

Sistema de muros de contención
SienaStone®





El sistema SienaStone®

El sistema SienaStone® se compone de piezas de hormigón modulares que, junto con la geomalla, los drenajes y las tierras compactadas, permiten la **construcción de muros de contención de hasta 8 metros de altura**.

Las aplicaciones del sistema SienaStone® pueden clasificarse en dos grupos: aplicaciones paisajísticas y aplicaciones estructurales.

- En las **aplicaciones paisajísticas** el principal objetivo del muro de contención es el resultado estético, como la construcción de escaleras o de terrazas. Habitualmente se trata de muros de menos de 1 metro de altura, que no necesitan un refuerzo especial.

- En las **aplicaciones estructurales** la función primaria es estabilizar y proporcionar resistencia a las pendientes del terreno. Usos habituales incluyen muros que soportan aparcamientos o vías de tráfico o bien muros que reducen la erosión causada por los cursos de agua. Con el refuerzo de geomalla se pueden construir muros de hasta 8 metros de altura.

El sistema SienaStone® está apoyado por el equipo técnico de GLS Prefabricados. Facilitamos al cliente los cálculos y la asistencia técnica que se requiera para la ejecución del muro. Mediante el software RISIWALL proporcionamos soluciones para diseños específicos.

Características, ventajas y beneficios

SIENASTONE® posee unas características que hacen que sea un sistema único. Cada una de ellas ha sido desarrollada para combinar el resultado estético y una instalación simplificada con una mayor solidez del muro. Todo ello beneficia al cliente reduciendo el coste del muro, tanto en la instalación como en su conservación futura.

- El **muro es flexible**, sin embargo conserva sus características estructurales. Esta flexibilidad le permite absorber movimientos menores como las heladas, dilataciones y asentamientos.
- El **acabado rugoso de la cara vista** proporciona al muro un aspecto de piedra natural pero con todas las ventajas estructurales del hormigón.
- **No requiere una base estructural**, es suficiente con una base granular compactada.
- Las **piezas son sólidas** y están fabricadas con hormigón de alta resistencia lo que asegura:
 - El peso máximo de cada unidad ya que, a diferencia de otros sistemas, no hay huecos para rellenar.
 - Máxima resistencia al vuelco.
 - Menos posibilidades que las piezas se rompan durante el transporte o la colocación.
 - Mayor rapidez de colocación al no tener que rellenar huecos.

- Las **piezas quedan trabadas** por su propio sistema de lengüetas y hendiduras a diferencia de otros sistemas de muros:

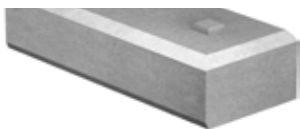
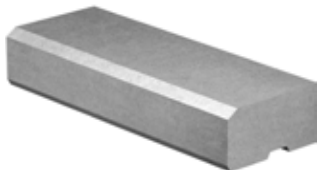
- No precisa incorporar pins o clips para su instalación.
- No se utiliza ningún tipo de mortero para su colocación.
- Una vez que se ha instalado la primera hilada nivelada, las hileras sucesivas se alinean automáticamente, tanto horizontal como verticalmente. Las piezas encajan unas con otras.
- Mínima formación para su instalación ya que, al tratarse de un sistema modular, solo con un oficial que revise la ejecución del muro es suficiente.

- La **reducción de costes** respecto a otros sistemas es notable al tratarse de unidades grandes.

- Se utilizan menos unidades por metro cuadrado.
- Se colocan a máquina, con el consiguiente aumento de la rapidez de instalación y de la reducción de mano de obra.

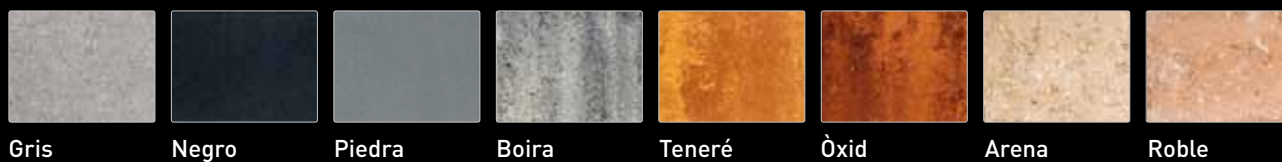
- El sistema dispone de **piezas de esquina de 90° y terminaciones superiores** para facilitar la construcción de esquinas o ángulos de los remates.

Detalles y medidas de los bloques

		Longitud cm	Altura cm	Anchura cm	Peso Kg
	Bloque recto	100,0	18,5	33,3	147
	Bloque esquina	90,0	18,5	33,3	137
	Bloque coronación	100,0	18,5	36,0	163

Colores

Siena Stone se fabrica en los colores abajo especificados, aunque bajo pedido podemos adaptarnos a las exigencias del diseño y personalizar el color.



Plan para la ejecución del proyecto

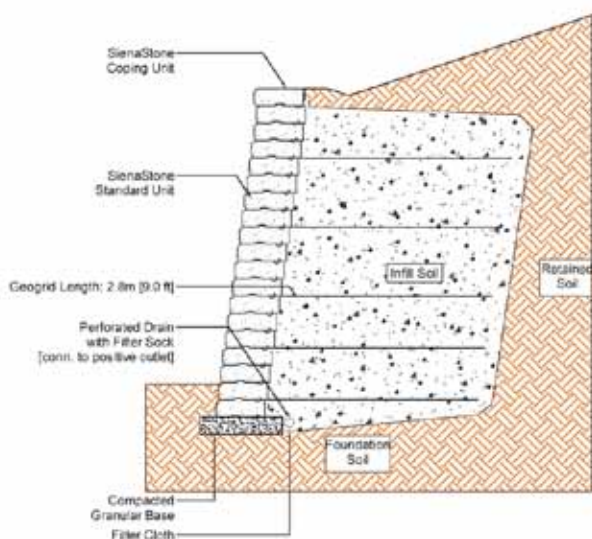
1. Localización y examen del lugar de ejecución del muro

- Evaluación del área donde se va a construir el muro, las pendientes existentes, los límites de propiedad, las instalaciones y elementos existentes.
- Propuestas de las modificaciones definidas por el diseñador, arquitecto o ingeniero, basadas en las necesidades u objetivos del propietario.

2. Evaluación de las condiciones del terreno

- Análisis geotécnico para evaluar las propiedades del suelo donde se va a ejecutar las obras del muro: tipología del suelo, aguas subterráneas, estabilidad de la pendiente, capacidad portante.
- Evaluar parámetros de diseño del muro, como conducción de aguas, drenajes, etc.

Sección de muro calculada por nuestro programa Risiwall



Design Specific Geometric Information

Retaining Wall System	SienaStone w/ Geogrid	Geogrid Type and Manufacture	See Notes
Maximum Height (mm)(in)	3020 (130)	Minimum Geogrid L TDS (kN/m)(lb/ft)	See Notes
Maximum Slope Above Wall	1V:3H	Maximum Slope Below Wall	None
Max. Seepage Above Wall (liters)(gals)	None	Depth of Embedment (mm)(in)	501 (14)
Factor of Safety	1.12 *	Compacted Base Dimension (mm)(in)	578 x 146 (23 x 7)

Design Specific Soil Information

	Soil Region				
	Infill	Retained	Foundation	Base	Drainage
Discontinuity (by USC)	GVV Well graded, free draining Granular	CL Inorganic Clays Low Plasticity	CL Inorganic Clays Low Plasticity	GVV Well graded, free draining Granular	See Notes
Effective internal Friction Angle	35	28	26	28	NR
Moist Unit Weight (kN/m³)(lb/ft³)	22 (140)	20 (127)	20 (127)	22 (140)	NR
Effective Cohesion (kPa)(lb/ft²)	NR	NR	NR	NR	NR
Soil Notes	Placed in 150mm (6") lifts and compacted to 95% SPC	Undisturbed dense soil or well compacted (Fig. 11)	Allowable bearing cap must exceed 150kPa (3125 psi)	Crushed Gravel (free draining) compacted to 98% SPC	Gravel fill must be well graded, angular, free drain without fines, 5% fines

NR: Not Required

Plan para la ejecución del proyecto

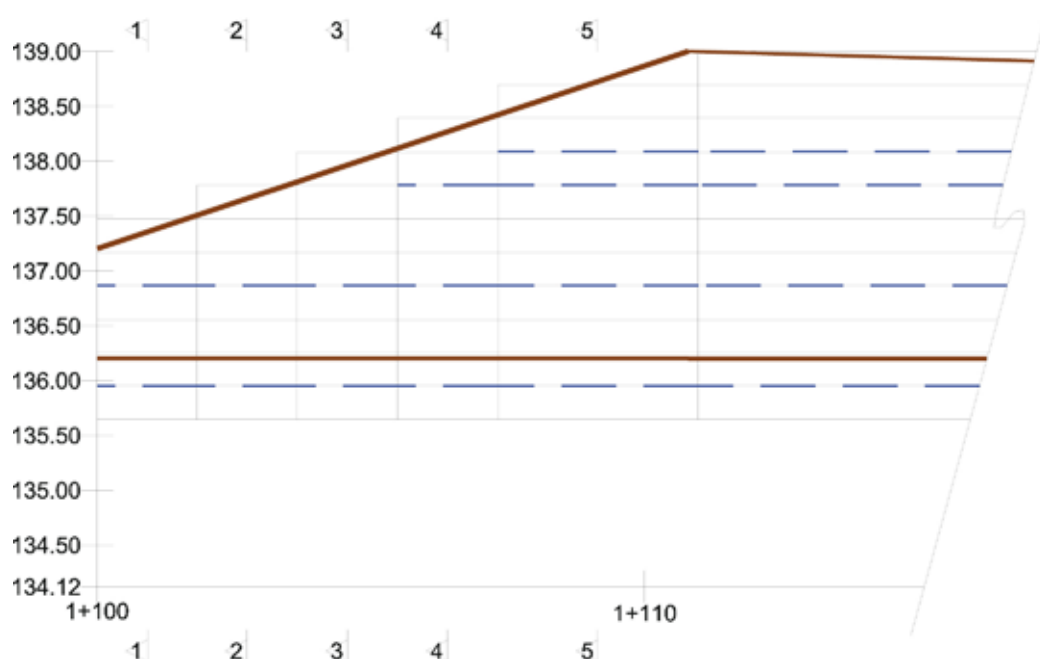
3. Diseño y cálculo del muro de contención:

El diseño y cálculo puede ser proporcionado por la oficina técnica de GLS o por un ingeniero cualificado en este campo. El diseño debe tener toda la información disponible e incluir planos de sección transversal, planta, cálculos y tipo y cantidad de geomalla si es necesaria.

4. Reunión previa a la construcción

Recomendamos que todas las partes involucradas en la construcción del muro (*diseñadores, propiedad, ingenieros, instaladores, proveedores, etc..*) asistan a una reunión previa a la construcción para definir la programación y las responsabilidades en la ejecución del muro. La experiencia nos ha demostrado que este simple paso impide una multitud de posibles futuros problemas.

Vista general del muro, proporcionado por nuestro programa Risiwall



Instalación



Procedimiento de instalación

Plan de ejecución

Con el diseño del muro y las certificaciones respectivas, estableceremos la ubicación del muro y los desniveles propuestos.

Se procederá a marcar la línea donde se colocará la parte vista de la pared, teniendo en cuenta que el muro retrocederá 25 mm por hilada.

Excavación

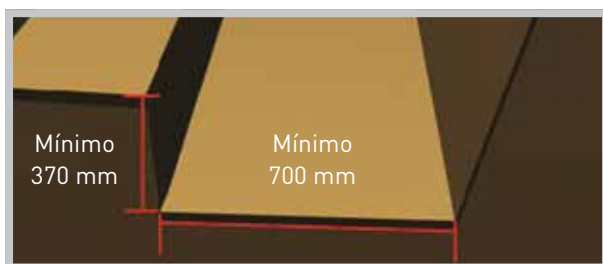
Excavaremos una zanja según lo especificado en el diseño. La parte frontal de la zanja, debe tener 185mm por delante de la línea donde tenemos previsto que vaya la parte frontal del muro.

La excavación debe tener un mínimo de 700 mm de ancho por un mínimo de profundidad de 370 mm.

Esta profundidad sirve para que una unidad de SienaStone quede enterrada (185mm) más el compactado granular de la base.

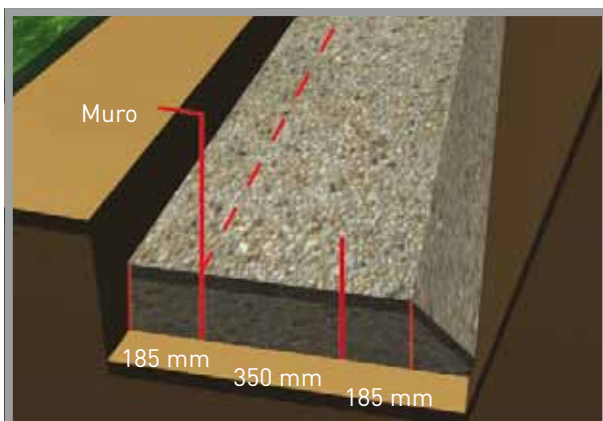
Los 185 mm de la parte posterior se utilizarán para la colocación del drenaje.

Se debe comprobar que el suelo existente tras la excavación cumple con las especificaciones del proyecto.



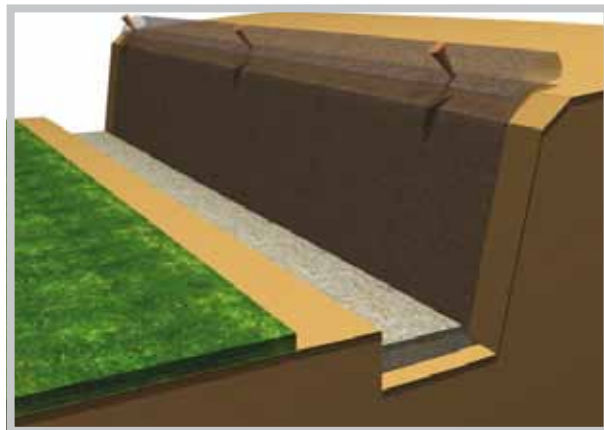
Preparación de la base granular

La base debe estar compuesta por árido con menos de 8% de finos y compactado un mínimo de 98% del Proctor modificado. El espesor mínimo de la base debe de ser de 185 mm. Una capa de hormigón pobre de 5 cm puede ayudar a la nivelación de las piezas.



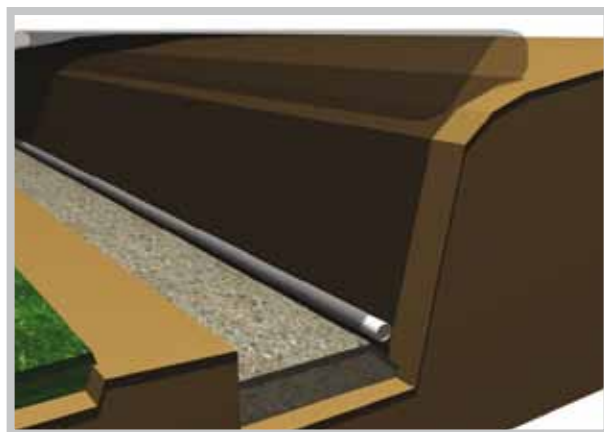
Colocación del geotextil y tubo de drenaje

Colocar el tejido geotextil en la parte posterior de la excavación y prolongar hasta la altura donde vayan a ir las gravas de drenaje.



Colocar el tubo de drenaje en la parte mas baja posible y con una inclinación mínima del 2%.

Es muy importante esta etapa del proceso, ya que es básica una buena evacuación de las aguas para que el resultado final sea un éxito.



Procedimiento de instalación

1



Formación y compactación de la base. La profundidad de la zanja debe permitir enterrar la primera hilada de SienaStone.

4



Colocación del bloque y alineación.

2



Nivelado de la base.

5



Nivelación. La nivelación de la primera hilada es fundamental, ya que será la que guiará la colocación de las piezas superiores.

3



Desplazamiento de la pieza con las pinzas.

6



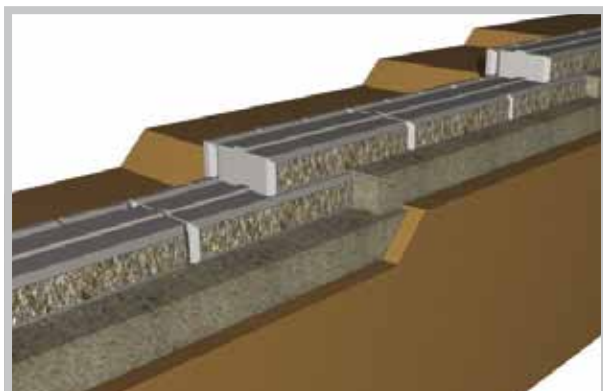
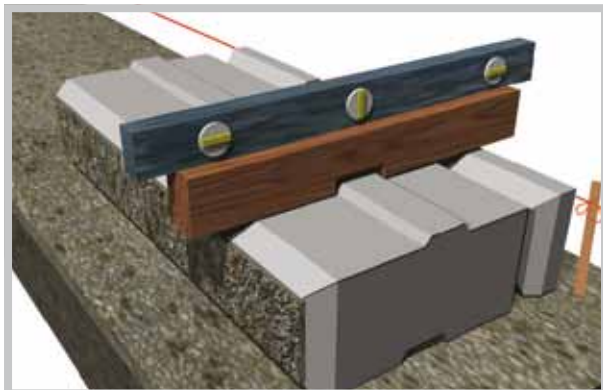
Colocación de las hiladas superiores y relleno con material drenante.

Procedimiento de instalación

Colocación de la primera hilada

Iniciar la colocación de las primeras piezas en el punto mas bajo del muro. El proceso de nivelación de la primera hilada es fundamental ya que esta será la que guiará la colocación de las piezas superiores.

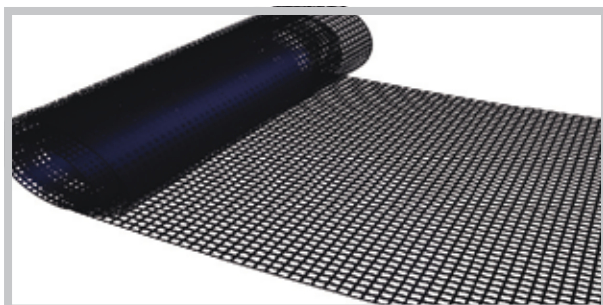
Con la ayuda de un nivel, ir ajustando las primeras piezas verticalmente añadiendo o quitando material de la base, y con la ayuda de un hilo ajustarlas linealmente.



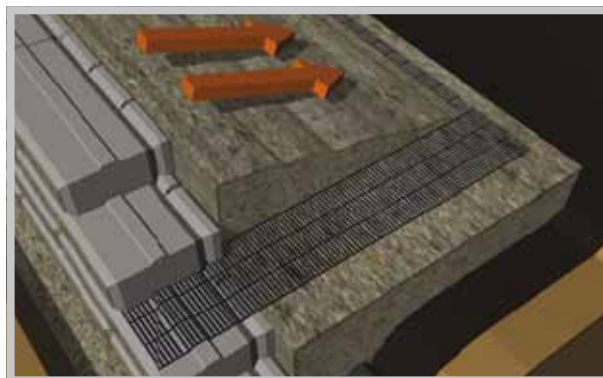
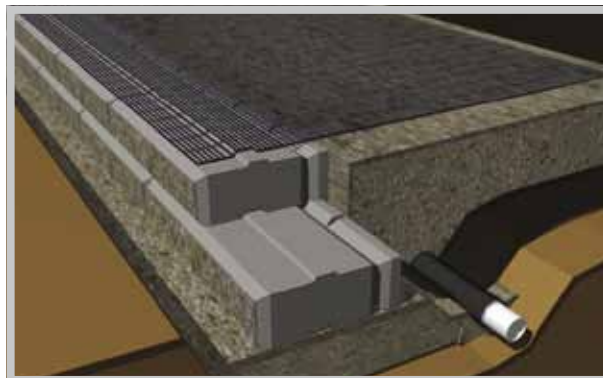
Colocación de la geomalla

Siempre debe colocarse la geomalla especificada en el diseño ya que es un elemento básico para el resultado final del muro de contención.

Cortar la geomalla según especifique el proyecto. El corte siempre debe ser perpendicular a la dirección de la fuerza principal.

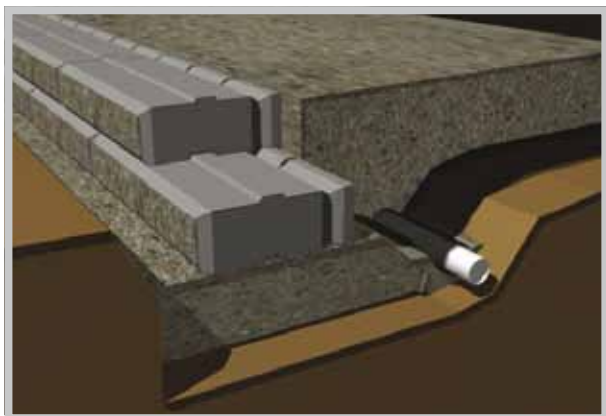


Tal y como indica el plano, colocar la geomalla hasta cubrir la totalidad de la pieza de SIENASTONE® sin que sobresalga por la parte vista del muro y fijar la geomalla en el otro extremo para después proceder al relleno de material.



Colocación de las siguientes hiladas

Continuar la colocación de las piezas superiores y a un máximo de 4 hiladas, rellenar y compactar el material de drenaje hasta llegar a la altura que marca el proyecto. Nunca se debe compactar con maquinaria pesada a menos de un metro de la parte posterior de las piezas SIENASTONE®, ya que está podría mover las piezas. Se deben emplear, a menos de un metro de la cara exterior, compactadores manuales. Es importante revisar durante toda la obra la alineación tanto horizontal como vertical. El material de drenaje debe estar libre de finos y con una granulometría máxima de 20mm. Debe ser compactado cada 30 cm como máximo.



Doblado del geotextil

Una vez se haya llegado a la cota indicada para el drenaje, doblar la parte sobrante del geotextil hasta la parte posterior de las piezas SIENASTONE® para asegurar que no entren finos en esta zona ya que obstruirían el paso del agua.



Material de relleno

En las instalaciones con geomalla recomendamos usar material de relleno con una granulometría bien seleccionada y con capacidad filtrante (con un máximo de un 8% de finos). El uso de este material de alta calidad tiene diversos beneficios:

- La compactación no depende tanto del nivel de humedad
- Menos susceptible a largo plazo a la infiltración de tierra
- Mayor resistencia del muro lo que permite menos refuerzo de geomalla
- En general mejor drenaje y mejor funcionamiento del muro

Materiales de relleno alternativo

Otros materiales alternativos pueden usarse como relleno siempre que cumplan unos parámetros mínimos:

- Tierras de grano fino con baja plasticidad, con $PI < 20$
- Materiales libres de materia orgánica y de residuos

Como estos materiales no tienen buena capacidad drenante, debe colocarse inmediatamente detrás del muro un espesor mínimo de 300 mm de grava limpia de 20 mm y debe separarse de la tierra con una lámina geotextil filtrante. El geotextil debe ser cortado en cada altura de colocación de geomalla y debe montarse un mínimo de 150 mm sobre la misma.

El suelo reforzado con geomalla debe compactarse a 95% SPD o como se especifique en el diseño. En cada nivel de geomalla, la capa de drenaje debe ser encapsulada completamente tal como se ha descrito anteriormente.



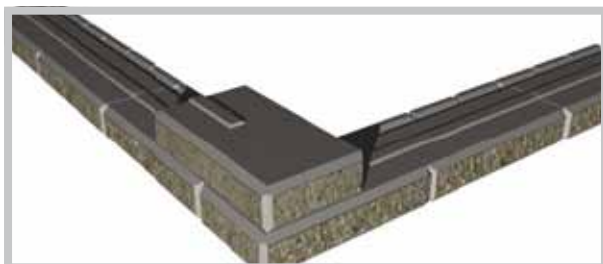
ESQUINAS

Esquina exterior 90°

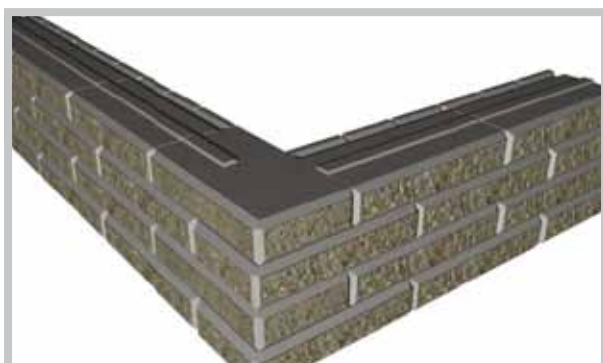
Colocar las piezas en la base que lleva a la esquina. Colocar la pieza de esquina de manera que sus dos caras rugosas queden expuestas a la vista.



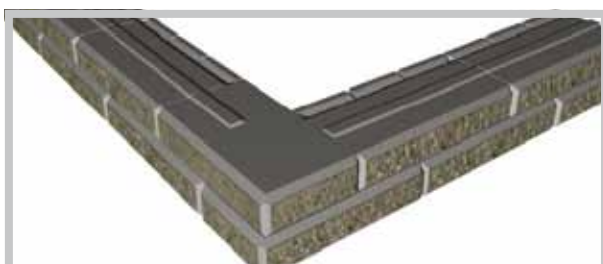
Continuar montando la base del muro adyacente, que se iniciará en la parte trasera de la pieza de esquina.



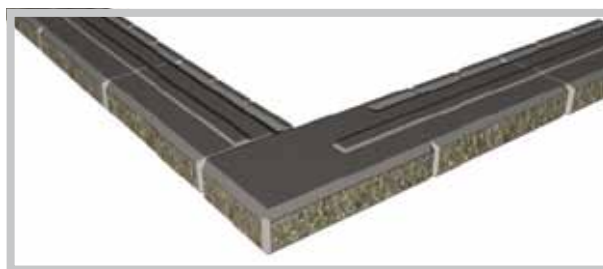
Comenzar la segunda hilada colocando la pieza de esquina tal como muestra la figura, de manera que se consiga el efecto autoblocante.



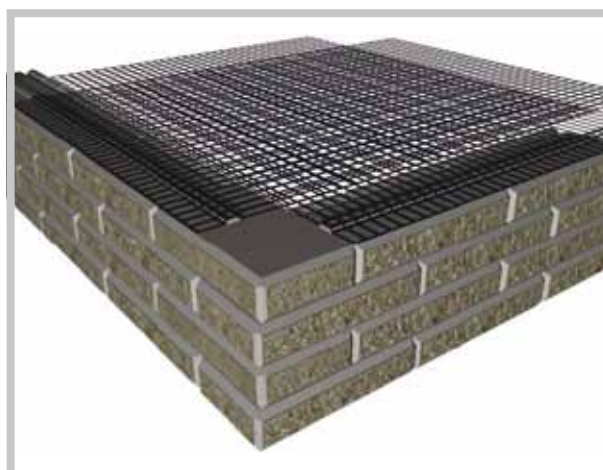
Colocar las piezas de muro para completar la hilada



Repetir el proceso hasta conseguir la altura deseada.



Para aplicaciones reforzadas, las geomallas de las dos paredes laterales se superponen pero deben estar separadas por un mínimo de 75 mm de tierra compactada.

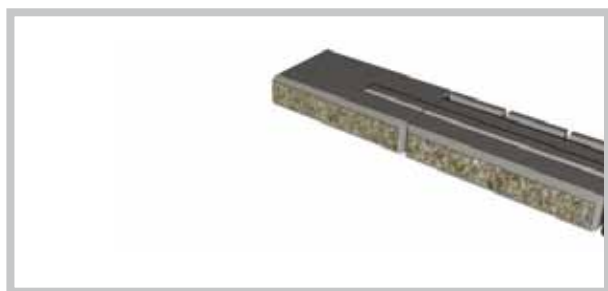


Colocar las piezas de remate.

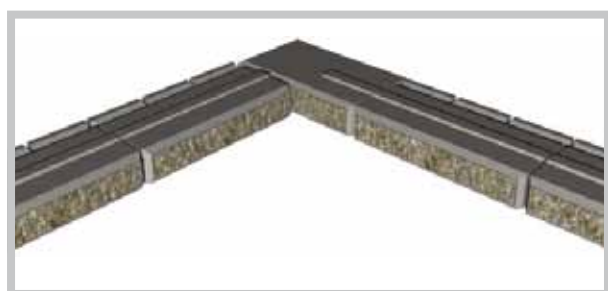


Esquina interior 90°

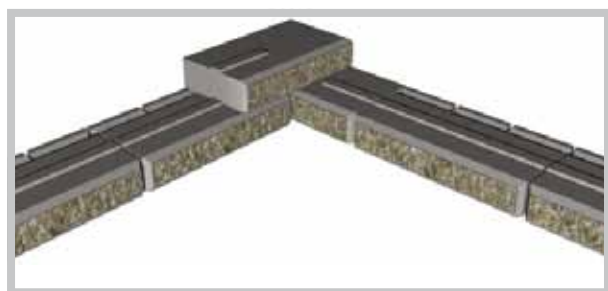
Colocar las piezas en la hilada de base. Colocar la pieza de esquina de manera que la cara rugosa más pequeña quede escondida. Puede ser necesario alisar esta cara para conseguir un encuentro más firme.



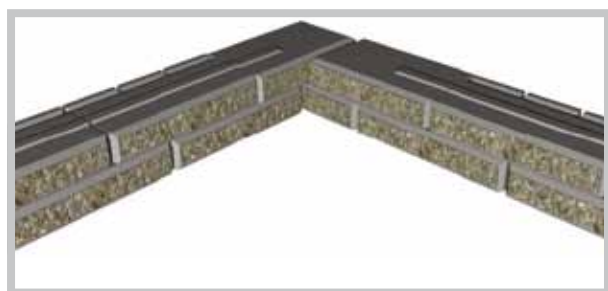
Continuar montando la base del muro adyacente.



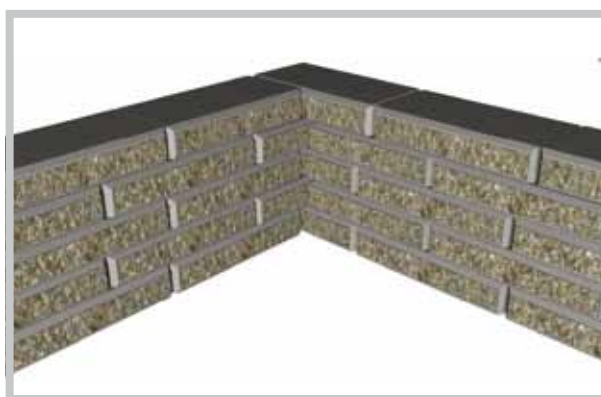
Comenzar la segunda hilada colocando la pieza de esquina tal como muestra la figura, de manera que se consiga el efecto autoblocante.



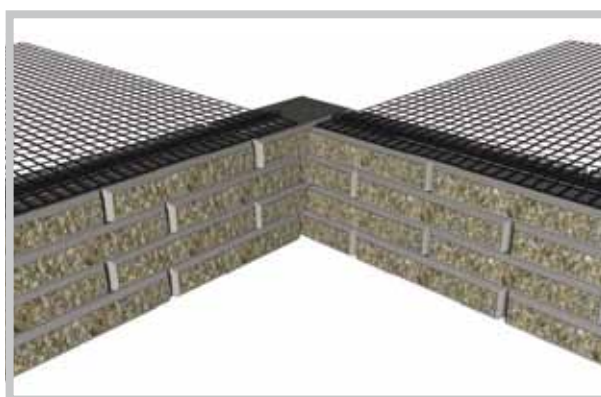
Colocar las piezas de muro para completar la hilada.



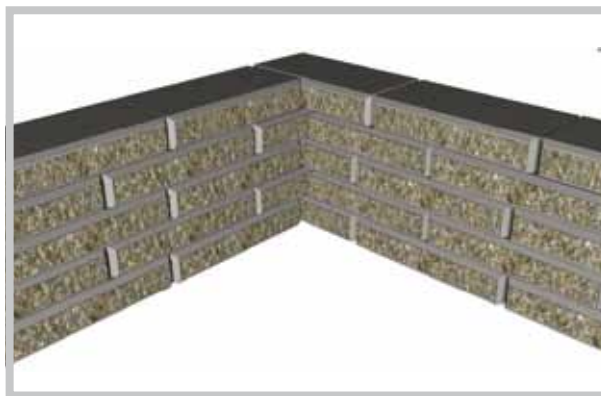
Repetir el proceso hasta conseguir la altura deseada.



Para aplicaciones reforzadas, la geomalla debe ser colocada a 25 mm de la cara de la pieza. Como solo es necesario que la geomalla se extienda directamente desde el muro, se producirá un vacío en la capa de la geomalla, tal como muestra la figura.



Colocar las piezas de remate.



DRENAJE

El correcto drenaje de un muro de contención es uno de los aspectos más críticos de su diseño y construcción. Si no se determina lo contrario, el diseño asume que no existen presiones hidrostáticas detrás del muro. Para asegurar que se cumple esta condición, todos los flujos de agua deben ser tenidos en cuenta en el diseño estableciendo los sistemas de drenaje apropiados, que desvíen el agua del muro siempre que sea posible.

Drenaje interno

Hemos creado este gráfico para ilustrar cuatro sistemas distintos de drenaje interno.

Drenaje no-libre en una zona reforzada

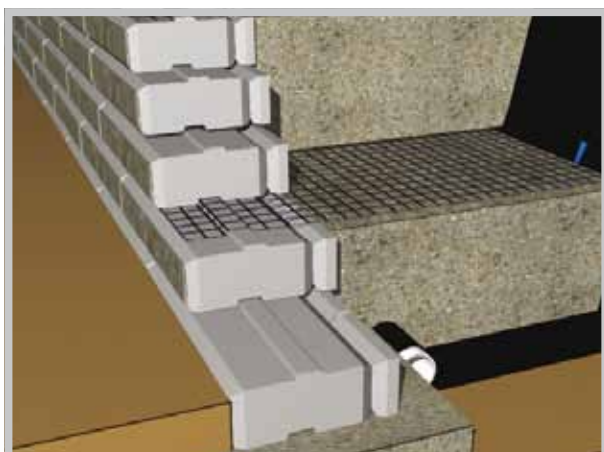
Si el material de relleno usado en la zona de refuerzo no tiene capacidad drenante (proporción de finos $> 8\%$), se requiere una capa drenante justo detrás del muro de un espesor mínimo de 30 cm. El material de drenaje debe ser una grava de 20 mm de diámetro, bien cribada y limpia. Debe colocarse una lámina geotextil entre la capa de drenaje y el material de relleno para impedir la migración de finos y la contaminación del material de drenaje. En cada capa de geomalla, el geotextil debe ser recogido hacia la zona reforzada un mínimo de 15 cm y cortado. La capa de drenaje debe ser completamente encapsulada con una superposición de al menos 15 cm en cada nivel de geomalla, tal como muestra el gráfico.

Drenaje libre en una zona reforzada

Como la construcción de una capa de drenaje justo detrás del muro puede ser engorrosa y reducir la eficiencia en la obra, un opción corriente es usar material granular drenante para rellenar la zona de refuerzo. Recomendamos que este material esté bien cribado y contenga menos de un 8% de finos. Una lámina geotextil debe ser colocada entre la zona de refuerzo y el suelo y la pared de tierra, para prevenir la migración de finos.

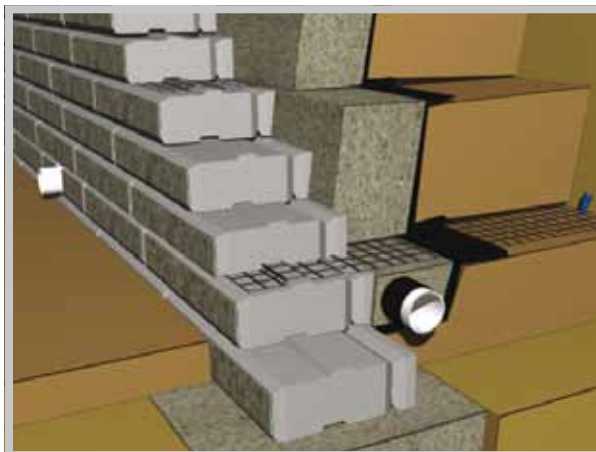
Salida hacia un sumidero

Si el drenaje está conectado con un sumidero u otro tipo de salida, debería colocarse lo más bajo posible. Situando el drenaje al nivel del suelo se asegura un mejor drenaje de la base del muro. Recomendamos una pendiente mínima del 2%.



Salida a través del muro

Si la salida del drenaje es a través del muro, recomendamos que un material de relleno menos permeable sea compactado hasta el nivel del drenaje frente al muro. Esta medida permite recoger el agua que se filtra a través de la zona reforzada y la dirige hacia el drenaje en lugar de saturar la base del muro. El tubo de salida debería ser de PVC no perforado y situado cada de 15 metros como mínimo. La pieza de SienaStone debe moverse para permitir la salida del tubo. Recomendamos que la zona alrededor del tubo sea rellenada con cemento para evitar el arrastre de las partículas finas del suelo. Si se esperan descargas importantes de agua, recomendamos hormigonar el punto donde cae el agua del tubo de salida.

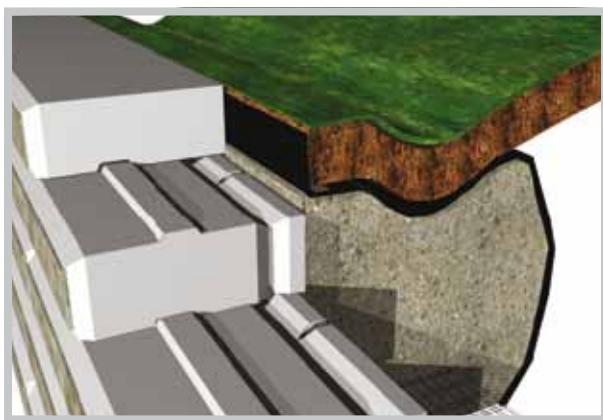


DRENAJES

Drenaje exterior

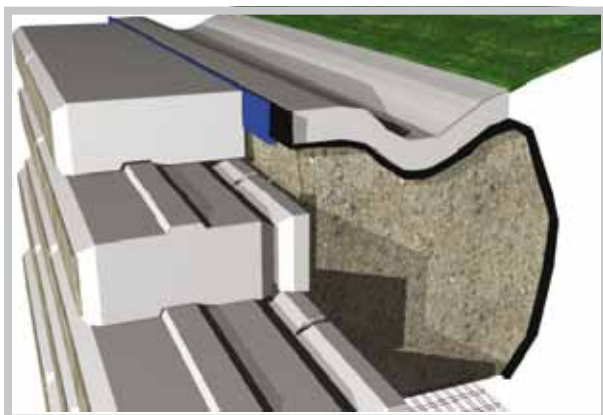
Caz de drenaje

Las escorrentías superficiales de agua deben ser alejadas del muro de contención para evitar la acumulación de presiones hidrostáticas detrás del muro, lo cual se puede conseguir construyendo un caz a lo largo del muro, con una pendiente mínima del 2%.



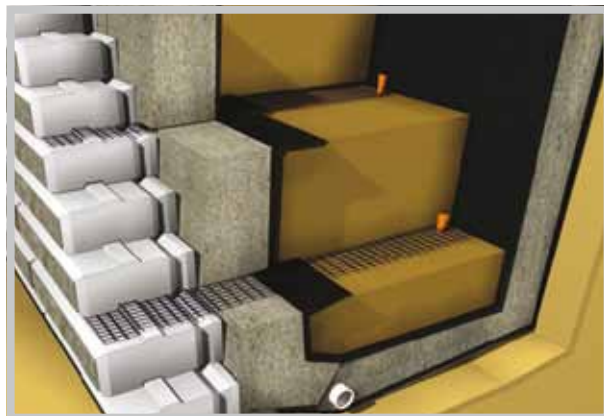
Caz de tierra

La capa superior de 10 cm de suelo puede depositarse sobre una capa de 10 cm de suelo arcilloso con baja permeabilidad, la cual evacuará el agua de escorrentía. La capa superior de suelo debe ser de suficiente calidad para asegurar el crecimiento de vegetación que proteja contra la erosión. La pendiente de la capa arcillosa debe asegurar el agua no vaya directamente hacia el material drenante. Entre la capa arcillosa y el material de relleno debe colocarse una lámina geotextil para impedir la migración de finos.



Caz de hormigón

Puede instalarse un caz de hormigón de 10 cm para evacuar la escorrentía. Es aconsejable colocar una junta de expansión entre el hormigón y el muro.



Mantas y chimeneas de drenaje

Cuando se prevé un elevado flujo de aguas subterráneas puede prevenirse su infiltración en el muro Siena mediante el uso de mantas de drenaje (capa de drenaje extendida horizontalmente a lo largo de la base del muro) o de chimeneas de drenaje (capa de drenaje extendida por detrás de la zona de relleno para así interceptar las aguas subterráneas).



ESCALERAS

Escaleras insertadas en el muro

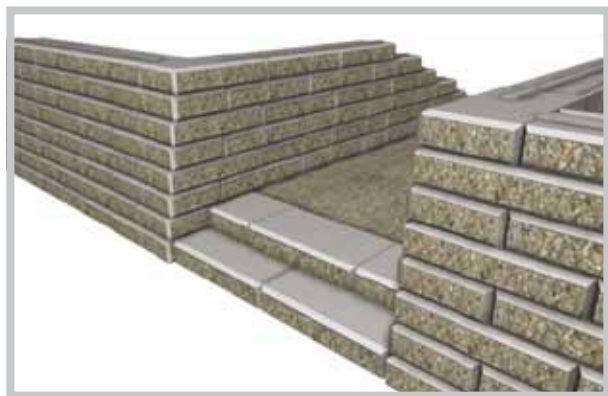
Partimos de dos muros con esquinas de 90°, cuyas paredes están separadas por un espacio igual a la anchura de los peldaños.

Los muros laterales pueden construirse escalonados o verticales. Si son escalonados la anchura del peldaño debe ser ajustada en cada escalón porque la distancia entre los dos muros irá aumentando ya que cada hilada de SienaStone se retira ligeramente.

Los muros laterales pueden ser contruidos sobre el nivel del suelo tal como se muestra en el dibujo o bien escalonados siguiendo el perfil de la escalera. En éste último caso, es necesario que como mínimo una hilada de piezas quede por debajo del nivel del suelo.

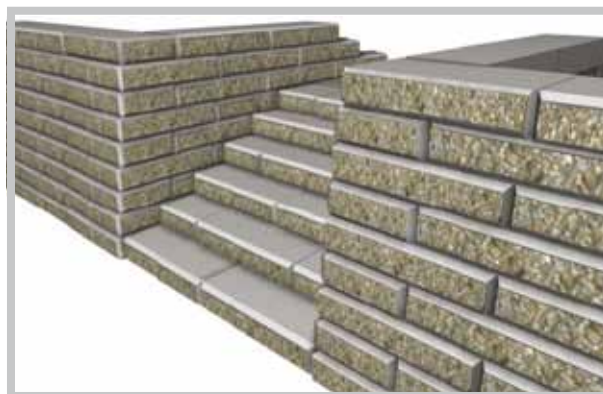


Usando bloques de coronación de SienaStone, se monta el primer peldaño sobre el mismo nivel de suelo que los muros laterales. Luego, se coloca y se compacta el material de relleno hasta la altura del primer peldaño.

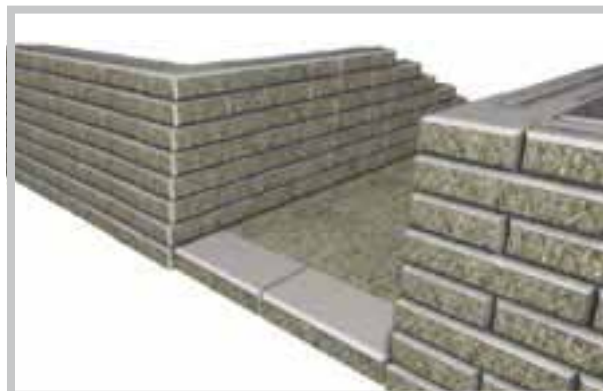


Para el segundo peldaño, se coloca un bloque de coronación entero en el centro y dos medios bloques a los lados.

La anchura de la huella puede ser 36 cm o inferior. Se rellena y se compacta de nuevo hasta la altura del segundo peldaño.



Repetir el paso previo, alternado peldaños con dos bloques enteros y peldaños con un bloque entero y dos medios bloques, hasta completar la escalera.



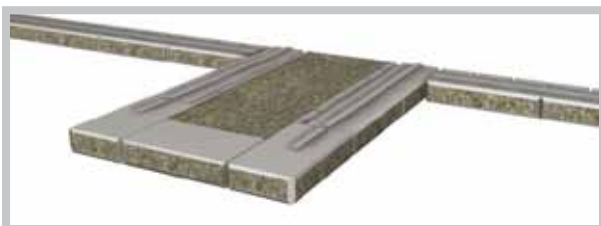
Instalar barandillas siguiendo las especificaciones del proyecto.



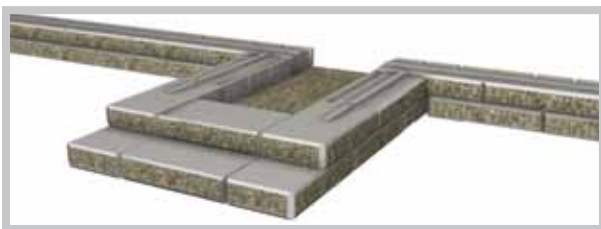
Escaleras salientes del muro

Empezar el muro con dos esquinas interiores de 90°. Los muros laterales deben construirse verticalmente. Usar dos bloques de esquina y un bloque de coronación para construir el primer escalón. En función de la anchura de la huella del escalón, puede ser necesario eliminar parte de la lengüeta de los bloques de esquina.

Entonces rellenar el espacio de detrás de la escalera y compactar el material hasta la altura del primer peldaño.



Repetir la fase previa para el segundo escalón. Parte de la lengüeta de los bloques de esquina tendrá que ser eliminada para facilitar la colocación del siguiente escalón.



Repetir el proceso hasta acabar la escalera, tal como muestra el dibujo.



Instalar barandillas siguiendo las especificaciones del proyecto.

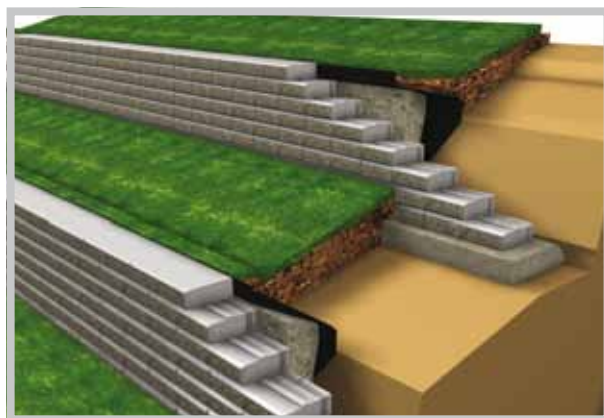


TERRAZAS

Muros de contención convencionales

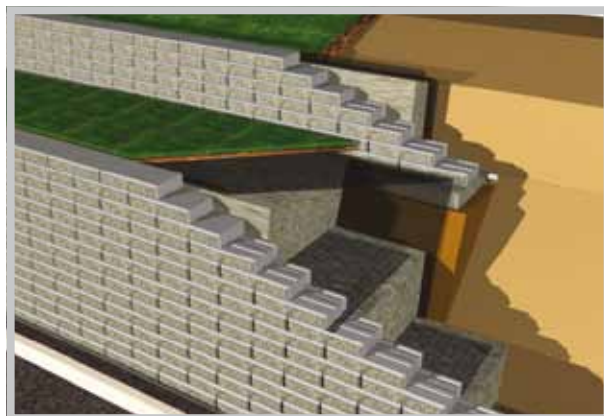
Las terrazas, si están construidas correctamente, son un medio efectivo de reducir las cargas y de ganar altura, manteniendo al mismo tiempo un buen aspecto estético. Una regla práctica útil es que la anchura de la terraza debe ser superior a la altura del muro inferior. Si hay una pendiente entre los dos muros, la separación debe incrementarse.

Recomendamos que los diseños de muros aterrazados sean proyectados por un ingeniero que, en función de las características del suelo, asegure la estabilidad global de la estructura.



Muros de contención reforzados

Si la anchura de la terraza es escasa y el muro superior queda muy próximo a la parte superior del muro inferior, deberían reforzarse los muros con geomalla. En general, a mayor anchura de la terraza, menor coste de instalación. Es vital respetar la anchura mínima de terraza que se establezca en el proyecto, ya que las cargas producidas por muros aterrazados pueden ser importantes. Por ejemplo, un muro de 60 cm de altura, produce una carga sobre el



muro inferior equivalente al paso de tráfico pesado. Estas cargas pueden reducirse incrementando la separación

ción entre los muros o incrementado la profundidad del cimiento del muro superior. Siempre que sea posible, el muro inferior debe ser más alto que el muro superior. Recomendamos que los diseños de muros aterrazados reforzados sean proyectados por un ingeniero que, en función de las características del suelo, asegure la estabilidad global de la estructura.

ACABADOS

En general no es aconsejable que un muro de contención acabe abruptamente. Si no se acaban correctamente los extremos del muro, el material de relleno o de drenaje se puede erosionar, lo que puede provocar un mal asentamiento y afectar a la estabilidad del muro.

Hay diversas maneras de finalizar un muro de contención:

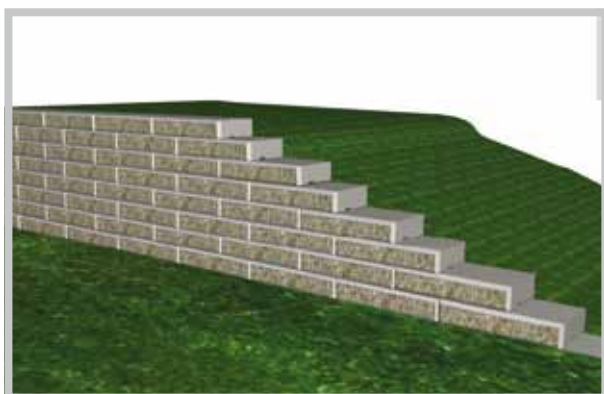
Esquina de 90°

Se puede construir una esquina para que el muro se encuentre con la pendiente que está siendo objeto de contención. De esta manera se contiene el material de relleno detrás del muro.



Escalonado descendiente

El muro puede extenderse y escalonarse hasta una altura razonable que permita allanar el suelo alrededor del extremo del muro.



Unión con una estructura existente

El muro puede unirse a una estructura existente, lo que requerirá cortar algunos bloques de SienaStone para mantener el aparejo a soga. Debe colocarse una junta de expansión de 25 mm entre el muro y la estructura, para permitir que el muro pueda moverse ligeramente sin dejar de efectuar su función de contención de tierras. Debe tenerse en cuenta que si los cimientos de la estructura se extienden por debajo de parte del muro, puede producirse un asentamiento diferencial que conlleve el agrietamiento o separación de los bloques SienaStone.



Infraestructuras y riegos

(carreteras, vías férreas, puertos, residuos, energía, obras hidráulicas)

Comercial

Tel 973 79 74 68 · Fax 973 79 71 33

Expediciones

Tel 973 79 74 68

Almacenes de construcción

Tel 902 10 62 84 · Fax 902 10 66 43

Edificación

Comercial y expediciones

Tel 973 20 05 12 · Fax 973 20 55 19

Urbanización

Comercial

Tel 973 31 45 12 · Fax 973 50 12 53

Expediciones

Tel 973 31 48 10 · Tel 973 31 16 94

Administración

Tel 973 72 55 85 · Fax 973 23 93 55



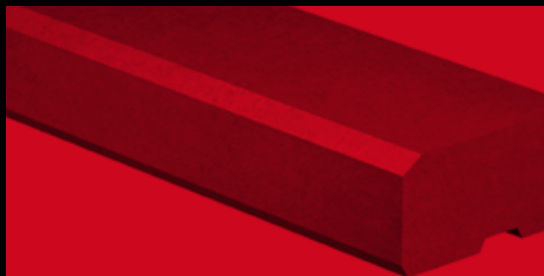
Partida Grenyana, 17
Apartado de correos 657
25080 Lleida

Tel. **973 72 55 85**

Fax **973 23 93 55**

www.glsprefabricados.com

comercial@glsprefabricados.com



Sienastone® es una patente
de Risi Stone Systems

Más información:

www.glsprefabricados.com

www.risistone.com