

## La norma austríaca ONR24810 para el estudio de caída de rocas, diseño de protecciones, inspección y mantenimiento

Austrian standard ONR24810 for rockfall detailed studies, design, inspection, and maintenance of rockfall protection systems

**Joan Torrebadella**

Geohazards & Application Engineer, Trumer Schutzbauten GmbH, Austria, j.torrebadella@trumer.cc

**ABSTRACT:** La norma austríaca ONR24810 nace con la necesidad de dar una guía para el dimensionamiento de estructuras de protección frente la caída de rocas, ya que tanto la normativa europea EAD 340059-00-0106 (antigua ETAG-027) como la normativa suiza FOEN o la austríaca WLV sólo sirven para la certificación de las barreras dinámicas de protección y, en ningún momento mencionan cómo se deben de dimensionar las estructuras de protección.

Al no haber un consenso internacional sobre cómo realizar el dimensionamiento de las protecciones, las autoridades austríacas redactaron, el año 2013, una norma la que establece los pasos para un correcto dimensionamiento de las estructuras de protección.

Si bien la norma hace referencia a distintos tipos de protecciones (estabilización directa, barreras dinámicas, diques y galerías de protección), la presente comunicación solamente hace referencia a las barreras dinámicas, ya que suelen ser las protecciones que se instalan con mayor frecuencia.

The Austrian standard ONR24810 was created with the objective of providing a guide for the dimensioning of rockfall protection structures. Both the European standard EAD 340059-00-0106 (formerly ETAG-027) and the Swiss standard FOEN, as well as the Austrian WLV, only serve for the certification of dynamic protection barriers. Consequently, they do not mention how protection structures should be dimensioned.

In the absence of an international consensus on the optimal sizing of protective structures, the Austrian authorities drafted a standard in 2013 which outlines the recommended steps for the correct sizing of protective structures.

Although the standard refers to a variety of protective measures, including direct stabilization, dynamic barriers, dams and protection galleries, this communication focuses on dynamic barriers, as they are the most commonly installed protective structures.

**KEYWORDS:** rockfall, protection, maintenance, mining, road.

### 1 INTRODUCCION

En el mundo existen múltiples metodologías para el estudio de caída de rocas, así como para el cálculo de energías y alturas de rebote que, a su vez, sirven para el dimensionamiento de las protecciones frente a estos fenómenos geológicos; existen metodologías propias de distintas ingenierías, así como también metodologías de distintos estamentos, ya sean públicos o privados (gestores de autopistas, de transporte ferroviario, etc.), pero la práctica totalidad de ellas son simplemente guías internas de trabajo.

Al no haber un consenso internacional sobre cómo realizar el dimensionamiento de las protecciones, las autoridades austríacas redactaron, el año 2013 (con pequeñas modificaciones en el año 2017), una norma la que establece los pasos para un correcto dimensionamiento de las estructuras de protección. Así nació la *ONR24810 Protección contra la caída de rocas - terminología y definiciones, efectos, cálculo de estructuras, inspección y mantenimiento*, la cual no solo se aplica en Austria sino también en otros países.

La norma ONR24810 se basa en la "Clase de Consecuencia" de una estructura protectora. *La Clase de Consecuencia (según la norma EN 1990: 2013 Eurocode - Basis of structural design) se*

*puede definir como la valoración cualitativa, en caso de que falle el sistema o un componente, clasificada respecto al grado de pérdida de vidas humanas y los impactos económicos, sociales o ambientales asociados.*

Una vez se ha determinado qué tipo de infraestructura se quiere proteger (en función de la Clase de Consecuencia), se determinará la Clase de Frecuencia para determinar un volumen de bloque tipo la simulación del que dará unas energías y unos rebotes que establecerán los criterios para el dimensionamiento de las protecciones.

A la hora de diseñar las protecciones, se aplica un coeficiente de seguridad adicional, tanto en la energía como a los rebotes de los bloques, para un correcto y eficiente dimensionamiento de las protecciones. Asimismo, se aplican unos factores de reducción tanto en la energía como en las alturas nominales de las protecciones que hay en el mercado dado que un impacto en una zona sensible podría provocar una disminución de la efectividad de la protección.

Para los técnicos que realizan estudios y diseñan las protecciones, esta guía sirve como una base legal sobre la que apoyarse en caso de que alguna protección falle; siguiendo la normativa ONR24810, se realizará un estudio de forma correcta,

a la vez que proporcionará protección jurídica frente a posibles daños causados por la caída de rocas en zonas donde esta metodología se haya aplicado.

Finalmente, esta norma establece unos criterios para la inspección, revisión y mantenimiento de las protecciones, con la finalidad de que estas aumenten su vida útil, ya sea por el paso del tiempo o por algún tipo de impacto recibido que las haya dañado en mayor o menor medida.

## 2 LA CLASE DE CONSECUENCIA

La norma ONR24810 se basa en la "Clase de Consecuencia" de una estructura protectora, según los criterios de la tabla siguiente:

Tabla 1. Clase de consecuencia según la norma EN 1990:2013

CC	Características	Ejemplos
CC1	Consecuencia en pérdida de vidas humanas baja. Consecuencias bajas o nulas en cuanto a impacto económico, social o medioambiental	Estructuras agrícolas, ganaderas Caminos y senderos de montaña Invernaderos
CC2	Consecuencia en pérdida de vidas humanas media. Consecuencias moderadas en cuanto a impacto económico, social o medioambiental	Edificios de oficinas Naves industriales Carreteras no principales Almacenes
CC3	Alta consecuencia en pérdida de vidas humanas. Consecuencias elevadas y/o severas en cuanto a impacto económico, social o medioambiental	Edificios de viviendas Industria química Escuelas, hospitales y otros edificios esenciales Carreteras principales

La Clase de Consecuencia (según la norma EN 1990: 2013 Eurocode - Basis of structural design) se puede definir como la valoración cualitativa, en caso de que falle el sistema o un componente, clasificada respecto al grado de pérdida de vidas humanas y los impactos económicos, sociales o ambientales asociados.

## 3 VOLUMEN TIPO A CONSIDERAR

Una vez se ha determinado qué tipo de infraestructura se quiere proteger (en función de la Clase de Consecuencia), se determinará la Clase de Frecuencia para determinar un volumen de bloque tipo la simulación del que dará unas energías y unos rebotes los que, habiéndoles aplicado un factor de seguridad, determinado en la ONR24810, establecerá los criterios para el dimensionamiento de las protecciones.

Dependiendo de las clases de consecuencias (CC) o del número de bloques potenciales presentes, se permiten dos procedimientos diferentes para determinar el tamaño del bloque de diseño.

### 3.1 Aproximación simplificada

Los expertos pueden definir un bloque tipo basándose en su experiencia y en la información obtenida durante el trabajo de campo, si:

- existen menos de 100 bloques inestables en la zona de desprendimiento o,
- la clase de consecuencia se define como CC1 o,
- la frecuencia de eventos es menor a EF1 o EF2 (ver tabla 2).

### 3.2 Aproximación estándar

Para las clases de consecuencia CC2 y CC3, o si hay más de 100 bloques potenciales en las zonas de desprendimiento, se llevará a

cabo un registro estadístico de los tamaños de los bloques medidos en la zona de desprendimiento y/o deposición.

El bloque "tipo" se define dependiendo de la clase de frecuencia como un percentil de la distribución volumétrica medida durante el trabajo de campo, según la tabla 2.

Tabla 2. Volumen de bloque a simular en función de la frecuencia de desprendimientos

Clase de frecuencia	Frecuencia	Percentil del volumen del bloque simulado
EF4 (muy alta)	≥10 eventos/año	V98
EF3 (alta)	1 a 10 eventos/año	V97
EF2 (baja)	1 evento/año a 1 evento/30 años	V96
EF1 (muy baja)	<1 evento/30 años	V95

## 4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES

Finalmente, a la hora de diseñar las protecciones, se aplica un coeficiente de seguridad adicional, tanto en la energía como a los rebotes de los bloques, para un correcto y eficiente dimensionado de las protecciones. Asimismo, se aplican unos factores de reducción tanto en la energía como en las alturas nominales de las protecciones que hay en el mercado dado que un impacto en una zona sensible podría provocar una disminución de la efectividad de la protección.

### 4.1 Energías

La energía que se debe de considerar para el diseño de protecciones ( $T_{E,d}$ ) es igual al percentil 99 de la energía acumulada calculada mediante una simulación informática ( $T_{E,k}$ ) multiplicado por un factor de seguridad ( $\gamma_{E,kin}$ ) que depende del tipo de infraestructura a proteger (Clase de consecuencia-CC).

Tabla 3. Coeficientes de seguridad para energías (valor calculado) en función de la clase de consecuencia (CC)

CC1	1.00
CC2	1.05
CC3	1.15

Al realizar un ensayo de certificación sobre una barrera dinámica, el bloque impacta en la zona central del campo central de una barrera compuesta de tres campos; es decir, en unas condiciones "ideales"; para asegurar que la protección no falle en el caso de que se produzca un impacto sobre algún elemento sensible de la protección, se debe de minorizar la energía MEL certificada de una protección ( $T_{K,MEL}$ ), mediante la aplicación de un factor de reducción ( $\gamma_{T,R}$ ) según la tabla 4, para la obtención de la energía de diseño de la barrera ( $T_{R,d}$ ):

Tabla 4. Factores de reducción de la energía certificada en función de la clase de consecuencia (CC)

CC1	1.00
CC2	1.05
CC3	1.15

Para el diseño final de las protecciones, en cuanto a energía se refiere, se debe de tener en cuenta que:

$$T_{E,d} \leq T_{R,d} \quad (1)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} T_{E,d} &= T_{E,k} \times \gamma_{E,kin} \\ T_{R,d} &= T_{K,MEL} / \gamma_{T,R} \end{aligned} \quad (2)$$

Es decir, la energía de diseño, una vez aplicado el factor de reducción a la energía certificada, debe de ser mayor a la energía calculada con el correspondiente coeficiente de seguridad aplicado.

#### 4.1 Alturas de rebote

La altura que se debe de considerar para el diseño de protecciones ( $h_{E,d}$ ) es igual al percentil 95 de las alturas acumuladas calculadas mediante una simulación informática ( $h_{E,k}$ ) multiplicado por un factor de seguridad ( $\alpha_1$ ) que depende del tipo de infraestructura a proteger (Clase de consecuencia-CC).

Tabla 5. Coeficientes de seguridad para alturas de rebote (valor calculado) en función de la clase de consecuencia (CC)

Clase de consecuencia (CC)	Coefficiente de seguridad
CC1	1.05
CC2	1.10
CC3	1.30

Al realizar un ensayo de certificación sobre una barrera dinámica, el bloque impacta en la zona central del campo central de una barrera compuesta de tres campos; es decir, en unas condiciones “ideales”; para asegurar que la protección no falle en el caso de que se produzca un impacto sobre algún elemento sensible de la protección, se debe de minorizar la altura certificada de una protección ( $h_{R,k}$ ), mediante la aplicación de un factor de reducción ( $\alpha_2$ ) según la tabla 6, para la obtención de la altura de diseño de la barrera ( $h_{R,d}$ ):

Tabla 6. Factores de reducción de la altura certificada en función de la clase de consecuencia (CC)

Clase de consecuencia (CC)	Factor de reducción
CC1	1.00
CC2	1.05
CC3	1.10

**Para el diseño final de las protecciones, en cuanto a altura se refiere, se debe de tener en cuenta que:**

$$h_{E,d} \leq h_{R,d} \quad (3)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} h_{E,d} &= h_{E,k} \times \alpha_1 \\ h_{R,d} &= h_{R,k} / \alpha_2 \end{aligned} \quad (4)$$

Es decir, la altura de diseño, una vez aplicado el factor de reducción a la altura certificada, debe de ser mayor a la altura calculada con el correspondiente coeficiente de seguridad aplicado.

#### 4.2.1 Restricciones de altura dependiendo de la certificación Certificación Europea (EAD340059-00-0106 antigua ETAG-027)

- una barrera con una altura de ensayo/certificación menor a 4 metros, puede incrementarse solamente 0'5 metros sin que pierda la certificación.
- una barrera con una altura de ensayo/certificación igual o superior a los 4 metros puede incrementarse solamente 1 metro sin que pierda la certificación.

#### Certificación suiza (FOEN) y austríaca (WLV)

- la altura de una barrera puede incrementarse hasta un 50% respecto a la altura del modelo ensayado sin que pierda su certificación.

Tabla 7. Restricciones de altura con dependencia del organismo certificador

Altura ensayada	Altura máxima (EAD – ETAG27)	Altura máxima (FOEN y WLV)
3.0 m	3.5 m	4.5 m
3.5 m	4.0 m	5.25 m
4.0 m	5.0 m	6.0 m
5.0 m	6.0 m	7.5 m
6.0 m	7.0 m	9.0 m

Una barrera perderá su certificación si la altura que posee es inferior a la altura de la barrera ensayada/certificada.

## 5 REGLAS DE CONSTRUCCIÓN

La norma ONR24810 no solamente define como llevar a cabo el estudio y el diseño de protecciones, sino que además muestra un seguido de restricciones en el diseño y ubicación de las barreras dinámicas, de forma que estas sean lo más fiables posibles frente a un potencial evento de caída de rocas.

#### 5.1 Distancia mínima entre la protección y el elemento a proteger

Debe de ser igual o mayor a la elongación máxima de la barrera medida durante el ensayo MEL con un factor de seguridad de 1.2, pero, al menos, 1 metro mayor a la elongación máxima medida.

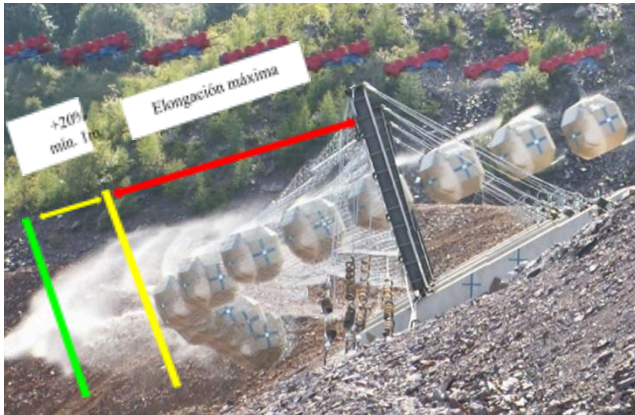


Figura 1. Distancia entre el elemento a proteger y la barrera dinámica

### 5.2 Separación de postes

Debe de ser igual a la separación entre los postes durante el proceso de ensayo/certificación, con un margen de  $\pm 2$  metros. Como por norma general los ensayos/certificados se realizan con una separación de postes de 10 metros, la separación admisible de los postes es de entre 8 y 12 metros.

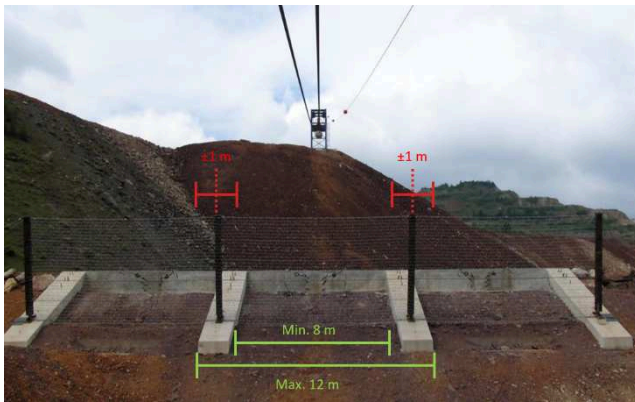


Figura 2. Separación permitida entre postes

### 5.3 Longitud máxima de una barrera sin anclajes intermedios

La longitud máxima de una barrera, o sección de esta, es de 60 metros si no existen anclajes intermedios; la longitud total de una barrera no está definida si existen estos elementos intermedios.



Figura 3. Ejemplo de una barrera de gran longitud con anclajes intermedios

### 5.4 Solape entre barreras

La longitud del solape entre dos barreras ubicadas en una misma zona a diferente cota será igual al valor máximo de:

- la distancia que existe entre ambas barreras o,
- la distancia que existe entre los dos postes extremos de la fila superior

### 5.5 Separación entre barreras superpuestas

La separación entre barreras ubicadas en un mismo lugar, pero a distinta cota, debe de ser tal que no permita que la elongación de la barrera superior intercepte a la barrera inferior; es decir, debe de ser superior a la elongación máxima medida en ensayo/certificación MEL.

### 5.6 Campos laterales

Por norma general los campos laterales han de situarse fuera de la zona de trayectorias, ya que los campos laterales no se ensayan (testan).

Si la apertura lateral es  $< 10\%$  de la altura residual, se podría considerar la posibilidad de implementarlos en zonas de trayectorias.

Si la apertura lateral es  $\geq 10\%$  de la altura residual, es imperativo situar los campos laterales fuera de la zona de desprendimientos

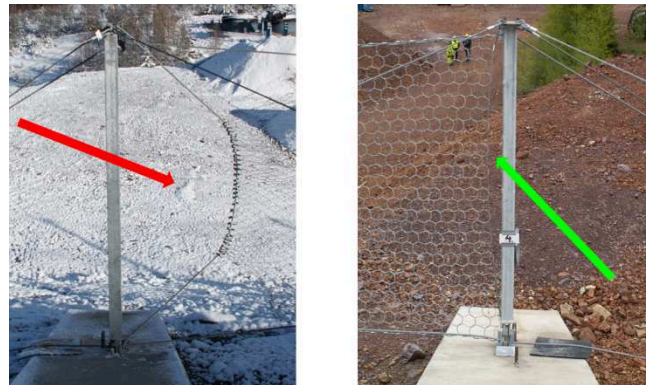


Figura 4. Ejemplo de una barrera con grandes aperturas laterales y otra sin prácticamente aperturas (una podría instalarse en zona de trayectorias y la otra no)

### 5.7 Otras consideraciones

No se permite, durante un ensayo/certificación, que haya roturas en la unión entre la red principal y los cables de carga superiores.

No puede haber aperturas de más de 40 cm entre la malla principal y el cabezal de los postes después de un impacto

Si en la parte inferior existen aperturas debido a irregularidades del terreno, se puede colocar una malla (faldón), siempre y cuando la malla sea igual a la malla de la red principal y, que estos faldones no ejerzan ninguna influencia sobre la estructura principal.



Figura 5. Ejemplo de un panel inferior para el cierre de una pequeña depresión con dos tipologías de malla distintas; esto no está permitido y la barrera debería de considerarse no apta o con fallo de instalación y sin certificado

## 6 INSPECCION Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento de estructuras de protección contra caída de rocas debe seguir una estrategia de mantenimiento que defina el momento y la extensión de las medidas. La estrategia de mantenimiento se rige por los requerimientos de seguridad y efectividad de protección, la cantidad de estructuras protectoras, la categoría de estructuras y los recursos financieros disponibles. Las medidas de mantenimiento se establecen cuando se presenta el peligro de pérdida inmediata de funcionalidad o un fallo de la estructura (valor límite de la reserva de desgaste excedido). Esta estrategia puede llevar a una pérdida de funcionalidad irreversible. Un mantenimiento descuidado normalmente lleva al mismo resultado (ver figura 6).

La estrategia previsor, preventiva debido al estado, o correctiva a medio o largo plazo es admisible para todas las estructuras protectoras cuando esto está en concordancia con los requerimientos de seguridad determinantes. La estrategia correctiva a corto plazo solo es admisible en casos excepcionales fundamentados, si por medio de ella no se reduce el efecto protector. La determinación de la estrategia de mantenimiento le incumbe al promotor de las estructuras protectoras en acuerdo con las autoridades correspondientes.

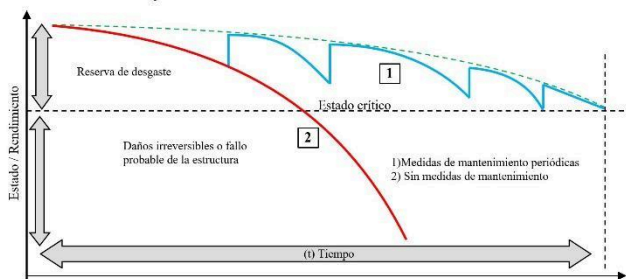


Figura 6. Representación del estado de mantenimiento de las estructuras de protección en caso de ejecutar un mantenimiento periódico (1) y/o sin mantenimiento durante su funcionamiento (2)

### 6.1 Plan de control

#### 6.1.1 Registro inicial

En estructuras protectoras aún no registradas y en estructuras reconstruidas se debe proceder al registro inicial (R). Para ello se abre una hoja de información y monitoreo para cada estructura o grupo de estructuras. Las estructuras se deben registrar con la ubicación exacta en un catastro de estructuras o en una base cartográfica soportada por GIS.

En el registro inicial de una estructura existente, al mismo tiempo también se debe rellenar un protocolo de control (C). En reconstrucciones de estructuras, el protocolo (C) se debe rellenar a lo más tardar en la primera inspección, pero en todo caso antes de la finalización del periodo de garantía.

El registro inicial debe ser realizado por un experto profesional o ser llevado a cabo bajo su supervisión.

#### 6.1.2 Inspección y supervisión continua

La inspección continua (S) sirve para la determinación obvia de reducciones de la funcionalidad práctica de estructuras protectoras a causa de desprendimientos. La realización está a cargo de los representantes legales (encargados autorizados de las estructuras, personas obligadas al mantenimiento) o los interesados en estructuras que son licitadas públicamente (p. ej. municipios o sociedades).

La inspección continua contempla una funcionalidad práctica, ya que la estructura se puede observar a cierta distancia (no es necesario acceder directamente a la estructura de protección en sí).

La inspección continua de las estructuras de protección contra la caída de bloques rocosos debe realizarse anualmente.

La inspección continua debe ser realizada por personal capacitado.

Si se descubre un impacto en una estructura, debe inspeccionarse con respecto a los defectos o daños causados. Para esta inspección se aplica la documentación S y se entrega al responsable del mantenimiento. Para las estructuras que no tienen daños a simple vista, basta con enviar un mensaje escrito a la persona encargada del mantenimiento, comunicando la inspección realizada.

Si del protocolo S puede deducirse que existe una reducción en la eficacia o seguridad del funcionamiento de la estructura, deberá repararse inmediatamente, si fuera necesario, o realizar un control extraordinario (CE) en un plazo máximo de dos meses.

#### 6.1.3 Control

El control (C) de la estructura tiene como objetivo evaluar el estado de mantenimiento de la estructura de protección. El estado de mantenimiento y, en consecuencia, la funcionalidad práctica de la estructura debe ser muestreada visualmente durante la visita.

Por medio del control se examinan las partes de la estructura en el lugar y de forma visual en respecto a su estado de mantenimiento – por lo tanto, es necesario que el encargado del control visite cada una de las partes de la estructura. El responsable para este procedimiento es el encargado de mantenimiento.

Las visitas de control (C) deben ser realizadas por personal capacitado o expertos profesionales. El control de las estructuras de protección debe llevarse a cabo a intervalos de tiempo de un máximo de 2 años. Si se descubren defectos o daños, deben mitigarse o llevarse a un control en intervalos de tiempo más cortos (por ejemplo, 1 año).

Si por razones de gran desprendimiento, un control (C) no proporciona suficientes datos sobre el estado de la estructura, será necesario realizar un examen (E) de la estructura.



Figura 7. Barrera afectada por el impacto de grandes bloques

#### 6.1.4 Control extraordinario

El control extraordinario (CE) deberá realizarse, independientemente del intervalo rutinario, cuando sea necesario como consecuencia de los resultados de una inspección o seguimiento (S) o tras un episodio de fuertes lluvias o desprendimientos que hayan afectado a la estructura de protección.

#### 6.1.5 Examen

El examen (E), similar al control, intenta proveer aclaraciones más detalladas sobre el estado de mantenimiento de estructuras protectoras. En el proceso del examen se analiza, documenta y califica el estado de mantenimiento.

Un examen se debe realizar en todas las estructuras de protección contra caída de rocas, que no puedan ser evaluadas de manera inequívoca en un control.

Se debe contratar a un experto profesional para llevar a cabo el examen. El examen debe efectuarse de acuerdo con las posibilidades técnicas, y en lo posible, de manera interdisciplinaria. Cuando sea necesario, se puede contratar un equipo de examinadores, que también incluye expertos en otras disciplinas requeridas.

Se debe calificar tanto la estructura, como también el grupo de medidas o el conjunto de medidas. Si en el transcurso del examen se detectaran daños o señales visibles de sospecha de daños, cuya magnitud no se pueda evaluar con los instrumentos o herramientas comúnmente empleadas, o si no se puede estimar con seguridad la influencia de estos en la estabilidad de las estructuras, entonces se deben aplicar, a solicitud del examinador (equipo examinador), métodos especiales de examen para la evaluación de tales daños, o se debe impulsar el recuento estático para evaluar la funcionalidad actual. En caso de que un programa de medición se encuentre instalado para una estructura, se deben de incluir los resultados de estas mediciones en la evaluación.



Figura 8. Barrera destruida por un impacto de rocas que, aunque no muy grandes, arrancaron los anclajes al estar estos cimentados sobre un vertedero de cenizas

#### 6.2 Clasificación funcional

Una vez realizada la inspección, control o examen de la barrera, esta se puede clasificar en función de su nivel de estado y funcionalidad, según se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Categorización de los niveles de estado para la estabilidad y utilidad de las barreras dinámicas en el momento de la toma de datos y el plazo para la toma de decisiones

Nivel de estado	Utilidad	Margen de tiempo para decisiones	Ejemplos de daños
1	Apropiada	Largo plazo	No presenta daños visibles
2	Apropiada	Largo plazo	Leves señales de desgaste Corrosión leve Redes deformadas plásticamente
3	Apropiada	Plazo intermedio	Deformaciones de elementos de frenado Corrosión moderada
4	Muy restringida	Corto plazo	Anclajes expuestos y/o doblados Postes deformados Frenos muy deformados Altura reducida Rotura de cables Relleno de red Elevada corrosión
5	No existe	Inmediato	Destrucción total

## 7 CONCLUSIONES

Al no haber un consenso internacional sobre cómo realizar el dimensionamiento de las protecciones, las autoridades austríacas redactaron, el año 2013 (con pequeñas modificaciones en el año 2017), una norma la que establece los pasos para un correcto dimensionamiento de las estructuras de protección. Así nació la *ONR24810 Protección contra la caída de rocas - terminología y definiciones, efectos, cálculo de estructuras, inspección y mantenimiento*, la cual no solo se aplica en Austria sino también en otros países.

Dicha norma o guía técnica establece todos los pasos a seguir para un correcto diseño de las protecciones frente a caída de rocas, desde el estudio detallado inicial, el propio diseño de las protecciones, y la inspección periódica y mantenimiento de dichas estructuras de protección.

Se trata de una guía o norma que, al seguirla, puede ser un documento de apoyo jurídico en el caso que un sistema o protección falle.

El documento, además ofrece un seguido de recomendaciones constructivas que deben de tenerse en cuenta a la hora de diseñar y posicionar sobre el terreno las protecciones frente a la caída de rocas.

Finalmente, esta guía establece unos niveles de estado para las protecciones, en los cuales se caracteriza el nivel de seguridad y estado de funcionalidad de las mismas, así como un plazo aproximado para la toma de decisiones sobre las medidas de mantenimiento o reposición que necesitan dichas protecciones.

## 8 REFERENCIAS

- Austrian Standards Institute, 2013-2017. *ONR24810 Technical protection against rockfall - Terms and definitions, effects of actions, design, monitoring and maintenance*. Viena, Austria.
- European Organisation for Technical Assessment, 2018. *EAD 340059-00-0106 Falling rock protection kits*.
- European Organisation for Technical Approvals, 2013. *ETAG 027 Guideline for European technical approval of falling rocks protection kits*.
- FOEN-SAEFL, 2001 (revisión en 2006). *Guideline for the approval of rockfall protection kits*
- WLV – Fachzentrum Geologie, 2024. *Typenliste für zugelassene Steinschlagshutznetze*. Viena, Austria.

# INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



*This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:*

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

*This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.*

*The paper was published in the proceedings of the 17th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (XVII PCSMGE) and was edited by Gonzalo Montalva, Daniel Pollak, Claudio Roman and Luis Valenzuela. The conference was held from November 12<sup>th</sup> to November 16<sup>th</sup> 2024 in Chile.*