

1.2.5. ANEJO N° 5

MUROS DE CONTENCIÓN

ÍNDICE

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>
II.	<u>MURO DE BLOQUES</u>
	1. INTRODUCCIÓN
	1.1. DESCRIPCIÓN DE MURO DE BLOQUES TW1
	2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
	2.1. MATERIALES DEL MACIZO DE SUELO REFORZADO
	2.2. MATERIALES DEL PARAMENTO DEL MURO
	2.3. MATERIALES DEL DRENAJE EN TRASDÓS DE MUROS
	3. DISEÑO Y CÁLCULOS DE LOS MUROS
	3.1. TEORÍA DE CÁLCULO
	3.2. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS MURO DE BLOQUES TW1
	4. PROCESO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS
	4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN
	4.1. CONTROL DE CALIDAD
III.	<u>MURO VERDE</u>
	1. INTRODUCCIÓN
	1.1. DESCRIPCIÓN DE MURO DE BLOQUES TW1
	2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
	2.1. MATERIALES DEL MACIZO DE SUELO REFORZADO
	2.2. MATERIALES DEL PARAMENTO DEL MURO
	2.3. MATERIALES DEL DRENAJE EN TRASDÓS DE MUROS
	3. DISEÑO Y CÁLCULOS DE LOS MUROS
	3.1. TEORÍA DE CÁLCULO
	3.2. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS MURO DE BLOQUES TW1
	4. PROCESO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS
	4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN
	4.1. CONTROL DE CALIDAD

I. INTRODUCCIÓN

Se proyectan, para distintos puntos de la traza del carril bici, una serie de estructuras de contención. Básicamente serán de dos tipos: muro de bloques, y muro verde.

En posteriores epígrafes de este anejo se detallarán las particularidades de cada uno de ellos.

La disposición de los mismos en planta, así como la tipología específica con la que se corresponden en cada punto, queda recogida en los oportunos planos de “PLANTA DE TRAZADO”. Si bien a continuación, y a modo de resumen, se establecerá una sinopsis de la casuística planteada.

Muro	Tipo de muro	Ángulo (°)	Long (m.)	Sobrecarga de tráfico (KN/m2)	Sobrecarga de talud (m.)	Altura máx. (m.)	Superf. (m2)
MURO VERDE	Sobre terreno estable con capacidad portante	70	250	-	-	3,75	939
MURO DE BLOQUES N°1	Sobre terreno estable con capacidad portante	86	250	-	-	1,65	427,50
MURO DE BLOQUES N°2	Sobre terreno estable con capacidad portante	86	150	-	-	1,90	299
MURO DE BLOQUES N°3	Sobre terreno estable con capacidad portante	86	200	-	-	3,445	702
MURO DE BLOQUES N°4	Sobre terreno estable con capacidad portante	86	250	-	-	0,82	215
MURO DE BLOQUES N°5	Sobre terreno estable con capacidad portante	86	50	-	-	1,35	70,05

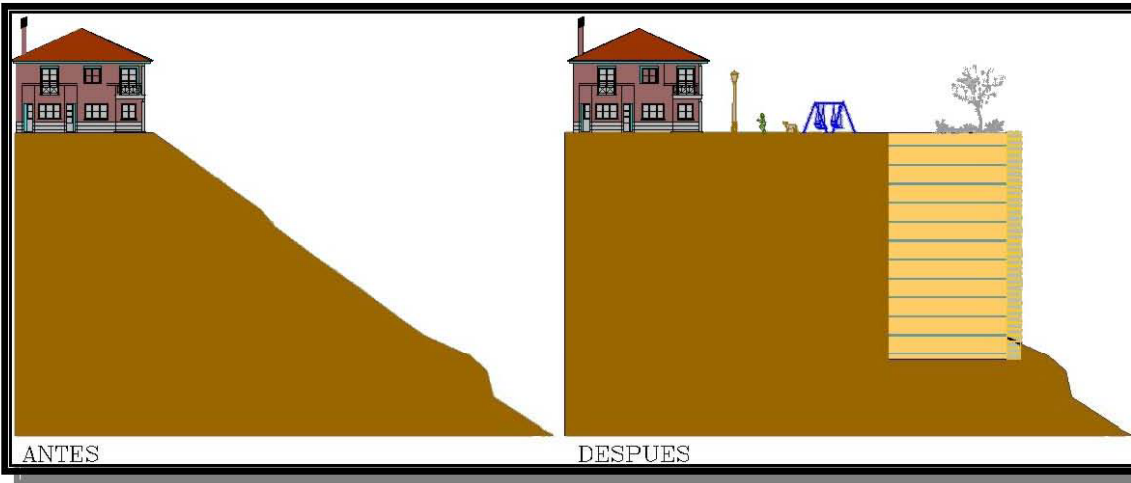
II. MURO DE BLOQUES

1. **INTRODUCCIÓN**

El presente documento describe el Muro de Bloques TW1 que se ejecutará en ESTEPONA.

El Muro de Bloques TW1 es una estructura de contención de tierras basada en el concepto de suelo reforzado con georredes.

Este sistema permite la construcción de estructuras de contención sin limitaciones de altura.



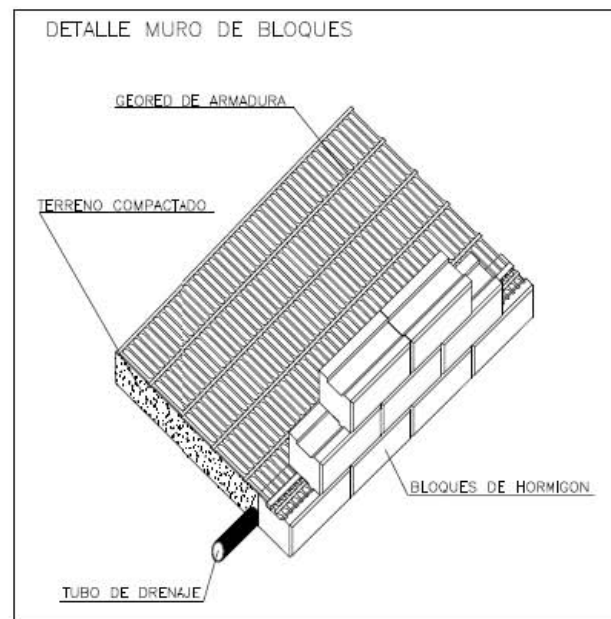
1.1. DESCRIPCIÓN MURO DE BLOQUES TW1

El sistema de MURO DE BLOQUES TW1 es una estructura de contención de tierras, consiste en un núcleo de suelo reforzado con georredes, y un paramento exterior vertical, constituido por bloques de hormigón.

El sistema consta de tres elementos básicos para su realización:

- Bloques del hormigón.
- Georred de refuerzo.
- Material de relleno.

Al igual que en los muros verdes, el funcionamiento de los muros de bloques se basa en el conjunto formado por el material de relleno compactado y su refuerzo mediante georredes. Los bloques de hormigón constituyen el paramento del muro, y no tienen ninguna función estructural, actuando simplemente como encofrado y como contención de finos.



2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

Tanto el sistema de Muro Verde como el sistema de Muro de Bloques TW1, consta de varios materiales acreditados para su ejecución.

Estos materiales pueden clasificarse según su función:

- 2.1. Materiales que constituyen el macizo de suelo reforzado.
- 2.2. Materiales para el paramento del muro.
- 2.3. Materiales para drenaje del muro.

2.1. MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL MACIZO DE SUELO REFORZADO

Los materiales a emplear para realizar el macizo de suelo reforzado son los siguientes:

– Tierras de relleno de muro:

Las características de este relleno serán:

- Cohesión ≥ 0 kg/cm²
- Ángulo de rozamiento interno residual $\geq 30^\circ$
- Densidad $\simeq 19$ KN/m³.
- Tamaño de las partículas ≤ 125 mm.
- Expansividad baja.

Estas tierras deberán ser compactadas hasta alcanzar un nivel del 98% Proctor Modificado.

Considerando que el trasdós no transmite empujes al muro.

– Georredes de refuerzo:

Los distintos tipos de georredes utilizadas para refuerzo de los muros son:

- Georred Tensar 40 RE
- Georred Tensar 80 RE
- Georred Tensar 120 RE

A continuación se indican las especificaciones técnicas que deben cumplir estas georredes así como su acreditación del BBA (British Board of Agreement) para su uso en estructuras de suelo reforzado.

Especificaciones del Modelo de Georred 40RE

SN/40RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 23.0 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 52,5 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 12,7 kN/m y 24,7 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

Especificaciones del Modelo de Georred 80RE

SN/80RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 38,5 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 88,0 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 23,7 kN/m y 45,2 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

Especificaciones del Modelo de Georred

120RE

SN/120RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 55,0 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 136,0 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 38,0 kN/m y 75,5 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

2.2. MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL PARAMENTO DEL MURO.

El paramento de los Muros de Bloques está constituido por los siguientes elementos:

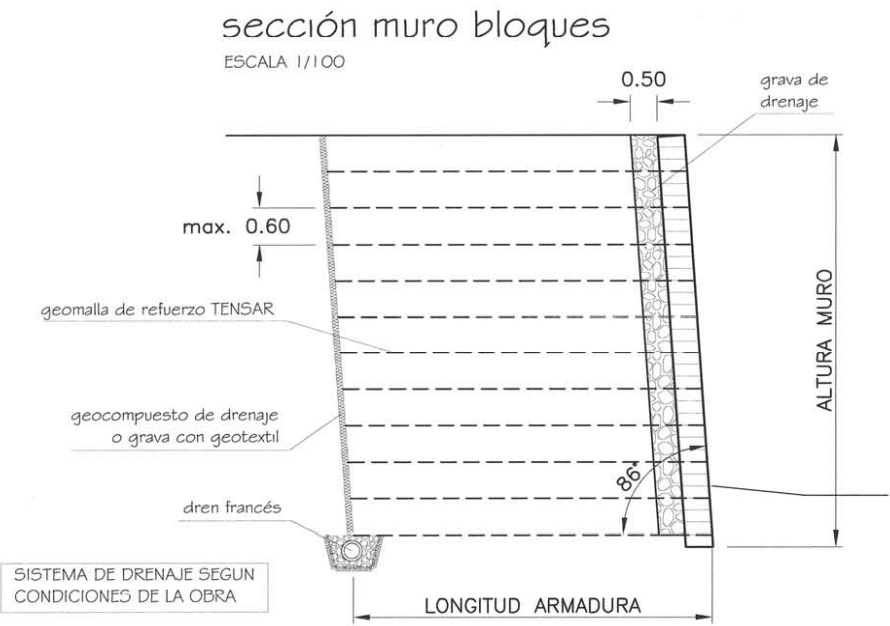
- Bloque de hormigón
- Elemento conexión.
- Tapa de remate.
- Grava junto al paramento.



2.3. MATERIALES PARA EL DRENAJE EN TRASDÓS DE MUROS.

El sistema de Muro Verde y Muro de Bloques TW1 precisa un sistema de drenaje en la superficie de contacto entre el material de relleno compactado y reforzado y el material dispuesto en el trasdós del muro.

El sistema de drenaje tipo consta de un geocompuesto (cuyas especificaciones se muestran a continuación) y un tubo-dren dispuesto longitudinalmente en la base del geocompuesto, que sirve para evacuar las aguas que el geocompuesto recoge.



Especificaciones de Producto
del Geocompuesto de Drenaje
Teradrain FDF300-T1
 FDF300-T1/01.01.00

Los geocompuestos **Teradrain** son unos sistemas constituidos por la asociación de una capa getextil compuesta (que puede comprender ella misma varias capas) y de mini-drenes perforados, con un diámetro exterior de 20 mm y espaciados regulares de 0,25 m, 0,50 m ó 2,00 m. El conjunto está integrado en un solo producto en rollo con una anchura de 4,00 m (o menos).

El geocompuesto de drenaje **Teradrain FDF300-T1** está compuesto de una capa de polipropileno no tejida de 300 gr/m², de dos filtros y de un mini-dren de 20 mm de diámetro colocado cada metro.

Características Mecánicas		Nominal
Resistencia a la Tracción (KN/ml)	SP	12
ISO 10319	ST	12
Deformación al esfuerzo	SP	80
de tracción máxima (%)	ST	80
ISO 10319		
Resistencia al punzonamiento (N)		3.000
CBR ISO 12236		
Características Hidráulicas		
Permeabilidad de la capa drenante (l/m ² .s)		120
NBN B 29001		
Apertura de filtración del filtro (µm)		100
Apertura de filtración del núcleo (µm)		280
NBN B 29001 tamizado en seco		
Transmisividad	Gradiente 0,005 (l/h)	45
(mini-drenes + geotextiles)	(subhorizontal)	
NFG 38018	Gradiente 1 (l/h)	990
(según informes de los estudios IRI&G&M)	(vertical)	
Características Descriptivas		
Espesor nominal bajo 2 Kpa (mm)		6
NF EN 964-1		
Peso de superficie (g/m ²)		700
NF EN 965		
Dimensiones del rollo		
Ancho (m)		4
Largo (m)		50
SP: sentido de producción		ST: sentido de través

3. DISEÑO Y CÁLCULO DE LOS MUROS

Los cálculos realizados en el diseño de los Muros tienen como finalidad definir la longitud y tipo de georred necesaria para garantizar la estabilidad de los muros.

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

- El suelo base sobre el que apoya el muro es un suelo competente, con suficiente capacidad portante para soportar el peso de la estructura de suelo reforzado y lo suficientemente estable para evitar inestabilidades globales. (se deberá eliminar durante la ejecución las capas de tierra vegetal y de material alterado que existan en la base del muro).
- Tanto el relleno del muros como el trasdós se realizará con material que posea como mínimo las siguientes características:
 - Cohesión ≥ 0 kg/cm²
 - Ángulo de rozamiento interno residual ≥ 30º
 - Densidad ≈19 KN/m³.
 - Tamaño de las partículas ≤ 125 mm.

El trasdós no transmite empujes al muro.
- No se ha considerado sobrecargas de tráfico.
- No se han considerado la existencia de niveles freáticos ni de acciones sísmicas.

El diseño de los Muros se ha realizado utilizando el método de cálculo Bautechnik del programa Winwall, acorde con la normativa alemana para el diseño de los Muros de Suelo Reforzado.

Realizando la serie de cálculos descrita a continuación, se define la longitud y tipo de refuerzo requerido para cumplir con los factores de seguridad y con los criterios de estabilidad de la estructura.

**3.1. Teoría empleada en el método de
diseño del Deutches Institut für
Bautechnik**
IB/WallBau/1.9.97

1. Introducción

Para poder incluir el uso de geosintéticos en los proyectos de autopistas en Alemania, los materiales deben tener un Certificado de Aprobación por el Deutches Institut für Bautechnik, Berlin (DIBt). Los métodos de diseño referidos en el Certificado DIBt n° Z-20.1-102 de Netlon para las georredes Tensor basan la estabilidad interna y externa de las estructuras de suelo reforzado en las correspondientes Normas DIN Alemanas.

Netlon Limited ha desarrollado el programa de ordenador Winwall para poder realizar diseños según el Método Bautechnik. Este boletín explica los principios de diseño y la teoría empleada en los módulos Bautechnik del programa.

2. Principios Generales

En el método de diseño Bautechnik no existe ninguna restricción sobre la inclinación de la cara de la estructura (α_w), pero el ángulo del trasdós (α_b) no debe exceder los 20° con respecto a la vertical. Las principales fuerzas que actúan sobre la estructura y las dimensiones geométricas referidas en otras partes del boletín son las mostradas en la Figura 1:

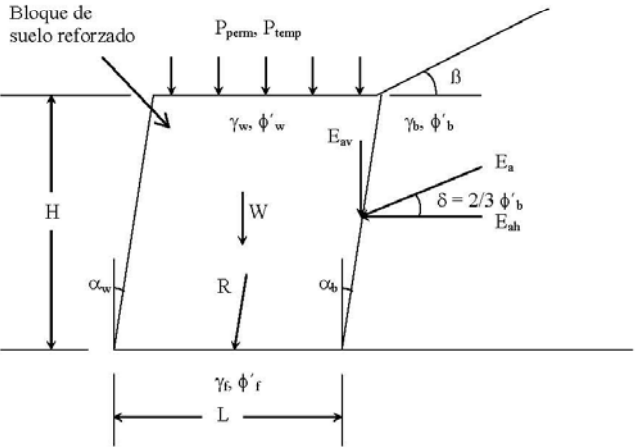


Figura 1

donde: L = longitud de la base del bloque de suelo reforzado.
 H = altura del bloque de suelo reforzado.
 P_{perm} = sobrecarga permanente.
 P_{temp} = sobrecarga temporal.
 R = resultante de fuerzas normales y cortantes.

W = peso del bloque de suelo reforzado.
E_a = fuerza activa resultante.
E_{ah} = componente horizontal de la fuerza activa.
E_{av} = componente vertical de la fuerza activa.
δ = ángulo de rozamiento del muro entre diferentes materiales.

Debido a las relativamente altas deformaciones que tienen lugar en las estructuras de suelo reforzado, se usan valores de estado crítico o de volumen constante para las propiedades resistentes del suelo (por ejemplo φ'_{cv}, c'_{cv}). La cohesión efectiva del relleno reforzado se toma normalmente cero, pero se permite un valor máximo de 5 kPa.

Las resistencias de diseño de las georredes se basa en la siguiente fórmula:

Carga admisible = $\frac{F_B}{A_1 \times A_2 \times \gamma}$ Ecuación 1

donde:
F_B = resistencia de la georred a corto plazo por metro de ancho.
A₁ = factor de reducción para resistencias a largo plazo y resistencia de los empalmes.
A₂ = factor de reducción por daños durante la instalación.
γ = factor de seguridad del material.

La tabla 1 indica los correspondientes valores de las resistencias y factores parciales para las **georredes Tensar RE** a partir del Certificado Número Z 20.1-102.

Georred	F _B /A ₁ (kN/m)	A ₂				γ
		6 mm	37,5 mm	75 mm	125 mm	
40 RE	20,70	1,00	1,07	1,25	1,48	1,75
55 RE	25,70	1,00	1,07	1,20	1,36	1,75
80RE	34,00	1,00	1,07	1,15	1,25	1,75
120 RE	48,70	1,00	1,00	1,06	1,12	1,75
160 RE	61,70	1,00	1,00	1,01	1,02	1,75

Tabla 1: Resistencias a corto plazo y factores parciales para las georredes Tensar RE

Debe apreciarse que el factor de reducción para resistencias a largo plazo y la resistencia de los empalmes (A₁) sólo puede determinarse siguiendo los cálculos de los ensayos de la resistencia límite de trabajo.

4. Estabilidad Externa

Las diferentes fuerzas que actúan sobre el bloque de suelo reforzado son los que se muestran en la Figura 1.

Para los cálculos a mano empleando la metodología Bautechnik las presiones externas sobre el bloque de suelo reforzado son calculadas empleando la ecuación de Coulomb con un ángulo de rozamiento de muro (δ) igual a dos tercios del ángulo de rozamiento del material del trasdós.

La componente horizontal de la fuerza activa (E_{ah}) viene dada por la ecuación:

E_{ah} = E_{agh} + E_{aph} = (0,5 x K_{ah} x γ x H²) + (K_{ah} x P x H) Ecuación 2

donde: $K_{ah} = \frac{\cos^2(\phi'_b + \alpha_b)}{\cos^2 \alpha_b \left[1 + \frac{\sin(\phi'_b + \delta) \cdot \sin(\phi'_b - \beta)}{\cos(\alpha_b - \delta) \cdot \cos(\alpha_b + \beta)} \right]^2}$ Ecuación 3

y:
P = fuerza por sobrecarga (temporal y permanente) en el trasdós del bloque de suelo reforzado.
E_{agh} = componente horizontal de la fuerza activa del suelo.
E_{aph} = componente horizontal de la fuerza activa por la sobrecarga en el trasdós del bloques de suelo reforzado.

La componente vertical de fuerza activa (E_{av}) viene dada por la ecuación:

E_{av} = E_{ah}.tan(δ-α_b) Ecuación 4

El programa Winwall adopta una aproximación mas rigurosa para el cálculo de las presiones activas del suelo. El análisis de las Cuñas Iterativas de Coulomb analiza la estabilidad de una serie de cuñas que parten del trasdós del bloque del suelo reforzado y mediante la resolución las distintas fuerzas que actúan sobre la cuña determina la máxima fuerza desestabilizante debida a la presión activa del suelo.

Deslizamiento

El cálculo para el deslizamiento se lleva a cabo según la DIN 1054.

El factor de seguridad contra un fallo por deslizamiento viene dado por:

$$F_s = \frac{\text{Fuerza Resistente}}{\text{Fuerza Deslizante}} = \frac{\mu(W + E_{av}) + \alpha_s c' L}{E_{ah}} \quad \text{Ecuación 5}$$

donde: μ = coeficiente de rozamiento = $\alpha_s \cdot \tan \phi'$
 α_s = coeficiente de interacción en el deslizamiento sobre la superficie de la georred

La fuerza resistente debería calcularse dos veces empleando las propiedades del suelo tanto para el relleno del muro como del suelo base. La menor de estas dos fuerzas es la empleada en la ecuación 5. Se toma como valor de α_s la unidad si no hay ninguna georred en los 10 primeros milímetros de la base de la estructura.

El factor de seguridad mínimo contra el deslizamiento es de 1,5.

Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se lleva a cabo según la DIN 4017. El método tiene la ventaja de tener en cuenta la inclinación de R incluyendo factores de inclinación en las ecuaciones estándar de Terzaghi.

La figura 2 muestra la distribución de fuerzas en el cálculo de la capacidad portante. La presión ejercida por la estructura actúa sobre una longitud de base efectiva L' de $L/2e$ donde la excentricidad es positiva, es decir, una distribución de presiones de Meyerhof. Sin embargo, si la excentricidad fuera negativa, se asume una presión uniforme sobre toda la base.

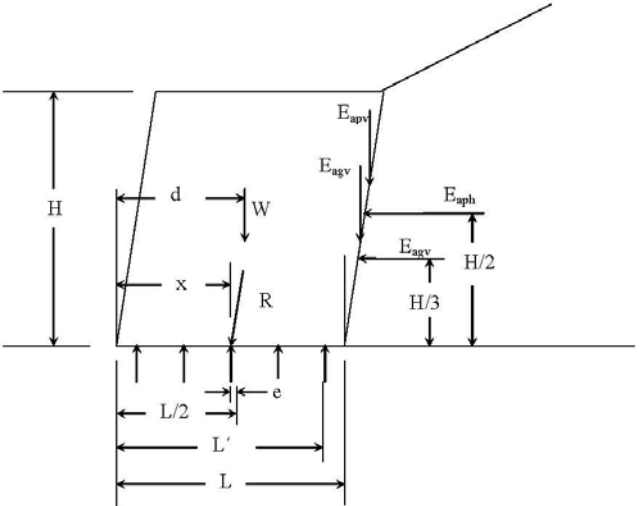


Figura 2

donde: E_{agv} = componente vertical de la fuerza activa del suelo.
 E_{apv} = componente vertical de la fuerza activa debida a la sobrecarga en el trasdós del bloque de suelo reforzado.

El momento al vuelco (sobre el pie) por la fuerza debida a presiones laterales del suelo en el trasdós del bloque de suelo reforzado, viene dado por la ecuación:

$$M_v = \left[E_{agh} \times \frac{H}{3} \right] + \left[E_{aph} \times \frac{H}{2} \right] - E_{agv} \left[L + \frac{H}{3} \tan \alpha_b \right] - E_{apv} \left[L + \frac{H}{2} \tan \alpha_b \right] \quad \text{Ecuación 6}$$

Nota: Cuando el relleno del trasdós tiene una cohesión efectiva, la Ecuación 6 debe modificarse para incluir nuevas componentes horizontales y verticales que consideren este aspecto.

En general, el peor caso para la capacidad portante se dará con una sobrecarga completa sobre el bloque de suelo reforzado (es decir, $P_{perm} + P_{temp}$) y el brazo de giro x de la fuerza resultante viene dado por:

$$x = \frac{Wd + [P_{perm} + P_{temp}] \left[H \tan \alpha_w + \frac{L}{2} \right] L - M_v}{W + [P_{perm} + P_{temp}] L + E_{agv} + E_{apv}} \quad \text{Ecuación 7}$$

y la excentricidad (e) de la fuerza resultante viene dado por la ecuación:

$$e = \frac{L}{2} x \quad \text{Ecuación 8}$$

Debe realizarse una comprobación para asegurar que la fuerza resultante actúa en el tercio medio de la longitud de la base (L).

La presión admisible última viene dada por la ecuación modificada de Terzaghi:

$$\sigma_r = c' \cdot N_c \cdot x_c + \gamma \cdot L' \cdot N_b \cdot x_b \quad \text{Ecuación 9}$$

donde:

$$x_b = \left[1 - \frac{h_b}{v_b + \frac{L' c'}{\tan \phi'}} \right]^3 \quad \text{Ecuación 10}$$

$$x_c = x_d - \frac{1 - x_d}{N_d - 1} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$x_d = \left[1 - \frac{0,7h_b}{v_b + \frac{L'c'}{\tan\phi'}} \right]^3 \quad \text{Ecuación 12}$$

donde:

h_b = carga horizontal de fallo = $2 E_{dh}$
 v_b = carga vertical de fallo = $2 (W + P + E_{av})$
 N_c, N_b = coeficientes de Terzaghi de la capacidad portante
 P = fuerza de sobrecarga en coronación del bloque de suelo reforzado
 W = peso del bloque de suelo reforzado

El factor de seguridad para la capacidad portante viene dado por:

$$f_s = \frac{\sigma_f L'}{\text{Carga aplicada}} \quad \text{Ecuación 13}$$

Según la DIN 4017 se requiere un mínimo factor de seguridad para la capacidad portante de 2,0.

Además para comprobar el caso descrito anteriormente, Winwall también examina la distribución de sobrecargas relacionadas con el máximo momento al vuelco. Para muros con paramentos inclinados, este caso puede llegar a ser crítico debido a la reducción en la longitud efectiva de la base de la estructura. La Figura 3 ilustra la distribución de las cargas para el caso del máximo momento al vuelco.

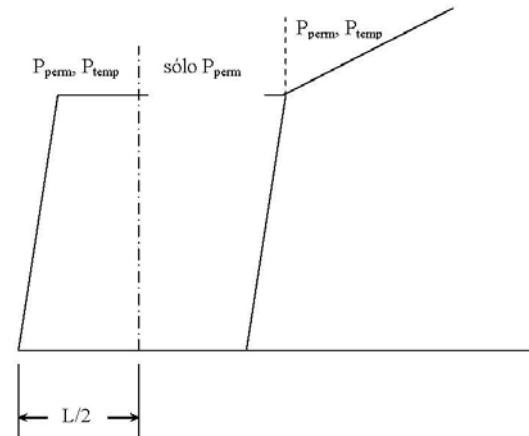


Figura 3

4. Estabilidad Interna

Para determinar la estabilidad interna de la estructura se examinan una serie de cuñas. Las cuñas parten de la cara del muro y atraviesan el bloque de suelo reforzado hasta su trasdós (Figura 4).

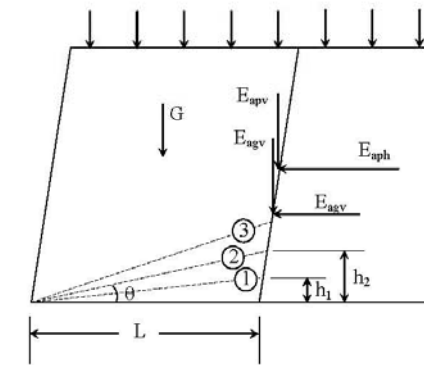


Figura 4

La presión activa por encima del punto donde la cuña mas baja corta al trasdós del bloque de suelo reforzado se añade a la fuerza desestabilizante debida a la masa del bloque y cualquier carga externa para dar la fuerza desestabilizante total. Para los cálculos de la estabilidad interna, el valor de δ se toma igual a ϕ'_b .

Por lo tanto la fuerza desestabilizante sobre cualquier cuña viene dada por:

$$Z = (G + P_{perm} + P_{temp} + E_{agv} + E_{agh}).\tan(\beta - \phi'_w) + E_{agh} + E_{aph} - c'L \quad \text{Ecuación 14}$$

donde:

G = peso del bloque de suelo reforzado en la doble cuña

El refuerzo se introduce para cortar cada cuña donde Z es mayor de cero. Las resistencias de diseño para las georredes Tensor SR se especifican en el Certificado DIBt y para las georredes similares fabricadas empleando el mismo proceso, la resistencia de diseño se obtiene empleando el mismo procedimiento descrito en la Sección 2.

Debe comprobarse la carga disponible en cada capa de refuerzo por detrás de la cuña. La carga de anclaje aceptable (T_{ai}) en la georred i viene dada por la ecuación:

$$T_{ai} = \frac{2L_{ip} \alpha_p \tan\phi'_w (\gamma_w h_i + P_{perm})}{F_s} \quad \text{Ecuación 15}$$

donde:

L_{ip} = longitud de anclaje de la georred por detrás de la línea de corte con la cuña

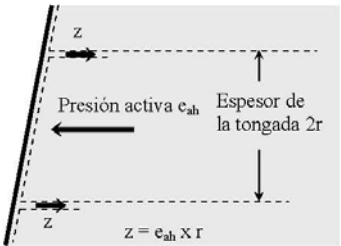
α_p = coeficiente de interacción para el arrancamiento de la georred.
 h_i = altura hasta la superficie por encima de la georred i
 $F_s = 2,0$

Si T_{ai} excede la resistencia de diseño de la georred , entonces la resistencia de diseño mas que la carga de anclaje es la fuerza equilibrante máxima que puede incluirse en los cálculos.

Esta comprobación de la estabilidad interna es llevada a cabo en Winwall en la base de la estructura, al nivel de la georred inferior y donde se produce un cambio por separación entre georredes o por aparición de un nuevo tipo de refuerzo. Las comprobaciones se realizan igualmente por encima de cualquier línea freática interna o externa. Cada una de las dobles cuñas en las diferentes alturas son analizadas a intervalos de 3° y en cada caso el programa compara la fuerza desequilibrante (Z) con la fuerza equilibrante R proporcionada por el refuerzo. Para satisfacer la estabilidad interna, R debe ser mayor que Z .

Estabilidad en el Paramento

Para estructuras con georredes en la cara del muro, debe realizarse una comprobación para asegurar que la presión activa en la cara no supera la resistencia de diseño de la georred (o la resistencia de anclaje (T_{ai}) si no se emplea un elemento de anclaje). Este concepto se ilustra en la Figura 5.



Nota: e_{ah} = presión activa en la cara de la estructura

Figura 5

La fuerza a la que está sometida la georred en el paramento se calcula como una fuerza activa en la mitad del espesor de la capa tomando como la máxima presión activa en el paramento la situada a dos tercios de la altura de muro. En todos estos cálculos se toma δ igual a cero.

La información recogida en este documento de naturaleza ilustrativa y se suministra de forma gratuita. No forma parte de ningún contrato ni pretende establecer ninguno con el cliente. La determinación final de la utilidad de cualquier información o material para el uso contemplado y la forma de su empleo es responsabilidad única del usuario y éste debe asumir todos los riesgos y obligaciones en relación a ello.

3.2. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS MURO DE BLOQUES TW1

CAMPUS EMPRESARIAL ARBEA	Página: 1 de 8
Carretera Fuencarral – Alcobendas km. 3.8 Edificio 6	Fecha 2 Ene 2009
28108 alcobendas (Madrid)	Referencia
Espana	
Tel: +3491 6623312/4 Fax: +3491 6624231 e-mail: teconma@teconma.es	

Sugerencias de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar
Cliente:

Proyecto:

MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA

Objetivo:
MURO BLOQUES TW1 H=3.45 metros

Los cálculos según:

Institut für Bautechnik method

Los cálculos han sido llevados a cabo por la versión 8.100 del programa WinWall.
Los detalles de la base teórica empleada en este programa estan disponibles, previo pedido, en:
Tensar International Limited, New Wellington Street, Blackburn BB2 4PJ, Inglaterra.
Teléfono +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail design@tensar.co.uk.

Este documento contiene una sugerencia de diseño preparada por , sobre una base confidencial, para poder evaluar la aplicación de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño es meramente ilustrativa y no es ningún diseño detallado.

La Sugerencia de Diseño es específica para las características únicas de las georredes **Tensar**, de las que se hace referencia en los cálculos.

Los derechos de la Sugerencia de Diseño pertenecen a Tensar International Limited. No pueden ser reproducidos en su totalidad ni en parte sin el previo permiso escrito de Tensar International. No debe ser divulgado sin otro propósito que la aplicación comercial para el uso de las georredes **Tensar**.

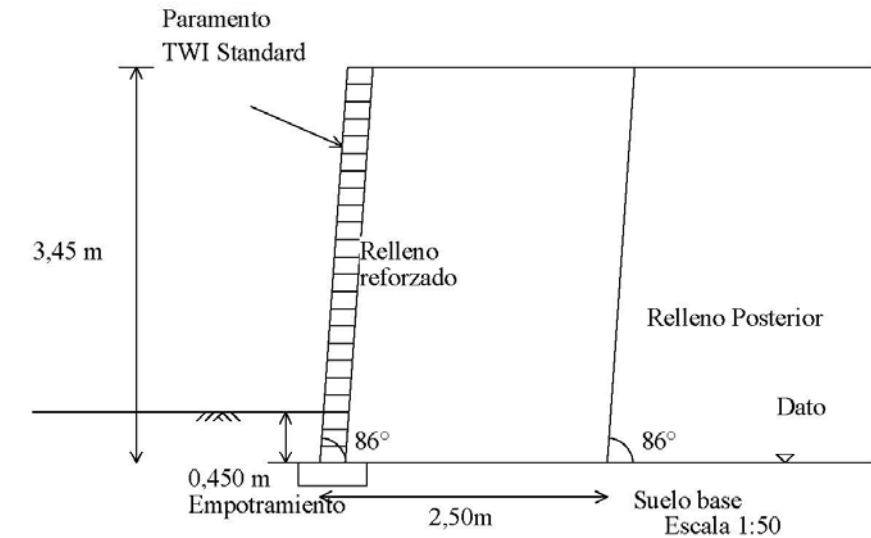
La Sugerencia de Diseño no forma parte ni total ni parcialmente de un contrato. El establecer su conveniencia para cualquier proyecto es responsabilidad única del usuario y sus asesores profesionales. Ni ni Tensar International Limited Limited son responsables de ninguna aplicación de las Sugerencias de Diseño que no sea en conjunción con la venta de las georredes **Tensar**.

Tensar y Netlon son marcas registradas.
© Tensar International Limited.

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página 2 de 8
MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Fecha 2 Ene 2009
	Referencia

Entrada de datos

Geometría y detalles del paramento



Propiedades del suelo

Tipo de suelo	c'	ϕ'_{cv}	Densidad
	(kN/m ²)	(grados)	(kN/m ³)
Relleno reforzado	0,00	30,00	19,00
Relleno posterior	0,00	30,00	19,00
Base	0,00	30,00	19,00

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Página 3 de 8 Fecha 2 Ene 2009 Referencia
--	---

Características del refuerzo - Design Temperature = 20°C

Grid strengths are for a design life of up to 120 years

Tipo de georred Tensar	Resistencia límite a la rotura F_B/A_1 (kN/m)	Factor de instalación y compactación A_2	Factor de seguridad de cálculo γ	Carga permanente admisible a 20°C Perm F (kN/m)
40RE	21,30	1,48	1,75	8,22

Los factores de interacción son:

Para el arranque	1,000
Para el deslizamiento	0,800

Disposición del refuerzo

Georred Tensar	Número de georredes	Altura inicial por encima de 'dato' (m)	con espaciamiento de (m)	Altura final por encima de 'dato' (m)
40RE	5	0,750	0,600	3,150
40RE	1	0,150	-	-

La cobertura horizontal de las georredes es del 100,000%
Hay un total de 6 capas del principal refuerzo Tensar

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Página 4 de 8 Fecha 2 Ene 2009 Referencia
--	---

Coordenadas de las Georredes

Georred Tensar	Altura por encima de 'dato' (m)	Terminación izquierda (m)	Terminación derecha (m)	Longitud (m)
40RE	0,150	0,010	2,510	2,500
40RE	0,750	0,052	2,552	2,500
40RE	1,350	0,094	2,594	2,500
40RE	1,950	0,136	2,636	2,500
40RE	2,550	0,178	2,678	2,500
40RE	3,150	0,220	2,720	2,500

RESULTADOS

Comprobación de la estabilidad externa

Todos los cálculos corresponden a 1 metro lineal de estructura con el ancho del macizo de suelo reforzado = 2,500m en su base.

Cálculo de Fuerzas y Momentos

Las fuerzas activas por detrás del macizo de suelo reforzado son calculadas por cuñas iterativas de Coulomb (DIN 4085), resultando:

Carga vertical : 8,4kN/m; Carga horizontal : 29,3kN/m.

Esto da un momento de vuelco sobre el centro de la base de 22,5kNm/m.

El peso total del muro de suelo reforzado es 163,9kN; Su momento de vuelco sobre el centro de su base es -19,8kNm

Comprobación de la Resistencia al Deslizamiento

La resistencia al deslizamiento es de 99,5kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 3,392; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

The critical case for sliding is for active pressure on a block which is wider at the base than the reinforced soil block.

The width of the base of the block is 2,717 m, and the angle of the back of the block is 89,6°.

La resistencia al deslizamiento es de 105,2kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 3,353; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

Comprobación de la Capacidad Portante

La resultante actúa con una excentricidad de 0,016 m; ésta entra dentro del tercio medio y es aceptable.

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	5 de 8
MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Los coeficientes de la capacidad portante (DIN 4017) son los siguientes:
 $N_c = 30,14$ $N_d = 18,40$ $N_b = 10,05$

x_b es 0,571; esto supone una presión admisible final de 269,2kN/sq.m. sobre una longitud efectiva de 2,468m, dando una carga final de 664,3kN. Con una fuerza vertical total de 172,3kN, esta supone un factor de seguridad de la capacidad portante de 3,856. Es >2,0 y aceptable (DIN 4017).

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	6 de 8
MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Comprobación de la estabilidad interna
 Cálculo de cuñas con inicio en la cara del muro a nivel = 0,000m

Angulo de la cuña (grados)	Fuerza Requerida para el equilibrio Z (kN/m)	Fuerza Proporcionada por las georredes R (kN/m)	Coordenadas del Final de la Cuña		Estabilidad de la Cuña
			x(m)	y(m)	
0	-75,1	0,0	2,500	0,000	OK
3	-63,0	0,0	2,509	0,132	OK
6	-52,0	8,2	2,519	0,265	OK
9	-42,0	8,2	2,528	0,400	OK
12	-32,8	8,2	2,538	0,539	OK
15	-24,4	8,2	2,548	0,683	OK
18	-16,6	15,5	2,558	0,831	OK
21	-9,5	16,4	2,569	0,986	OK
24	-2,9	16,4	2,580	1,149	OK
27	3,1	16,4	2,592	1,321	OK
30	8,6	22,3	2,605	1,504	OK
33	13,6	24,7	2,619	1,701	OK
36	18,1	24,7	2,634	1,914	OK
39	22,1	28,4	2,650	2,146	OK
42	25,5	32,4	2,668	2,402	OK
45	28,3	34,2	2,688	2,688	OK
48	30,5	36,7	2,711	3,010	OK
51	32,1	39,5	2,736	3,379	OK
54	33,1	42,5	2,507	3,450	OK
57	33,4	43,3	2,240	3,450	OK
60	33,1	44,1	1,992	3,450	OK
63	32,3	44,8	1,758	3,450	OK
66	30,8	45,5	1,536	3,450	OK
69	28,7	46,1	1,324	3,450	OK
72	26,0	46,7	1,121	3,450	OK
75	22,4	47,3	0,924	3,450	OK
78	17,9	47,9	0,733	3,450	OK
81	12,4	48,4	0,546	3,450	OK
84	5,5	49,0	0,363	3,450	OK

El ángulo de la cuña más inclinada que no corta ninguna georred es 3,419°
 El factor de seguridad contra el deslizamiento en esta cuña es 2,806

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	7 de 8
MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Comprobación de la estabilidad interna

Cálculo de cuñas con inicio en la cara del muro a nivel = 0,150m

Angulo de la cuña (grados)	Fuerza Requerida para el equilibrio Z (kN/m)	Fuerza Proporcionada por las georredes R (kN/m)	Coordenadas del Final de la Cuña		Estabilidad de la Cuña
			x(m)	y(m)	
0	-72,6	0,0	2,510	0,150	OK
3	-61,0	0,0	2,520	0,282	OK
6	-50,5	0,0	2,529	0,415	OK
9	-40,9	0,0	2,538	0,550	OK
12	-32,1	0,0	2,548	0,689	OK
15	-24,1	8,2	2,558	0,833	OK
18	-16,6	8,2	2,569	0,981	OK
21	-9,8	8,2	2,579	1,136	OK
24	-3,6	8,2	2,591	1,299	OK
27	2,1	13,5	2,603	1,471	OK
30	7,4	16,4	2,616	1,654	OK
33	12,1	16,4	2,629	1,851	OK
36	16,3	18,9	2,644	2,064	OK
39	20,0	23,1	2,661	2,296	OK
42	23,2	24,7	2,678	2,552	OK
45	25,9	27,3	2,698	2,838	OK
48	27,9	29,7	2,721	3,160	OK
51	29,4	32,7	2,683	3,450	OK
54	30,2	34,6	2,408	3,450	OK
57	30,5	35,4	2,154	3,450	OK
60	30,3	36,1	1,916	3,450	OK
63	29,5	36,8	1,692	3,450	OK
66	28,2	37,4	1,480	3,450	OK
69	26,3	38,0	1,277	3,450	OK
72	23,8	38,6	1,083	3,450	OK
75	20,5	39,2	0,895	3,450	OK
78	16,4	39,7	0,712	3,450	OK
81	11,3	40,2	0,533	3,450	OK
84	5,0	40,8	0,357	3,450	OK

El ángulo de la cuña más inclinada que no corta ninguna georred es 13,281°

El factor de seguridad contra el deslizamiento en esta cuña es 1,622

El factor de seguridad contra el deslizamiento en la georred a esta altura es 2,831



Sugerencias de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar

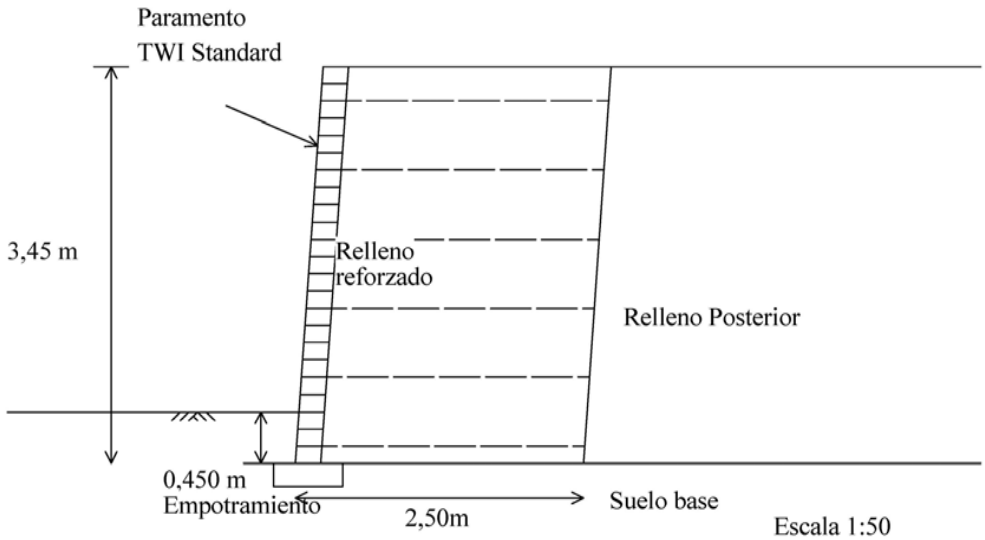
Tensar
international

CAMPUS EMPRESARIAL ARBEA
Carretera Fuencarral – Alcobendas km. 3.8 Edificio 6
28108 alcobendas (Madrid)
Espana

Tel : +3491 6623312/4
Fax : +3491 6624231
Email : teconma@teconma.es

Tipo de suelo	c' (kN/m²)	φ _{ev} ' (grad)	γ (kN/m³)
Relleno reforzado	0	30	19
Relleno posterior	0	30	19
Base	0	30	19

Leyenda / Cantidades	
Georredes tipo	Cantidad/m
6 capas Tensar 40RE	15,0 m²



Calculations in accordance with: Institut für Bautechnik method

Las consideraciones adecuadas en relación al drenaje de la estructura superior deben ser especificadas por el proyectista.
Para mas detalles en relación a este diseño, por favor contacte con

Este documento contiene una sugerencia de diseño preparada por , sobre una base confidencial, para poder evaluar la aplicación de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño es meramente ilustrativa y no es ningún diseño detallado. La Sugerencia de Diseño es específica para las características únicas de las georredes **Tensar**, de las que se hace referencia en los cálculos. Los derechos de la Sugerencia de Diseño pertenecen a . No pueden ser reproducidos en su totalidad ni en parte sin el previo permiso escrito de . No debe ser divulgado sin otro propósito que la aplicación comercial para el uso de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño no forma parte ni total ni parcialmente de un contrato. El establecer su conveniencia para cualquier proyecto es responsabilidad única del usuario y sus asesores profesionales. Ni ni Tensar International Limited son responsables de ninguna aplicación de las Sugerencias de Diseño que no sea en conjunción con la venta de las georredes **Tensar**. **Tensar** y **Netlon** son marcas registradas.

WinWall Version 8.100 © Tensar International Limited

Client :

Proyecto: MURO BLOQUES TW1 EN ESTEPONA

Objetivo:
MURO BLOQUES TW1 H=3,45 metros

Diseño realizado por :

Fecha : 2 Ene 2009

Referencia :

Página 8 de 8

4. PROCESO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN

Inicialmente, se realiza el cajeadado necesario para ejecutar el arranque del muro y se dispone en el trasdós del muro el sistema de drenaje elegido.

Se procede después a la nivelación de la capa de base.. Sobre esta base nivelada, se extiende la capa de armadura uniaxial a lo largo de toda la longitud del muro y con un ancho determinado por los cálculos inherentes al sistema.

A continuación, y encima de la armadura, se colocan los mallazos de sujeción o bloques de hormigón, unidos a la georredes de armadura.

Posteriormente se procede a rellenar el trasdós del muro. Tras la compactación de la capa por medios mecánicos, se comprueba la compactación resultante (mínimo 98% del Proctor modificado). Seguidamente se coloca una nueva capa de armadura, mallazo o bloques, etc..., y así sucesivamente hasta alcanzar la altura establecida.

Una vez finalizada la construcción del muro, para el caso del muro verde, se realiza la plantación y se coloca el sistema de riego, quedando así terminado y con la vegetación establecida.

4.2. CONTROL DE CALIDAD

Los puntos de inspección para el control de calidad de los Muros son:

- Ejecución conforme al diseño definido en los planos (longitud y tipos de georred correctos).
- Materiales utilizados acordes con las especificaciones técnicas dadas de cada uno de los productos (georredes, mallazos...)
- Material de relleno del muro acorde con sus especificaciones.
- Material de apoyo para el muro acorde con las especificaciones dadas (ver Justificación geotécnica)
- Nivel de compactación mínimo alcanzado en el material de relleno del muro del 98% Proctor Modificado.

III. MURO VERDE

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento describe los Muros Verdes que se ejecutarán en la obra de ESTEPONA.

El Muro Verde es una estructura de contención de tierras basada en el concepto de suelo reforzado con georredes.

Estos sistemas permiten la construcción de estructuras de contención con inclinaciones variables y sin limitaciones de altura.

1.1 DESCRIPCIÓN MURO VERDE

El sistema de MURO VERDE es una estructura de contención de tierras, consiste en un núcleo de suelo reforzado con georredes, y un paramento exterior visto, inclinado respecto a la horizontal, que es totalmente vegetalizable.

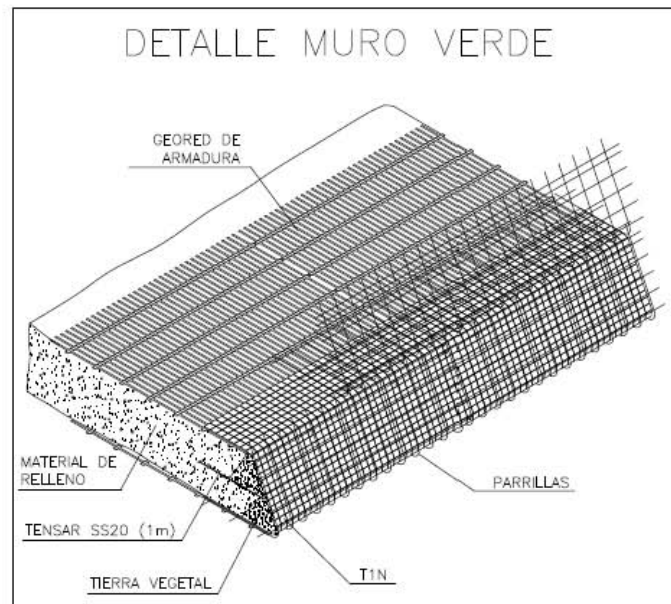
Se construye mediante repetición de tongadas o capas horizontales, donde se sitúan los distintos elementos que lo componen. El resultado final es un muro con su parte frontal totalmente vegetalizada e integrado completamente en el paisaje.

Las ventajas que presenta son múltiples:

- Gran belleza estética por su terminación vegetal
- Estructura mas económica que el resto de sistemas
- Sistema flexible capaz de absorber asientos
- Sin limitación de altura
- Sin necesidad de encofrado exterior móvil
- Paramento especial que favorece un rápido crecimiento de la vegetación

El sistema consta de varios elementos básicos para su realización:

- Georred de refuerzo.
- Mallazo de sujeción.
- Geomalla de vegetación.
- Material de relleno.
- Cobertura vegetal.



El funcionamiento de las estructuras de suelo reforzado se basa en el conjunto formado por el material de relleno compactado y su refuerzo mediante georredes. La longitud y tipo de las georredes se definen por medio de los cálculos.

El mallazo de sujeción y la geomalla de vegetación constituyen el paramento del muro, y no tienen ninguna función estructural, actuando simplemente como encofrado perdido y como contención de finos.

Con la realización de una plantación o hidrosiembra final sobre el paramento se consigue un acabado vegetal del sistema.

2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

El Muro Verde como el sistema de Muro de Bloques TW1, consta de varios materiales acreditados para su ejecución.

Estos materiales pueden clasificarse según su función:

- 2.1. Materiales que constituyen el macizo de suelo reforzado.
- 2.2. Materiales para el paramento del muro.
- 2.3. Materiales para drenaje del muro.

2.1. MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL MACIZO DE SUELO REFORZADO

Los materiales a emplear para realizar el macizo de suelo reforzado son los siguientes:

– Tierras de relleno de muro:

Las características de este relleno serán:

- Cohesión $\geq 0 \text{ kg/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno residual $\geq 32^\circ$
- Densidad $\approx 22 \text{ KN/m}^3$.
- Tamaño de las partículas $\leq 125 \text{ mm}$.
- Expansividad baja.

Estas tierras deberán ser compactadas hasta alcanzar un nivel del 98% Proctor Modificado.

– Georredes de refuerzo:

Los distintos tipos de georredes utilizadas para refuerzo de los muros son:

- Georred Tensar 40 RE
- Georred Tensar 80 RE
- Georred Tensar 120 RE
- Georred Tensar SS20

A continuación se indican las especificaciones técnicas que deben cumplir estas georredes así como su acreditación del BBA (British Board of Agreement) para su uso en estructuras de suelo reforzado.

Especificaciones del Modelo de Georred 40RE

SN/40RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 23.0 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 52,5 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 12,7 kN/m y 24,7 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

Especificaciones del Modelo de Georred 80RE

SN/80RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 38.5 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 88,0 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 23,7 kN/m y 45,2 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

Especificaciones del Modelo de Georred

120RE

SN/120RE-10°C/7.10.97

1. El elemento de refuerzo debe ser una georred fabricada según los requisitos de Aseguramiento de Calidad ISO 9002 –1987 (EN 29002/BS 5750, Parte 2, 1987). Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencias de que el Aseguramiento de Calidad del Sistema del fabricante ha sido certificado en conformidad con la ISO 9002 (EN 29002/BS 5750) por una autoridad competente y externa aprobada por el Ministerio de Industria.
2. El elemento de refuerzo deberá ser una georred fabricada a partir de láminas de polietileno de alta densidad, orientado en una dirección de forma que las nerviaduras resultantes deberán tener un alto grado de orientación molecular que continúe a través de la línea transversal.
3. La resistencia a la tracción límite a la rotura, para una vida de diseño de 120 años, deberá ser de 55.0 kN/m a una temperatura de 10°. Esta deberá determinarse mediante técnicas estándar de extrapolación de datos a la rotura obtenidos según la BS 6906 Parte 5.
4. Los ensayos de rotura en tiempo real sobre la georred o versiones anteriores, empleando la misma base polimérica y método de fabricación, deberán llevarse a cabo en un periodo no inferior del 10% de la vida de diseño. Si los ensayos a la rotura se han realizado en periodos inferiores entonces la resistencia debería ser factorizada según el Anexo A.3.3.3 de la BS8006.
5. La georred deberá tener un factor parcial apropiado para la instalación en obra y por daños en la construcción, determinado por la distribución del tamaño de partículas del relleno reforzado y según los valores empleados en el diseño. Este factor deberá estar basado en ensayos a escala completa realizados según la BS8006 Anexo D y supervisada por una Autoridad independiente. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá proporcionar evidencia documentada de los ensayos para este y cualquier otro factor parcial que se considere en el diseño.
6. La Resistencia de Control de Calidad (expresada con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 - 1988 (BS 2846 Parte 2 1981)) deberá ser 136,0 kN/m con una deformación límite aproximada del 11,5% en esa carga cuando se ensaya según la ISO 10319.

Además, normalmente la carga al 2% y al 5% de deformación deberá ser 38,0 kN/m y 75,5 kN/m respectivamente.
7. La resistencia de las intersecciones de las nerviaduras longitudinales con las líneas transversales no deben ser inferiores al 100% de la Resistencia de Control de Calidad, tal y como determina el Método de Ensayo GG2-87 del Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U.
8. El ancho mínimo del rollo de georred deberá ser de 1,3 m.
9. Cualquier junta de la longitud del rollo de refuerzo deberá poder soportar un 90% más de la Resistencia de Control de Calidad cuando se ensaye según la ISO 10321. Si fuese requerido por la Dirección Facultativa, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes para demostrar esto.
10. La georred debe ser inerte frente a cualquier compuesto químico que se encuentre de forma natural en suelo y no debe tener solventes a temperatura ambiente. No debe ser susceptible de hidrólisis, debe ser resistente a soluciones acuosas salinas, ácidas y alcalinas, no debe ser biodegradable y debe contener un mínimo de un 2% de carbono negro finamente dividido, tal y como se determina en la BS 2782 Parte 4, Método 452B 1993, para impedir el ataque por los rayos ultravioletas.

Especificaciones del Producto de la Georred SS20

TN/SS20/8.5.96

Aseguramiento de Calidad:

Tensar SS20 está fabricada según los procedimientos de aseguramiento de calidad que vienen certificados por el Sistema del Departamento Británico de Normativas para el Registro de Firmas con Calidad Asegurada – BS EN ISO 9002..1994 Certificados FM22066 QO5288.

Dimensiones del Rollo:

Ancho (m): 4 Largo (m): 50 Diámetro aprox. (m): 0,33 Peso aprox. (kg): 40

Propiedades Físicas

Apertura de las celdas (mm): 39 x 39 Peso Unitario (kg/m²): 0,20 Color: Negro

La resistencia típica de los nódulos entre las nerviaduras longitudinal y transversal, tal y como determina el Instituto de Investigación de Geosintéticos de la Universidad de Drexel, E.E.U.U., mediante el método de ensayo GG2-87, es un 90% de la Resistencia de Control de Calidad tanto en dirección transversal como longitudinal.

Características de Resistencia a la Tracción ⁽¹⁾

	Transv.	Longit.
Resistencia de Control de Calidad (kN/m)	20,0	20,0
Deformación Límite Aproximada (%)	11	11
Carga para un 2% de deformación (kN/m)	7	7
Carga para un 5% de deformación (kN/m)	14	14

⁽¹⁾ Determinado según la ISO 10319 y con un límite mínimo de confianza de un 95% según la ISO 2602 1980 (BS 2846 Parte 2 1981)

Características del Polímero:

Estabilidad frente a la luz ultravioleta (u.v.) – Tensar SS20 se fabrica a partir de polipropileno y la protección a largo plazo frente al ataque de la luz ultravioleta viene dada mediante la incorporación de una óptima cantidad de carbono negro finamente dividido tal y como determina la BS 2782 Parte 4 Método 452 B 1993.

Cualquier muestra de georred expuesta a la luz del sol conserva mas del 90% de su Resistencia de Control de Calidad durante un tiempo superior a los 15 años.

Resistencia Química – El polipropileno es inerte a cualquier elemento químico que pueda encontrarse en el suelo. No es susceptible de hidrólisis y es resistente al ataque de soluciones acuosas salinas, ácidas y/o alcalinas. No tiene disolventes a temperatura ambiente. Si se desea mas información sobre el efecto de elementos químicos concretos, ésta se puede facilitar previo pedido.

Resistencia Biológica – El polipropileno no es ningún nutriente de microorganismos y por lo tanto no se ve afectado por ellos.

Rango de la temperatura de servicio – El máximo rango de la temperatura de servicio de este producto está entre -50°C y +80°C.

2.2. MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL PARAMENTO DEL MURO.

Los materiales a emplear para realizar el paramento del Muro Verde son los siguientes:

- Geomalla de vegetación T1N
- Mallazo de acero.

Especificación de Producto de Geomalla de Vegetación T1N

ET/R-T1N/8.10.01

La malla T1N es un producto fabricado con polietileno para su uso como geomalla de vegetación en el Sistema de Muro Verde de Tecomma.

Propiedades Físicas

	METODO	UNIDADES	VALORES
Densidad urdimbre	ISO – 7211	Hilos / m	500
Densidad trama	ISO – 7211	Hilos / m	600
Deniers urdimbre	NIR – 3003	Deniers	600
Deniers trama	NIR - 3003	Deniers	950
Peso	ISO - 3801	gr / m ²	100
Resistencia urdimbre	ISO – 1421	kg / 50 mm	54
Resistencia trama	ISO – 1421	kg / 50 mm	145
Alargamiento a la rotura urdimbre	ISO – 1421	%	25
Alargamiento a la rotura trama	ISO – 1421	%	19
Sombreo	-	%	80
Estabilización	ASTM G-53	Kly	600
Tipo de orillo (sulzer)	NIR - 4004	mm	15

Presentación

Diámetro del rollo	0,26 m
Ancho del rollo	1,5 m
Longitud del rollo	100 m
Diámetro del mandril	0,1 m
Color	Negro

Refuerzos de 3 cm en los extremos, intercalando 1 cm de refuerzo cada 50 cm de tejido, en el centro de la tela refuerzo de 6 cm. Densidad 300 hilos/m.

Embalaje

Según hoja de embalaje FE – 203 Y FE - 206.

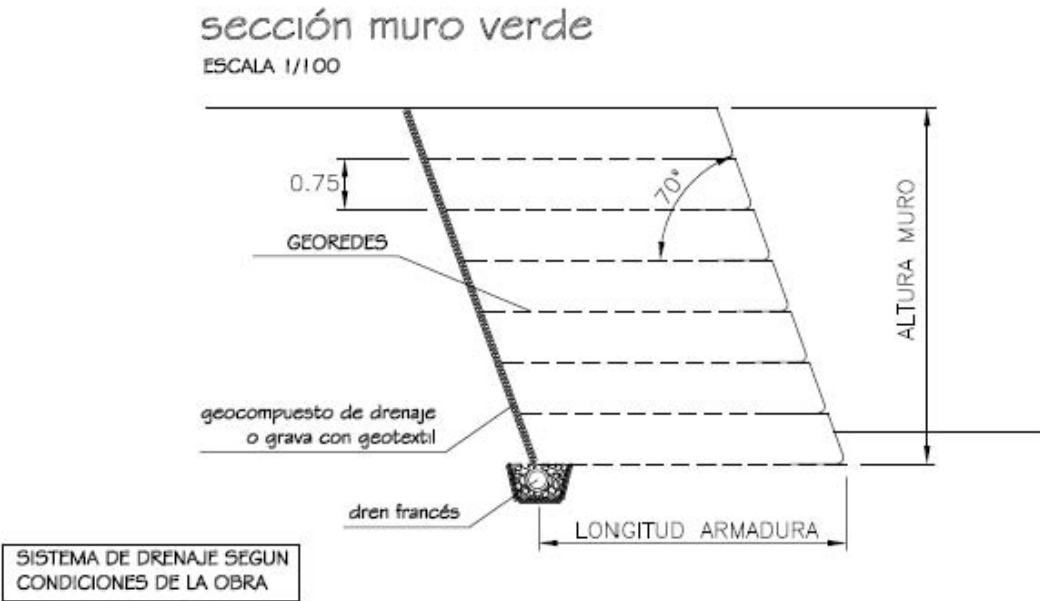
Especificación del Producto de Mallazo de Sujeción

El mallazo que constituye el paramento de los Muros Verdes está fabricado con acero electrosoldado que actúa como encofrado apilable para el montaje, Plegado con un ángulo interior en función de la inclinación que se desee dar al Muro Verde.

2.3. MATERIALES PARA EL DRENAJE EN TRASDÓS DE MURO.

El sistema de Muro Verde y Muro de Bloques TW1 precisa un sistema de drenaje en la superficie de contacto entre el material de relleno compactado y reforzado y el material dispuesto en el trasdós del muro.

El sistema de drenaje tipo consta de un geocompuesto (cuyas especificaciones se muestran a continuación) y un tubo-dren dispuesto longitudinalmente en la base del geocompuesto, que sirve para evacuar las aguas que el geocompuesto recoge.



**Especificaciones de Producto
del Geocompuesto de Drenaje
Teradrain FDF300-T1**
FDF300-T1/01.01.00

Los geocompuestos **Teradrain** son unos sistemas constituidos por la asociación de una capa getextil compuesta (que puede comprender ella misma varias capas) y de mini-drenes perforados, con un diámetro exterior de 20 mm y espaciados regulares de 0,25 m, 0,50 m ó 2,00 m. El conjunto está integrado en un solo producto en rollo con una anchura de 4,00 m (o menos).

El geocompuesto de drenaje **Teradrain FDF300-T1** está compuesto de una capa de polipropileno no tejida de 300 gr/m², de dos filtros y de un mini-dren de 20 mm de diámetro colocado cada metro.

Características Mecánicas		Nominal
Resistencia a la Tracción (KN/ml) ISO 10319	SP	12
	ST	12
Deformación al esfuerzo de tracción máxima (%) ISO 10319	SP	80
	ST	80
Resistencia al punzonamiento (N) CBR ISO 12236		3.000
Características Hidráulicas		
Permeabilidad de la capa drenante (l/m ² .s) NBN B 29001		120
Apertura de filtración del filtro (µm)		100
Apertura de filtración del núcleo (µm) NBN B 29001 tamizado en seco		280
Transmisividad (mini-drenes + geotextiles) NFG 38018 (según informes de los estudios IRIGM)	Gradiente 0,005 (subhorizontal)	(l/h) 45
	Gradiente 1 (vertical)	(l/h) 990
Características Descriptivas		
Espesor nominal bajo 2 Kpa (mm) NF EN 964-1		6
Peso de superficie (g/m ²) NF EN 965		700
Dimensiones del rollo		
Ancho (m)		4
Largo (m)		50
SP: sentido de producción ST: sentido de través		

3. DISEÑO Y CÁLCULO DE LOS MUROS

Los cálculos realizados en el diseño de los Muros Verdes tienen como finalidad definir la longitud y tipo de georred necesaria para garantizar la estabilidad de los muros.

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

- El suelo base sobre el que apoya el muro es un suelo competente, con suficiente capacidad portante para soportar el peso de la estructura de suelo reforzado y lo suficientemente estable para evitar inestabilidades globales. (se deberá eliminar durante la ejecución las capas de tierra vegetal y de material alterado que existan en la base del muro).
- Tanto el relleno de los muros como el trasdós se realizará con material que posea como mínimo las siguientes características:
 - Cohesión $\geq 0 \text{ kg/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno residual $\geq 32^\circ$
 - Densidad $\approx 22 \text{ KN/m}^3$.
 - Tamaño de las partículas $\leq 125 \text{ mm}$.
- No se ha considerado sobrecarga de tráfico ni ningún otro tipo de sobrecarga para el resto de los muros.
- No se han considerado la existencia de niveles freáticos ni de acciones sísmicas.

ANEJO N° 5.- MUROS DE CONTENCIÓN

W = peso del bloque de suelo reforzado.
E_a = fuerza activa resultante.
E_{ah} = componente horizontal de la fuerza activa.
E_{av} = componente vertical de la fuerza activa.
δ = ángulo de rozamiento del muro entre diferentes materiales.

Debido a las relativamente altas deformaciones que tienen lugar en las estructuras de suelo reforzado, se usan valores de estado crítico o de volumen constante para las propiedades resistentes del suelo (por ejemplo φ_{cv}, c'_{cv}). La cohesión efectiva del relleno reforzado se toma normalmente cero, pero se permite un valor máximo de 5 kPa.

Las resistencias de diseño de las georredes se basa en la siguiente fórmula:

$$\text{Carga admisible} = \frac{F_B}{A_1 \times A_2 \times \gamma} \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

F_B = resistencia de la georred a corto plazo por metro de ancho.
A₁ = factor de reducción para resistencias a largo plazo y resistencia de los empalmes.
A₂ = factor de reducción por daños durante la instalación.
γ = factor de seguridad del material.

La tabla 1 indica los correspondientes valores de las resistencias y factores parciales para las georredes Tensar RE a partir del Certificado Número Z 20.1-102.

Georred	F _B /A ₁ (kN/m)	A ₂				γ
		6 mm	37,5 mm	75 mm	125 mm	
40 RE	20,70	1,00	1,07	1,25	1,48	1,75
55 RE	25,70	1,00	1,07	1,20	1,36	1,75
80RE	34,00	1,00	1,07	1,15	1,25	1,75
120 RE	48,70	1,00	1,00	1,06	1,12	1,75
160 RE	61,70	1,00	1,00	1,01	1,02	1,75

Tabla 1: Resistencias a corto plazo y factores parciales para las georredes Tensar RE

Debe apreciarse que el factor de reducción para resistencias a largo plazo y la resistencia de los empalmes (A₁) sólo puede determinarse siguiendo los cálculos de los ensayos de la resistencia límite de trabajo.

4. Estabilidad Externa

Las diferentes fuerzas que actúan sobre el bloque de suelo reforzado son los que se muestran en la Figura 1.

Para los cálculos a mano empleando la metodología Bautechnik las presiones externas sobre el bloque de suelo reforzado son calculadas empleando la ecuación de Coulomb con un ángulo de rozamiento de muro (δ) igual a dos tercios del ángulo de rozamiento del material del trasdós.

La componente horizontal de la fuerza activa (E_{ah}) viene dada por la ecuación:

$$E_{ah} = E_{ngh} + E_{aph} = (0,5 \times K_{ah} \times \gamma \times H^2) + (K_{ah} \times P \times H) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\text{donde: } K_{ah} = \frac{\cos^2(\phi'_b + \alpha_b)}{\cos^2 \alpha_b \left[1 + \frac{\sin(\phi'_b + \delta) \cdot \sin(\phi'_b - \beta)}{\cos(\alpha_b - \delta) \cdot \cos(\alpha_b + \beta)} \right]^2} \quad \text{Ecuación 3}$$

y:

P = fuerza por sobrecarga (temporal y permanente) en el trasdós del bloque de suelo reforzado.
E_{ngh} = componente horizontal de la fuerza activa del suelo.
E_{aph} = componente horizontal de la fuerza activa por la sobrecarga en el trasdós del bloques de suelo reforzado.

La componente vertical de fuerza activa (E_{av}) viene dada por la ecuación:

$$E_{av} = E_{ah} \cdot \tan(\delta - \alpha_b) \quad \text{Ecuación 4}$$

El programa Winwall adopta una aproximación mas rigurosa para el cálculo de las presiones activas del suelo. El análisis de las Cuñas Iterativas de Coulomb analiza la estabilidad de una serie de cuñas que parten del trasdós del bloque del suelo reforzado y mediante la resolución las distintas fuerzas que actúan sobre la cuña determina la máxima fuerza desestabilizante debida a la presión activa del suelo.

Deslizamiento

El cálculo para el deslizamiento se lleva a cabo según la DIN 1054.

El factor de seguridad contra un fallo por deslizamiento viene dado por:

$$F_s = \frac{\text{Fuerza Resistente}}{\text{Fuerza Deslizante}} = \frac{\mu(W + E_{av}) + \alpha_s c' L}{E_{ah}} \quad \text{Ecuación 5}$$

donde: μ = coeficiente de rozamiento = $\alpha_s \cdot \tan \phi'$
 α_s = coeficiente de interacción en el deslizamiento sobre la superficie de la georred

La fuerza resistente debería calcularse dos veces empleando las propiedades del suelo tanto para el relleno del muro como del suelo base. La menor de estas dos fuerzas es la empleada en la ecuación 5. Se toma como valor de α_s la unidad si no hay ninguna georred en los 10 primeros milímetros de la base de la estructura.

El factor de seguridad mínimo contra el deslizamiento es de 1,5.

Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se lleva a cabo según la DIN 4017. El método tiene la ventaja de tener en cuenta la inclinación de R incluyendo factores de inclinación en las ecuaciones estándar de Terzaghi.

La figura 2 muestra la distribución de fuerzas en el cálculo de la capacidad portante. La presión ejercida por la estructura actúa sobre una longitud de base efectiva L' de $L/2e$ donde la excentricidad es positiva, es decir, una distribución de presiones de Meyerhof. Sin embargo, si la excentricidad fuera negativa, se asume una presión uniforme sobre toda la base.

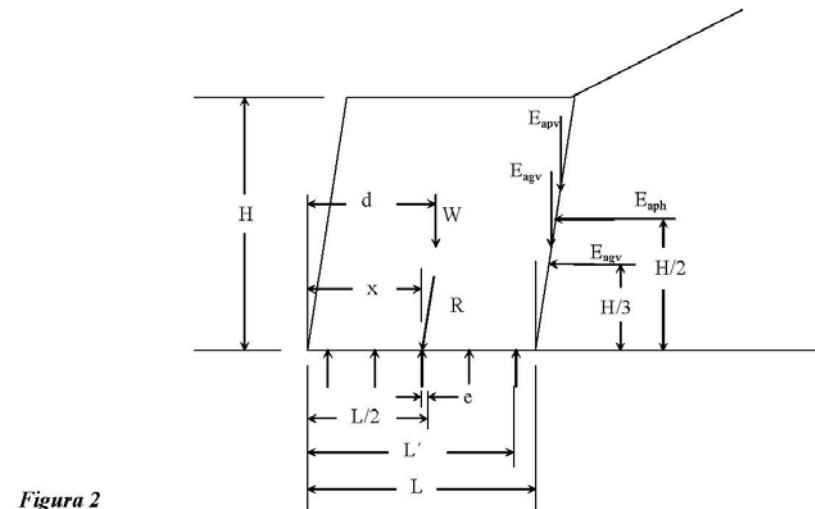


Figura 2

donde: E_{agv} = componente vertical de la fuerza activa del suelo.

E_{apv} = componente vertical de la fuerza activa debida a la sobrecarga en el trasdós del bloque de suelo reforzado.

El momento al vuelco (sobre el pié) por la fuerza debida a presiones laterales del suelo en el trasdós del bloque de suelo reforzado, viene dado por la ecuación:

$$M_v = \left[E_{agh} \times \frac{H}{3} \right] + \left[E_{aph} \times \frac{H}{2} \right] - E_{agh} \left[L + \frac{H}{3} \tan \alpha_b \right] - E_{aph} \left[L + \frac{H}{2} \tan \alpha_b \right] \quad \text{Ecuación 6}$$

Nota: Cuando el relleno del trasdós tiene una cohesión efectiva, la Ecuación 6 debe modificarse para incluir nuevas componentes horizontales y verticales que consideren este aspecto.

En general, el peor caso para la capacidad portante se dará con una sobrecarga completa sobre el bloque de suelo reforzado (es decir, $P_{perm} + P_{temp}$) y el brazo de giro x de la fuerza resultante viene dado por:

$$x = \frac{Wd + [P_{perm} + P_{temp}] \left[H \tan \alpha_w + \frac{L}{2} \right] L - Mv}{W + [P_{perm} + P_{temp}] L + E_{agv} + E_{apv}} \quad \text{Ecuación 7}$$

y la excentricidad (e) de la fuerza resultante viene dado por la ecuación:

$$e = \frac{L}{2} x \quad \text{Ecuación 8}$$

Debe realizarse una comprobación para asegurar que la fuerza resultante actúa en el tercio medio de la longitud de la base (L).

La presión admisible última viene dada por la ecuación modificada de Terzaghi:

$$\sigma_f = c' \cdot N_c \cdot x_c + \gamma \cdot L' \cdot N_b \cdot x_b \quad \text{Ecuación 9}$$

donde:

$$x_b = \left[1 - \frac{h_b}{v_b + \frac{L' c'}{\tan \phi'}} \right]^3 \quad \text{Ecuación 10}$$

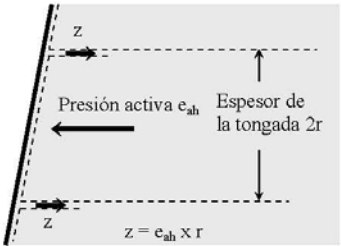
h_i = altura hasta la superficie por encima de la georred i
 $F_s = 2,0$

Si T_{ai} excede la resistencia de diseño de la georred , entonces la resistencia de diseño mas que la carga de anclaje es la fuerza equilibrante máxima que puede incluirse en los cálculos.

Esta comprobación de la estabilidad interna es llevada a cabo en Winwall en la base de la estructura, al nivel de la georred inferior y donde se produce un cambio por separación entre georredes o por aparición de un nuevo tipo de refuerzo. Las comprobaciones se realizan igualmente por encima de cualquier línea freática interna o externa. Cada una de las dobles cuñas en las diferentes alturas son analizadas a intervalos de 3° y en cada caso el programa compara la fuerza desequilibrante (Z) con la fuerza equilibrante R proporcionada por el refuerzo. Para satisfacer la estabilidad interna, R debe ser mayor que Z.

Estabilidad en el Paramento

Para estructuras con georredes en la cara del muro, debe realizarse una comprobación para asegurar que la presión activa en la cara no supera la resistencia de diseño de la georred (o la resistencia de anclaje (T_{ai}) si no se emplea un elemento de anclaje). Este concepto se ilustra en la Figura 5.



Nota: e_{ah} = presión activa en la cara de la estructura

Figura 5

La fuerza a la que está sometida la georred en el paramento se calcula como una fuerza activa en la mitad del espesor de la capa tomando como la máxima presión activa en el paramento la situada a dos tercios de la altura de muro. En todos estos cálculos se toma δ igual a cero.

La información recogida en este documento de naturaleza ilustrativa y se suministra de forma gratuita. No forma parte de ningún contrato ni pretende establecer ninguno con el cliente. La determinación final de la utilidad de cualquier información o material para el uso contemplado y la forma de su empleo es responsabilidad única del usuario y éste debe asumir todos los riesgos y obligaciones en relación a ello.

3.2. JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS MURO VERDE

CAMPUS EMPRESARIAL ARBEA	Página: 1 de 7
Carretera Fuencarral – Alcobendas km. 3.8 Edificio 6	Fecha 2 Ene 2009
28108 alcobendas (Madrid)	Referencia
Espana	
Tel: +3491 6623312/4 Fax: +3491 6624231 e-mail: teconma@teconma.es	

Sugerencias de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar
 Cliente:

Proyecto:

MURO VERDE EN ESTEPONA

Objetivo:
 MURO VERDE H= 5.25 metros

Los cálculos según:

Institut für Bautechnik method

Los cálculos han sido llevados a cabo por la versión 8.100 del programa WinWall.
 Los detalles de las base teórica empleada en este programa estan disponibles, previo pedido, en:
 Tensar International Limited, New Wellington Street, Blackburn BB2 4PJ, Inglaterra.
 Teléfono +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail design@tensar.co.uk.

Este documento contiene una sugerencia de diseño preparada por , sobre una base confidencial, para poder evaluar la aplicación de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño es meramente ilustrativa y no es ningún diseño detallado.

La Sugerencia de Diseño es específica para las características únicas de las georredes **Tensar**, de las que se hace referencia en los cálculos.

Los derechos de la Sugerencia de Diseño pertenecen a Tensar International Limited. No pueden ser reproducidos en su totalidad ni en parte sin el previo permiso escrito de Tensar International. No debe ser divulgado sin otro propósito que la aplicación comercial para el uso de las georredes **Tensar**.

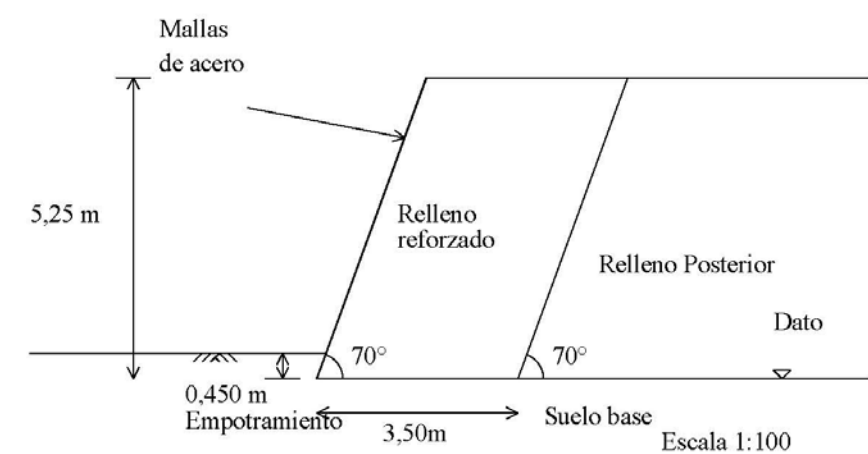
La Sugerencia de Diseño no forma parte ni total ni parcialmente de un contrato. El establecer su conveniencia para cualquier proyecto es responsabilidad única del usuario y sus asesores profesionales. Ni ni Tensar International Limited Limited son responsables de ninguna aplicación de las Sugerencias de Diseño que no sea en conjunción con la venta de las georredes **Tensar**.

Tensar y Netlon son marcas registradas.
 © Tensar International Limited.

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página 2 de 7
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha 2 Ene 2009
	Referencia

Entrada de datos

Geometría y detalles del paramento



Propiedades del suelo

Tipo de suelo	c'	ϕ'_{cv}	Densidad
	(kN/m ²)	(grados)	(kN/m ³)
Relleno reforzado	0,00	30,00	19,00
Relleno posterior	0,00	30,00	19,00
Base	0,00	30,00	19,00

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO VERDE EN ESTEPONA	Página 3 de 7 Fecha 2 Ene 2009 Referencia
--	---

Características del refuerzo - Design Temperature = 20°C

Grid strengths are for a design life of up to 120 years

Tipo de georred Tensar	Resistencia límite a la rotura F_B/A_1 (kN/m)	Factor de instalación y compactación A_2	Factor de seguridad de cálculo γ	Carga permanente admisible a 20°C Perm F (kN/m)
40RE	21,30	1,48	1,75	8,22

Los factores de interacción son:

Para el arranque	1,000
Para el deslizamiento	0,800

Disposición del refuerzo

Georred Tensar	Número de georredes	Altura inicial por encima de 'dato' (m)	con espaciamiento de (m)	Altura final por encima de 'dato' (m)
40RE	6	0,750	0,750	4,500
40RE	1	0,000	-	-

La cobertura horizontal de las georredes es del 100,000%
Hay un total de 7 capas del principal refuerzo Tensar

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO VERDE EN ESTEPONA	Página 4 de 7 Fecha 2 Ene 2009 Referencia
--	---

Coordenadas de las Georredes

Georred Tensar	Altura por encima de 'dato' (m)	Terminación izquierda (m)	Terminación derecha (m)	Longitud (m)
40RE	0,000	0,000	3,500	3,500
40RE	0,750	0,273	3,773	3,500
40RE	1,500	0,546	4,046	3,500
40RE	2,250	0,819	4,319	3,500
40RE	3,000	1,092	4,592	3,500
40RE	3,750	1,365	4,865	3,500
40RE	4,500	1,638	5,138	3,500

RESULTADOS

Comprobación de la estabilidad externa

Todos los cálculos corresponden a 1 metro lineal de estructura con el ancho del macizo de suelo reforzado = 3,500m en su base.

Cálculo de Fuerzas y Momentos

Las fuerzas activas por detrás del macizo de suelo reforzado son calculadas por cuñas iterativas de Coulomb (DIN 4085), resultando:

Carga vertical : 0,0kN/m; Carga horizontal : 45,6kN/m.

Esto da un momento de vuelco sobre el centro de la base de 79,9kNm/m.

El peso total del muro de suelo reforzado es 349,1kN; Su momento de vuelco sobre el centro de su base es -333,6kNm

Comprobación de la Resistencia al Deslizamiento

La resistencia al deslizamiento es de 161,3kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 3,533; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

The critical case for sliding is for active pressure on a block which is wider at the base than the reinforced soil block.

The width of the base of the block is 5,411 m, and the angle of the back of the block is 90,0°.

La resistencia al deslizamiento es de 217,6kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 2,974; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO VERDE EN ESTEPONA	Página Fecha Referencia	5 de 7 2 Ene 2009
--	-------------------------------	----------------------

Comprobación de la Capacidad Portante

La resultante actúa con una excentricidad de -0,727m.
Los coeficientes de la capacidad portante (DIN 4017) son los siguientes:
 $N_c = 30,14$ $N_d = 18,40$ $N_b = 10,05$

x_b es 0,657; esto supone una presión admisible final de 438,8kN/sq.m. sobre una longitud efectiva de 3,500m, dando una carga final de 1535,9kN. Con una fuerza vertical total de 349,1kN, esta supone un factor de seguridad de la capacidad portante de 4,399. Es >2,0 y aceptable (DIN 4017).

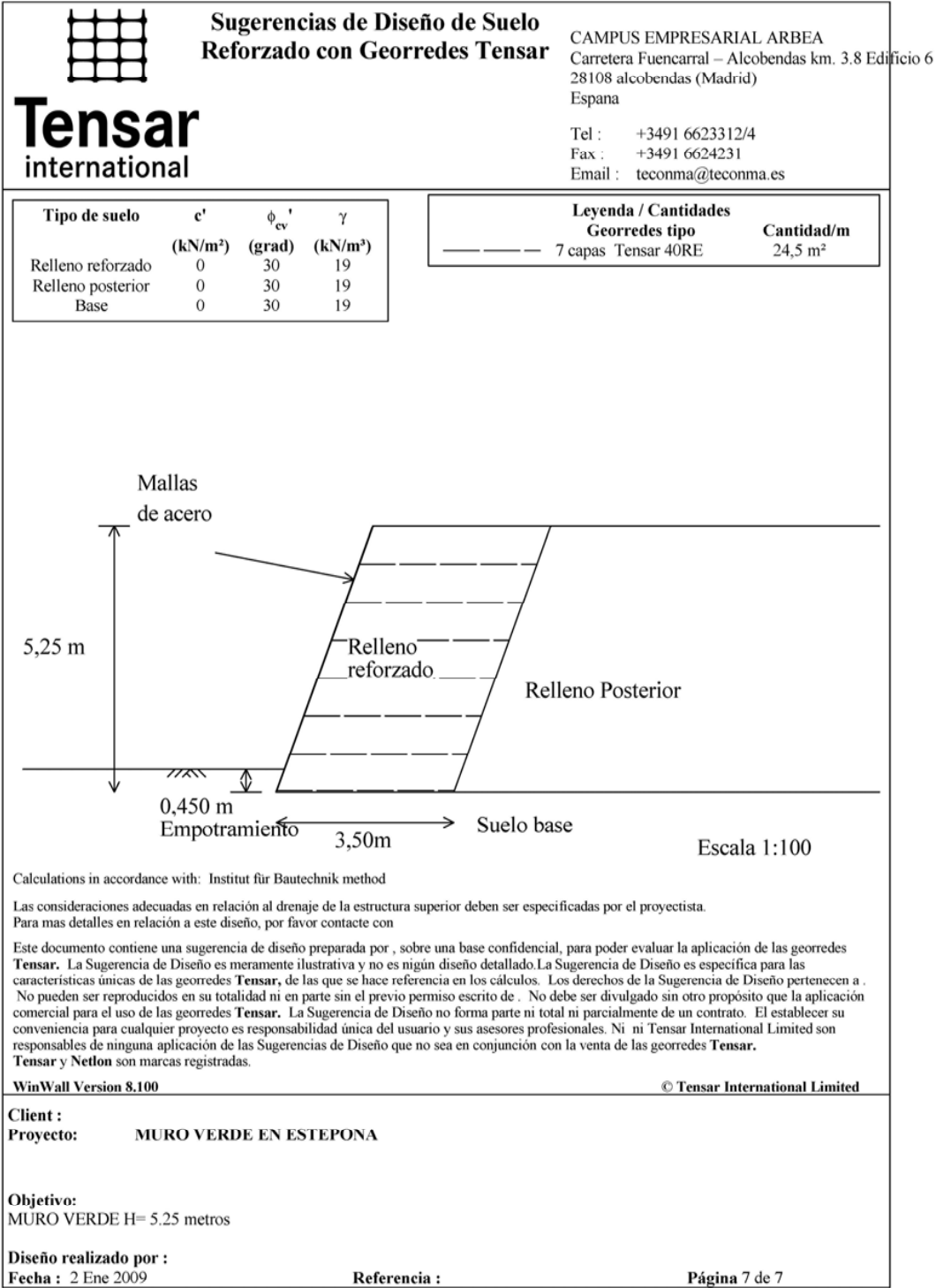
Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO VERDE EN ESTEPONA	Página Fecha Referencia	6 de 7 2 Ene 2009
--	-------------------------------	----------------------

Comprobación de la estabilidad interna

Cálculo de cuñas con inicio en la cara del muro a nivel = 0,000m

Angulo de la cuña (grados)	Fuerza Requerida para el equilibrio Z (kN/m)	Fuerza Proporcionada por las georredes R (kN/m)	Coordenadas del Final de la Cuña x(m) y(m)		Estabilidad de la Cuña
0	-162,8	0,0	3,500	0,000	OK
3	-138,2	0,0	3,568	0,187	OK
6	-115,6	0,0	3,639	0,382	OK
9	-94,8	0,0	3,714	0,588	OK
12	-75,5	8,2	3,793	0,806	OK
15	-57,8	8,2	3,878	1,039	OK
18	-41,4	8,2	3,969	1,290	OK
21	-26,3	13,9	4,068	1,562	OK
24	-12,5	16,4	4,177	1,860	OK
27	0,1	16,4	4,297	2,189	OK
30	11,4	24,7	4,431	2,558	OK
33	21,3	24,7	4,583	2,976	OK
36	29,7	32,9	4,758	3,457	OK
39	36,6	36,7	4,963	4,019	OK
42	41,6	42,3	5,206	4,688	OK
45	44,6	46,4	5,250	5,250	OK
48	45,6	49,3	4,727	5,250	OK
51	44,8	49,3	4,251	5,250	OK
54	42,3	49,3	3,814	5,250	OK
57	38,1	49,3	3,409	5,250	OK
60	32,3	49,3	3,031	5,250	OK
63	24,8	49,3	2,675	5,250	OK
66	15,5	49,3	2,337	5,250	OK
69	4,2	49,3	2,015	5,250	OK

El ángulo de la cuña más inclinada que no corta ninguna georred es 11,243°
El factor de seguridad contra el deslizamiento en esta cuña es 1,920
El factor de seguridad contra el deslizamiento en la georred a esta altura es 3,533



CAMPUS EMPRESARIAL ARBEA	Página:	1 de 8
Carretera Fuencarral – Alcobendas km. 3.8 Edificio 6	Fecha	2 Ene 2009
28108 alcobendas (Madrid)	Referencia	
Espana		
Tel: +3491 6623312/4 Fax: +3491 6624231 e-mail: teconma@teconma.es		

Sugerencias de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar

Cliente:

Proyecto:

MURO VERDE EN ESTEPONA

Objetivo:

MURO VERDE H=3.75 metros

Los cálculos según:

Institut für Bautechnik method

Los cálculos han sido llevados a cabo por la versión 8.100 del programa WinWall. Los detalles de las base teórica empleada en este programa estan disponibles, previo pedido, en: Tensar International Limited, New Wellington Street, Blackburn BB2 4PJ, Inglaterra. Teléfono +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail design@tensar.co.uk.

Este documento contiene una sugerencia de diseño preparada por , sobre una base confidencial, para poder evaluar la aplicación de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño es meramente ilustrativa y no es ningún diseño detallado.

La Sugerencia de Diseño es específica para las características únicas de las georredes **Tensar**, de las que se hace referencia en los cálculos.

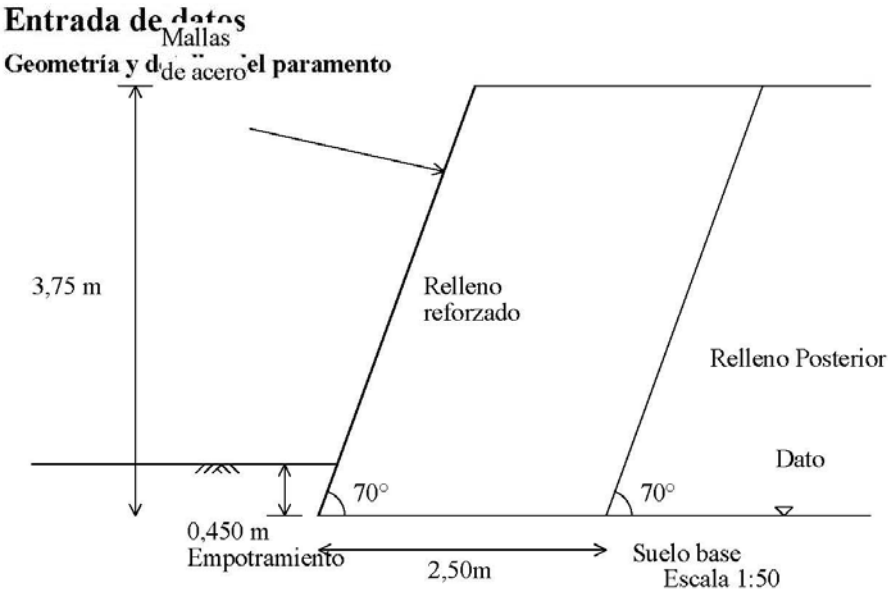
Los derechos de la Sugerencia de Diseño pertenecen a Tensar International Limited. No pueden ser reproducidos en su totalidad ni en parte sin el previo permiso escrito de Tensar International. No debe ser divulgado sin otro propósito que la aplicación comercial para el uso de las georredes **Tensar**.

La Sugerencia de Diseño no forma parte ni total ni parcialmente de un contrato. El establecer su conveniencia para cualquier proyecto es responsabilidad única del usuario y sus asesores profesionales. Ni ni Tensar International Limited Limited son responsables de ninguna aplicación de las Sugerencias de Diseño que no sea en conjunción con la venta de las georredes **Tensar**.

Tensar y Netlon son marcas registradas.
© Tensar International Limited.

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	2 de 8
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	3 de 8
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	



Propiedades del suelo

Tipo de suelo	c'	ϕ'_{cv}	Densidad
	(kN/m ²)	(grados)	(kN/m ³)
Relleno reforzado	0,00	30,00	19,00
Relleno posterior	0,00	30,00	19,00
Base	0,00	30,00	19,00

Características del refuerzo - Design Temperature = 20°C

Grid strengths are for a design life of up to 120 years

Tipo de georred Tensar	Resistencia límite a la rotura F_B/A_1 (kN/m)	Factor de instalación y compactación A_2	Factor de seguridad de cálculo γ	Carga permanente admisible a 20°C Perm F (kN/m)
40RE	21,30	1,48	1,75	8,22

Los factores de interacción son:

Para el arranque	1,000
Para el deslizamiento	0,800

Disposición del refuerzo

Georred Tensar	Número de georredes	Altura inicial por encima de 'dato' (m)	con espaciamiento de (m)	Altura final por encima de 'dato' (m)
40RE	5	0,975	0,600	3,375
40RE	1	0,375	-	-

La cobertura horizontal de las georredes es del 100,000%
 Hay un total de 6 capas del principal refuerzo Tensar

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar MURO VERDE EN ESTEPONA	Página 4 de 8 Fecha 2 Ene 2009 Referencia
--	---

Coordenadas de las Georredes

Georred Tensar	Altura por encima de 'dato' (m)	Terminación izquierda (m)	Terminación derecha (m)	Longitud (m)
40RE	0,375	0,136	2,636	2,500
40RE	0,975	0,355	2,855	2,500
40RE	1,575	0,573	3,073	2,500
40RE	2,175	0,792	3,292	2,500
40RE	2,775	1,010	3,510	2,500
40RE	3,375	1,228	3,728	2,500

RESULTADOS

Comprobación de la estabilidad externa

Todos los cálculos corresponden a 1 metro lineal de estructura con el ancho del macizo de suelo reforzado = 2,500m en su base.

Cálculo de Fuerzas y Momentos

Las fuerzas activas por detrás del macizo de suelo reforzado son calculadas por cuñas iterativas de Coulomb (DIN 4085), resultando:

Carga vertical : 0,0kN/m; Carga horizontal : 23,3kN/m.

Esto da un momento de vuelco sobre el centro de la base de 29,1kNm/m.

El peso total del muro de suelo reforzado es 178,1kN; Su momento de vuelco sobre el centro de su base es -121,6kNm

Comprobación de la Resistencia al Deslizamiento

La resistencia al deslizamiento es de 102,8kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 4,416; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

The critical case for sliding is for active pressure on a block which is wider at the base than the reinforced soil block.

The width of the base of the block is 3,728 m, and the angle of the back of the block is 87,9°.

La resistencia al deslizamiento es de 134,8kN; esto supone un factor de seguridad contra el deslizamiento de 3,751; el cual es >1,5 y por lo tanto aceptable (DIN 1054)

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	5 de 8
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Comprobación de la Capacidad Portante

La resultante actúa con una excentricidad de -0,519m.
 Los coeficientes de la capacidad portante (DIN 4017) son los siguientes:
 $N_c = 30,14$ $N_d = 18,40$ $N_b = 10,05$

x_b es 0,657; esto supone una presión admisible final de 313,5kN/sq.m. sobre una longitud efectiva de 2,500m, dando una carga final de 783,6kN. Con una fuerza vertical total de 178,1kN, esta supone un factor de seguridad de la capacidad portante de 4,399. Es >2,0 y aceptable (DIN 4017).

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	6 de 8
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Comprobación de la estabilidad interna

Cálculo de cuñas con inicio en la cara del muro a nivel = 0,000m

Angulo de la cuña (grados)	Fuerza Requerida para el equilibrio Z (kN/m)	Fuerza Proporcionada por las georredes R (kN/m)	Coordenadas del Final de la Cuña		Estabilidad de la Cuña
			x(m)	y(m)	
0	-83,0	0,0	2,500	0,000	OK
3	-70,5	0,0	2,549	0,134	OK
6	-59,0	0,0	2,599	0,273	OK
9	-48,3	8,2	2,653	0,420	OK
12	-38,5	8,2	2,710	0,576	OK
15	-29,5	8,2	2,770	0,742	OK
18	-21,1	8,2	2,835	0,921	OK
21	-13,4	16,4	2,906	1,116	OK
24	-6,4	16,4	2,983	1,328	OK
27	0,0	16,4	3,069	1,564	OK
30	5,8	24,7	3,165	1,827	OK
33	10,9	24,7	3,274	2,126	OK
36	15,2	29,8	3,399	2,469	OK
39	18,7	33,8	3,545	2,871	OK
42	21,2	37,5	3,719	3,348	OK
45	22,8	42,2	3,750	3,750	OK
48	23,3	44,0	3,377	3,750	OK
51	22,9	45,2	3,037	3,750	OK
54	21,6	46,4	2,725	3,750	OK
57	19,4	47,4	2,435	3,750	OK
60	16,5	48,4	2,165	3,750	OK
63	12,6	49,3	1,911	3,750	OK
66	7,9	49,3	1,670	3,750	OK
69	2,2	49,3	1,439	3,750	OK

El ángulo de la cuña más inclinada que no corta ninguna georred es 8,095°
 El factor de seguridad contra el deslizamiento en esta cuña es 2,314

Sugerencia de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar	Página	7 de 8
MURO VERDE EN ESTEPONA	Fecha	2 Ene 2009
	Referencia	

Comprobación de la estabilidad interna

Cálculo de cuñas con inicio en la cara del muro a nivel = 0,375m

Angulo de la cuña (grados)	Fuerza Requerida para el equilibrio Z (kN/m)	Fuerza Proporcionada por las georredes R (kN/m)	Coordenadas del Final de la Cuña		Estabilidad de la Cuña
			x(m)	y(m)	
0	-76,5	0,0	2,636	0,375	OK
3	-65,1	0,0	2,685	0,509	OK
6	-54,6	0,0	2,736	0,648	OK
9	-44,9	0,0	2,789	0,795	OK
12	-36,1	0,0	2,846	0,951	OK
15	-27,9	8,2	2,907	1,117	OK
18	-20,3	8,2	2,972	1,296	OK
21	-13,4	8,2	3,043	1,491	OK
24	-7,1	14,0	3,120	1,703	OK
27	-1,4	16,4	3,206	1,939	OK
30	3,8	17,1	3,302	2,202	OK
33	8,2	23,1	3,410	2,501	OK
36	12,0	25,4	3,535	2,844	OK
39	15,0	29,1	3,681	3,246	OK
42	17,2	33,3	3,855	3,723	OK
45	18,4	35,3	3,511	3,750	OK
48	18,9	36,6	3,175	3,750	OK
51	18,5	37,7	2,870	3,750	OK
54	17,5	38,7	2,589	3,750	OK
57	15,7	39,7	2,328	3,750	OK
60	13,3	40,5	2,085	3,750	OK
63	10,2	41,1	1,856	3,750	OK
66	6,4	41,1	1,639	3,750	OK
69	1,7	41,1	1,432	3,750	OK

El ángulo de la cuña más inclinada que no corta ninguna georred es 12,447°

El factor de seguridad contra el deslizamiento en esta cuña es 1,876

El factor de seguridad contra el deslizamiento en la georred a esta altura es 3,926



Sugerencias de Diseño de Suelo Reforzado con Georredes Tensar

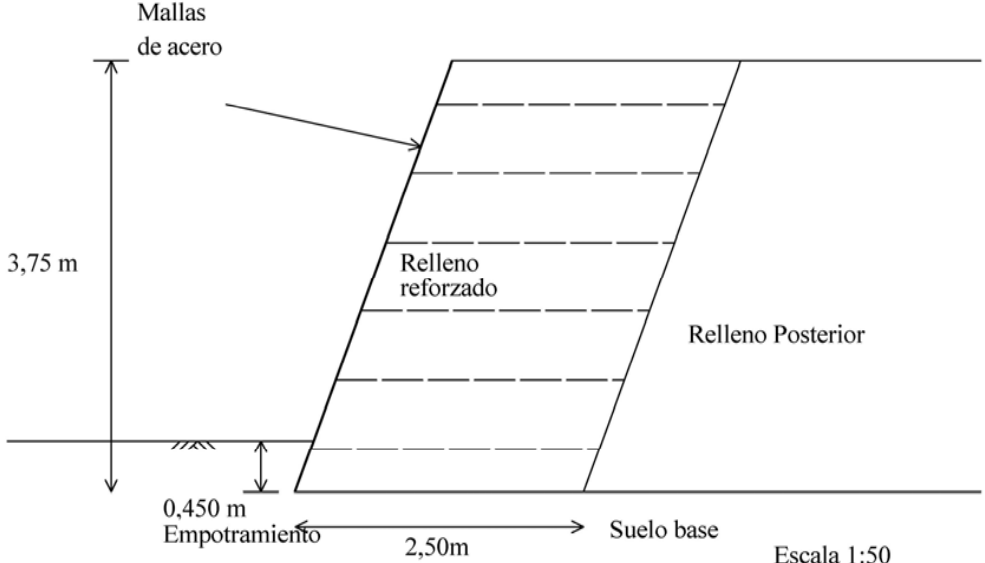
Tensar
international

CAMPUS EMPRESARIAL ARBEA
Carretera Fuencarral – Alcobendas km. 3.8 Edificio 6
28108 alcobendas (Madrid)
Espana

Tel : +3491 6623312/4
Fax : +3491 6624231
Email : teconma@teconma.es

Tipo de suelo	c' (kN/m²)	φ' (grad)	γ (kN/m³)
Relleno reforzado	0	30	19
Relleno posterior	0	30	19
Base	0	30	19

Leyenda / Cantidades	
Georredes tipo	Cantidad/m
6 capas Tensar 40RE	15,0 m²



3,75 m

Mallas de acero

Relleno reforzado

Relleno Posterior

0,450 m Empotramiento

2,50m

Suelo base

Escala 1:50

Calculations in accordance with: Institut für Bautechnik method

Las consideraciones adecuadas en relación al drenaje de la estructura superior deben ser especificadas por el proyectista.

Para mas detalles en relación a este diseño, por favor contacte con

Este documento contiene una sugerencia de diseño preparada por , sobre una base confidencial, para poder evaluar la aplicación de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño es meramente ilustrativa y no es ningún diseño detallado. La Sugerencia de Diseño es específica para las características únicas de las georredes **Tensar**, de las que se hace referencia en los cálculos. Los derechos de la Sugerencia de Diseño pertenecen a . No pueden ser reproducidos en su totalidad ni en parte sin el previo permiso escrito de . No debe ser divulgado sin otro propósito que la aplicación comercial para el uso de las georredes **Tensar**. La Sugerencia de Diseño no forma parte ni total ni parcialmente de un contrato. El establecer su conveniencia para cualquier proyecto es responsabilidad única del usuario y sus asesores profesionales. Ni ni Tensar International Limited son responsables de ninguna aplicación de las Sugerencias de Diseño que no sea en conjunción con la venta de las georredes **Tensar**. **Tensar** y **Netlon** son marcas registradas.

WinWall Version 8.100 © Tensar International Limited

Client :
Proyecto: MURO VERDE EN ESTEPONA

Objetivo:
MURO VERDE H=3.75 metros

Diseño realizado por :
Fecha : 2 Ene 2009

Referencia :
Página 8 de 8

4. PROCESO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN

Inicialmente, se realiza el cajeadado necesario para ejecutar el arranque del muro y se dispone en el trasdós del muro el sistema de drenaje elegido.

Se procede después a la nivelación de la capa de base.. Sobre esta base nivelada, se extiende la capa de armadura uniaxial a lo largo de toda la longitud del muro y con un ancho determinado por los cálculos inherentes al sistema.

A continuación, y encima de la armadura, se colocan los mallazos de sujeción o bloques de hormigón, unidos a la georredes de armadura.

Posteriormente se procede a rellenar el trasdós del muro. Tras la compactación de la capa por medios mecánicos, se comprueba la compactación resultante (mínimo 98% del Proctor modificado). Seguidamente se coloca una nueva capa de armadura, mallazo o bloques, etc..., y así sucesivamente hasta alcanzar la altura establecida.

Una vez finalizada la construcción del muro, para el caso del muro verde, se realiza la plantación y se coloca el sistema de riego, quedando así terminado y con la vegetación establecida.

4.2. CONTROL DE CALIDAD

Los puntos de inspección para el control de calidad de los Muros son:

- Ejecución conforme al diseño definido en los planos (longitud y tipos de georred correctos).
- Materiales utilizados acordes con las especificaciones técnicas dadas de cada uno de los productos (georredes, mallazos...)
- Material de relleno del muro acorde con sus especificaciones.
- Material de apoyo para el muro acorde con las especificaciones dadas (ver Justificación geotécnica)
- Nivel de compactación mínimo alcanzado en el material de relleno del muro del 98% Proctor Modificado.