

**BLOQUES GRANADA, S.A.**

LIDER EN FABRICACION DE BLOQUES DE CALIDAD

# MURO ILÍBERIS

[www.bloquesgranada.com](http://www.bloquesgranada.com)



## UN SISTEMA INNOVADOR

Los métodos para salvar desniveles y contener las tierras con un paramento más o menos vertical, son muy variados y con diferente estética. Desde los muros o sistemas de gravedad, ya sean piedras de gran tamaño, muros de hormigón en masa, muros de mampostería, a las estructuras rígidas como muros de hormigón armado, pantallas, etc, todos estos sistemas están ampliamente comprobados y sus bases de cálculo son bien conocidas, tabuladas e informatizadas. La intención de este catálogo es la de explicar un sistema de contención no nuevo pero sí poco conocido.

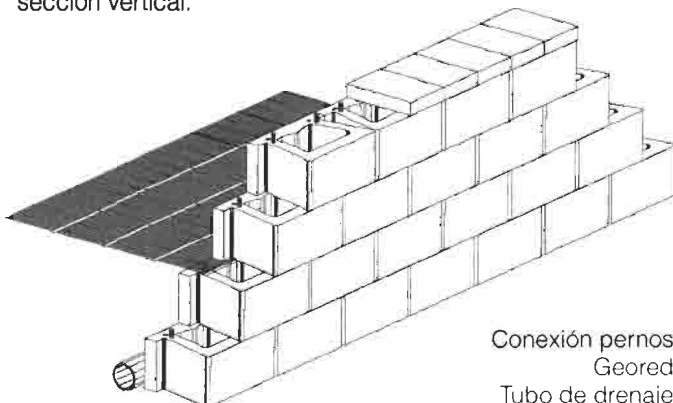


## SENCILLEZ Y EFICACIA

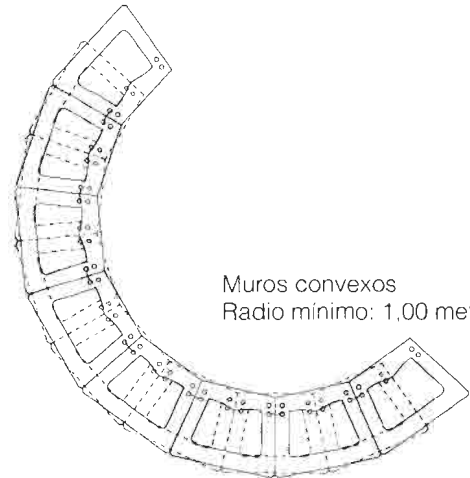
El sistema, suministrado por BLOQUES GRANADA, S.A. consta de bloques prefabricados de hormigón (paramento visto), unos pernos de fibra de vidrio (arriostramiento entre bloques y conexión a geored) y unas georedes de polietileno de alta densidad (refuerzo del terreno).

El sistema crea muros articulados y autodrenantes que combinados con los refuerzos del terreno constituye un sistema estable. El muro, de fácil montaje, se adapta perfectamente al terreno debido a tener una cara exterior de bloques manejables. Los bloques se colocan en seco, sobre una base bien nivelada. El interior de las piezas se rellena con grava (T<sub>máx</sub> 12-18), y el relleno del trasdós se realiza por tongadas, normalmente aprovechando las tierras sobrantes de la excavación, garantizando cumplir un 95% del proctor estándar. Fácilmente podemos lograr todo tipo de curvas en planta, consiguiendo un radio mínimo de 1.0 m para curvas convexas y un radio mínimo de 2m. para curvas cóncavas.

Los muros con un trazado en planta rectilíneo pueden optar por una sección vertical o una inclinación máxima de 9° Para muros con trazado curvo o quebrado es necesario utilizar una sección vertical.



Muros cóncavos  
Radio mínimo: 2,00 metros.



Muros convexas  
Radio mínimo: 1,00 metro.

## Características del bloque:

Medidas:	19 x 29 x 39 cm
Uds/m <sup>2</sup>	13,5 (bloque en seco)
Peso Aprox:	26 Kg.
Acabado:	Split

## Colores

COLORES	BLOQUE LISO	BLOQUE SPLIT
MARFIL		
SALMON		
AMARILLO ARENA		
BLANCO		
TERRANO		
ROJO		
TEJA		
AMARILLO GRANADA		
TABACO		
NARANJA		
CHOCOLATE		

NOTA: Estos colores son orientativos. Siempre puede oscilar algo con el color natural.





## VENTAJAS ADICIONALES

### En el proyecto

El proyectista encuentra en el sistema ILÍBERIS un buen aliado; puede resolver formas complicadas, no encarece la obra y además se puede optar entre varios colores y texturas para adecuar los muros al entorno y minimizar el impacto visual, todo ello con la solidez y experiencia que demuestran los muros de terreno armado.



### En el resultado

En cuanto al promotor, obtiene una obra con una mejorada calidad estética, un ahorro de m<sup>2</sup> respecto a los demás sistemas pues el módulo de 19 cm de la pieza y el poco empotramiento necesario nos optimiza el área total del muro al área vista. Y por supuesto una estructura con todas las garantías, compuesta por materiales que no se degradan, ni a su vez degradan el medio ambiente, obteniendo una máxima durabilidad y un mínimo plazo de ejecución.

### En la construcción

El constructor obtiene ventajas manifiestas al trabajar con un material manejable a mano.

El sistema no requiere una cimentación propiamente dicha, es suficiente con una zanja para poder hacer un empotramiento del muro y una base de hormigón pobre de 15 cm para la nivelación. El propio sistema constructivo comporta el relleno del trasdós, para el cual en la mayoría de los casos se aprovecha el terreno existente. Al no utilizar ningún conglomerante la obra es funcional incluso durante el proceso constructivo, consiguiéndose grandes rendimientos de colocación y simplificación de la obra.

Por último, el corto plazo necesario para el suministro del material y la calidad del servicio, facilita y da flexibilidad a la organización de la obra.





## DETALLES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

### Preparación de la obra y suministro

Los bloques del sistema ILÍBERIS se suministran en palets, lo cual permite realizar obras en lugares de difícil acceso.

La preparación del terreno consiste en realizar la excavación, si es necesaria, para que las georedes puedan extenderse horizontalmente en toda su longitud. En la memoria de cálculo realizada por BLOQUES GRANADA, S.A., se indica la situación y longitud de las georedes necesarias. La cimentación consiste en una pequeña zanja de aproximadamente unos 50 cm de profundidad por unos 60 cm de ancho y siguiendo la alineación del muro. La profundidad de la zanja puede variar en función de la altura del muro y el tipo y orografía del terreno existente.



### Puesta en obra de los bloques

Unos 15 cm. de hormigón pobre, bastan para garantizar una buena base de apoyo al muro si la zanja de empotramiento se ha realizado en un terreno firme. Es muy conseguir una perfecta nivelación de la 1ª hilada tanto en el sentido longitudinal como en el transversal. Un hormigón bien ejecutado facilita este aspecto.

Colocando los pernos en los orificios frontales construimos un muro vertical. Para conseguir muros con alineación curva en planta es necesario que la sección sea vertical.

En muros curvos convexos hay que romper las aletas de la parte posterior del bloque para poder realizar el giro.

En muros rectos conviene romper una de las aletas posteriores cada 5 bloques para mejorar una rápida evacuación del agua del trasdós.

Colocando los pernos en los orificios traseros construimos un muro con un retranqueo de 9° respecto a la vertical.

Combinando la posición de los pernos en diferentes hiladas, conseguimos ángulos intermedios entre 0° y 9°.

Los huecos intermedios de los bloques así como los 15 cm posteriores se han de rellenar con un material drenante. Normalmente grava, que hay que colocar siempre antes de conectar la geored.





### **Ejecución del relleno**

Dependiendo de las propias características de cada obra, efectuaremos el terraplenado del trasdós con tongadas de mayor o menor espesor, garantizando, eso sí, en función del equipo de compactación y del terreno un mínimo del 95% del Próctor Standard. Antes de comenzar a extender la tierra nos hemos de asegurar que las georedes están perfectamente extendidas en toda su longitud. Para garantizar además este aspecto, extenderemos y compactaremos las tierras desde los bloques hacia el interior. El hecho de recrecer el trasdós del muro a medida que colocamos sucesivas hiladas de bloque, nos permite trabajar con cierta comodidad desde el propio relleno, donde podemos almacenar el material y colocarlo sin la necesidad de utilizar grúas ni andamios. Por otra parte el muro siempre es perfectamente funcional hasta la altura realizada y por ello no son necesarios tiempos muertos de espera para entrar en carga.

En situaciones especiales como márgenes de rieras o zonas inundables, el relleno armado lo realizamos con un material drenante. Este queda separado del terreno normal mediante un geotextil que impide su contaminación y por tanto garantiza la funcionalidad de este relleno especial. En estos casos hay que proteger la base del muro de la posible erosión o socavación y es necesario dimensionar una escollera de protección en el pie del muro.



### **Diferentes posibilidades**

El sistema ILÍBERIS se complementa además con numerosas piezas especiales que le ofrecen una gran versatilidad para poder conseguir acabados de gran calidad estética. Existen piezas de esquina, medios bloques y diferentes remates, que permiten incluso, la formación de escaleras o maceteros en el propio muro.







### BASE TEÓRICA

El sistema ILÍBERIS está basado en los principios resistentes utilizados por los muros de tierra armada. La capacidad portante del terreno y la presión ejercida sobre el muro son los dos principales efectos principales efectos a considerar. Para definir estos dos valores fundamentales necesitamos conocer los parámetros para cada tipo de terreno:

- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi$
- Cohesión:  $c$
- Peso específico:  $\gamma$

El sistema ILÍBERIS utiliza la teoría de Coulomb para determinar la cuña activa que genera el máximo empuje. La fuerza necesaria para equilibrar esta cuña que desliza por un plano de fallo teórico determina el empuje del terreno sobre el trasdós del muro.

Se ha optado por la teoría de Coulomb pues es la que mejor se adapta a los sistemas de contención modulares.

La teoría de Coulomb contempla los siguientes puntos:

- En muros inclinados la cuña activa se reduce provocando un empuje menor.
- La teoría de Coulomb tiene en cuenta el rozamiento entre el terreno y el trasdós del muro. Este hecho crea una fuerza vertical que disminuye la resultante necesaria para equilibrar la cuña activa y por lo tanto el empuje.
- El valor de  $\delta$  (Rozamiento muro – terreno) utilizado para el cálculo es de 2/3 de  $\phi$ . Seguramente en muros inclinados, el rozamiento generado es mayor, pero de forma conservativa se desestima el valor de esta fuerza estabilizadora.
- Para muros con talud, se utiliza el método iterativo de Coulomb. El método considera un plano de fallo orientativo  $(45 + \phi/2)$  respecto a la horizontal para el cual se calcula el empuje. Posteriormente se disminuye dicho ángulo de forma repetitiva hasta encontrar el plano que provoca el mayor empuje.

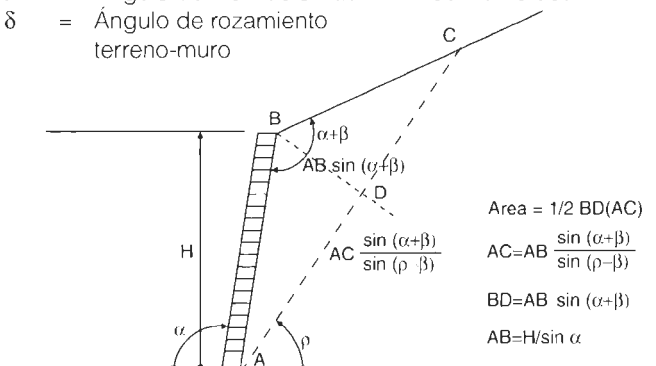
El empuje incluyendo los términos correspondientes a la sobrecarga y la cohesión viene determinado por la siguiente ecuación:

$$E = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_a + q H k_a - 2c \sqrt{k_a}$$

El ángulo que determina la cuña de mayor empuje, en general con trasdós inclinado, fricción terreno-muro y talud definido en la siguiente expresión:

$$\tan(\rho - \phi) = \frac{-\tan(\phi - \beta) + \sqrt{\tan(\phi - \beta) \tan(\phi - \beta) + \cot(\phi + i) [1 + \tan(\delta - i) \cot(\phi + i)]}}{1 + \tan(\delta - i) [\tan(\phi - \beta) + \cot(\phi + i)]}$$

- $k_a$  = Coeficiente de empuje activo
- $\gamma$  = Peso específico del suelo
- $H$  = Altura total del muro
- $q$  = Sobrecarga uniforme
- $i$  = Ángulo de inclinación del muro con la vertical
- $\delta$  = Ángulo de rozamiento terreno-muro



### ESTABILIDAD EXTERNA

Mediante la estabilidad externa comprobaremos el comportamiento global del sistema. Básicamente las comprobaciones a realizar generalmente son: resistencia al deslizamiento, resistencia al vuelco y factor de seguridad ante hundimiento general del sistema por fallo de la capacidad portante del terreno.

#### Resistencia al deslizamiento

La resistencia al deslizamiento del sistema viene determinada por las características del terreno.

La longitud de resistencia al deslizamiento en la base viene definida por el ángulo teórico de fallo y la altura de la primera geored. La expresión es la siguiente:

$$L' = L - (H - h_{geored}) / \tan(\rho')$$

El cálculo de la fuerza resistente por rozamiento queda de la siguiente forma:

$$F_r = \sum F_v \tan(\phi) + c \cdot L'$$

El factor de seguridad resultante es por tanto:

$$F.S._{desliz.} = \frac{F_r}{E_{terreno} + E_{sobrecarga}}$$

La sobrecarga variable no se valora para el cálculo de las fuerzas estabilizadoras, es decir para el cálculo de  $F_r$ .

El F.S. ha de tener un valor mínimo de 1.5

#### Resistencia al vuelco

El vuelco es la tendencia de la estructura a pivotar sobre un punto de giro por acción de las fuerzas horizontales que ejerce el trasdós sobre el paramento.

Como fuerzas estabilizadoras tenemos el propio peso de la estructura. El vuelco es especialmente crítico en muros de gravedad pues la única fuerza que contamos como estabilizadora es el propio peso de los bloques. Para muros con terreno reforzado el vuelco no suele ser el estado más crítico pues la inclusión de las georedes hace colaborar el macizo de tierra cuyo peso actúa como fuerza estabilizadora.

Para el cálculo del momento resistente, no se tiene en cuenta el valor de la sobrecarga variable. Tampoco se valoran las componentes verticales del empuje, del rozamiento entre el terreno-muro y del rozamiento entre el terreno armado-terreno retenido, estas consideraciones ayudan a que el cálculo resultante tenga mayor margen de seguridad.

$$M_r = \sum W_i \cdot L_i$$

En cuanto al momento de vuelco actuante viene definido por las acciones horizontales que actúan sobre el muro. El empuje horizontal provocado por el terreno tiene una distribución de tensiones triangular y por lo tanto su resultante está aplicada a 1/3 de la altura total del muro. El empuje producido por la sobrecarga se considera con una distribución de tensiones rectangular por lo que su resultante aplicada en la mitad de la altura total del muro. Por lo tanto la expresión que define el momento de vuelco es:

$$M_v = E_h \frac{H_{total}}{3} + E_{sobrecarga} \frac{H_{total}}{2}$$



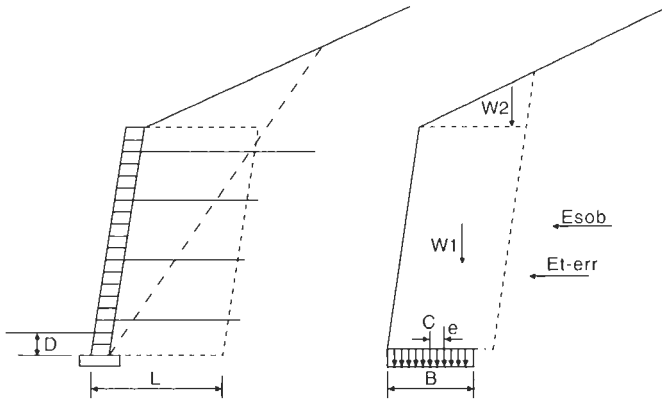


El factor de seguridad viene definido por tanto de la siguiente manera:

$$FS_{vuelco} = \frac{Mr}{Mv}$$

Los factores de seguridad de vuelco han de superar el valor de 1.8

### Carga última hundimiento



La carga última de hundimiento es la máxima carga que el terreno es capaz de soportar sin llegar a una rotura por cortante o excesivos asentamientos.

El valor de carga máxima admisible para un suelo es función de la profundidad del empotramiento, de la longitud efectiva o ancho efectivo de la base de soporte y por supuesto de la resistencia a cortante del terreno.

Para calcular la longitud efectiva de la base es necesario conocer previamente los momentos resistentes y los momentos de vuelco que actúan sobre el muro.

En la comprobación anterior hemos definido los momentos favorables y los momentos resistentes. Sin embargo la sobrecarga ahora, si se considera una sobrecarga fija, la valoramos en el grupo de los momentos resistentes.

El primer paso para hallar la capacidad portante del terreno es valorar la excentricidad de la carga en la base del muro de contención. La excentricidad es la distancia horizontal desde la mitad de la longitud efectiva de base al punto donde se encuentra situada la resultante de la carga total del muro. La excentricidad se calcula resolviendo el sistema de ecuaciones planteando equilibrio de fuerzas y de momentos.

$$e = \frac{(M_D + M_R)}{R_v}$$

El ancho de cimiento equivalente viene dado por:

$$\beta = L - 2e$$

La presión ejercida sobre el terreno se calcula según la distribución de tensiones descrita por Meyerhof. Consideramos una distribución rectangular de las tensiones en contra de una distribución trapezoidal. Una distribución en forma de trapecio con un pico de tensiones en el pie del muro y decreciendo hacia el macizo de tierra, tiene sentido cuando la base es rígida y tiene capacidad para transmitir el momento resultante al suelo. Pero en este tipo de muros es más correcto considerar una base flexible y por tanto considerar una distribución rectangular.

La presión ejercida por el sistema de tierra armada en la base viene dada por la expresión:

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2e}$$

El factor de seguridad ante el hundimiento se calcula según:

$$FS_b = \frac{q_{ult}}{\sigma_v}$$

El factor de seguridad ha de ser siempre mayor que 2 para el cálculo de muros con bloques.

Para calcular la carga última de hundimiento utilizamos la expresión:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + \gamma DN_q d_q + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

para:

- c = Cohesión efectiva del terreno del cimiento
- $\gamma$  = Peso específico efectivo del terreno del cimiento
- D = Empotramiento
- B = Ancho equivalente
- $N_c$  = Factor de cohesión
- $N_q$  = Factor de empotramiento
- $N_\gamma$  = Factor de anchura
- s = Factores de forma
- d = Factores de profundidad.

### ESTABILIDAD INTERNA

Mediante la estabilidad interna comprobaremos que todos los elementos que forman el sistema ILÍBERIS son capaces de soportar las tensiones a las que están sometidos sin llegar al fallo o provocar deformaciones inadmisibles. Por lo tanto las comprobaciones que haremos con las georedes serán las siguientes:

- No se sobrepasará el estado límite de rotura de la geored.
- Adecuada capacidad de conexión de las georedes a los bloques mediante el peso y los pernos.
- Las georedes tienen un suficiente anclaje respecto al plano de fallo calculado según las hipótesis de Coulomb. El sistema ILÍBERIS basa su fuerza resistente básicamente en un sistema de refuerzo del terreno. Solamente se pueden utilizar los bloques sin georedes para alturas menores a 0.8 m, suponiendo un terreno con ángulo de rozamiento interno de 32° y sin considerar ninguna sobrecarga. Por lo tanto en la casi totalidad de las secciones se deberá colocar las georedes. Las fuerzas de rozamiento de las georedes con el terreno son las fuerzas estabilizadoras que compensan el empuje. Se ha de determinar el número de georedes necesarias, la longitud y su distribución. Se hace por tanto necesario, conocer bien las características de estos materiales, su duración y posibles alteraciones.

Para tener en cuenta todos estos factores se adoptan los siguientes coeficientes de seguridad:

- LTDS = Resistencia característica a largo plazo.
- $T_{max}$  = Tensión de rotura de la geored.
- FSCR = Factor de seguridad por deformación crítica bajo carga constante.
- $FS_{ID}$  = Factor de seguridad por daños sufridos durante la instalación.
- $FS_{CD}$  = Factor de Seguridad por degradación ante agentes químicos.
- $FS_{BD}$  = Factor de Seguridad por degradación ante agentes biológicos.
- FS = Factor de seguridad por el material, geometría, y incertidumbre en las acciones.

La expresión queda de la forma siguiente:

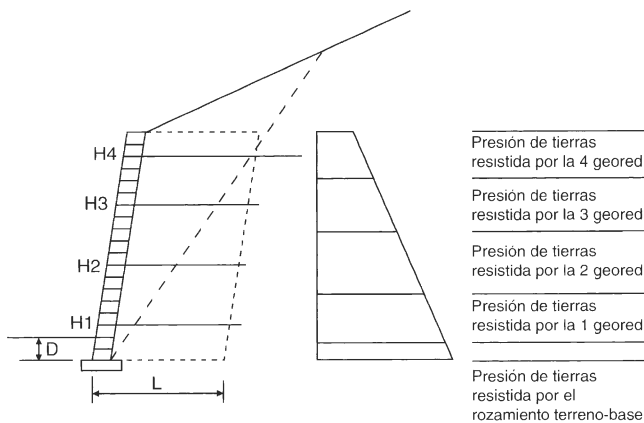
$$LTDS = \frac{T_{indx}}{FS_{CR} \cdot FS_{ID} \cdot FS_{CD} \cdot FS_{BD} \cdot FS}$$

Los datos proporcionados por el fabricante para los siguientes tipos de geored son:

KP/m	T <sub>ult</sub>	RF <sub>id</sub> "C"	LTDS	FS	T <sub>al</sub>
40RE	5.250	1.45	2.000	1.50	1.333
55RE	6.450	1.45	2.428	1.50	1.619
80RE	8.800	1.45	3.236	1.50	2.157
120RE	13.600	1.20	4.659	1.50	3.106
160RE	17.300	1.20	5.905	1.50	3.937

### Tensiones de trabajo en la Geored

En ningún caso la tensión de trabajo ha de sobrepasar la máxima tensión determinada para cada tipo. La tensión de trabajo de cada geored se calcula según la distribución de estas en la sección del muro.



El cálculo de la tensión para cada geored se calcula a partir del área de influencia que tiene esta respecto a la sección del muro. Partiendo del principio de que la suma total de las tensiones de las georedes es igual a la presión ejercida en el trasdós por el empuje del terreno y las sobrecargas, la expresión queda de la siguiente forma:

$$\tau_i = \left[ \frac{\gamma \cdot k_a \left( \frac{h_{i-1} - h_i}{2} \right) + qk_{as}}{2} + \left[ \gamma \cdot k_a \left( \frac{h_i - h_{i+1}}{2} \right) + qk_{as} \right] \right] \times \left[ \left( \frac{h_{i-1} - h_i}{2} \right) - \left( \frac{h_i - h_{i+1}}{2} \right) \right]$$

Para el cálculo de la tensión de la primera geored tomamos el área de tensiones desde la mitad de la distancia a la segunda geored hasta la base. A este valor hay que descontar la fuerza ejercida por el rozamiento de la base con el terreno. A la hora de distribuir las georedes se prefiere utilizar una distribución equilibrada en las áreas, por eso cuando a esta primera geored le añadimos la fuerza de rozamiento de la base el resultado de la tensión de trabajo suele ser muy bajo e incluso algunas veces negativo.

La ecuación para el cálculo de esta primera geored queda de la siguiente forma:

$$\tau_i = \left[ \frac{[\gamma \cdot H \cdot k_a + qk_{as}] + \left[ \gamma \cdot k_a \left( \frac{h_i - h_{i-1}}{2} \right) + qk_{as} \right]}{2} \right] \times \left[ H - \left( \frac{h_i - h_{i-1}}{2} \right) \right] - \text{Rozamiento base}$$

### Capacidad de conexión

La capacidad de conexión de las georedes a los bloques viene determinada por tres aspectos:

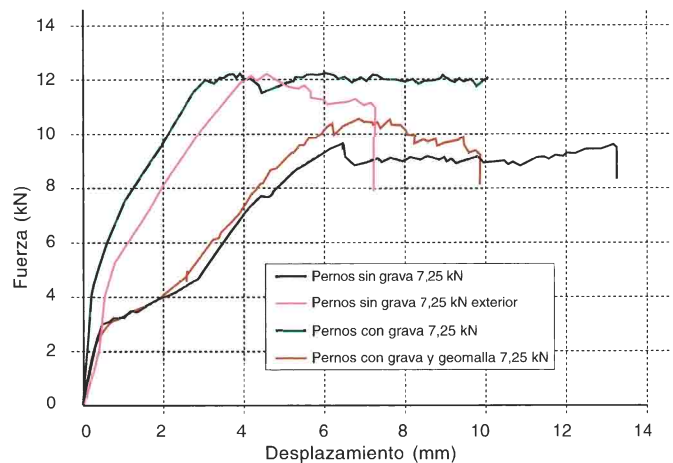
- 1- Capacidad resistente de la geored.
- 2- Capacidad de conexión por el peso de confinamiento de los bloques sobre las georedes y resistencia de los pernos.
- 3- Capacidad del sistema pernos-grava para soportar el cortante entre georedes.

La presión de confinamiento sobre la geored viene definida por:

$$\sigma_v = h_i \cdot \gamma_{pieza}$$

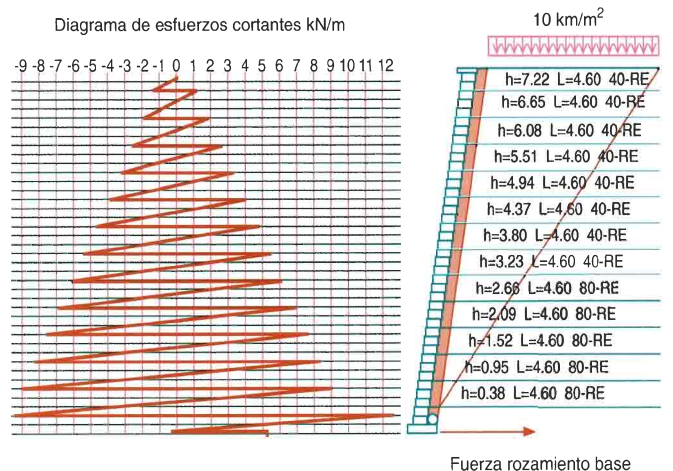
El coeficiente de rozamiento entre piezas y georedes define la resistencia a desplazamiento de los bloques respecto a la geored. Para poder calcular estos valores de rozamiento y sus variaciones según las diferentes posiciones de los pernos y su interacción con la grava, se realizaron diferentes ensayos con las siguientes gráficas de tensión-deformación.

Anexo 1. Muro de dos hiladas. Ensayos con pernos  
Gráfica fuerza (kN) - Desplazamiento (mm.)



Por otra parte para calcular la tensión a la que están sometidos los pernos hemos de hallar la ley de cortantes en el trasdós del muro. Valorando la presión ejercida por el terreno y las sobrecargas y las fuerzas en sentido contrario producidas por la tensión de las georedes hallamos la tensión de corte al nivel de cada bloque.

El coeficiente de seguridad válido es de 1.3.





## Análisis de Pullout

El análisis del pullout verifica la capacidad del sistema para soportar los diferentes planos de fallo teóricos calculados por el método de Coulumb, Suponiendo un plano de fallo, se crearía unas tensiones de corte en un punto de las georedes, Para soportar estas tensiones las georedes han de garantizar una fuerza de rozamiento suficiente para equilibrar las tensiones que provocan el corte en el plano de deslizamiento, Los valores que influyen en este rozamiento son los siguientes:

- Máxima resistencia de la geored.
  - Longitud de anclaje de la geored respecto al plano teórico de fallo.
  - Presión del terreno sobre la geored.
  - Coeficiente de rozamiento entre el terreno y la geored.
- Por lo tanto la expresión que define la fuerza resistente del Pullout:

$$P_{out_i} = 2L_e R_v C_i$$

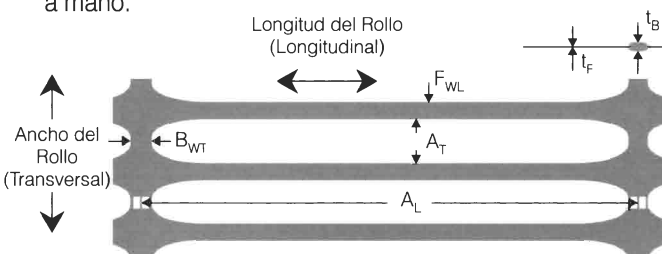
donde:

- $P_{out}$  = Capacidad para resistir el Pullout en la geored i
- $L_e$  = Longitud de geored por detrás del plano teórico de fallo de Coulomb.
- $R_v$  = Resultante de fuerzas verticales sobre la geored en la zona de anclaje.
- $C_i$  = Coeficiente interacción entre terreno y geored.

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las recomendaciones básicas para la ejecución del sistema ILÍBERIS se describen a continuación:

- Realizar una base de unos 15 cm, de hormigón pobre.
- Nivelar perfectamente los bloques de la 1ª hilada tanto en sentido longitudinal como transversal.
- Colocar una tubería de drenaje en la parte posterior de la base del muro.
- Se han de colocar los pernos antes de realizar el relleno de grava.
- Rellenar los bloques y los 15 cm posteriores con grava de diametro 12-18 mm en todo el alzado del muro y sobre la tubería de drenaje.
- El relleno se realizará hilada a hilada compactándose a una densidad de 95% "standard proctor".
- Las georedes se colocarán sobre el terreno compactado enganchándolas a los pernos introducidos en los bloques y se tensarán posteriormente.
- La geored ha de llegar hasta la cara exterior del bloque.
- Ningún vehículo pasará directamente sobre las georedes. La tierra se ha de extender por delante de las ruedas.
- El relleno del terreno se dispondrá desde el muro al terraplén y a continuación se compactará, todo ello, procurando que no quede afectada la tensión de la geored.
- En el primer metro posterior al muro de contención se utilizará un equipo ligero de compactación que se opere a mano.



Utilizamos el factor 2 para tener en cuenta el rozamiento en las dos superficies de la geored.

El Pullout se calcula para los diferentes niveles donde hay interpuesto un refuerzo de geored y siempre respecto al plano de fallo teórico calculado por el método de Coulomb.

$$F_{PO} = \frac{\sum P_{out_i} + F_R}{E_i}$$

donde :

$F_{PO}$  = Factor de Seguridad Pullout

$\sum P_{out_i}$  = Suma de resistencia al Pullout de las diferentes georedes hasta el nivel i.

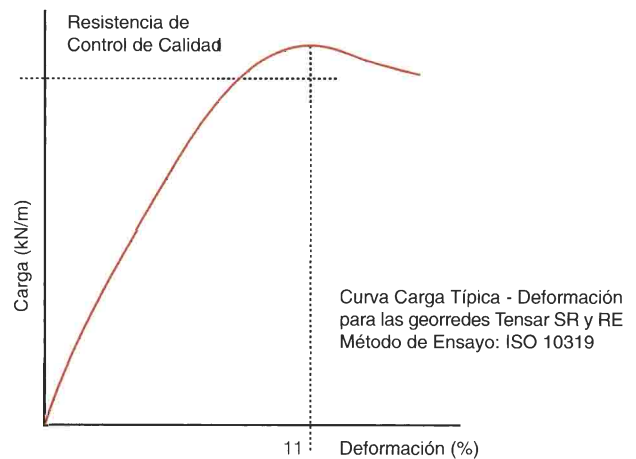
$F_R$  = Resistencia al deslizamiento entre bloques en el nivel i; en el nivel de base, resistencia al deslizamiento de esta.

$E_i$  = Presión terreno y sobrecarga en el nivel i

Para todos los niveles el Factor de Seguridad ha de superar el valor de 1.3. Este valor se puede mejorar intercalando más capas de geored, utilizando georedes de mayor resistencia, colocando las georedes en una posición más profunda o alargando la longitud de anclaje dependiendo de los casos.

## Características geométricas Geored

Georedes RE de refuerzo de suelos para uso en construcción de muros, estribos de puentes y taludes con fuertes inclinaciones.



## Dimensiones Típicas de las Georedes Tensor RE (mm)

KP/m	$A_L$	$A_T$	$B_{WT}$	$F_{WL}$	$T_{al}$	$t_f$
40RE	235	16	16	6,0	2,0 max. 1,8 mín.	0,7
55RE	235	16	16	6,0	2,7 max. 2,5 mín.	0,9
80RE	235	16	16	6,0	3,7 max. 3,4 mín.	1,3
120RE	235	16	16	6,0	5,9 max. 5,5 mín.	2,0
160RE	230	16	16	6,0	7,7 max. 7,1 mín.	2,6

#### • Preparación de la base.

Una vez marcada la alineación del muro en planta, excavamos una pequeña zanja de aproximadamente 50 cm de ancho por 30 cm de profundidad. Como base para el muro podemos utilizar unos 15 cm. de relleno granular bien compactado, arena, grava o piedra de machaqueo (12-18 mm). Unos 15 cm. de hormigón pobre también es válido para crear una buena superficie de apoyo.

(Para alturas superiores a 80 cm, consultar el empotramiento necesario).

#### • Colocación de la 1ª hilada.

Sobre la base preparada, colocamos los bloques "calimur" uno al lado del otro, siguiendo la alineación marcada. Los bloques han de quedar perfectamente nivelados tanto en el sentido longitudinal como en el transversal. Es muy importante este aspecto pues una buena nivelación garantiza unos resultados excelentes tanto estéticos como resistentes en el muro acabado. En muros rectos conviene romper una de las aletas posteriores cada 5 bloques para mejorar una rápida evacuación del agua en el trasdós.

#### • Colocación de los pernos.

Para conseguir un muro vertical, colocamos los pernos en los orificios delanteros de la cara superior del bloque. Si colocamos los pernos en las vainas traseras, conseguiremos un muro con un retranqueo de 9° respecto la vertical. Podemos combinar la posición de los pernos en diferentes hiladas para conseguir ángulos intermedios entre 0° y 9°. Conviene golpear los pernos con una maceta para asegurarnos de que se han introducido totalmente.

#### • Relleno de los bloques y el trasdós.

Una vez colocados los pernos, rellenamos con grava (12-18 mm) todos los huecos interiores en los bloques y los 15 primeros cm. de la parte posterior. Esta grava tienen como función garantizar un buen drenaje y crear una fuerte conexión con la geored (si éstas son necesarias).

Utilizamos la tierra existente, para rellenar el trasdós. Es necesaria una compactación del 95% (Proctor Standard) en cada hilada. Para la compactación del metro posterior a los bloques se han de utilizar sólo equipos ligeros, y tener cuidado de no tocar los bloques.

#### • Colocación de las siguientes hiladas.

Limpiamos la superficie de la última hilada, retirando toda la grava y dejando de nuevo una buena base nivelada. Colocamos los siguientes bloques a rompe-junta, respecto a la hilada inferior. Empujamos el bloque hacia el frente hasta conseguir que los 2 pernos hagan tope. Para las siguientes hiladas repetimos los pasos anteriores.

#### • Colocación del remate.

Una vez elegido el tipo de remate entre varias posibilidades, todos los tipos los colocaremos utilizando un mortero de cemento. Existe la posibilidad de utilizar colorantes en el mortero para conseguir tonos parecidos a los del bloque.

