince capas de neumáticos usados, para energías de impacto de hasta 5.000 kJ.

Malla TECCO®

La malla de alambre de acero TECCO® se coloca horizontalmente entre las capas de neumáticos usados (ver gráfico). Este diseño, de gran resistencia, amortigua en caso de evento la carga puntual causada por el impacto del bloque.



Éxito demostrado

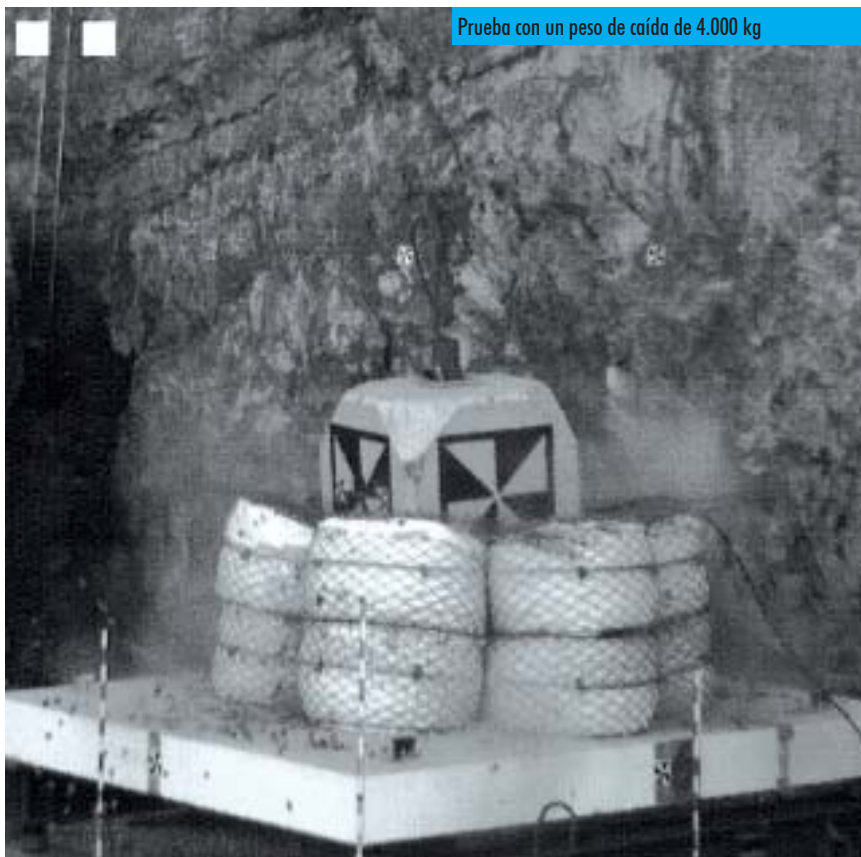


Se han realizado numerosas pruebas de laboratorio y de campo en colaboración con la Technischen Hochschule ETH y la Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, ambas de Suiza. En el centro de los ensayos estaba la solicitud por impacto en galerías de protección contra caídas de rocas. Las galerías se equiparon con el sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G con grava de espuma de vidrio, así como con ROCKFALL-X™ A con neumáticos usados en combinación con la malla de alambre de acero de alta resistencia TECCO®.

Los resultados hablan por sí mismos: el comportamiento de amortiguación, altamente efectivo, del ROCKFALL-X™ quedó demostrado tanto con la grava de espuma de vidrio, como en los neumáticos usados.

Estos trabajos de investigación respaldados activamente por Geobrugg AG, contribuyeron de forma decisiva al desarrollo, por parte de la oficina federal suiza de carreteras (ASTRA), de las directrices para futuras galerías de protección contra caída de rocas y del procedimiento de evaluación de estructuras constructivas ya existentes.

Prueba con un peso de caída de 4.000 kg





Instalación rápida

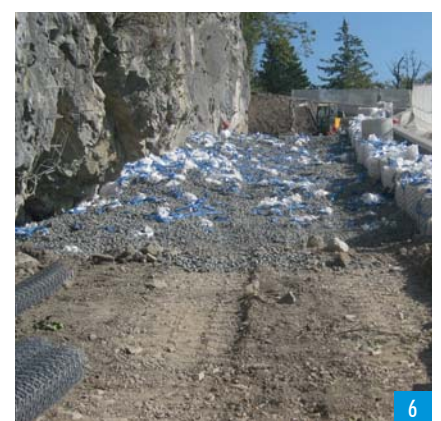
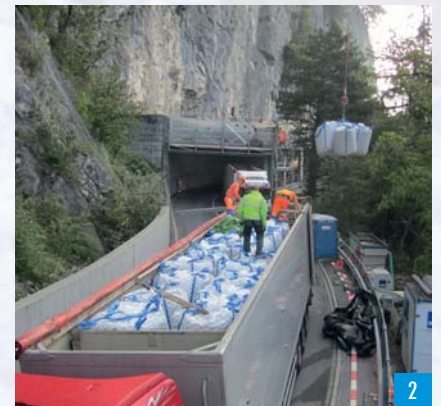
La instalación es muy sencilla y rápida de realizar. Esto significa una mayor seguridad en el trabajo.

Paso a paso:

- La cubierta de la galería se deja al descubierto (fig. 1)
- Perforación/colocación de los anclajes para el cercado horizontal opcional
- Las unidades de amortiguación con el material de relleno se colocan con grúa o helicóptero (figs. 2 y 3)
- Instalación del cable de cercado horizontal opcional (fig. 4)
- Instalación de la malla horizontal TECCO® (fig. 5)
- Finalmente se puede verter una capa opcional de grava de aprox. 15 cm como capa de protección (fig. 6)

Mantenimiento sencillo

Tras cada evento, se retiran los bloques de roca y se comprueban los eventuales daños en todos los componentes del sistema. En eventos graves se recomienda sustituir los primeros 10 a 20 cm del material de la superficie. La siembra en de la cubierta de la galería no deberá obstaculizar la función de protección. Sin embargo, por razones de seguridad no se recomienda la plantación de árboles.



Desde el punto de vista técnico

ROCKFALL-X™

Las ventajas, de un vistazo

- Una solución económica para la reparación de galerías y de protección de las ya existentes
- Aumenta la capacidad de carga dinámica
- Reduce la carga estática
- Dimensionamiento mejorado de futuras galerías de protección gracias a un diseño óptimo y materiales constructivos innovadores
- Instalación sencilla y rápida
- Mantenimiento fácil y sin problemas

Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ G con grava de espuma de vidrio

Grava de espuma de vidrio	Resistencia a la compresión cúbica > 6 N/mm ²
	Resistente a la congelación
	Peso < 250 kg/m ³
	Módulos de espuma de vidrio tamaño estándar suministrado 2 x 0,95 x 0,95 m
	Alturas especiales a partir de 1,3 m hasta 2 m en tramos de 10 cm
Malla TECCO® G65/3	Resistencia 1.770 N/mm ²
	Tamaño suministrado para módulos de espuma de vidrio: rollos de 2 x 30 m
	Tamaño suministrado para cobertura horizontal: rollos de 3,5 x 30 m
	Peso por m ² : 1,65 kg
	Protección anti-corrosión GEOBRUGG ULTRACOATING® recubrimiento Zn/AL

Responsabilidad de producto

Las caídas de rocas, los deslizamientos, las avalanchas de detritos y aludes en general son eventos naturales que no pueden calcularse. Por esta razón, es imposible determinar o garantizar la absoluta seguridad para personas y propiedades mediante métodos científicos. Esto significa que para obtener la protección a la que aspiramos, es obligatorio mantener y revisar los sistemas de protección de forma regular y adecuada. Por otro lado, el grado de protección puede verse reducido por eventos que superan la capacidad de absorción del sistema para la cual fue calculado siguiendo las indicaciones de la ingeniería, debido a no realizar un correcto mantenimiento o debido a la corrosión (es decir, por contaminación medioambiental o por otras influencias externas).

Sistema de amortiguación ROCKFALL-X™ A con neumáticos usados

Neumáticos usados	Ø 60 cm y altura 20 cm
	formando paneles con cable de alambre Ø 10 mm
	Peso < 125 kg/m ³
	Tamaño suministrado: paneles de p.ej. 1,8 x 7,2 x 0,2 m
Malla TECCO® G65/3	Resistencia 1.770 N/mm ²
	Tamaño suministrado para cobertura horizontal: rollos de 3,5 x 30 m
	Peso por m ² 1,65 kg
	Protección anti-corrosión GEOBRUGG ULTRACOATING® recubrimiento Zn/AL

Reservadas las modificaciones técnicas.



Geobrugg AG

Geohazard Solutions
Aachstrasse 11 • CH-8590 Romanshorn • Suiza
Tél. +41 71 466 81 55 • Fax +41 71 466 81 50
www.geobrugg.com • info@geobrugg.com

Una empresa del Grupo BRUGG
Certificación ISO 9001