



BIANCHINI INGENIERO
MACCAFERRI **B**

Muros de terrenos reforzados con geomallas drenantes para ampliaciones en vertederos

Marta Jimenez
Leonardo Martino

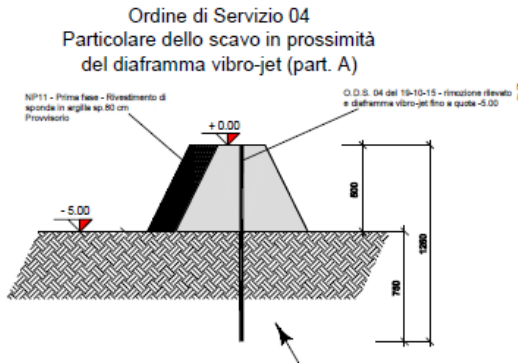


Bilbao, 26-27 de Octubre de 2022

VERSOS2022

VII Congreso sobre Mejores Tecnologías Disponibles en
vertederos, suelos contaminados y gestión de residuos

Introduzione



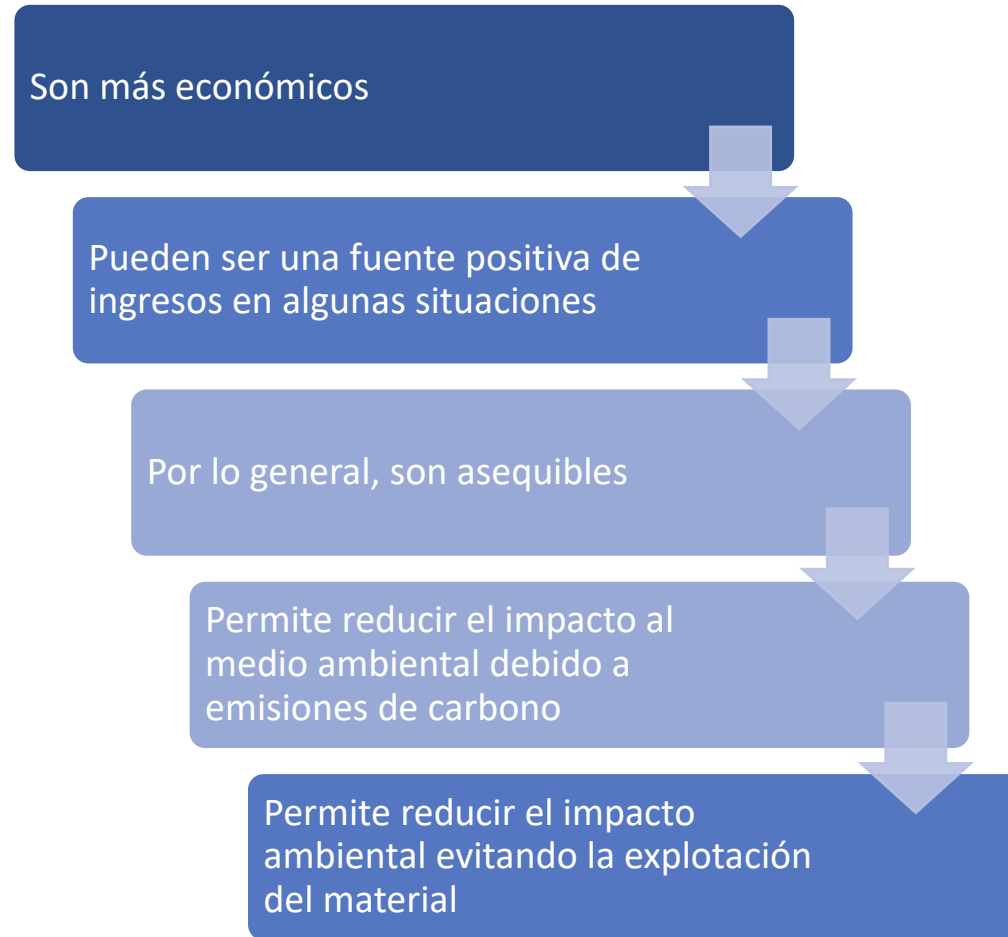
En los vertederos, el material in situ es caracterizado por altos contenidos de limo y/o arcilla que al compactar o soportar cargas externas pueden generar un exceso de presión de poros.

Encontrar la manera de maximizar el uso de los materiales de relleno de baja calidad como:

- Materiales de origen natural posiblemente cohesivo
- Material de residuos minerales.



Ventajas del uso de material de baja calidad y suelos marginales



¿Cuáles son los riesgos y los aspectos críticos?



Constructibilidad –
compactación, movimientos en
la cara de la estructura,
asentamientos



Estabilidad a largo plazo – la
presión de poros afecta a la
resistencia al corte y la
interacción refuerzo-suelo



Durabilidad – agua en el suelo,
pH, presencia de contenido
químico de baja calidad, residuos
en el suelo y sus efectos al
contacto con el refuerzo

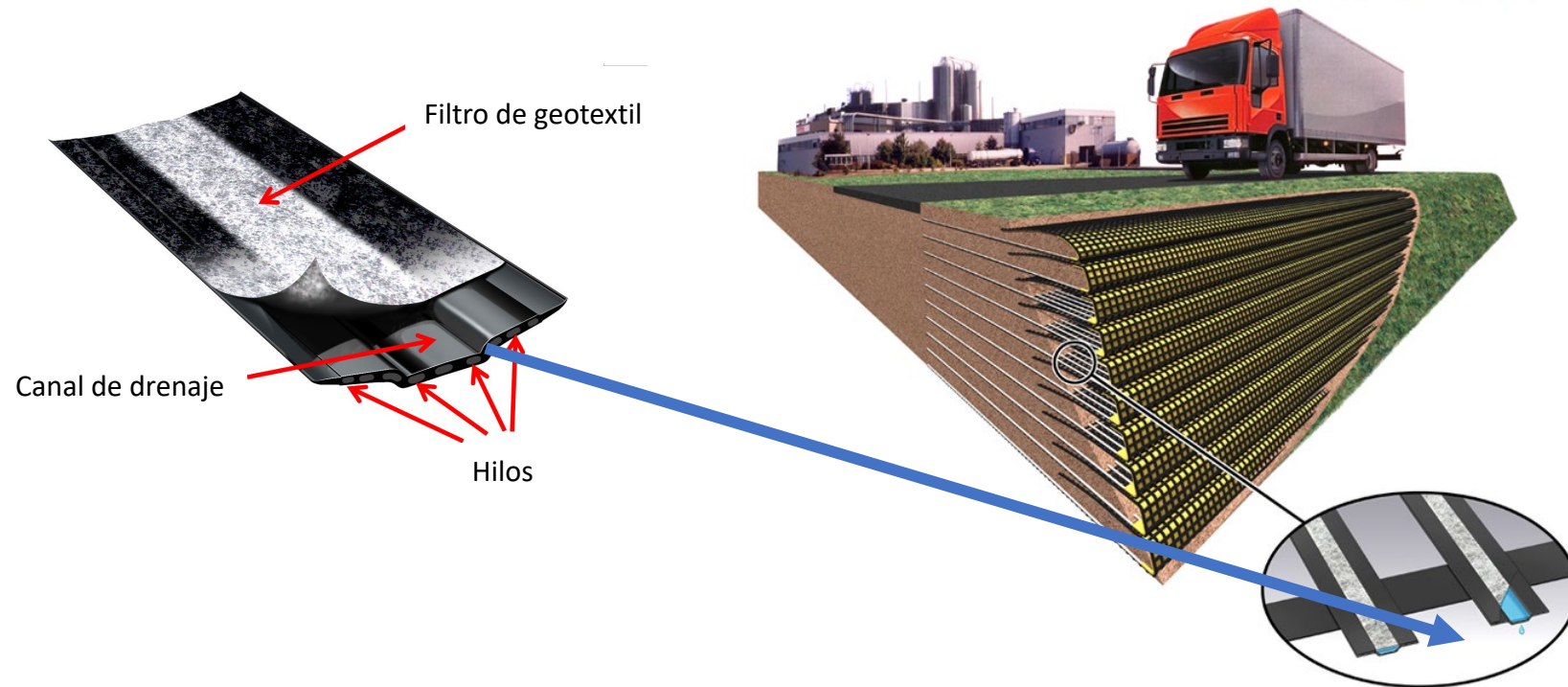
¿Cuáles son los aspectos críticos de usar geosintéticos?

Los geosintéticos deben desarrollar las propiedades mecánicas requeridas a largo plazo, las cuales son:

- Características de tensión-deformación aceptables a corto plazo
- Características de fluencia aceptables a largo plazo
- Características de durabilidad aceptables a corto plazo, e.g. los geosintéticos deben resistir los daños de instalación
- Características de durabilidad aceptables a largo plazo, e.g. los geosintéticos deben resistir las degradaciones químicas
- La interacción suelo-geosintético debe mantener sus características tanto a corto como largo plazo



Solución a los aspectos críticos



Un producto geosintético que combina **refuerzo** y **drenaje**, llamado ParaDrain®. La combinación entre la alta resistencia a la tracción de los hilos de PET recubiertos con PE y el canal de drenaje.

Resistencia a la tracción: desde 50kN/m hasta 200kN/m

El concepto de ParaDrain

Aumentar la tasa de consolidación del material de relleno

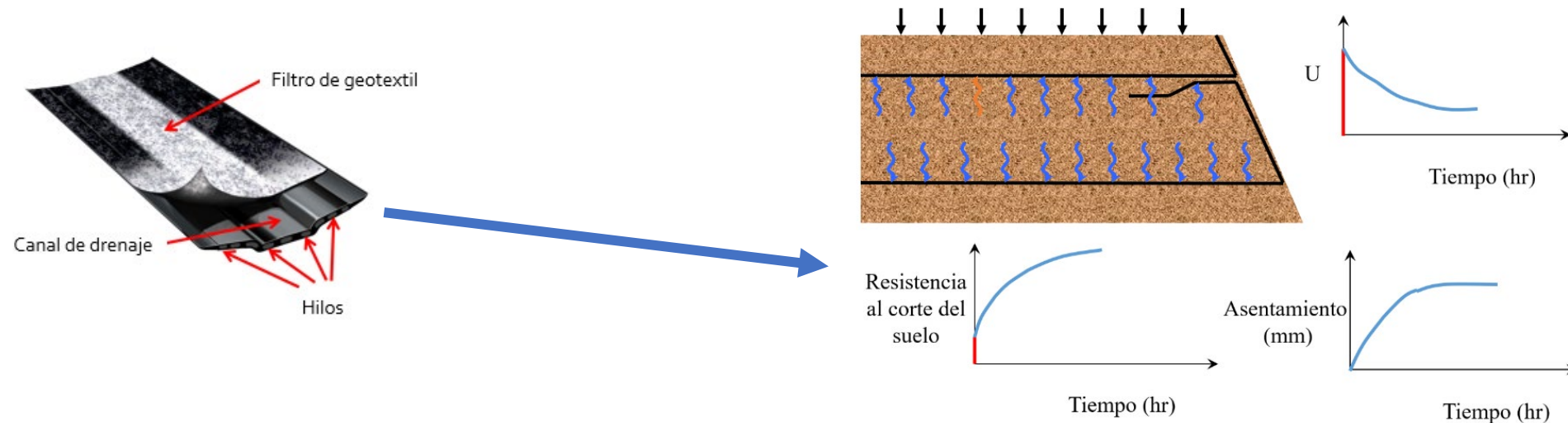
Liberar la presión de poros generada durante la compactación

Más efectivo en materiales cohesivos donde se generan presiones de poros

Permitir la compactación del material húmedo

El relleno marginal no requiere tratamientos con cal o cemento para aumentar sus propiedades

Aumentar la productividad (tiempo de construcción y compactación) durante el mal clima



Resumen del método de diseño

Objetivos del diseño:

Comprobación de la estabilidad del muro (determinar la resistencia a tracción requerida y la longitud del refuerzo)

Determinación de las propiedades del relleno marginal

- Ángulo de rozamiento del suelo
- Cohesión
- Peso unitario
- C_v (coeficiente de consolidación), m_v (coeficiente de compresibilidad volumétrica)

Determinación de los parámetros hidráulicos

- Calcular la tensión normal en el fondo de cada capa de ParaDrain
- Calcular la transmisividad hidráulica requerida
- Determinar el tiempo de disipación de presión de poros requerido
- Analizar la capacidad de drenaje del ParaDrain
- Factores de seguridad
- Evaluar los asentamientos estructurales

ParaDrain se usa con una amplia gama de suelos en UK

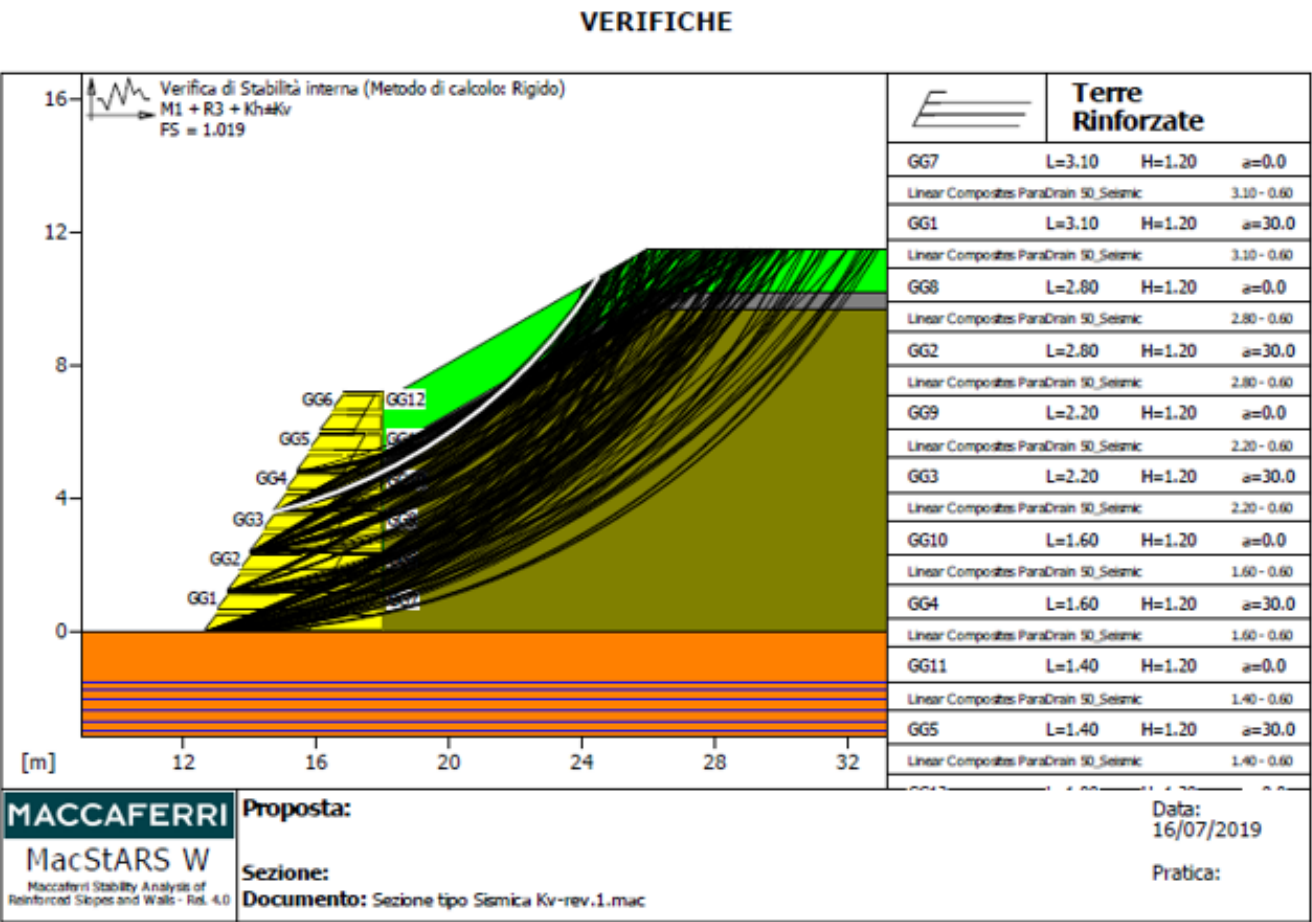
	ϕ (deg)	Cv (m2/NM)	mv (m2/year)	PI (%)	γ at OMC (kN/m3)	OMC (%)	%<63 μ m
Bell Green, Londres	24	12	0.2	-	16.4-20.1	-	5-18
North Gawber, Yorkshire	25	8	0.2	21	13.3-17.4	13-35	4-82
Island Rd, Berkshire	25	2.5-16	0.2-0.4	19-32	18.8	-	-
Millbrook, Londres	26	7	0.2	40-58	16.3-16.9	20.5-22.4	42-56
Palmerston Park, Devon	28	57-73	0.1	10-15	22	-	9-44
Banbury Bund, Oxfordshire	24	5-40	0.3-0.5	-	16.2	22.3	-
Jenkins Lane, Londres	24	12	0.5	27	14.6-17.7	15-20	0-87
NBAR, Bexhill en el mar	25.5	12	0.5	23	17.4	-	-
Queensway, Hastings	26	-	-	20	19	-	-

Resumen del método de diseño

Comprobación de la estabilidad del muro

La comprobación de estabilidad del muro se ha realizado usando el software de MacSTARS:

- Estabilidad interna
- Estabilidad global
- Comprobación del muro de contención

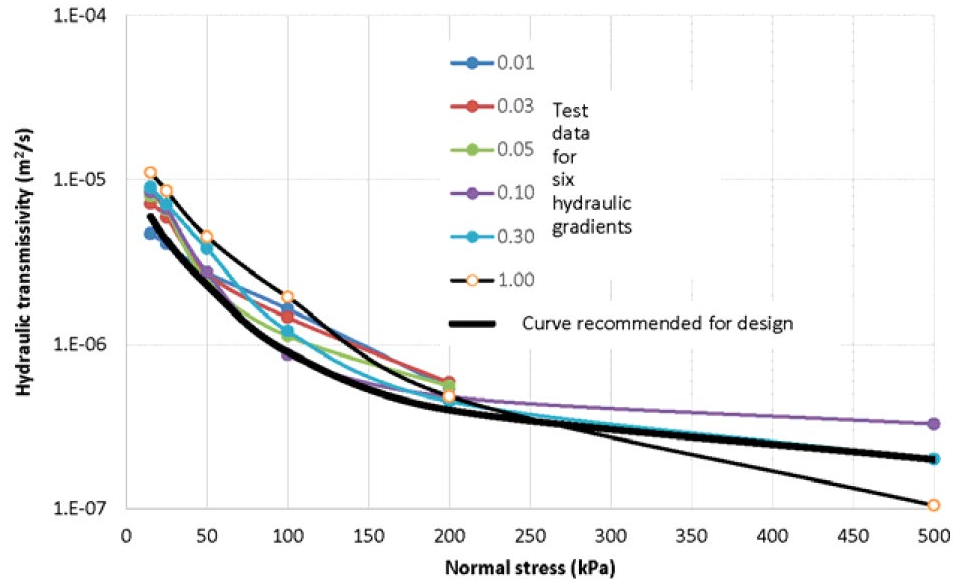


Resumen del método de diseño

Determinación de las propiedades hidráulicas

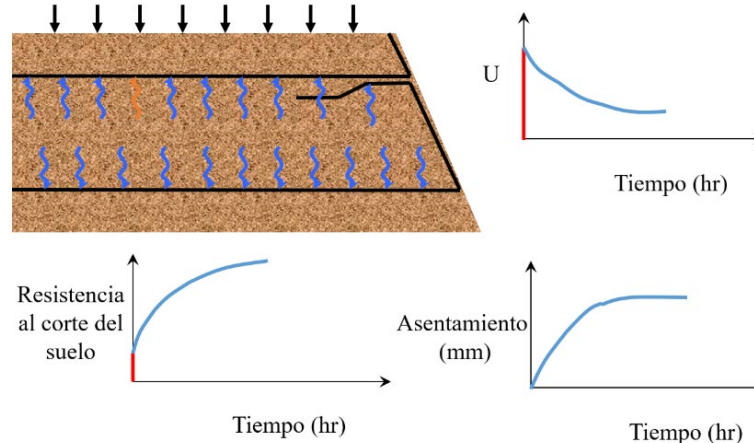
Transmisividad hidráulica del ParaDrain

(La curva en negro es conservativa)



$$\theta_a = \frac{\theta_L}{RF_{in} \cdot RF_{cr} \cdot RF_{pc} \cdot RF_{cc} \cdot RF_{bc}}$$

$$FS_{\theta} = \frac{\theta_a}{\theta_{req}}$$

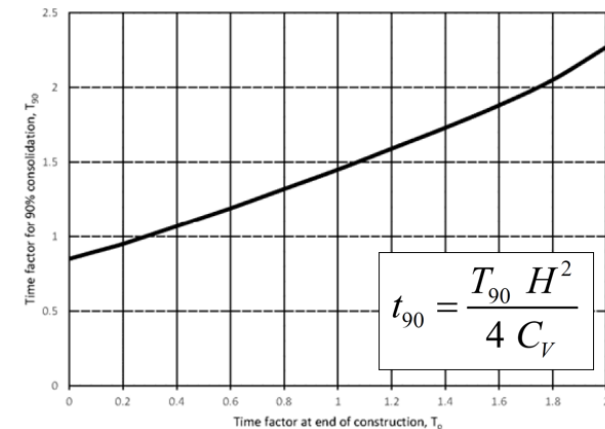


Transmisividad requerida
(Se compara con las geomallas)

$$\theta_{req} = \frac{10 B^2 k}{H \sqrt{T_o}} = \frac{5 B^2 k}{\sqrt{C_v t_o}} \quad \text{if } 1 \times 10^{-6} \leq T_o \leq 1$$

$$\theta_{req} = \frac{10 B^2 k}{H T_o} = \frac{5 B^2 k H}{2 C_v t_o} \quad \text{if } T_o \geq 1$$

Tiempo de disipación



Ejemplo de aplicación en vertederos

Vertedero “Taglietto 1” ciudad de Villadose (Italia)

ParaDrain: 39 000 m²

Periodo de construcción: 06/2020-09/2021

Uso del suelo in situ con partículas muy finas y alto contenido de agua

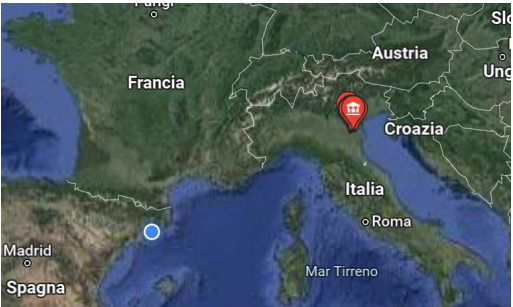
Material típico in situ del vertedero: material fino con baja capacidad mecánica



Vertedero de desechos urbanos y especial
Sirve a la provincia de Rovigo (IT)
Construida en 1970, con ampliación en los años 80 y 90

Nueva ampliación en el 2020:

Construcción de terraplén de expansión (altura de 6m)

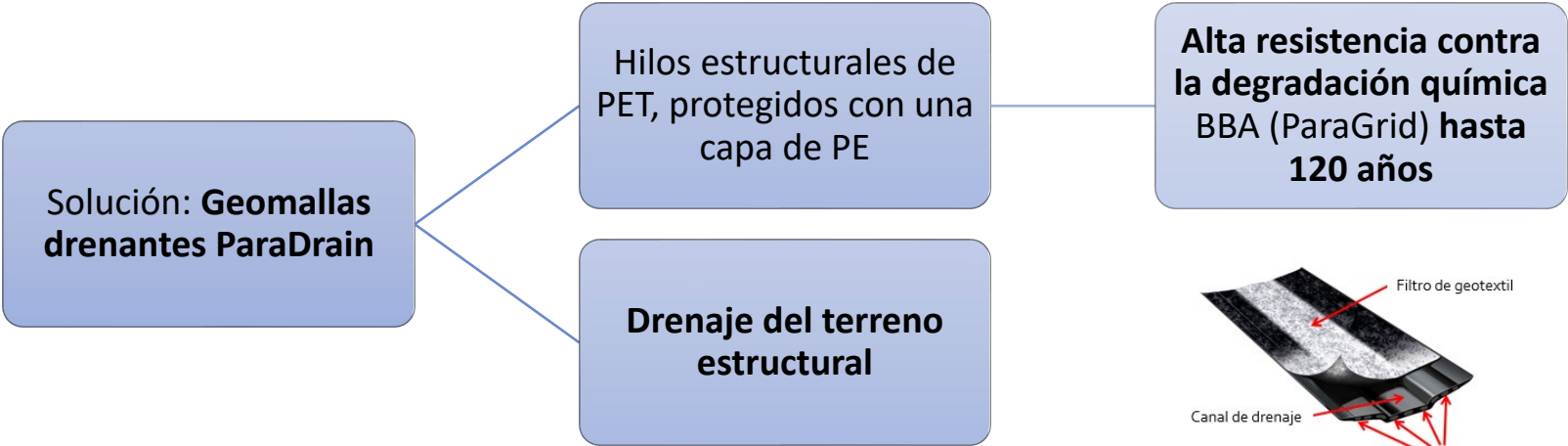
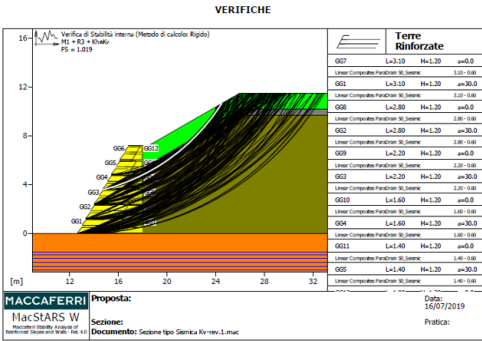
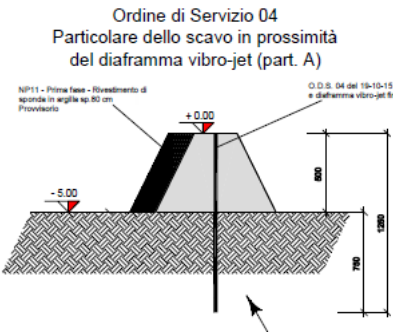
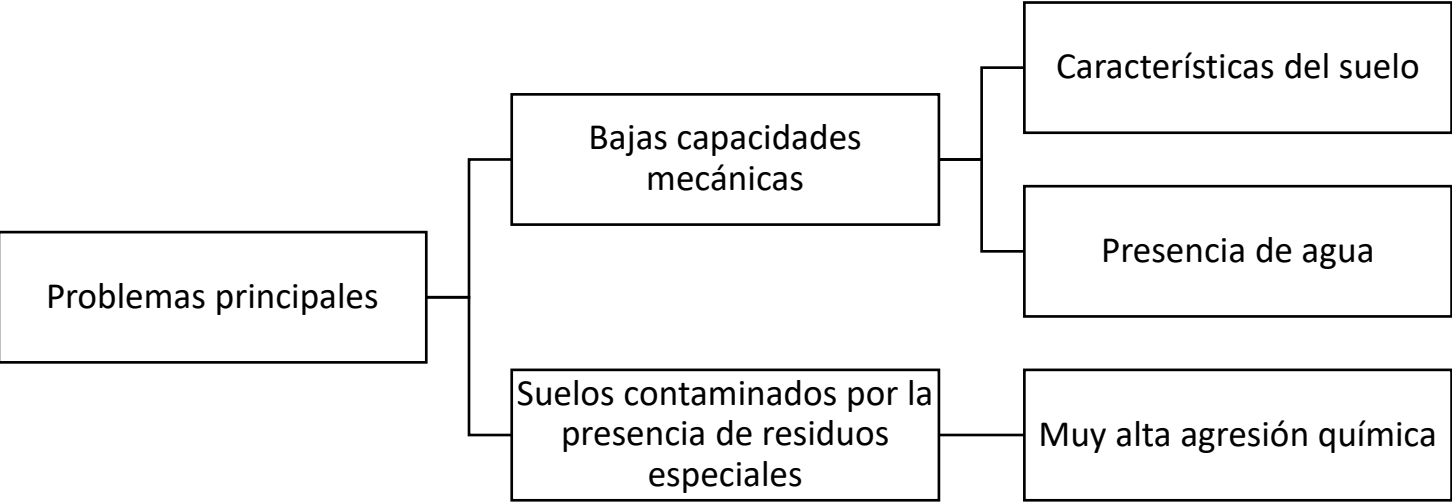


Volumen de los residuos exhumados de la recuperación	408.000 mc (=ton)
Volumen disponible para los nuevos residuos	536.343 t
Volumen total del sistema	1.038.963 t*
Potencial anual autorizado	55.000 t/año

**El total también incluye los materiales de cobertura diaria*

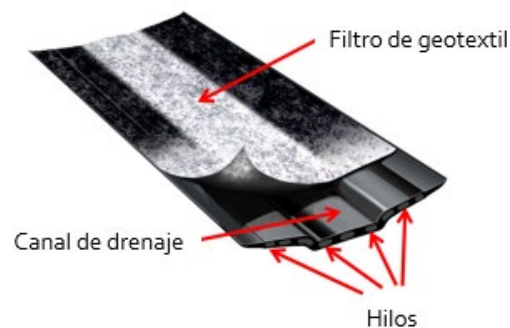
Ejemplo de aplicación en vertederos

Terraplén: 6 m
Escarpe: 60 grados
Refuerzo del suelo: ParaDrain



Ejemplo de aplicación en vertederos

El elemento de drenaje consiste en un textil no tejido unido térmicamente a los bordes del canal de drenaje, el cual se instala cara arriba para obtener la reducción de la presión de poros y por consiguiente el drenaje.



Canal de drenaje:
PET de alta resistencia a tracción
protegido por una capa de PE para
resistir contra la agresión química hasta
120 años

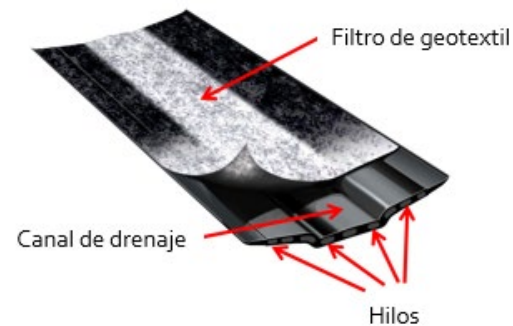


Ejemplo de aplicación en vertederos



Presencia de residuos sólidos y de alta humedad

Canal de drenaje:
PET de alta resistencia a tracción
protegido por una capa de PE para
resistir contra la agresión química hasta
120 años



Ejemplo de aplicación en vertederos



Resultado final.
Seis meses después del final de la
instalación:



Casos de aplicación – Muro verde de terreno reforzado



Casos de aplicación – Muro verde de terreno reforzado con ParaDrain



Beneficios económicos y ambientales

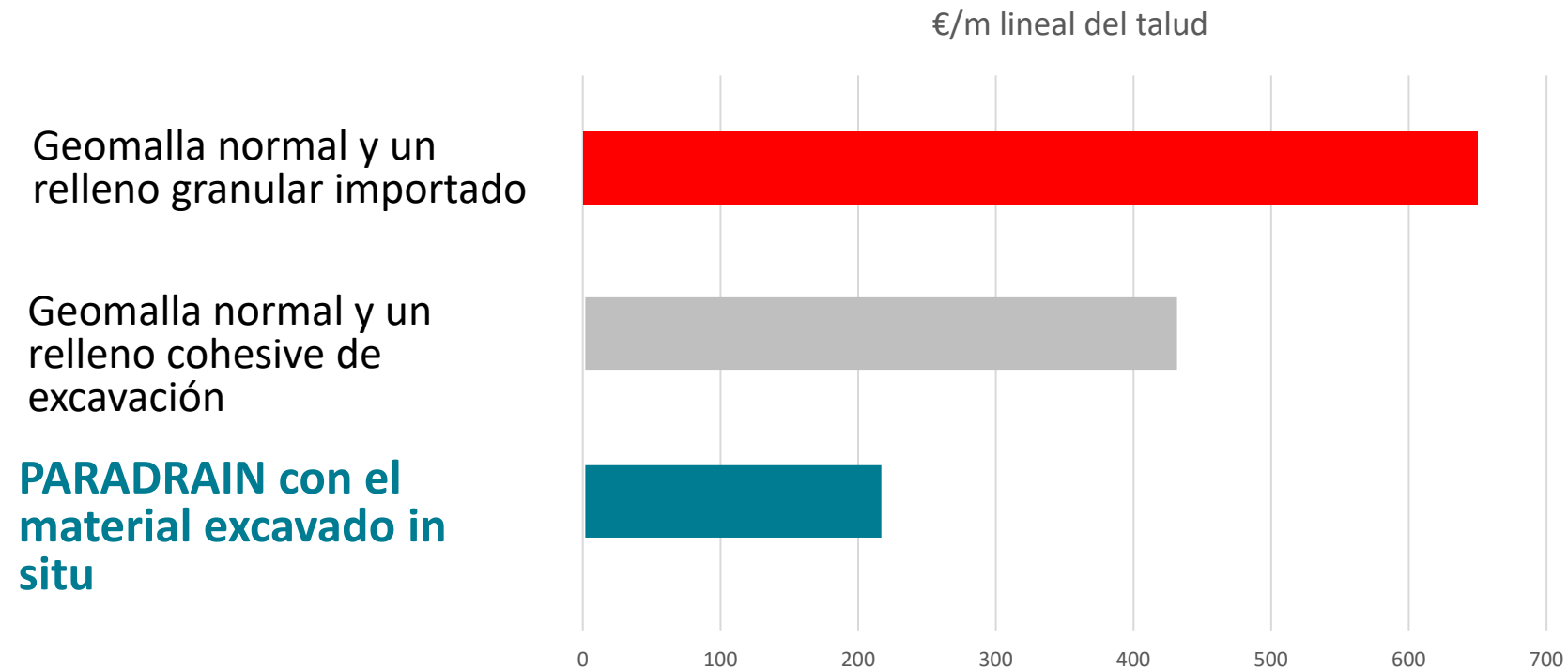
- No requiere extraer rellenos de alta calidad
- Producción nula de CO²
- Reduce la huella de carbono
- Evita el transporte del relleno al sitio
- Se evita la circulación de camiones pesados
- Acelera la construcción debido a las propiedades del refuerzo drenante
- Alta durabilidad

Conclusión

Aumentar la sostenibilidad de la construcción (Muro de 10m de altura)

40% de ahorro comparado con una geomalla normal empleando el material excavado

65% de ahorro comparado con una geomalla normal empleando el material granular





Gracias por su atención