

# REFUERZOS DEL TERRENO CON GEOMALLAS PARA RECUPERACIONES MEDIOAMBIENTALES CASOS PRÁCTICOS

Patricia Amo Sanz  
Dpto. Técnico de HUESKER  
Ingeniera de Caminos, C y P

# INDICE

## DISTINTAS APLICACIONES DE REFUERZO:

- ✓ MUROS VERDES COMO CERRAMIENTO DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 1: RECUPERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL  
VERTEDERO DE CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)
- ✓ REFUERZO DE TALUD EN CLAUSURA DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 2: RECUPERACIÓN Y CLAUSURA DE LA FASE  
I DEL VERTEDERO DE R.U. Y ASIMILABLES DE SASIETA  
(GIPUZKOA)
- ✓ PUENTE DE SUBSIDENCIAS GENERADAS EN ESCOMBRERAS.  
CASO PRÁCTICO 3: CONSTRUCCIÓN URBANIZACIÓN ATOTXA  
- ERREKA (GIPUZKOA)

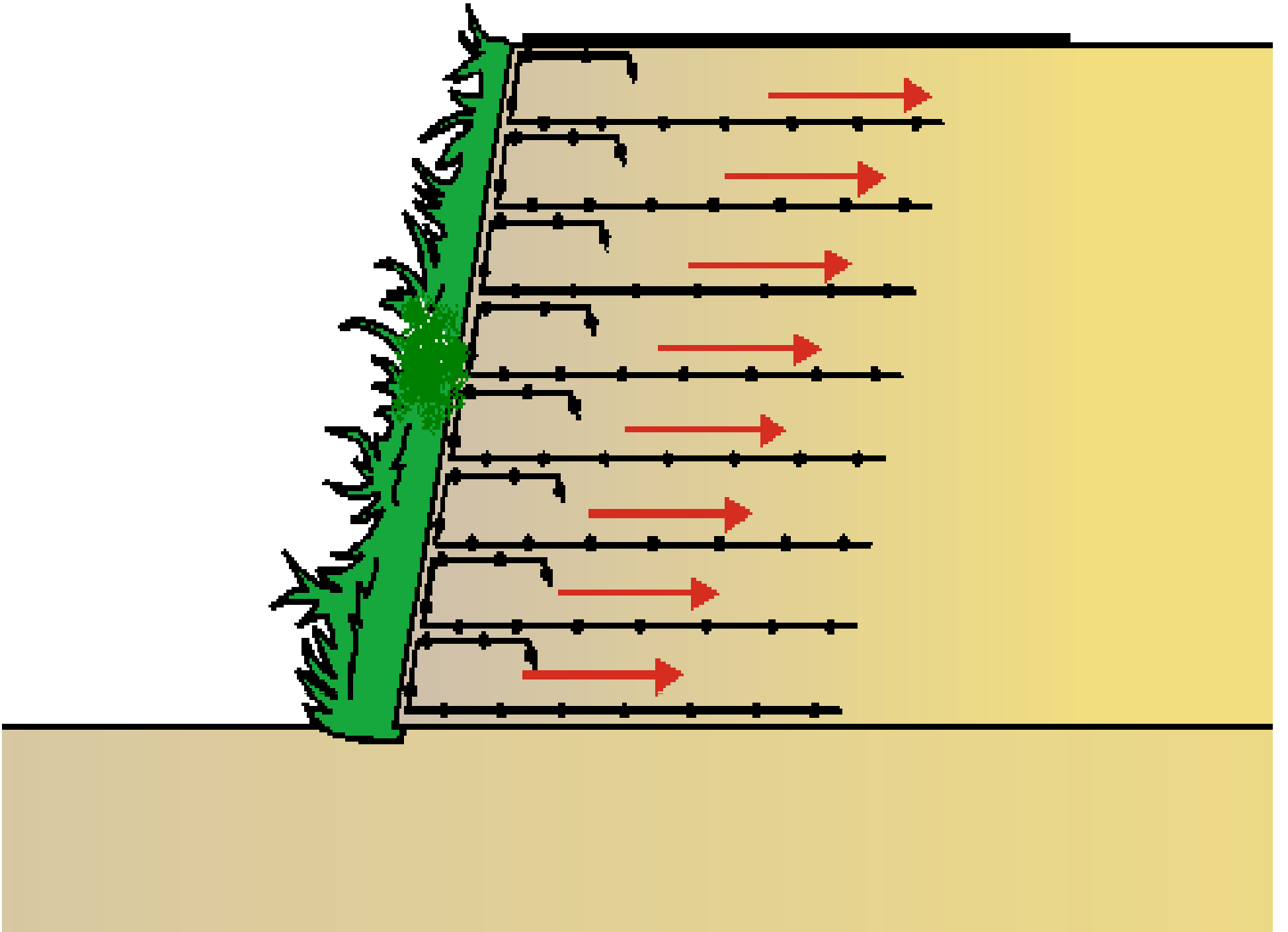
# INDICE

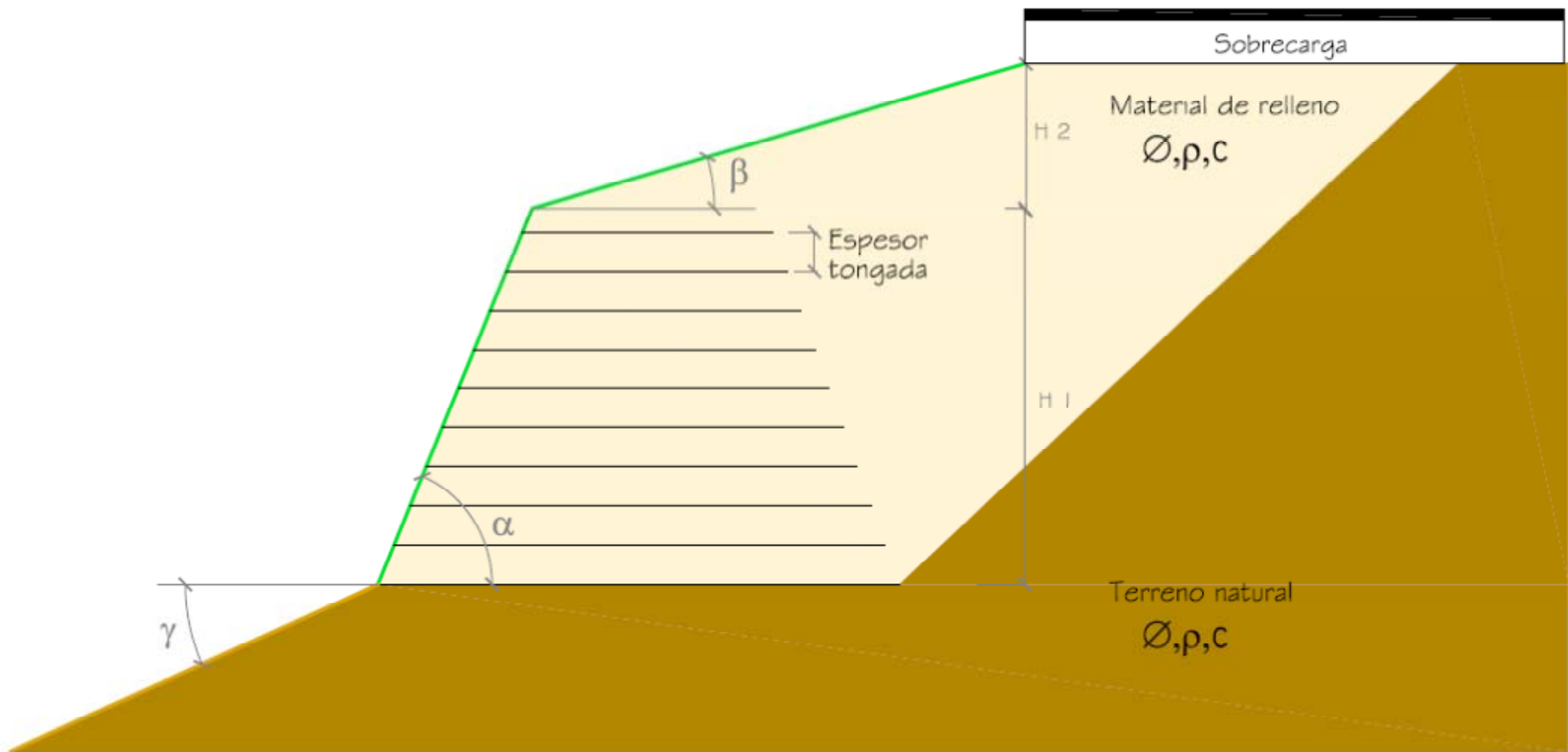
## DISTINTAS APLICACIONES DE REFUERZO:

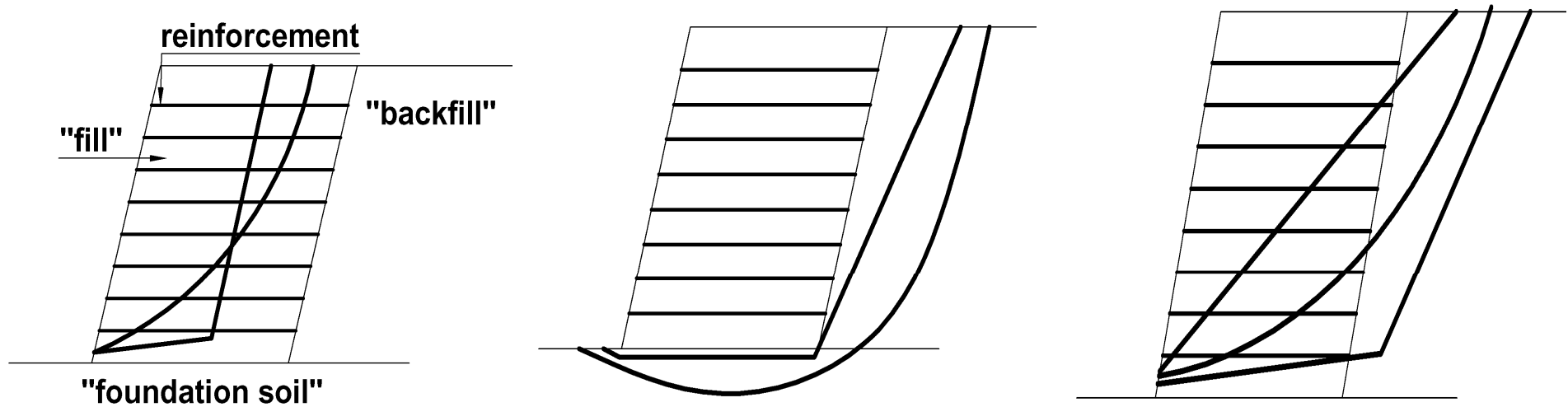
- ✓ MUROS VERDES COMO CERRAMIENTO DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 1: RECUPERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL VERTEDERO DE CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)
- ✓ REFUERZO DE TALUD EN CLAUSURA DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 2: RECUPERACIÓN Y CLAUSURA DE LA FASE I DEL VERTEDERO DE R.U. Y ASIMILABLES DE SASIETA (GIPUZKOA)
- ✓ PUENTE DE SUBSIDENCIAS GENERADAS EN ESCOMBRERAS.  
CASO PRÁCTICO 3: CONSTRUCCIÓN URBANIZACIÓN ATOTXA - ERREKA (GIPUZKOA)

# El problema









interna

externa

compuesta

ESTUDIO COMPLETO:

1. ESTABILIDAD (3 TIPOS)

2. SISMO

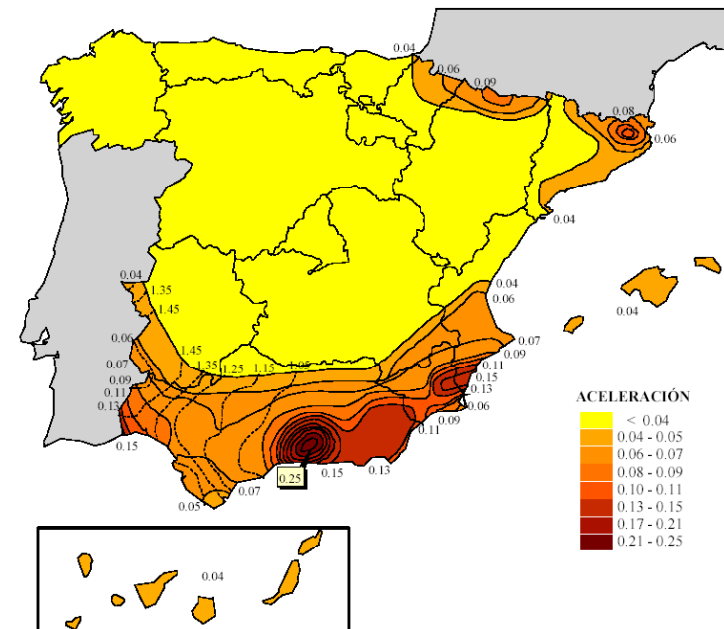


Figura 2.6. Mapa de peligrosidad sísmica de España, para un periodo de retorno de 500 años de acuerdo a la Norma de Construcciones Sismorresistente de España de 1994 (NCSE-94).

Estudio  
Estabilidad

Métodos Equilibrio Límite  
(Bishop y Bloques)

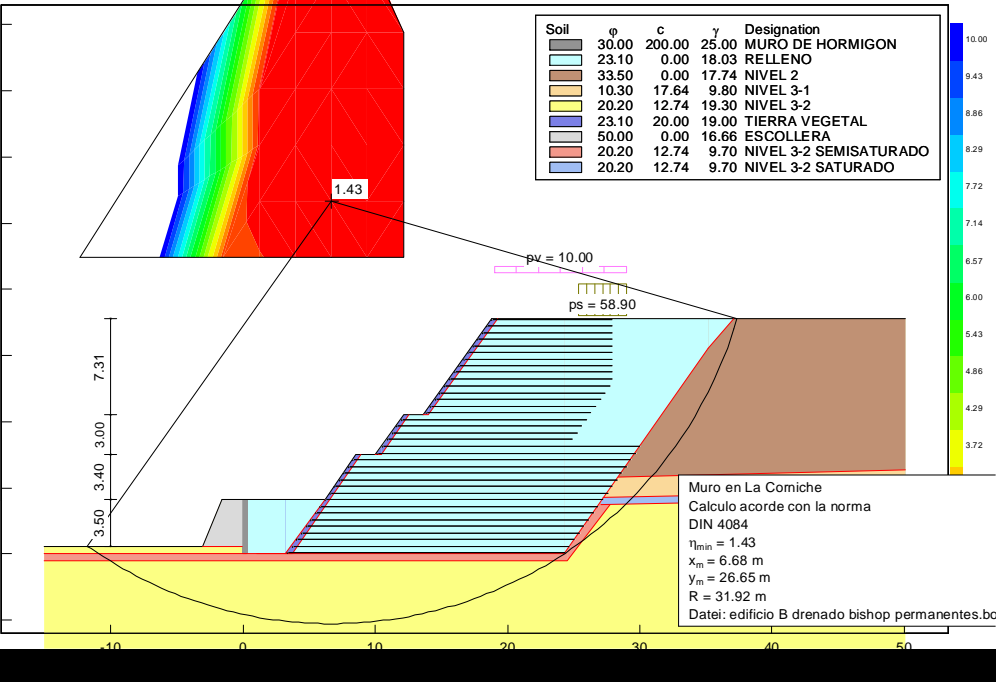
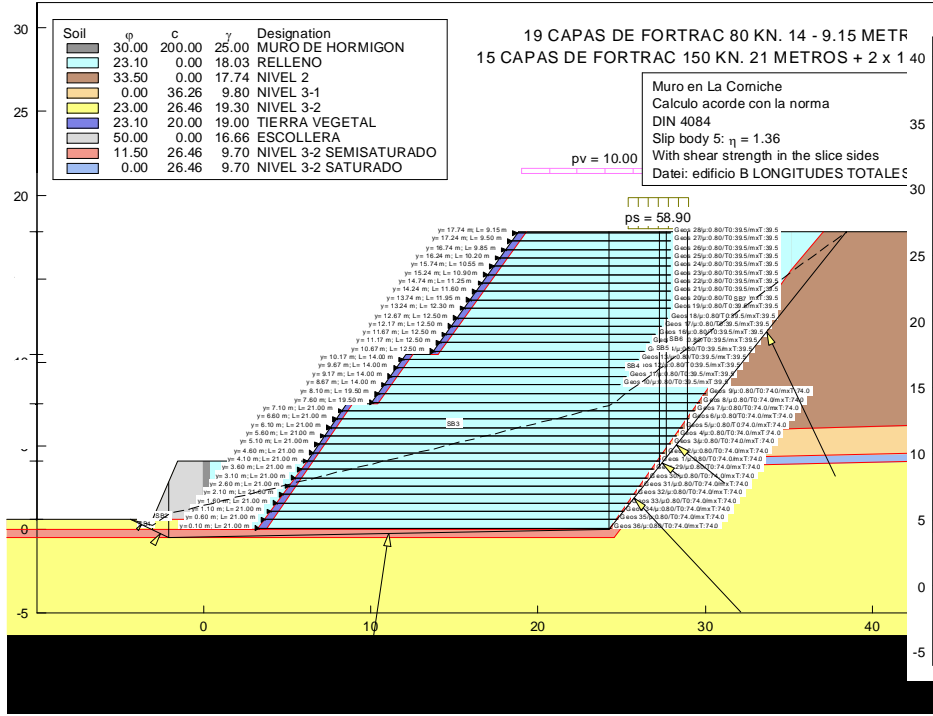
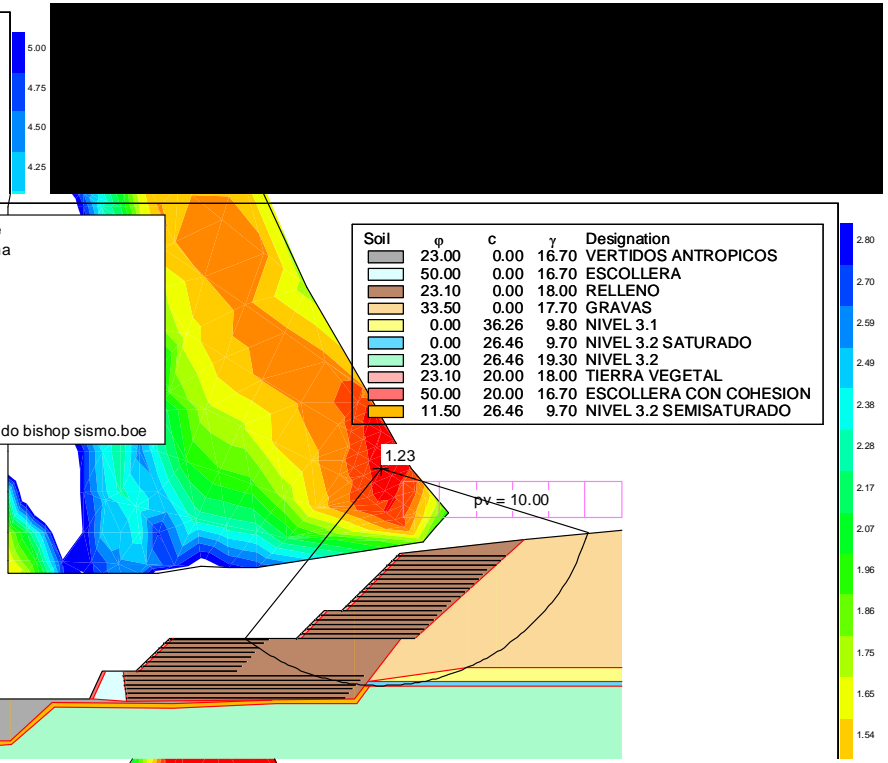
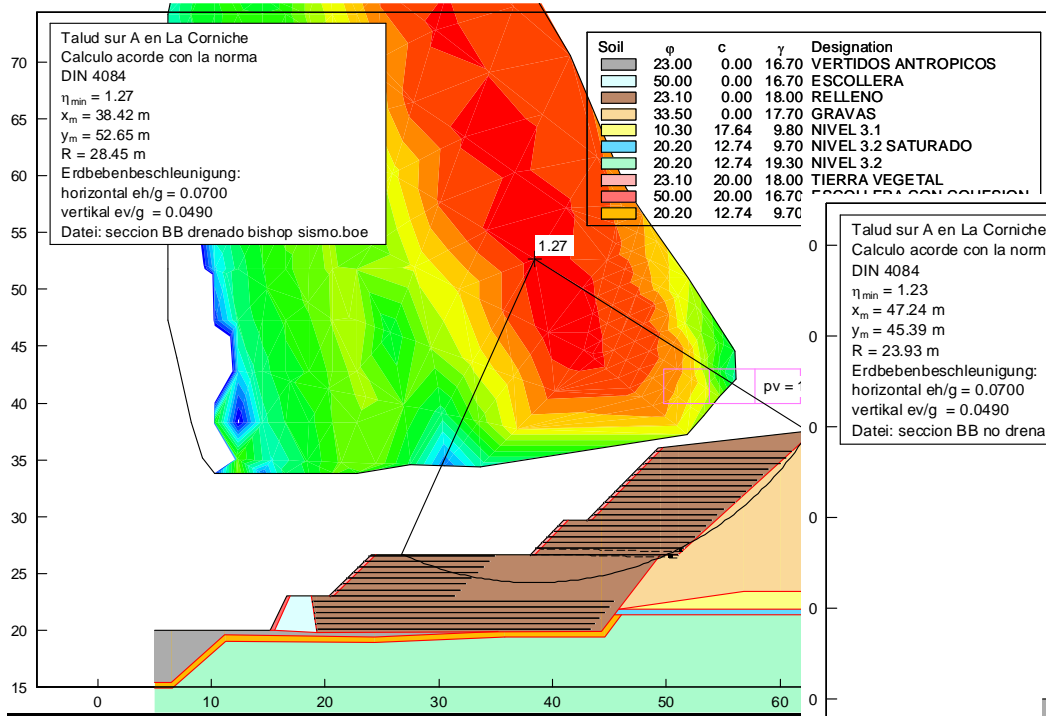
- + Deslizamiento
- + Vuelco
- + Capacidad Portante

Método Elementos Finitos.  
Movimientos

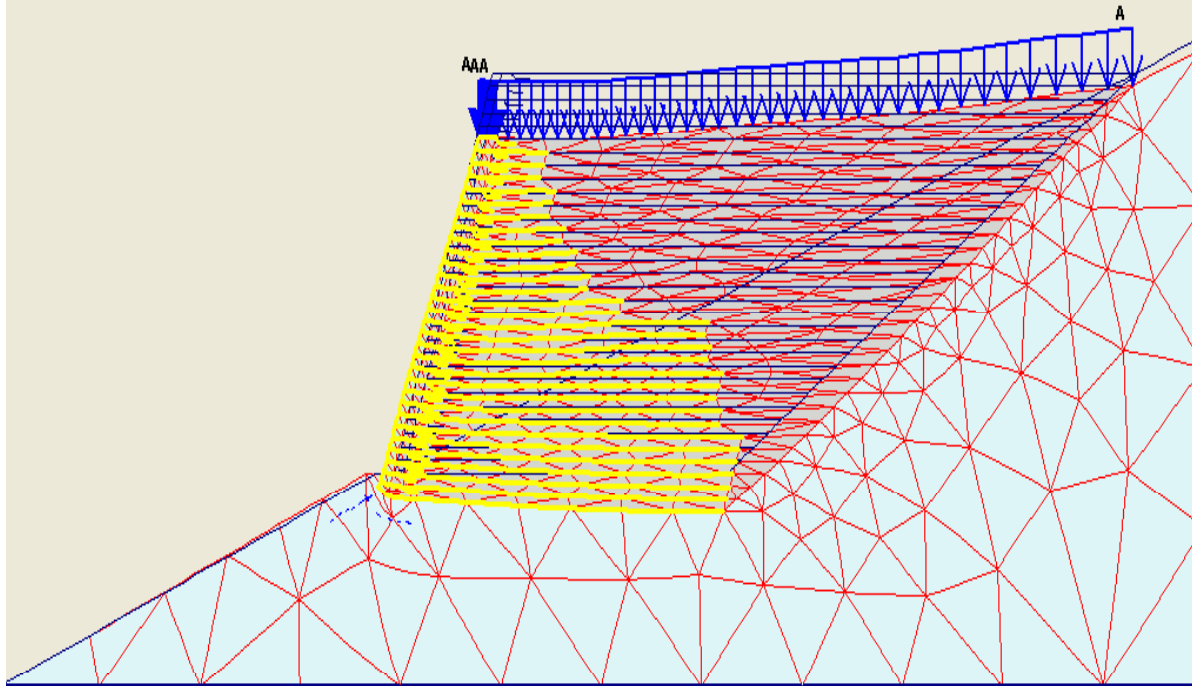
Presencia de  
Agua

Sismo

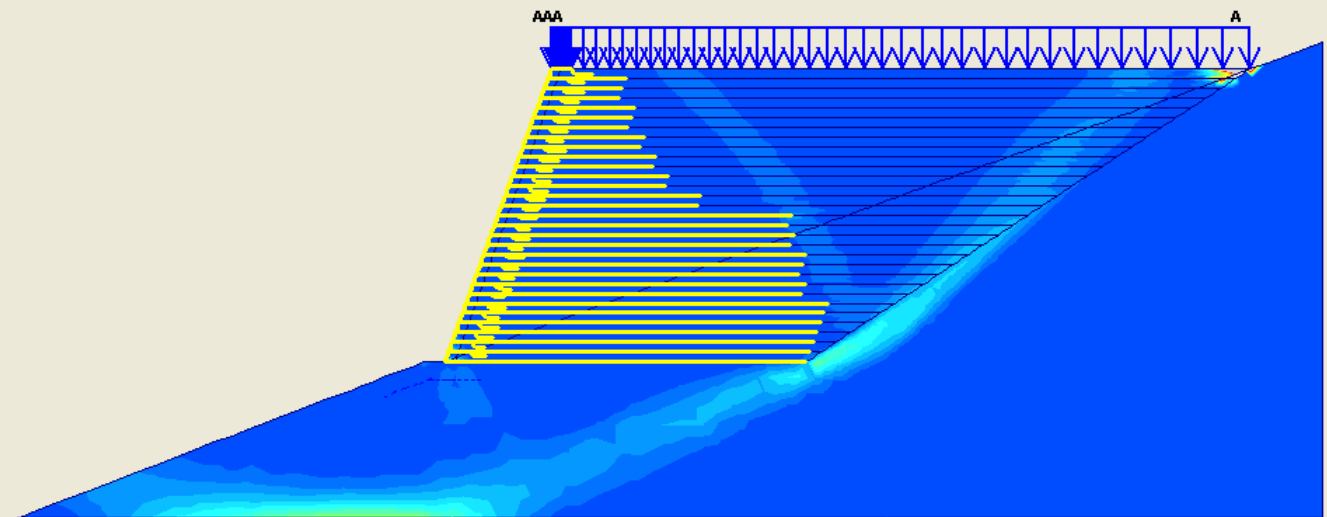




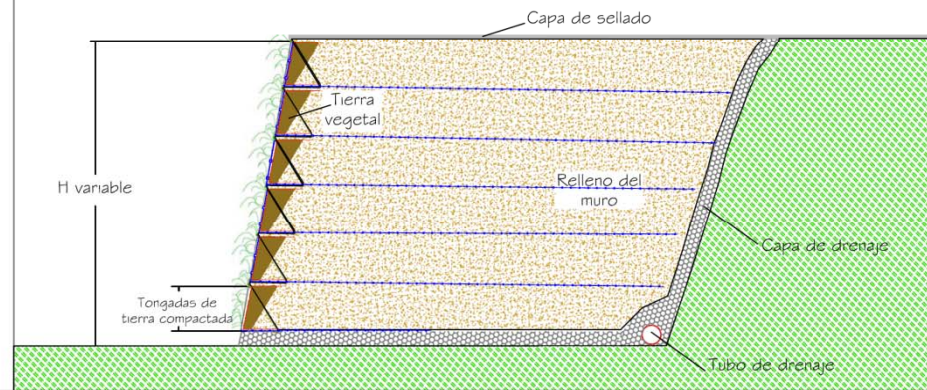
Estado Límite de Servicio



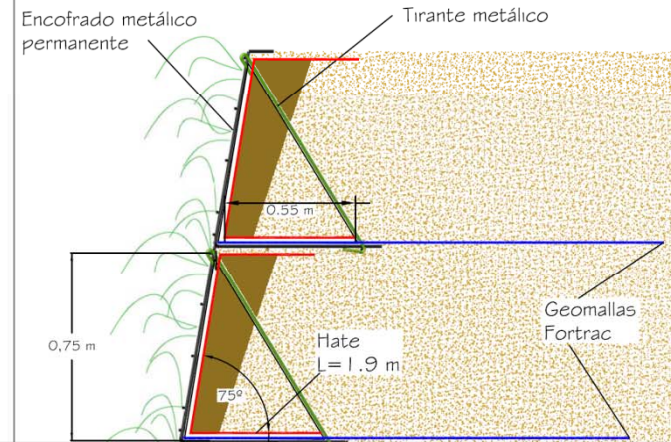
Estado Límite Último



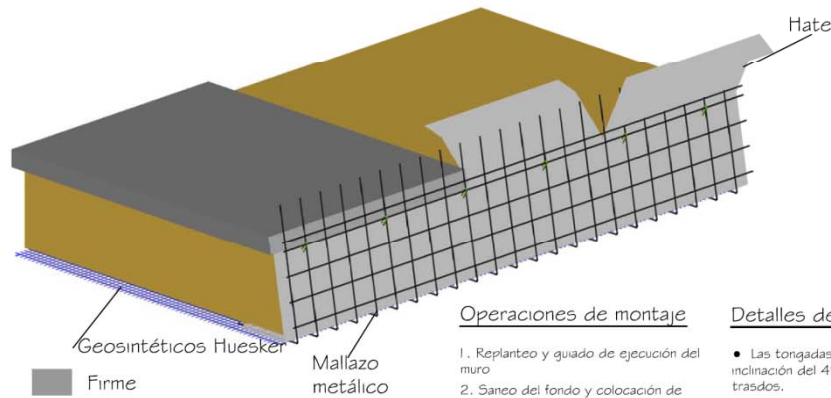
## SECCIÓN TIPO DE MURO VERDE



## DETALLE ÚLTIMAS TONGADA



## DETALLE DE EJECUCIÓN



- Firme
- Tierra vegetal
- Relleno del muro

### Operaciones de montaje

1. Replanteo y guiado de ejecución del muro
2. Saneado del fondo y colocación de capa drenante
3. Instalación del mallazo
4. Colocación de la geomalla de refuerzo y del geotextil antierosión
5. Relleno de tierra vegetal y material granular
6. Compactación y repetición de todo lo anterior hasta la cota deseada

### Detalles de instalación

- Las tongadas deberán tener una inclinación del 4% hacia el drenaje del trasdoso.
- Los solapes laterales entre geomallas deberán ser de al menos 20 cm.

## NOTAS

- Huesker no se hace responsable de la estabilidad de los taludes de excavación.
- Se debe buscar salida a las aguas recogidas por el tubo dren de la forma más conveniente.
- Se debe realizar una correcta gestión del agua en la coronación del muro evitando que se evacue por su caravista.
- No se deberá apoyar ningún tipo de estructura rígida sobre los 30 cm. de tierra vegetal de la coronación del muro.

# # HUESKER

MUROS VERDES

SISTEMA DE EJECUCIÓN  
CON MALLAZO METÁLICO

21 Mayo 2012  
Dibujado por

PLANO Nº 1

Escala: s/e  
Aprobado por

Elena Gómez

Ignacio Diego



### Huesker Synthetic GmbH

Fabrikstrasse 13-15  
D-48712 Gescher  
Germany  
Tel: 00 49 2542 7010 Fax: 00 49 2542 701499  
e-mail: info@huesker.de  
website: www.huesker.com

Roads and Bridges  
Agrément Certificate  
No 01/R125  
Product Sheet 1

## FORTRAC GEOSYNTHETICS

## FORTRAC GEOGRIDS

The Highways Agency requirements to which this Certificate is subject are detailed on page 2

### PRODUCT SCOPE AND SUMMARY OF CERTIFICATE

This Certificate relates to Fortrac Geogrids, polymeric geogrids for use as reinforcement in embankments with slope angles up to 70°.

#### THIS CERTIFICATE INCLUDES:

- factors relating to compliance with Highways Agency Requirements where applicable
- factors relating to additional non-regulatory information where applicable
- independently verified technical specification
- assessment criteria and technical investigations
- design considerations
- installation guidance
- regular surveillance of production
- formal three-yearly review.



#### KEY FACTORS ASSESSED

**Mechanical properties** — short-term tensile strength and strain and long-term tensile strength properties of the geogrids have been assessed (see section 6).

**Material safety factors** — partial safety factors for manufacture and extrapolation of data ( $f_{m,i}$ ), installation damage ( $f_{i,i}$ ) and environmental effects ( $f_{e,i}$ ) have been established (see section 7).

**Soil/geogrid interaction** — coefficients relating to the direct sliding and pull-out resistance have been evaluated (see section 8).

**Durability** — the geogrids have good resistance to chemical degradation, biodegradation, temperature and weathering used in fills normally encountered in civil engineering practice (see section 10).

The BBA has awarded this Agrément Certificate to the company named above for the products described herein. These products have been assessed by the BBA as being fit for their intended use provided they are installed, used and maintained as set out in this Certificate.

On behalf of the British Board of Agrément

Date of First issue: 6 November 2008

Brian Chamberlain

Greg Cooper

Originally certificated on 18 October 2001

Head of Approvals — Engineering

Chief Executive

*The BBA is a UKAS accredited certification body — Number 113. The schedule of the current scope of accreditation for product certification is available in pdf format via the UKAS link on the BBA website at [www.bbacerts.co.uk](http://www.bbacerts.co.uk)*

*Readers are advised to check the validity and latest issue number of this Agrément Certificate by either referring to the BBA website or contacting the BBA direct.*

British Board of Agrément  
Bucknalls Lane  
Garston, Watford  
Herts WD25 9BA

tel: 01923 665300  
fax: 01923 665301  
e-mail: [mail@bba.star.co.uk](mailto:mail@bba.star.co.uk)  
website: [www.bbacerts.co.uk](http://www.bbacerts.co.uk)

©2008



# DOCUMENTO CERTIFICADOR DE NUESTROS MUROS VERDES

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS NO TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN  
DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA 357-R

INSTITUTO EDUARDO TORROJA

Sistema de muros de contención de suelo reforzado HUESKER

RENOVACIÓN

C/ SERRANO GALVACHE, 4  
28033 MADRID  
España

13 de octubre de 2006

MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de la Construcción Eduardo Torroja, destinados a un uso de autorización de uso, ni garantía. Antes de utilizar el material, sistema o deberá ser suministrado, por el titular de La modificación de las características observaciones de la Comisión de Expertos. Cualquier reproducción de este Documento consta de 15 páginas.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO

- en virtud del Decreto nº 3.655 al Instituto de Ciencias de la TÉCNICA de los materiales edificación y obras públicas, con las Cortes y de la Secretaría de Estado de Obras Públicas;
- considerando la solicitud de IDONEIDAD TÉCNICA nº XX;
- en virtud de los vigentes Es (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesiones celebradas los días xx de xxxxx de 2006.



MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS NO TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN  
DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA

XXX

CONCESIÓN

## Sistema de muros de contención de suelo reforzado Muro Verde HUESKER



C/ SERRANO GALVACHE, 4  
28033 MADRID  
España

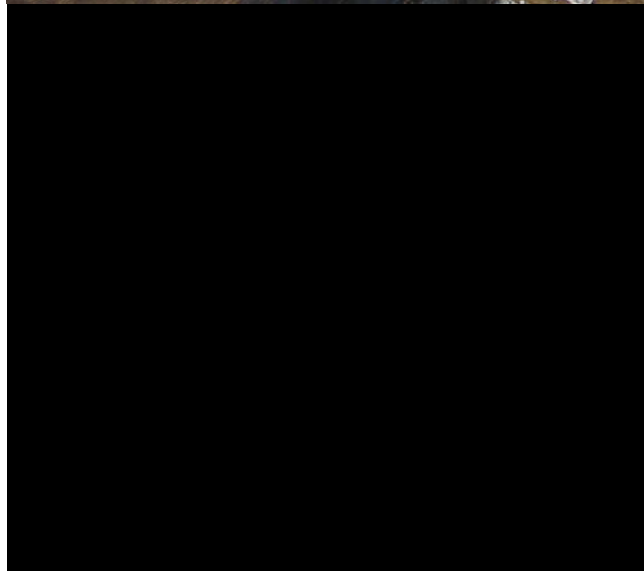
Fabricante:  
HUESKER, S.A.  
Domicilio Social:  
Pol. Ind. Talluntxe II, Calle 0, Nave 8  
31110 NOAIN (Navarra)  
España

C.D.U: 624.135.1  
Systèmes de Murs  
Wall System

DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número XXX al Sistema de muros de contención de suelo reforzado HUESKER, bajo las siguientes condiciones:

**Muro verde como  
cerramiento del  
Vertedero de  
Caldas de Reis  
(Pontevedra)**



**Muro verde como  
cerramiento del  
Vertedero de  
Caldas de Reis  
(Pontevedra)**



**Muro verde como  
cerramiento del  
Vertedero de  
Caldas de Reis  
(Pontevedra)**





**Muro verde como  
cerramiento del  
Vertedero de  
Caldas de Reis  
(Pontevedra)**



# INDICE

## DISTINTAS APLICACIONES DE REFUERZO:

- ✓ MUROS VERDES COMO CERRAMIENTO DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 1: RECUPERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL  
VERTEDERO DE CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)
- ✓ REFUERZO DE TALUD EN CLAUSURA DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 2: RECUPERACIÓN Y CLAUSURA DE LA FASE  
I DEL VERTEDERO DE R.U. Y ASIMILABLES DE SASIETA  
(GIPUZKOA)
- ✓ PUENTE DE SUBSIDENCIAS GENERADAS EN ESCOMBRERAS.  
CASO PRÁCTICO 3: CONSTRUCCIÓN URBANIZACIÓN ATOTXA  
- ERREKA (GIPUZKOA)

# El problema

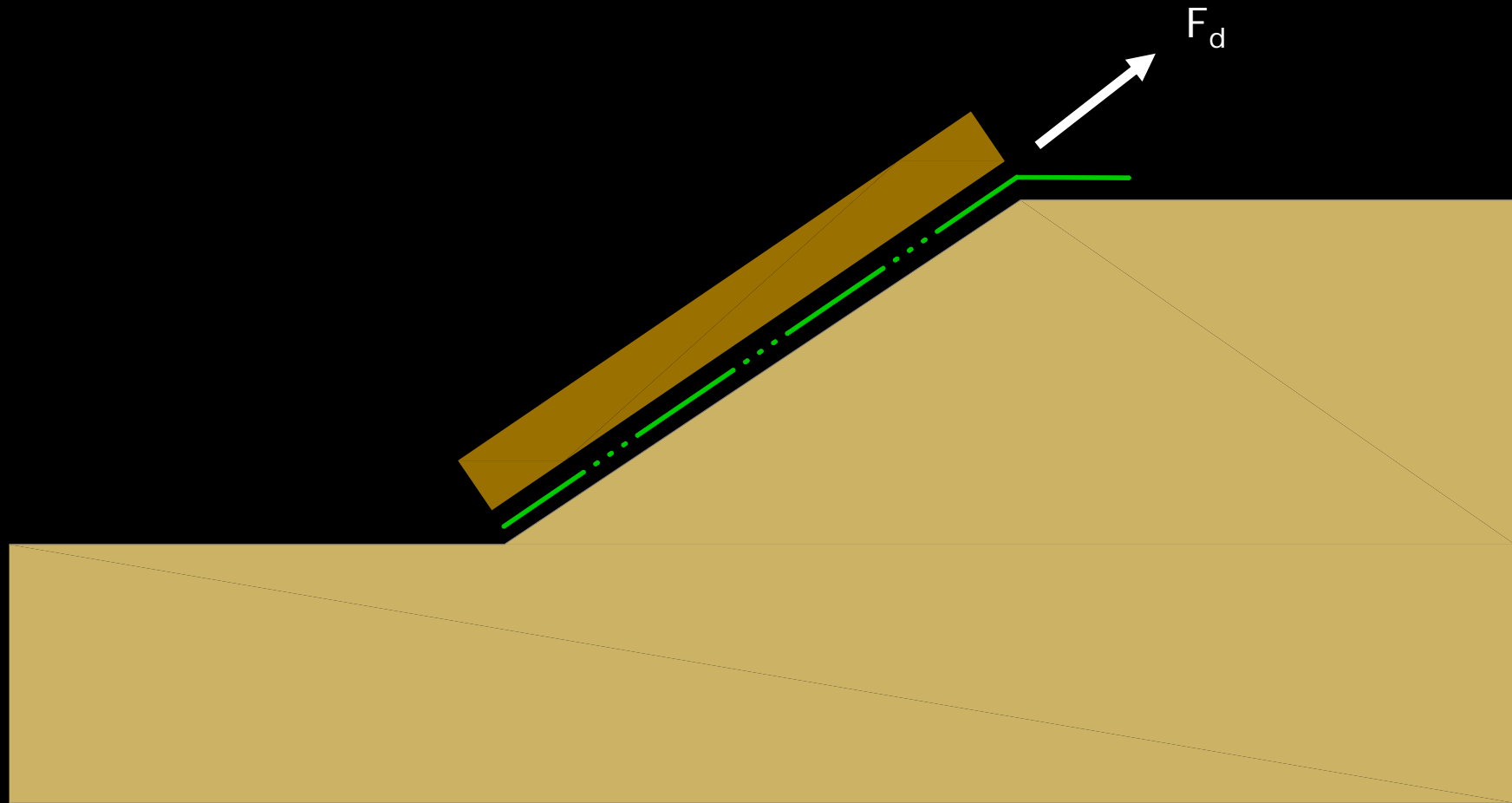


**Vertedero de Sasieta (Gipuzkoa)**

**El problema**



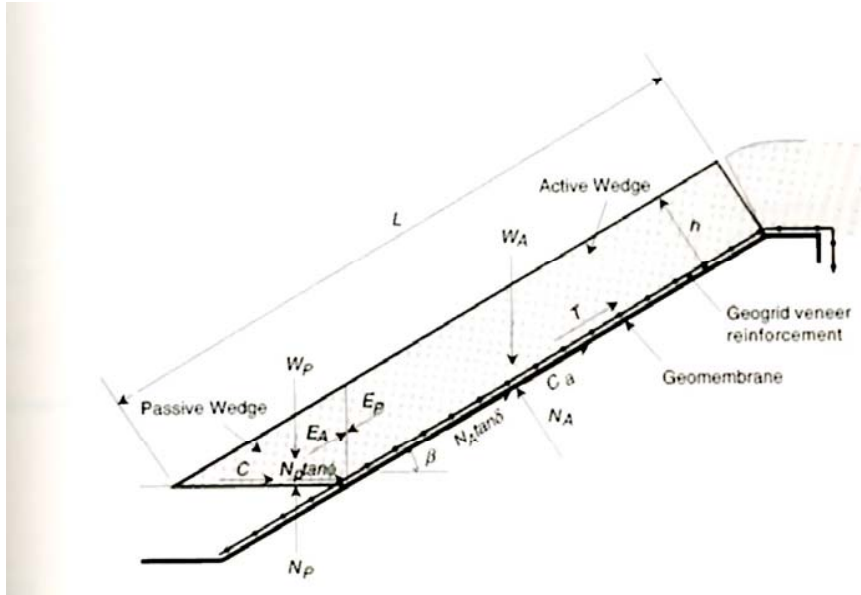
# Talud natural sin sustrato vegetal



# Control de la Erosión según DIN 4084.

CLIENTE: UTE SASIETA

OBRA: VERTEDERO SASIETA. TALUDES DE 90m DE DESARROLLO



$$\gamma := 18 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Peso unitario del suelo de cobertura .

$$h := 1 \cdot \text{m}$$

Espesor total suelo de cobertura .

$$\gamma_{\text{sat}} := 19 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Peso saturado del suelo de cobertura .

$$h_{\text{sat}} := 0.1 \cdot \text{m}$$

Espesor suelo saturado .

$$\gamma_w := 10 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Peso agua .

# Diseño

Anclaje superior mediante zanja:

$$F_{\text{arranque}} := \text{if} \left( \frac{T_{\text{cons}}}{1.2} \geq \frac{T_{\text{ffinal}}}{1.3}, \frac{T_{\text{cons}}}{1.2}, \frac{T_{\text{ffinal}}}{1.3} \right) \cdot 1.5$$

$$F_{\text{arranque}} = 17.482 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$F_{\text{arranque}} < F_{\text{cresta}} + F_{\text{zanja}}$$

$$L_{\text{cresta}} := 0.5 \cdot \text{m}$$

Longitud entre coronación y comienzo de zanja

$$P_{\text{zanja}} := 1 \cdot \text{m}$$

Profundidad de la zanja

$$L_{\text{zanja}} := 1 \cdot \text{m}$$

Longitud de zanja

$$\gamma_{\text{terreno}} := 20 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Densidad de terreno en anclaje

$$F_{\text{cresta}} := h \cdot \gamma_{\text{terreno}} \cdot L_{\text{cresta}} \cdot \tan(\delta)$$

$$F_{\text{cresta}} = 2.867 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$F_{\text{zanja}} := 2 \cdot (h + P_{\text{zanja}}) \cdot \gamma_{\text{terreno}} \cdot L_{\text{zanja}} \cdot \tan(\delta)$$

$$F_{\text{zanja}} = 22.94 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$F_{\text{cresta}} + F_{\text{zanja}} = 25.807 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

**Desarrollo de talud**

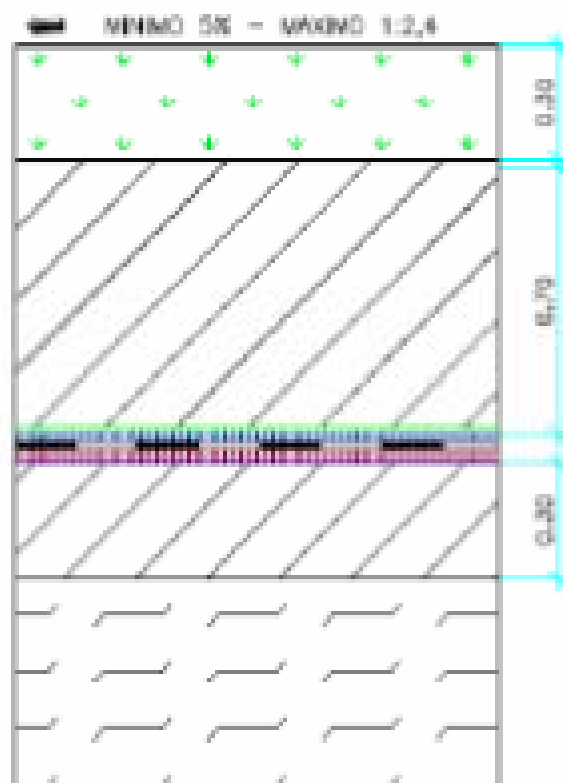


**Zanja de anclaje**



## Vertedero de Sasieta (Gipuzkoa)

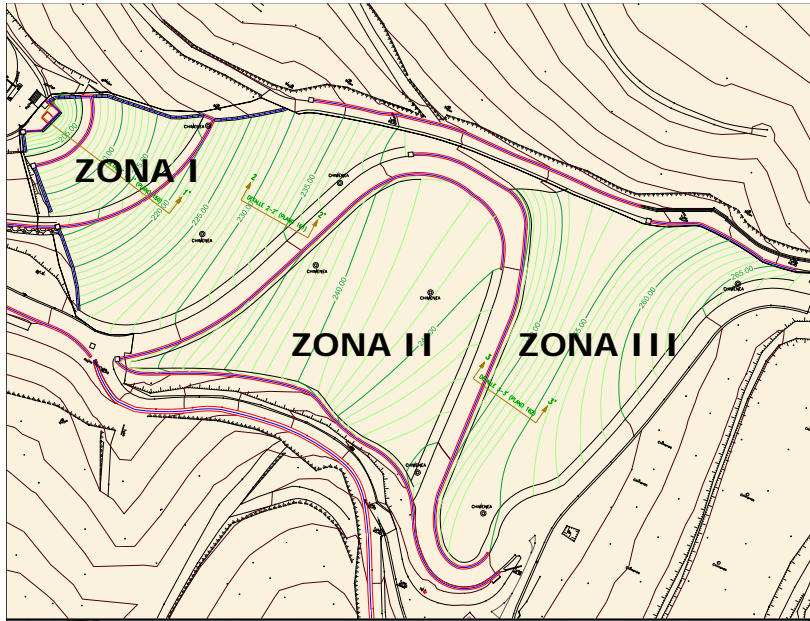
## Sellado



- Tierra vegetal (30 cm)
- Tierra libre de elementos petreos (70 cm)
- Geomalla Fortrac para la estabilización del talud
- Geodrenaje HaTeDrain 1.D.1
- Geomembrana de PEAD espesor 2 mm, texturizada por ambas caras
- Geocompuesto de bentonita Nabento LN 4500
- Geodrenaje HaTeDrain 1.B.1
- Capa de regularización (30 cm)
- Residuo No Peligroso



# Sellado



**GEODRENAJE**

**GEOMEMBRANA  
PEAD**

**GEODRENAJE**

**GEOCOMPUESTO  
BENTONITA**

**Vertedero de  
Sasieta (Gipuzkoa)**

**Sellado**



**Vertedero de  
Sasieta (Gipuzkoa)**



**Vertedero de  
Sasieta (Gipuzkoa)**



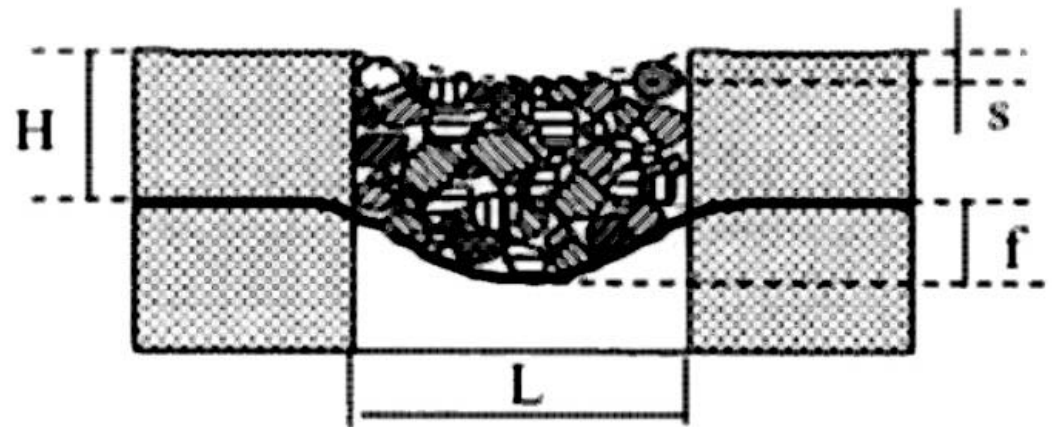
# INDICE

## DISTINTAS APLICACIONES DE REFUERZO:

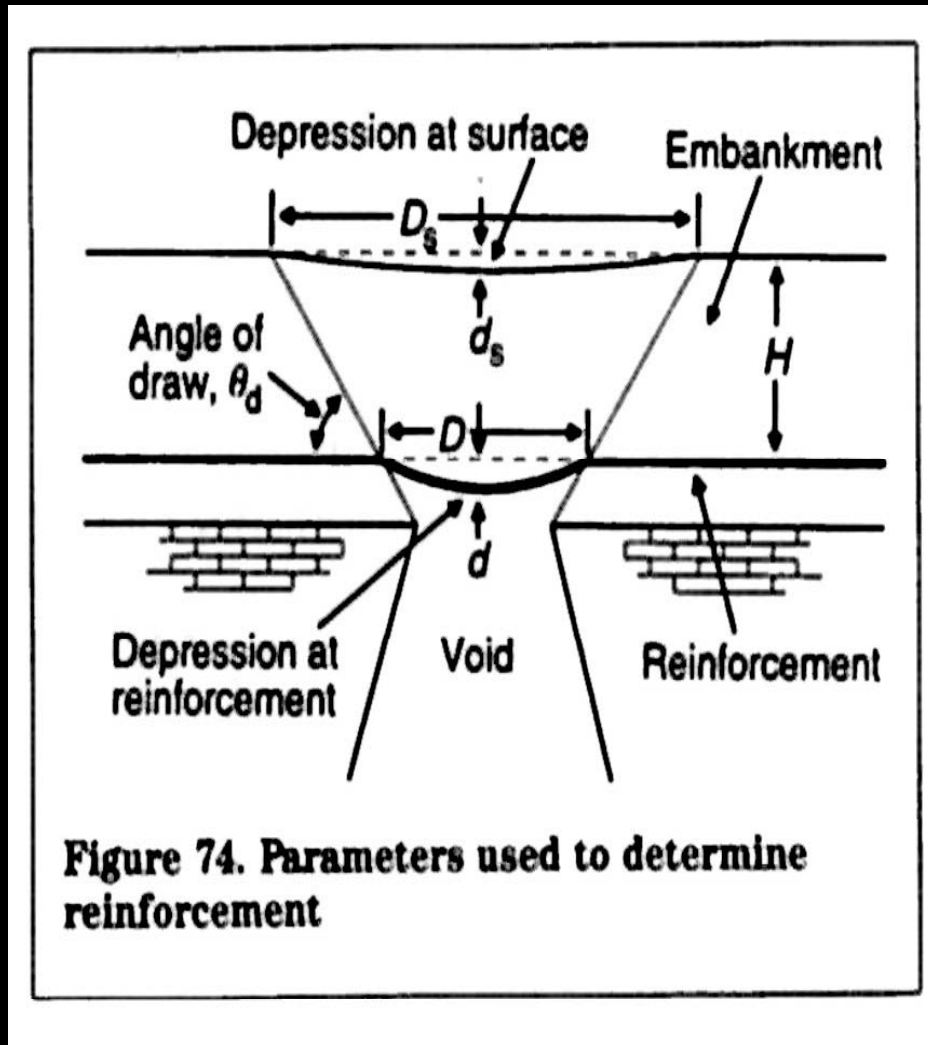
- ✓ MUROS VERDES COMO CERRAMIENTO DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 1: RECUPERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL VERTEDERO DE CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)
- ✓ REFUERZO DE TALUD EN CLAUSURA DE VERTEDERO.  
CASO PRÁCTICO 2: RECUPERACIÓN Y CLAUSURA DE LA FASE I DEL VERTEDERO DE R.U. Y ASIMILABLES DE SASIETA (GIPUZKOA)
- ✓ PUENTE DE SUBSIDENCIAS GENERADAS EN ESCOMBRERAS.  
CASO PRÁCTICO 3: CONSTRUCCIÓN URBANIZACIÓN ATOTXA - ERREKA (GIPUZKOA)



**El problema**



## # Procedimiento de diseño.



- 1) Fijar la deformación máxima aceptable en la superficie.
- 2) Determinación del diámetro de la cavidad.
- 3) Obtener la deformación de la geomalla compatible con asiento en la superficie.
- 4) Cálculo de la tensión de la geomalla asociada a la anterior deformación.

Urbanización  
Atotxa - Erreka  
(Gipuzkoa)





**Urbanización  
Atotxa - Erreka  
(Gipuzkoa)**



MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN