

250-5000kJ

Las barreras RXI y AXI contra caída de rocas detienen las rocas que podrían incluso aplastar a galerías de concreto.

Las barreras RXI y AXI contra caída de rocas han sido ensayadas de conformidad con las normas internacionales más estrictas establecidas por el Instituto Suizo de Investigación de Silvicultura, Nieve y Paisajismo (WSL).

Los sistemas de barreras Geobrugg RXI y AXI:

- exceden la capacidad de absorción de energía de muchas galerías de hormigón existentes
- conservan una gran altura remanente útil de barrera en la zona de impacto y virtualmente el 100% de la altura en zonas adyacentes
- exhiben menores deflexiones en el caso de eventos masivos peligrosos
- han sido ensayados para una combinación de cargas que incorporan zonas limítrofes, impactos múltiples, caída de árboles y avalanchas de nieve.



Las barreras RXI y AXI han aprobado con éxito las pruebas más difíciles en el mundo.

Para sucesos naturales de caída de rocas, la velocidad de impacto de una gran masa de roca varía generalmente entre 10 m/s y 20 m/s aunque puede alcanzar 25 m/s en casos excepcionales. Por esta razón, se han llevado a cabo pruebas en masas de roca con una velocidad de 25 m/s (90 km/h) y con energías de impacto hasta de 5000 kJ.

Las barreras RXI y AXI contra caída de rocas cumplen con las normas establecidas por la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) y por lo tanto con las regulaciones más estrictas a nivel mundial. Además, se han realizado series muy completas de pruebas que abarcan desde caída de árboles hasta deslizamientos a lo largo de taludes.

Las barreras RXI y AXI proporcionan un alto grado de protección ya que se pueden aplicar universalmente.

Las barreras RXI y AXI son la elección preferida cuando se trata de aplicaciones que requieren una protección incondicional de objetos y propiedades. Estas barreras han sido sometidas a las siguientes pruebas:

- 1 Las energías de impacto más altas (hasta 5000 kJ)
- 2 Efectos del impacto en los límites
- 3 Impactos múltiples
- 4 Caída de árboles
- 5 Caída de rocas a alta velocidad y alta energía de impacto (> 30 m/s)
- 6 Desprendimiento de rocas y avalanchas
- 7 Aludes de nieve
- 8 Avalanchas de nieve (diseño flexible)
- 9 Pequeñas deslizamientos de tierra

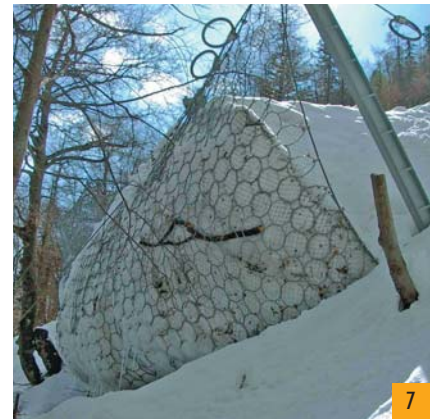




5



6



7



8



9

Es bueno confiar, pero es mejor recurrir a los resultados de pruebas científicas irrefutables y por lo tanto indispensables.



El primer campo de pruebas aprobado federalmente para caídas verticales con velocidades de impacto de hasta 25 m/s (90 km/h) fue puesto en operación en Walenstadt en mayo de 2001. Desde entonces se han probado todos los sistemas RXI y AXI y han sido certificados. Es en este lugar donde se logró que el sistema más efectivo de protección contra caída de rocas, el RXI-500 con red de anillos de alambre de acero ROCCO® y con elementos de frenado DIMO®, haya soportado exitosamente el impacto de un bloque de hormigón de 16 tm, o sea una energía de 5000 kJ.



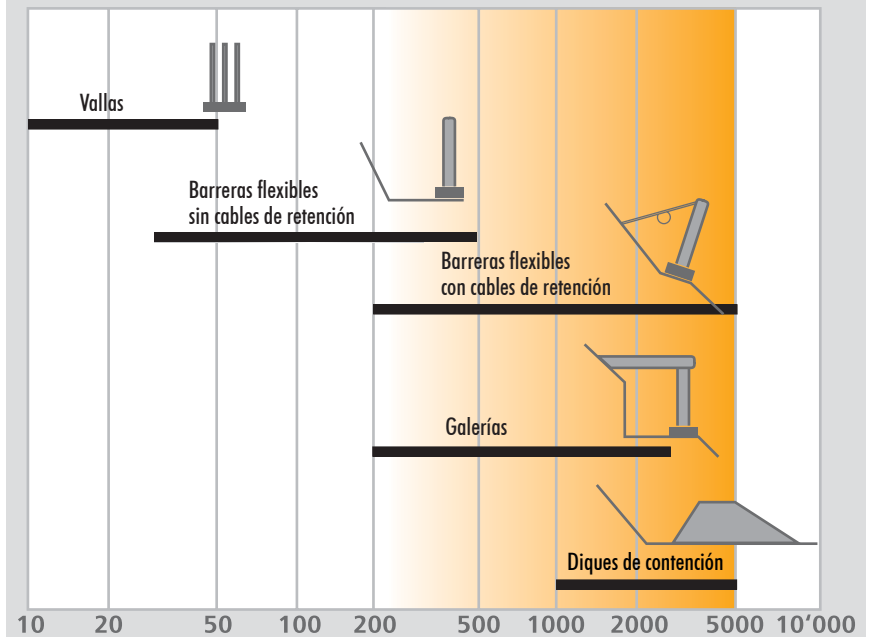
Los resultados de la prueba establecieron un nuevo récord mundial...

Nuestra barrera RXI-500 de alta energía de impacto para protección contra caída de rocas aprobó satisfactoriamente su prueba de resistencia en 2006 y, al igual que todos nuestros otros sistemas, fue probado bajo la supervisión del Instituto Suizo de Investigación en Silvicultura, Nieve y Paisajismo (WSL). El método empleado cumple con las directrices emitidas para este tipo de pruebas en redes de protección contra caída de rocas emitidas por la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN). Se deja caer un bloque de hormigón de 16 toneladas métricas de peso desde una altura de 32 m sobre la red de anillos de la barrera a una velocidad de 90 km/h, o en otras palabras bajo una energía de impacto de 5000 kJ.

Los resultados de la prueba lo demuestran: los componentes del sistema se comportan como un todo.

Medio segundo fue suficiente para reducir la velocidad de caída del bloque de 16 toneladas métricas de 90 km/h a cero. La deflexión medida fue de 7.8 m mientras que las fuerzas máximas transmitidas a las anclas fueron de aproximadamente 260 kN. Ambos valores estuvieron muy por debajo de los esperados en un sistema con este nivel de energía. La altura remanente útil de la barrera equivalente al 59% en la zona del impacto y de virtualmente el 100% en las zonas adyacentes son una garantía del alto nivel de protección que se alcanza en el caso de impactos múltiples.

Áreas de aplicación de las barreras de protección contra caída de rocas



La caída de rocas con una energía de impacto de 5000 kJ puede causar graves daños a las galerías de concreto

Nuestros sistemas de barreras de alto desempeño han sido diseñados para manejar situaciones difíciles: se pueden utilizar donde grandes boleos estén a punto de desprenderse o cuando la caída de rocas pueda desarrollarse desde alturas importantes o a lo largo de grandes distancias.

Los sistemas RXI y AXI pueden en ocasiones complementar los procedimientos constructivos o incluso reemplazarlos ya que tienen la capacidad de absorber más energía que lo que podría conseguirse con una galería de hormigón existente o en proyecto. Además, los sistemas RXI y AXI pueden constituir la solución perfecta cuando no sea factible construir un dique de contención debido a razones topográficas o estéticas.



Las redes de anillos ROCCO® como elemento vital.

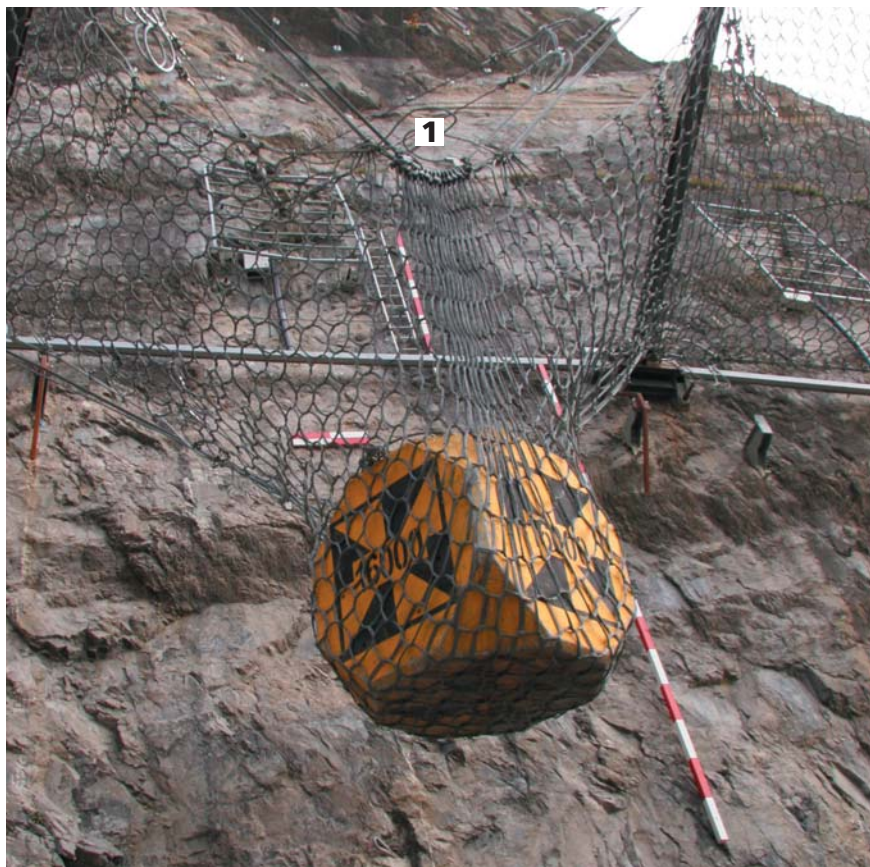
Tecnología patentada

El efecto protector de las redes de anillos ROCCO® es el resultado de más de 50 años de investigación continua: las experiencias adquiridas en pruebas de campo y los resultados obtenidos a partir de colaboraciones con instituciones internacionales han contribuido para su desarrollo. Los resultados son convincentes: gracias a su excepcional comportamiento elastoplástico, las redes de anillos ROCCO® son claramente superiores a los sistemas convencionales. El motivo: absorben energía ellas mismas y por ello fatigan menos a los anclajes en comparación con otros tipos de redes de anillos con suspensión en seis puntos, de redes de cables diagonales y de soluciones basadas únicamente en redes de cables.

¿Por qué? Al operar las redes de anillos ROCCO® liberan primero la energía cinética y simultáneamente se van deformando los anillos. La transmisión de los esfuerzos a la red o a todo el sistema ocurre uniformemente y sin fatigar demasiado a los anclajes. Además, en fracciones de segundo y en la zona del impacto se contrae la red fijada con grilletes al cable: los anillos se concentran allí donde más se necesitan (efecto cortina, 1).

Calculada a la medida del riesgo potencial en cada caso.

La denominación ROCCO® representa un sistema modular con el cual se pueden obtener soluciones realmente económicas: dependiendo de las necesidades, nuestras redes se diseñan para absorber energías de impacto desde 250 kJ hasta 5000 kJ. Para el dimensionamiento hemos desarrollado un proceso con las más avanzadas normas de ingeniería que ha demostrado su confiabilidad y eficacia en cientos de aplicaciones prácticas.

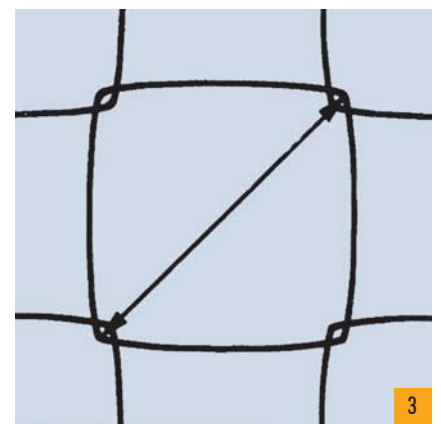
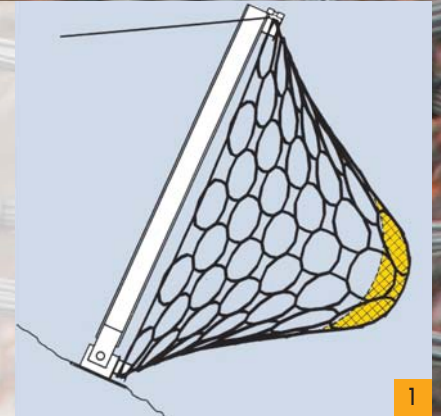


Los anillos de las redes ROCCO® tienen un diámetro ya sea de 300 mm o de 350 mm y están fabricados con alambre de acero de 3 mm de diámetro con una resistencia mínima de 1770 N/mm². Dependiendo de la energía que se pretenda absorber, se atarán entre 7 y 19 torones de alambre en cada anillo.



Lo que protege al cable de soporte, a los anillos de frenado y a los anclajes es la capacidad de deformación de las redes de anillos ROCCO®.

- 1)
Sólo cuando la capacidad elástica de absorción se sobrepasa es cuando los anillos comienzan a deformarse plásticamente (amarillo).
- 2)
Atado de anillos antes y después de "un suceso de todos los días": los demás componentes no se fatigan.
- 3)
En caso de "evento importante" la energía será absorbida primeramente a través de la deformación plástica del atado de anillos. Los anillos de frenado y las estructuras de soporte del sistema de barrera sólo necesitan absorber la energía remanente.



Las redes de anillos ROCCO® ahorran tiempo durante la construcción y el montaje.

Suministramos nuestras redes de anillos pre-ensambladas, amarradas y con instrucciones de montaje fácilmente comprensibles. En el campo pueden instalarse sin problemas ya sea manualmente, desde un helicóptero o con una grúa desde una carretera. Las secciones de la red se sujetan con grilletes al cable de soporte RUNTOP® para formar una cortina (fotografía a la izquierda).

Cables RUNTOP® de deslizamiento: Porque los impactos múltiples no son la excepción.



Mayor elasticidad gracias a la suspensión flexible en toda la longitud de la barrera protectora.

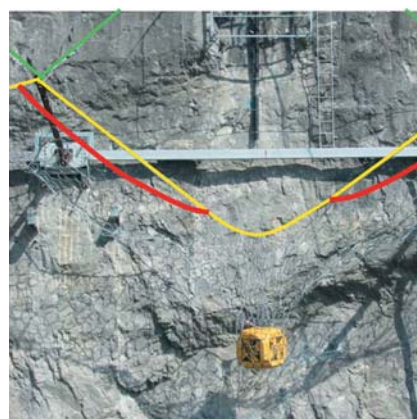
¿Cómo se puede aprovechar al máximo la naturaleza elastoplástica de las redes de anillos ROCCO®? La respuesta es muy sencilla: ampliando el área superficial sobre la que se reparte la energía de un impacto, más allá de la separación entre postes o de los puntos de fijación de los cables de soporte.

RUNTOP® – el cable de soporte en la parte superior del poste; un cable de deslizamiento delante del mismo.

El cable RUNTOP® desacopla la suspensión de la red de anillos –cuando menos parcialmente– de las cabezas de los postes, placas de base, anclajes y cables de soporte y de retención. A esto se debe que la red pueda trabajar sobre varias secciones de la barrera al ocurrir una caída de rocas importante. Debido a que este “efecto cortina” aumenta en no menos del 40% el número de anillos participantes en la zona de impacto, la red absorbe más energía y las fuerzas actuantes se distribuyen en forma

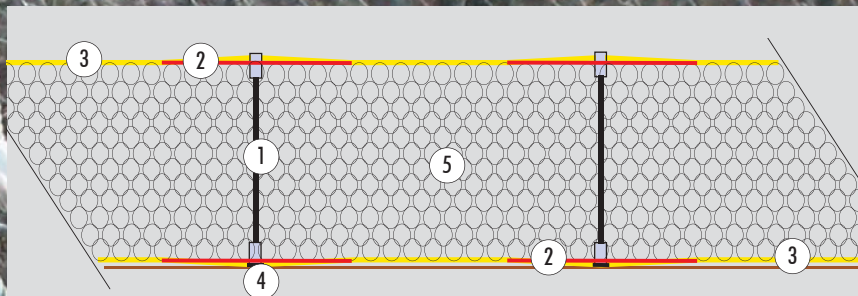
óptima entre las secciones adyacentes. Explicado de otra manera, los anclajes y los componentes se fatigarán mucho menos.

Esto a su vez disminuye los costes constructivos. Por un lado se pueden usar pernos más cortos, mientras que por el otro se puede reducir el número de anillos de frenado. Por ejemplo, ocho anillos de frenado serán suficientes para una estructura de entre 40 y 60 m de longitud para resistir energías de impacto de hasta 500 kJ.

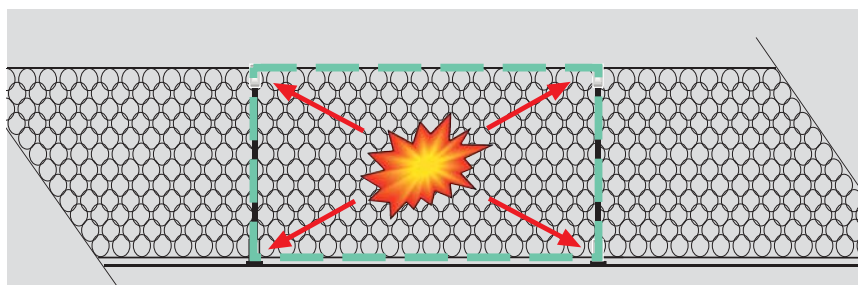


Trazado superior del cable antes del impacto (arriba) y después del mismo (debajo).

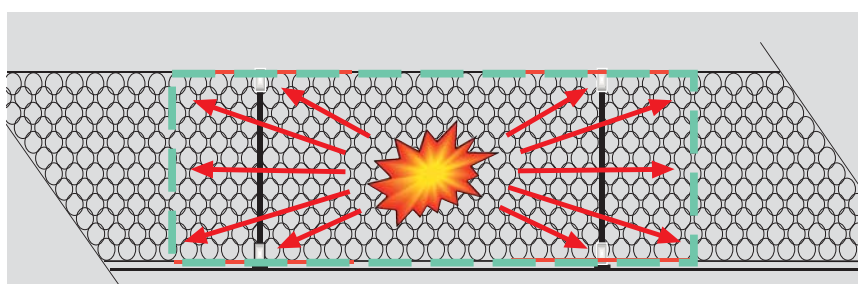
- Cable de retención
- Cable de soporte
- Cable de deslizamiento RUNTOP®



1) Poste, 2) Cable de deslizamiento RUNTOP® (rojo), 3) Cable de soporte (amarillo), 4) Placa de base, 5) Red de anillos. El cable de deslizamiento RUNTOP® es guiado **enfrente** del poste mientras que el cable de soporte se coloca en la **parte superior** del poste.



Barrera **sin** cable de deslizamiento RUNTOP®: los cabezales de los postes y las placas base delimitan la superficie activa cubierta por la red de anillos y por tanto se fatigan en la misma medida.



Barrera **con** cable de deslizamiento RUNTOP®: en la mayor superficie activa de la red de anillos se distribuyen óptimamente las fuerzas en el sistema y disminuye así la carga aplicada sobre los componentes individuales así como las fuerzas de anclaje.

Cable de deslizamiento RUNTOP® – el principio es sencillo, el efecto... sorprendente.

Las imágenes gráficas evidencian lo que los resultados de las pruebas han confirmado: el cable de deslizamiento RUNTOP® demuestra en la práctica lo que de la teoría se esperaba. La tecnología RUNTOP® ha sido patentada por Geobrugg AG, Protection Systems, y se ha puesto en práctica exitosamente durante muchos años.

Fracciones de segundo son cruciales en eventos reales; los componentes del sistema deben interactuar perfectamente.

**¿Cómo detener una energía de 5000 kJ con seguridad?
¡Sólo con este sistema!**

Los componentes de nuestras barreras de alto desempeño trabajan juntos como un sistema coordinado. Hemos desarrollado estos elementos para alcanzar una capacidad de absorción de energía de 5000 kJ en todos los componentes y elementos de construcción que han demostrado su confiabilidad en miles de aplicaciones:

- **Placas base y postes**, conectados por pasadores de bisagra que funcionan como guías redondeadas para cable a fin de disminuir la fricción mediante cojinetes flexibles y guías de baja fricción para cables.
- **Cables de soporte y cables de retención**, conducidos a través de los anillos de frenado
- **Redes ROCCO® de anillos de alambre de acero** hechos con torones de 19 alambres cada uno, para garantizar su comportamiento elastoplástico
- **Cables de deslizamiento RUNTOP®**: la red de anillos desliza dentro de cada una de las secciones de la barrera y así aumenta el área de frenado hasta en un 40%
- **Elementos DIMO® de frenado** para disminuir la deflexión y reducir la carga en el anclaje
- **Puntos de ruptura predeterminados**: protegen el anclaje en caso de impactos sobre el poste



Placas base con anclas flexibles de fijación

Independientemente de si se colocan sobre roca suelta, fundaciones de hormigón o roca sana, las placas base se podrán instalar rápida y fácilmente usando no más de tres anclas. Los pernos entre la placa base y el poste han sido diseñados con un punto de ruptura predeterminado para evitar que la placa base y/o el anclaje se lleguen a deformar o a desprenderse del terreno cuando el poste experimente un impacto directo. Todos los elementos para guiar el cable están redondeados para evitar daños a los cables.



Postes con guías redondeadas para cable

Su finalidad es guiar los cables que sujetan a la red de anillos. Se emplean postes con perfil tipo HEB. Con el fin de cuidar el cable, las guías para cable en el cabezal de los postes tienen superficies redondeadas.

Sistema Impact Sentinel para el monitoreo a distancia de las barreras contra caída de rocas

Mediante los sensores del equipo Impact-Sentinel se verifica la condición de los sistemas de protección contra caída de rocas y se dispara una alarma cuando se exceden los valores límite a consecuencia de un deslizamiento de roca. Así se pueden prevenir efectivamente los accidentes potenciales que causan lesiones personales o daños económicos. Con el Impact-Sentinel se mejora la protección y se reduce la frecuencia de monitoreo requerida.

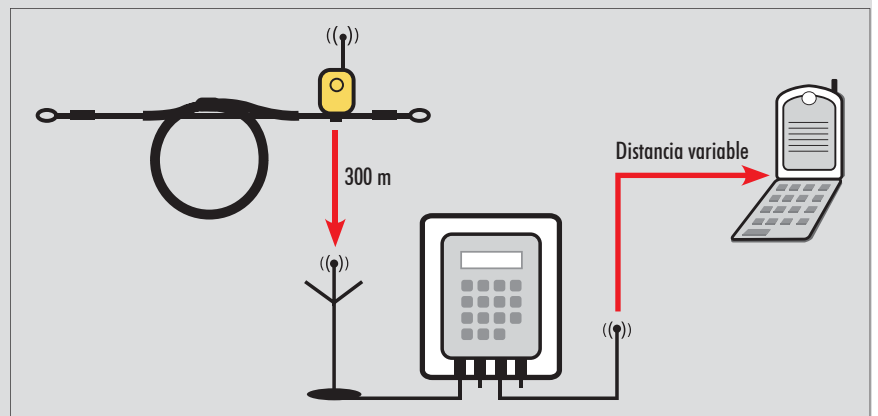


Alambre de disparo del anillo de frenado

Al contraerse los anillos de frenado se activa el sensor del Impact-Sentinel. La señal de alarma se transmite inalámbricamente desde los sensores hasta el registrador de datos donde se evalúa y se envía a la persona responsable o a los sistemas en red.

Se puede usar de manera permanente o temporalmente

El equipo Impact Sentinel se puede usar permanentemente en áreas remotas o temporalmente como unidad móvil para mejorar la seguridad de la obra.



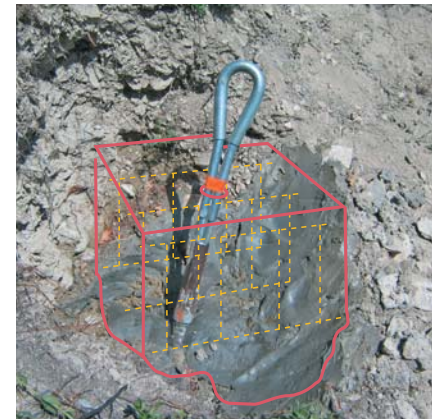
Anillos de frenado

El cable de soporte y el cable de retención son guiados a través de tubos doblados en forma de anillo sostenidos por camisas de compresión. Estos funcionan como anillos de frenado. En caso de sucesos importantes los anillos de frenado se contraen y disipan la energía remanente de la red de anillos, sin dañar a los cables. La carga de ruptura del cable no se afecta al activarse el anillo de frenado.



Anclajes de cable en espiral

Lo que se puede doblar no se rompe: el cabezal de nuestros anclajes es flexible y por ello resiste los impactos. El cable en espiral está constituido por alambres de acero con una resistencia a la tracción de 1770 N/mm². En pocas palabras, nuestros anclajes de cable en espiral son superiores a los convencionales a base de pernos, en buena parte porque también son adecuados para transferir las fuerzas en el sentido de tracción, las cuales pueden variar hasta en 30° con respecto al eje del barreno de anclaje sin que se produzca pérdida en la capacidad de carga.



Anclajes autopercutores con cabezas Geobrugg FLEX

El diseño de la cabeza FLEX permite absorber las fuerzas de tracción y los momentos flexionantes de acuerdo con el mismo principio en que se basa la cabeza del anclaje Geobrugg de cable en espiral. No es sensible al impacto y se puede instalar en cualquier anclaje comercial de perforación e inyección.

Las barreras AXI de protección contra caída de rocas garantizan acceso y libre vialidad en carreteras.



Postes reforzados en lugar de cables de retención

Hemos desarrollado barreras AXI como estructuras de protección para la construcción de caminos (de servicio): están constituidas por postes reforzados a fin de eliminar los cables de retención. Las barreras AXI también cuentan con certificación de conformidad con los lineamientos de las Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) y son capaces de resistir energías de impacto hasta de 500 kJ.



Los postes rígidos de los sistemas AXI también resultan adecuados para muros de contención, estructuras existentes de concreto o en roca sana ya que se pueden ajustar y andar fácilmente en este tipo de aplicaciones (Fig. 1, Fig. 2).



Protección anticorrosiva: sólo lo mejor es suficientemente bueno – porque la vida útil depende de ello.

Suministramos todos los componentes de acero (postes, placas base y anillos de frenado) galvanizados en caliente, los cables y los anillos ROCCO® con GEOBRUGG SUPERCOATING® o ULTRACOATING®, la tercera generación de nuestro recubrimiento zinc-aluminio. Esto permite mejorar considerablemente la resistencia anticorrosiva de los alambres: las pruebas comparativas efectuadas con el nuevo recubrimiento muestran una vida útil diez veces superior con respecto a alambres galvanizados convencionales, e incluso tres veces superior con respecto a SUPERCOATING®.

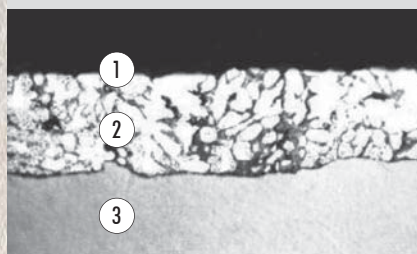
GEOBRUGG ULTRACOATING®: la forma inteligente de recubrimiento

Al igual que sucede en el recubrimiento Supercoating, los alambres primero se sumergen en un baño de zinc y después en una aleación de zinc y aluminio. El resultado es una aleación eutéctica (de fusibilidad máxima) con el 5% de aluminio, el 94.5% de zinc y el 0.5% de un elemento especial. Gracias a esto la superficie permanece estable aunque sea atacada por la corrosión, ya que la oxidación da lugar a una disminución del espesor de la capa de zinc y a la formación de una capa de óxido de aluminio. Esta última garantiza al objeto protegido una vida útil prolongada incluso dentro de ambientes corrosivos (carreteras, vías de ferrocarril, industria y regiones costeras y volcánicas).



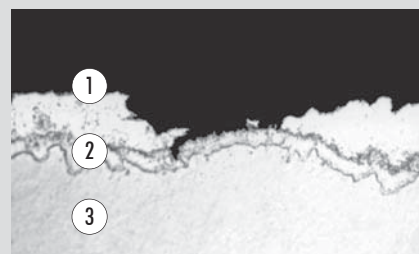
GEOBRUGG ULTRACOATING® supera tres veces incluso a SUPERCOATING®:

Las siguientes figuras de microsecciones transversales muestran una comparación de alambres entre GEOBRUGG SUPERCOATING® y un galvanizado en caliente, observada con un microscopio de electrones tras 14 años de influencias climáticas. Los resultados de GEOBRUGG ULTRACOATING® son incluso tres veces mejores a esta comparación.



GEOBRUGG SUPERCOATING®

- (1) Superficie lisa (capa de óxido de aluminio)
- (2) Recubrimiento homogéneo (cinc/aluminio)
- (3) Alambre (hierro)

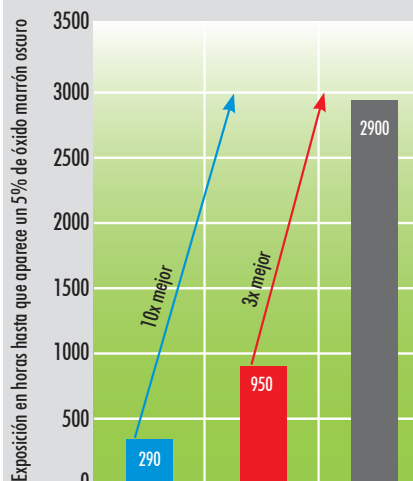


Galvanizado en caliente

- (1) Superficie heterogénea (cinc), con desintegración completa parcial y/o con formación de óxido
- (2) Capa dura de cinc (hierro/cinc)
- (3) Alambre (hierro)

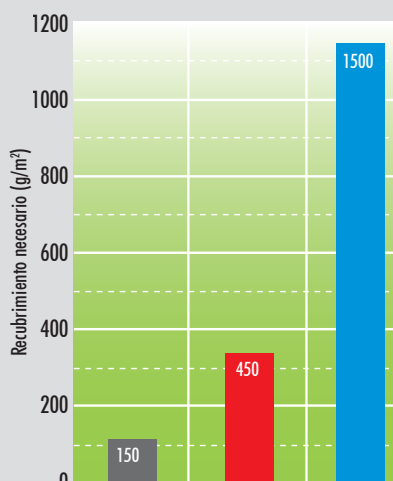
GEOBRUGG ULTRACOATING® en la prueba de niebla salina

En la prueba de niebla salina (NaCl) conforme a la norma EN ISO 9227/DIN 50021/ASTM B117, ULTRACOATING® tarda diez veces más tiempo en presentar un 5% de óxido marrón oscuro de lo que tarda en presentarse en el zinc. Para alcanzar la misma protección anticorrosión de 150 g/m² de ULTRACOATING® sería necesario proporcionar un recubrimiento de 1.500 g/m² a un galvanizado en caliente.



Comportamiento en la prueba de niebla salina

- GEOBRUGG ULTRACOATING®
- GEOBRUGG SUPERCOATING®
- Galvanizado convencional



Espesores de recubrimiento necesarios para la misma protección tras 2900 horas de exposición a niebla salina hasta que aparece un 5% de óxido marrón.

Soluciones que satisfacen las demandas más altas de seguridad – gracias a una cuidadosa planeación y diseño.

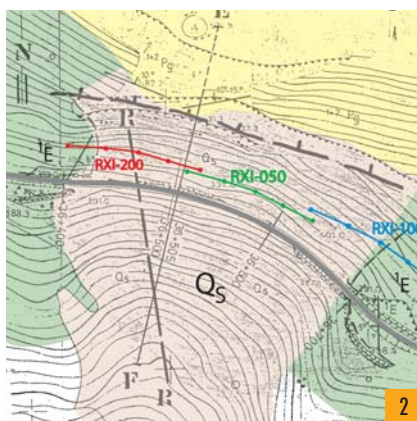
Nos complace poder proporcionarles una amplia gama de servicios que ustedes pueden usar como clientes o como diseñadores, en forma parcial o total, de acuerdo a sus necesidades.

Durante la etapa de planeación...

- Evaluación de riesgos potenciales (Fig. 1)
- Determinación de las propiedades fundamentales: perfil del terreno natural, condiciones del subsuelo, ocurrencias potencialmente más riesgosas (Fig. 2)
- Evaluaciones y cálculos incluyendo simulación de caída de rocas con el software ROCKFALL o similar (Fig. 3)
- Planeación de medidas de seguridad rentables de posibles alternativas

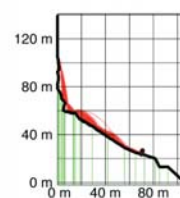
...y durante la fase de construcción/operación

- Apoyo para el contratista durante el trazado de la estructura de protección y de las perforaciones (Fig. 4)
- Instrucciones durante la instalación: en el sitio o con documentación detallada
- Consultas con el cliente durante la inspección final en relación con impactos eventuales y acciones de mantenimiento

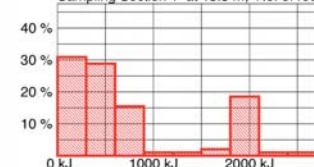


Rockfall 6.1

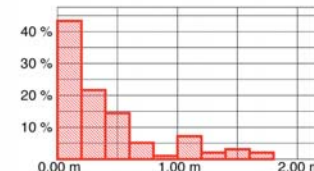
Surface profile Statistics: energy and bounce height



Sampling Section 1 at 13.5 m; No. of rocks: 97 of 100



energy
Class range (kJ) : 300.
Maximum value (kJ) : 2557.
Minimum value (kJ) : 0.
Mean value (kJ) : 758.
Standard dev. (kJ) : 711.



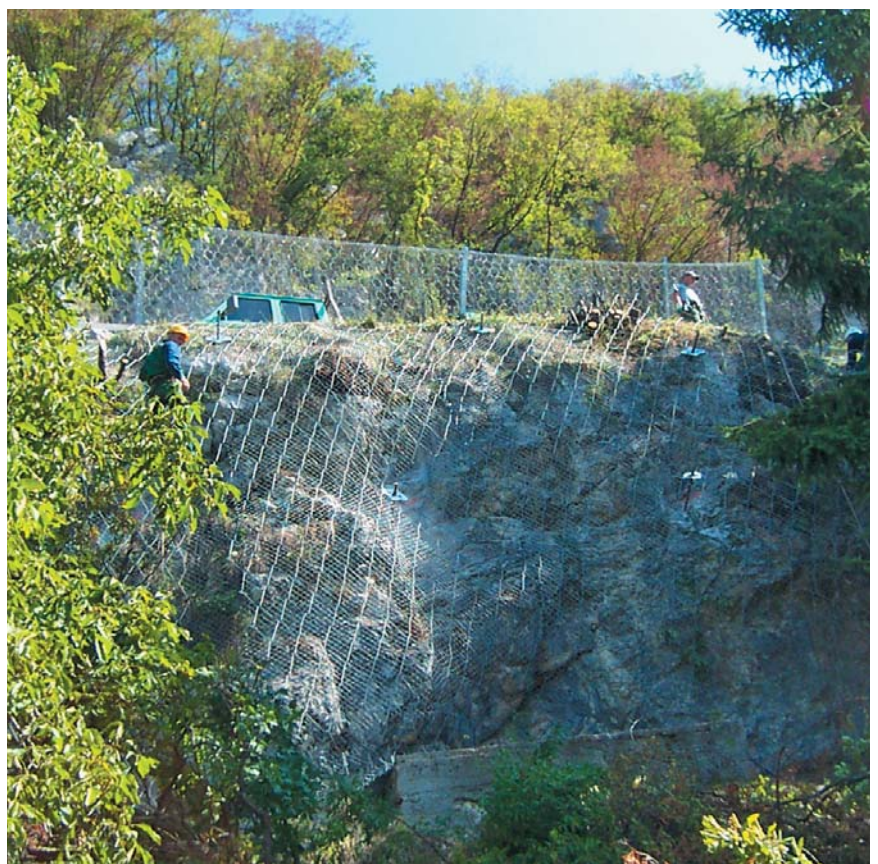
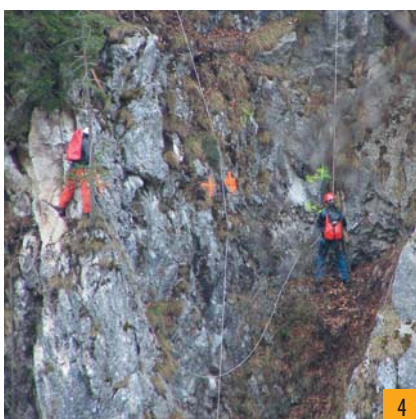
bounce height
Class range (m) : 0.20
Maximum value (m) : 1.69
Minimum value (m) : 0.00
Mean value (m) : 0.39
Standard dev. (m) : 0.43



Geobrugg es proveedor de soluciones totales completas en vez de concentrarse en productos individuales

La planeación de medidas de seguridad rentables se aplica tanto a medidas de protección contra caída de rocas como a rocas inestables y sueltas en taludes, deslizamientos de tierra y avalanchas de nieve.

Es decir, nuestra experiencia en campos afines de aplicación y en áreas especializadas contribuye al diseño de proyectos en general y multidisciplinarios en particular.



Geobrugg es su socio – cuando quiera y donde quiera que se presenten nuevos retos.

En los ejemplos siguientes se presentan medios y soluciones para resolver problemas excepcionales y llevar a feliz término proyectos de gran envergadura. La experiencia así obtenida está a disposición de nuestros clientes.

Dimensionamiento para requerimientos especiales de deflexiones limitadas

La instalación de elementos de frenado DIMO® adicionales favorece la disminución de las deflexiones máximas.

Software FARO de simulación

Nuestro software FARO, el cual ha sido verificado con pruebas a escala natural, se puede usar para mostrar cuáles partes de la estructura de protección quedarán sometidas a esfuerzos y cuál será su alcance en cada caso, durante la ocurrencia de un impacto bajo una cierta energía. De aquí se pueden derivar conclusiones particulares como por ejemplo si van a ser necesarios anclajes especiales, si la separación entre postes tiene que reducirse, etc. (Fig. 1).

Simulaciones tridimensionales de caída de rocas

Después de ingresar los detalles topográficos y de vaciar la información a un modelo tridimensional, los puntos críticos con el potencial de riesgo más alto se pueden determinar en la computadora (Fig. 2).

Pruebas de proyectos específicos en las instalaciones de prueba de Walenstadt (Suiza)

Los resultados de estas pruebas proporcionan respuestas específicas para proyectos con requerimientos que suponen un reto importante.

Experimentos de laboratorio en nuestra planta de Romanshorn (Suiza)

Es posible, por ejemplo, determinar las cargas estáticas de ruptura y las propiedades de deformación.

Barreras de una sola sección

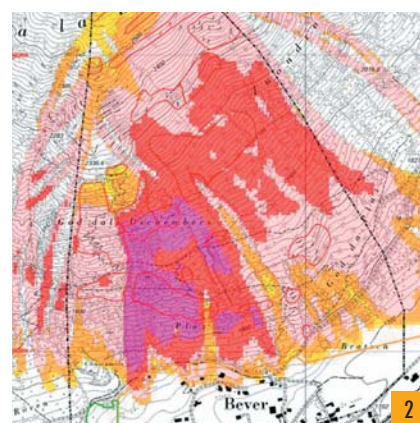
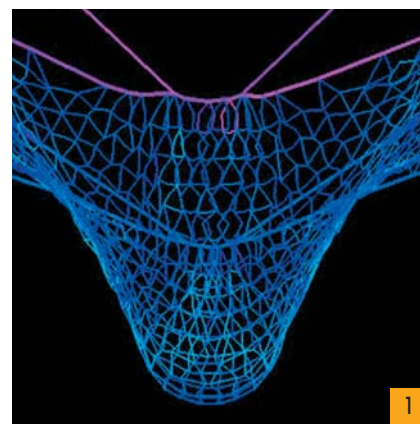
Esta barrera de una sola sección en Kehlstein (Alemania) sirve de protección a una barranca de 6 m³ (Fig. 3).

Anclaje lateral en la roca o a través de construcciones ajustables

Cuando no sea posible instalar cables de retención o cables laterales de anclaje, las fuerzas se transfieren a la roca, por ejemplo, soportadas por puntales (Fig. 4).

Cubierta de barranca y adaptación a la topografía

Las redes ROCCO® de anillos de alambre de acero son totalmente flexibles. Ya que los anillos se pueden mover de manera independiente, la red se podrá adaptar a los contornos más diversos (Fig. 5). Cuando parte de la red se corta durante el montaje (Fig. 6), el efecto protector y la funcionalidad no se ven afectados.



Los proyectos de gran envergadura son evidencia de un buen comportamiento...

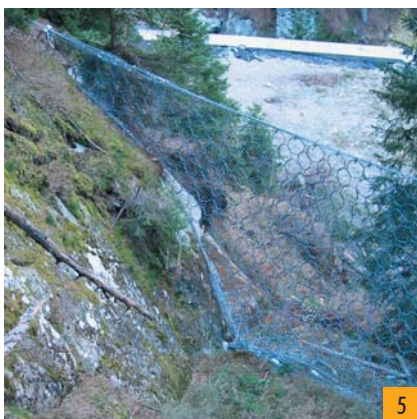
Las barreras RXI contra caída de rocas siempre serán la mejor opción cuando se trata de satisfacer las más altas exigencias en cuanto a seguridad.



3



4



5



6

Factores que simplifican de manera importante el mantenimiento de las barreras RXI y AXI.

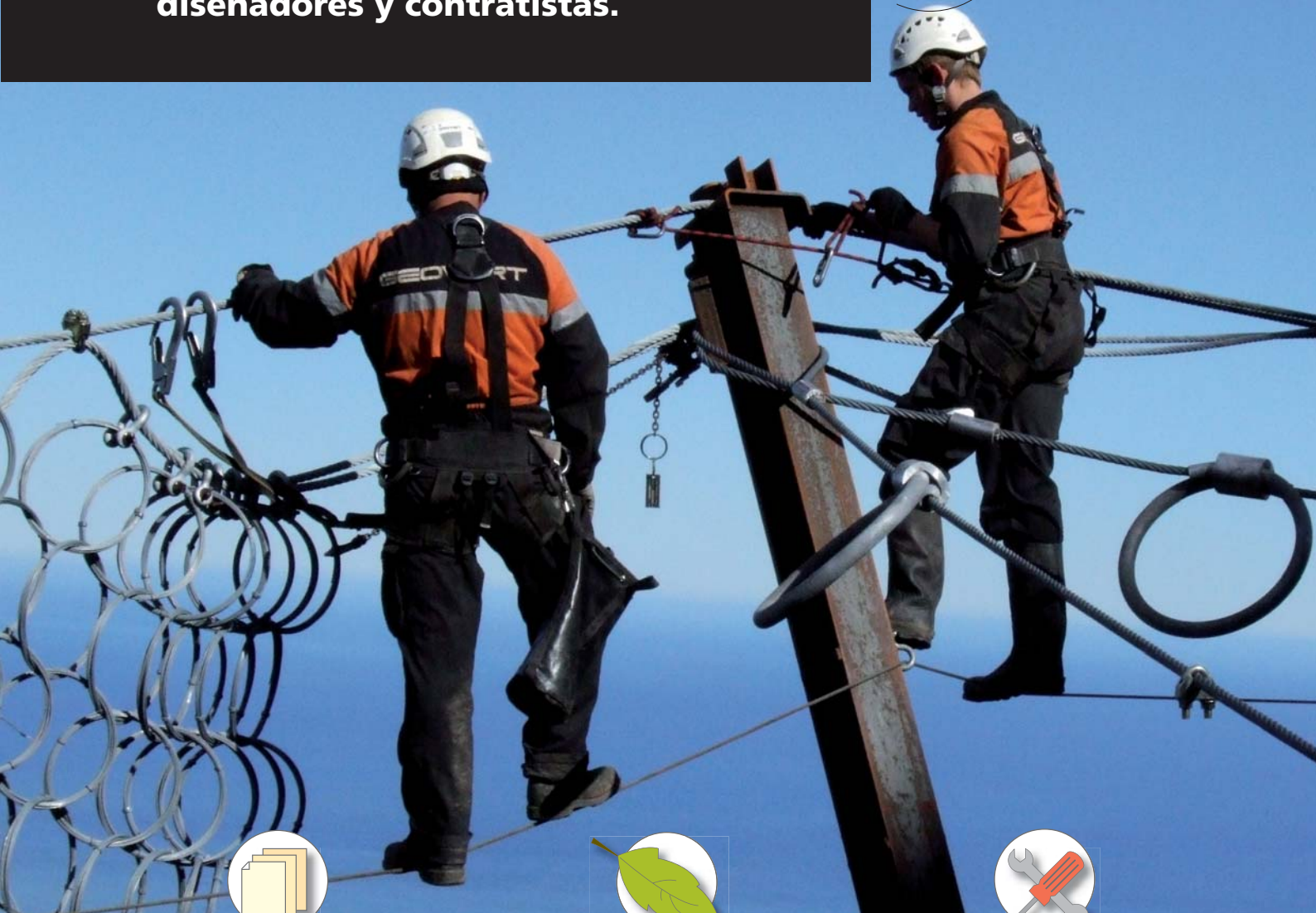


La rentabilidad en cuanto a costos de una estructura de protección contra caída de rocas no depende de qué tanto, sino más bien de qué tan poco tiempo y esfuerzo es necesario para reintegrar a la estructura a su estado original después de la ocurrencia de una caída de rocas. Las barreras RXI y AXI establecen altos estándares en estas condiciones porque cada una de las partes dañadas se puede reemplazar individualmente.

Las redes, los cables de soporte y los cables de deslizamiento se sujetan con grilletes y fácilmente se pueden montar y desmontar.



Factores cruciales para clientes, diseñadores y contratistas.



Certificados de seguridad y documentación

- Los sistemas de barreras RXI y AXI se han probado de conformidad con los lineamientos establecidos por la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) bajo la supervisión del Instituto Suizo de Investigación de Silvicultura, Nieve y Paisajismo (WSL); en este caso se han ensayado caídas verticales con velocidades de 25 m/s (90 km/h).
- Las deflexiones máximas se verificaron con cámaras de alta velocidad y con los datos medidos.
- Las fuerzas de anclaje desarrolladas se pudieron documentar en detalle. Estos valores constituyen la base de la selección de los anclajes más adecuados para cada proyecto (anclajes de cables en espiral, anclajes autoperforantes con fundaciones de concreto y cabeza flexible, etc.).
- En varias ocasiones se pudo evidenciar en el curso de las pruebas que, en el caso de una energía máxima de impacto se conservó una altura remanente de la barrera de entre 56% a 68% como mínimo. En las zonas adyacentes este valor resultó cercano al 100%.
- También se han podido registrar las propiedades de absorción para impactos múltiples para fines de verificación.

Ecología

- El balance de CO₂ para las barreras RXI y AXI es muy superior al obtenido para las galerías de hormigón o para estructuras de acero.
- Los sistemas RXI y AXI han sido diseñados para hacer que se combinen más fácilmente con "paisajes delicados".
- En caso necesario, todo el sistema se puede camuflar mediante colores RAL. Esto ocurre a menudo por ejemplo en parques nacionales de los Estados Unidos de América.

Instalación y mantenimiento

- Los componentes pre-ensamblados, las separaciones entre postes de hasta 12 m y la facilidad para instalar los cables de suspensión de la red ahorran mucho tiempo.
- Deflexiones máximas de 4.0 a 8.8 m hacen posible que la estructura de protección se pueda instalar muy cerca del área que se va a proteger (carreteras o vías de ferrocarril). Esto facilita el montaje (p. ej. mediante el uso de grúas móviles) así como el mantenimiento.
- Las bajas fuerzas medidas en los anclajes (310 kN como máximo) no implican el uso de anclajes con una

gran capacidad de carga; así se evitan equipos de perforación grandes.

- Es muy útil para las brigadas de construcción contar con un manual de montaje ilustrado durante la instalación.
- Nuestros sistemas también se pueden instalar sin problema en regiones donde el terreno sea muy irregular ya que las redes de anillos se pueden adaptar fácilmente a la topografía del sitio.
- El comportamiento dinámico de las redes de anillos durante la caída de rocas permite disminuir los costos de mantenimiento y de reparación.
- Debido a que los anillos para las redes ROCCO® y los de frenado se pueden reemplazar individualmente, se necesita corto tiempo y poco trabajo para restaurar la estructura de protección a su condición original después de la caída de rocas.
- En nuestro detallado manual de mantenimiento se describen los procedimientos de eliminación de materiales caídos.

Sistemas con capacidad de absorción de energía de 250 hasta 5000 kJ

Tipo	AXI-025	AXI-050	RXI-025	RXI-050	RXI-100	RXI-150	RXI-200	RXI-300	RXI-500
Clase de la energía*	2 (250 kJ)	3 (500 kJ)	2 (250 kJ)	3 (500 kJ)	5 (1000 kJ)	6 (1500 kJ)	7 (2000 kJ)	8 (3000 kJ)	9 (5000 kJ)
Red de anillos ROCCO® típica	7/3/350 o	7/3/350 o	7/3/350 o	7/3/350 o	12/3/350 o	12/3/350 o	16/3/350 o	16/3/350 o	19/3/300
	7/3/300	7/3/300	7/3/300	7/3/300	12/3/300	12/3/300	16/3/300	16/3/300	
Alambres Ø	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm
Anillo Ø	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300/350 mm	300 mm
Tipo de poste, mínimo	HEB 160 S355	HEB 200 S355	HEB 100	HEB 120	HEB 140	HEB 140	HEB 160	HEB 160	HEB 240
Tipo de poste, máximo	HEB 180 S355	HEB 220 S355	HEB 140	HEB 140	HEB 200	HEB 200	HEB 220	HEB 240	HEB 300
Separación entre postes	6-12 m	6-12 m	6-12 m	6-12 m	6-12 m	6-12 m	8-12 m	8-12 m	8-12 m
Diámetro mínimo cables	12 mm	14 mm	12 mm	14 mm	18 mm	20 mm	22 mm	22 mm	22 mm
Diámetro máximo cables	18 mm	20 mm	18 mm	20 mm	22 mm	22 mm	22 mm	22 mm	22 mm
Cable de retención	-	-	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Por cada 60 metros de barrera:									
Anillos en el cable de soporte	8	8	8	8	16	16	32	23	64
Anillos en el cable de retención	-	-	0	0	0	0	14	56	56
Altura de barrera mínima	2 m	3 m	2 m	2 m	4 m	3 m	4 m	4 m	5 m
Altura de barrera máxima*	3 m	4.5 m	4 m	4.5 m	6 m	6 m	7.5 m	7.5 m	9 m
Elongación máxima**	4.05 m	5.07 m	4.05 m	5.07 m	4.6 m	6.3 m	6.7 m	8.78 m	7.8 m
Mínima altura remanente efectiva de protección en área de impacto**	68 %	61 %	68 %	61 %	66 %	61 %	64 %	56 %	59 %
Mínima altura remanente efectiva en secciones adyacentes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Carga máxima de anclaje lateral**	140 kN	170 kN	140 kN	170 kN	230 kN	230 kN	230 kN	280 kN	260 kN
Carga máxima de anclaje al monte**	-	-	50 kN	70 kN	140-220 kN	220-260 kN	250-280 kN	250-310 kN	280-310 kN

* de acuerdo a la normativa Suiza

** de acuerdo al tipo ensayado WSL

(Especificaciones técnicas sujetas a cambio sin previo aviso)

Junio 2010

Geobrugg, su socio de confianza

El cometido de nuestros ingenieros (y socios) es analizar con usted el problema en detalle en colaboración con estudios de ingeniería locales y, a continuación, ofrecer soluciones. Una planificación minuciosa, sin embargo, no es lo único que puede esperar de nosotros. Gracias a nuestras propias plantas de producción presentes en tres continentes, no sólo podemos garantizar rutas y plazos de distribución cortos, sino también un óptimo asesoramiento sobre el terreno. A fin de evitar problemas durante la ejecución, suministramos en la zona de obras los

componentes del sistema prefabricados y claramente rotulados. Podrá contar con nuestro asesoramiento profesional, desde la instalación y el montaje de la obra hasta su recepción.

Respecto al tema «responsabilidad del producto»

Caídas de rocas, deslizamientos, avalanchas o aluviones, son fenómenos naturales, y por tanto imprevisibles. Corresponsablemente no es posible con métodos científicos evaluar y garantizar la seguridad absoluta de personas

y objetos. Esto significa que para garantizar la seguridad perseguida es imprescindible supervisar y mantener regularmente y en la debida forma los sistemas de protección. Por otro lado, el grado de protección puede verse disminuido por circunstancias como la superación de la capacidad de carga calculada para el sistema, la no utilización de componentes originales o la corrosión por polución ambiental o cualquier otra influencia ajena.



Geobrugg AG

Sistemas de protección
Aachstrasse 11 • CH-8590 Romanshorn
Tel. +41 71 466 81 55 • Fax +41 71 466 81 50
www.geobrugg.com • info@geobrugg.com

Una empresa del Grupo BRUGG
Certificado según ISO 9001