VERSA-LOK®
Retaining Wall Systems
Solid Solutions.™

www.versa-lok.com









Standard

PAUTAS PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN

Muros de contención de primera calidad para usos públicos, comerciales y residenciales.

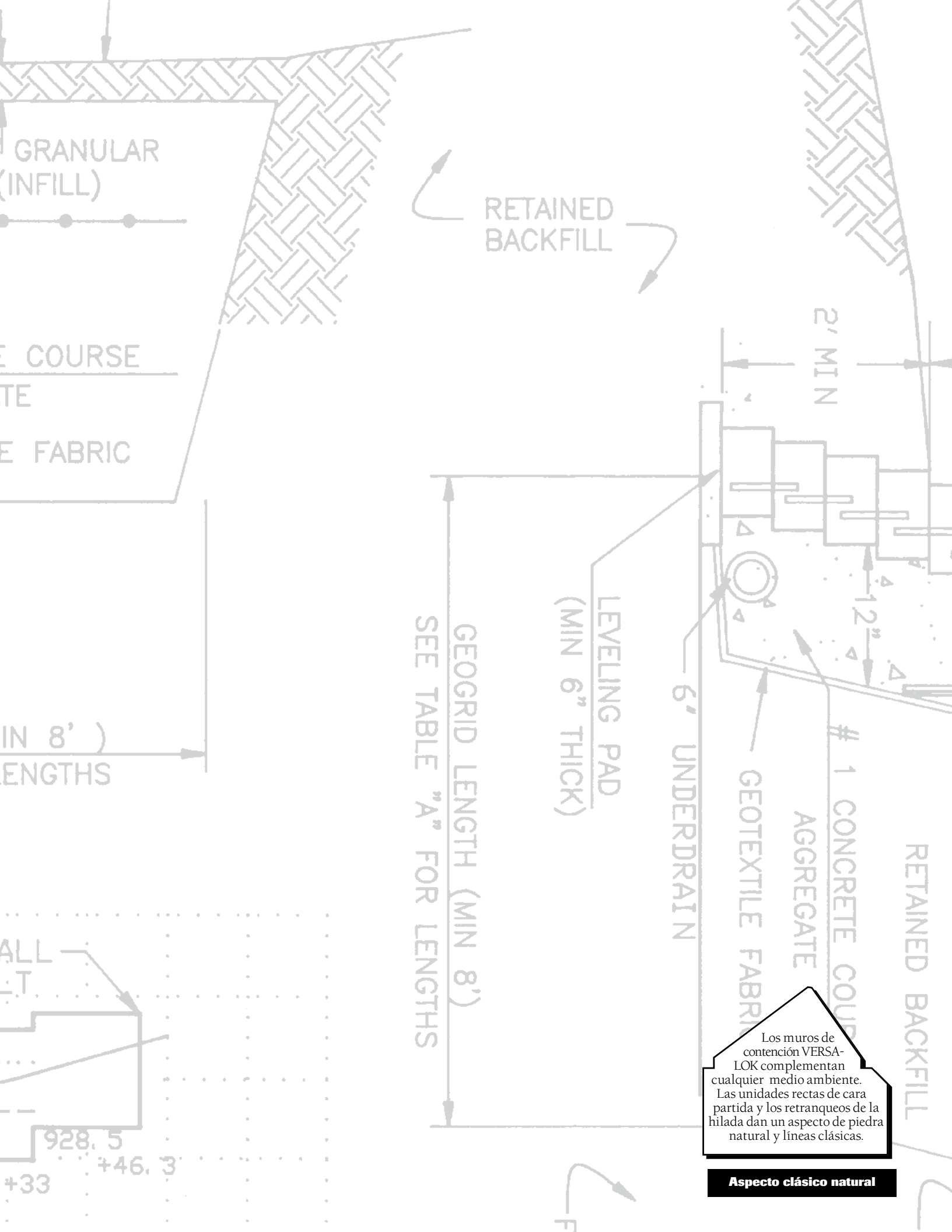
En esta guía se ilustran las capacidades de diseño y construcción que ofrecen los sistemas de muros de contención VERSA-LOK. Cuando se planifica o construye un muro de este tipo, deben considerarse diversas variables, tales como los tipos de terrenos, el drenaje, la carga, la topografía y la altura, a fin de garantizar una instalación segura y sin problemas.



Para construir muros que soporten cargas pesadas o excedan los 1.2 metros (4 pies) de altura, se requieren refuerzos especiales del terreno y frecuentemente planos diseñados profesionalmente. Consulte a un ingeniero calificado si tiene dudas acerca de alguna construcción, lugar o condición del terreno.

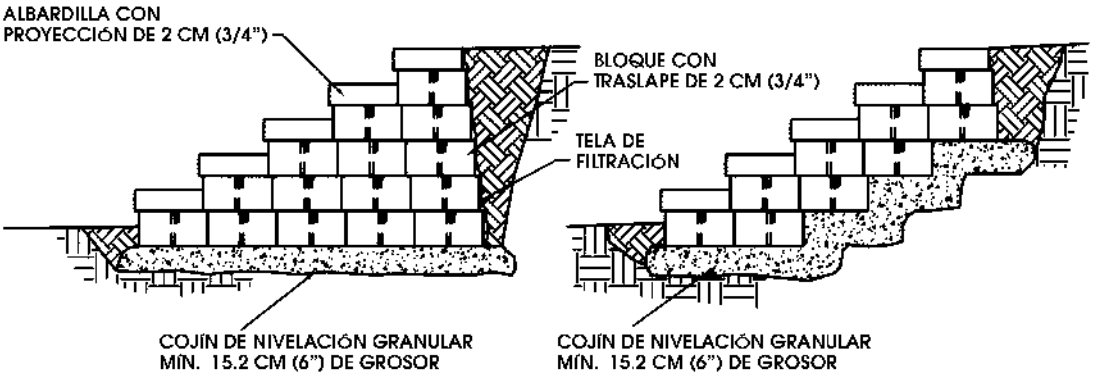
VERSA-LOK ofrece una amplia gama de asistencia técnica, incluyendo asesoría en la elaboración de diseños y publicaciones de referencia. Llame al (800) 770-4525 si necesita aclarar dudas o solicitar alguna de nuestras siguientes publicaciones:

- Boletín Técnico No.1 Protección de líneas costeras y de lagunas de retención
- Boletín Técnico No.2 Construcción de escalones
- Boletín Técnico No.3 Construcción de curvas y esquinas
- Boletín Técnico No.4 Albardillas
- Boletín Técnico No.5 Instalación de la base
- Boletín Técnico No.6 Muros verticales y autoestables
- Boletín Técnico No.7 Muros en hileras
- Plantilla de dibujo
- Bloques para maquetas a escala
- Disquetes de detalles de construcción con dibujos creados con el programa AutoCAD®



Los muros de contención VERSA-LOK complementan cualquier medio ambiente. Las unidades rectas de cara partida y los retranqueos de la hilada dan un aspecto de piedra natural y líneas clásicas.

Aspecto clásico natural

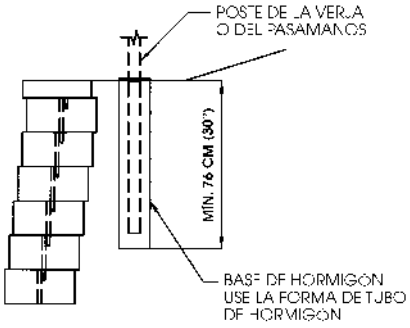


DETALLE 1, CONTRAESCALÓN
MÉTODO DE PEDESTAL BASE (RECOMENDADO)
ESCALA: NINGUNA

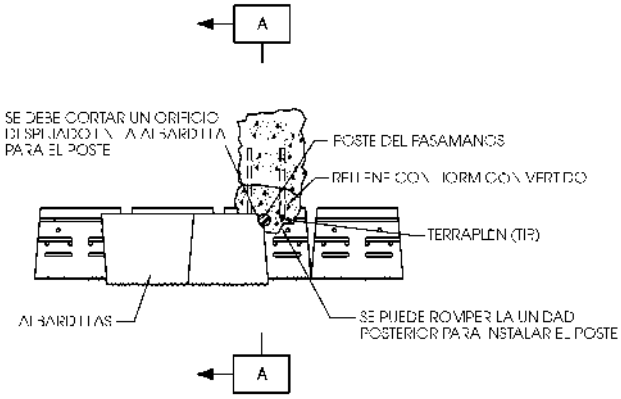
DETALLE 2, CONTRAESCALÓN
MÉTODO DE CORTE
ESCALA: NINGUNA

STAIR NOTES:

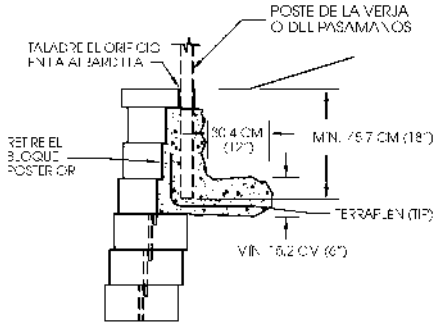
1. PARA EL PEDESTAL DE LA ESCALERA USE EL MISMO MATERIAL DEL COJÍN DE NIVELACIÓN Y EL MURO DE CONTENCIÓN
2. ENVUELVA EL PEDESTAL EN TELA DE FILTRACIÓN
3. CONSTRUYA EL PEDESTAL BASE EN INCREMENTOS DE 4 A 5 CONTRAESCALONES
4. PARA AHORRAR MANO DE OBRA, SE RECOMIENDA EL USO DEL PEDESTAL BASE.
5. CONSTRUYA PRIMERO LOS CONTRAESCALONES, LUEGO INSTALE SUS ALBARDILLAS Y FINALMENTE INSTALE LAS PAREDES LATERALES



DETALLE 1, POSTE
POSTE TÍPICO DE LA VERJA O DEL PASAMANOS
ESCALA: NINGUNA



DETALLE 2, POSTE
POSTE TÍPICO DE LA VERJA O DEL PASAMANOS
ESCALA: NINGUNA



DETALLE DEL POSTE 2, SECCIÓN A A
POSTE TÍPICO DE LA VERJA O DEL PASAMANOS
ESCALA: NINGUNA

Ofrecemos un disquete GRATIS con una gran variedad de detalles de construcción. Los detalles se crearon (y se pueden modificar) con el programa AutoCAD®. Solicite el disquete llamando a VERSA-LOK al (800) 770-4525.

Detalles en disquetes

Contenido

1 Introducción y especificaciones de unidades 1

2 Generalidades del sistema 3

3 Principios de diseño y construcción 6

- Cimentación
- Empotramiento
- Terrenos y compactación
- Drenaje dentro de los muros
- Drenaje de la superficie

4 Consideraciones especiales de diseño y construcción 9

- Líneas costeras
- Cargas detrás de los muros
- Hileras (Muros super puestos)

5 Planificación, presupuesto y diseño final 11

6 Construcción del muro 13

- Herramientas
- Modificación de las unidades
- Excavación
- Cojines de nivelación
- Hilada base
- Hiladas adicionales
- Agregado de drenaje
- Relleno del terreno compactado
- Refuerzo geosintético del terreno
- Albardillas

7 Elementos básicos para el diseño del muro 25

- Curvas
- Esquinas
- Elevaciones escalonadas de la base
- Partes superiores del muro escalonadas
- Retornos

8 Características avanzadas del muro 29

- Escalones
- Muros verticales
- Muros autoestables
- Barandas, balaustradas y barreras para tránsito

Información complementaria

Hoja de trabajo de cálculo de materiales 31

Tablas para el cálculo de redes geogrid 32

Especificaciones estándar 35

Detalles de construcción 41

Busque este símbolo en toda la guía para conocer las características que hacen a los muros de contención segmentales VERSA-LOK los más versátiles y conocidos del mercado.

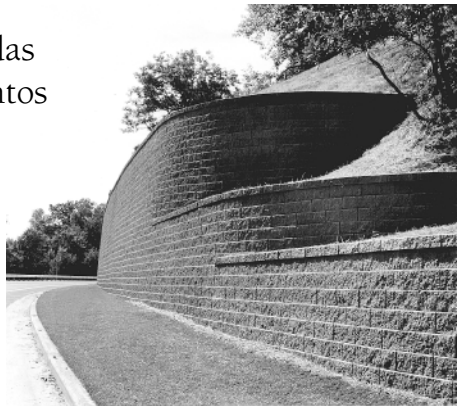
1 Introducción y especificaciones de unidades

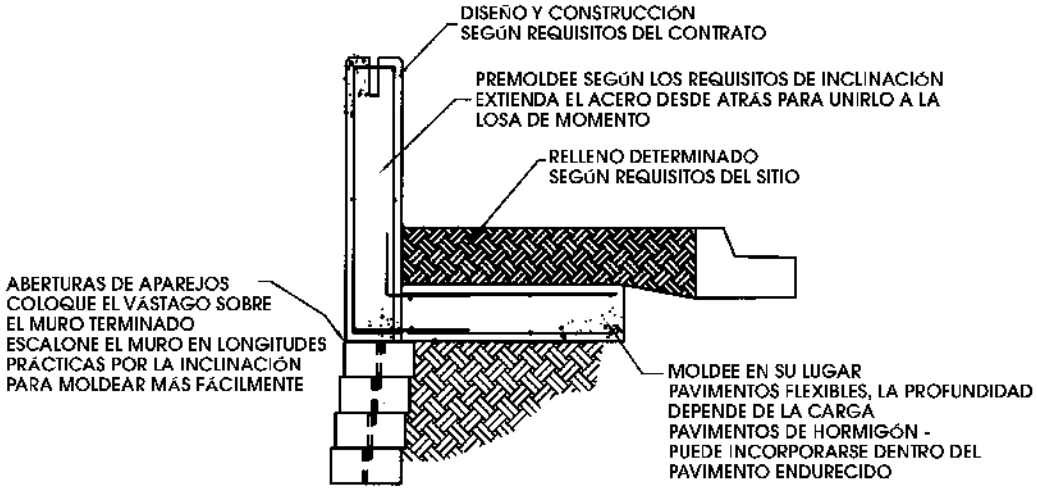
Los sistemas de muros de contención segmentales VERSA-LOK constituyen una permanente e innovadora alternativa a los tipos de muros de contención comunes. Los muros VERSA-LOK presentan una textura natural de acabado áspero para complementar cualquier medio ambiente y son ecológicamente seguros ya que están hechos de hormigón.

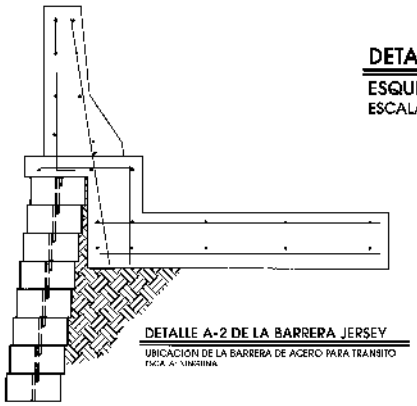
Los muros de contención VERSA-LOK se instalan en forma económica ya que no requieren mortero ni cimientos de hormigón. Además, se usan unidades estándar para construir muros rectos, esquinas internas y externas, curvas y escalones. No es necesario solicitar ni presupuestar unidades especiales. Ofrecemos también albardillas decorativas de hormigón para dar un acabado atractivo al muro VERSA-LOK.

Los sistemas VERSA-LOK son los preferidos por arquitectos ambientales, ingenieros y contratistas. Ofrecen una amplia variedad de diseños, una durabilidad inigualada y son de fácil instalación. Los sistemas VERSA-LOK pueden ser instalados fácilmente por contratistas ambientales, personal de mantenimiento de parques, o cuadrillas de construcción municipales.

Las unidades de muros de contención VERSA-LOK son ideales para proyectos residenciales, comerciales y de organismos gubernamentales. Son utilizadas normalmente por departamentos de transporte estatales y el Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de EE.UU. Si se diseñan adecuadamente, se pueden construir muros VERSA-LOK de más de 12 metros (40 pies) de alto.

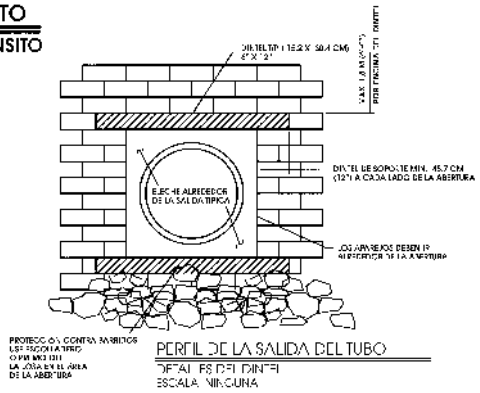




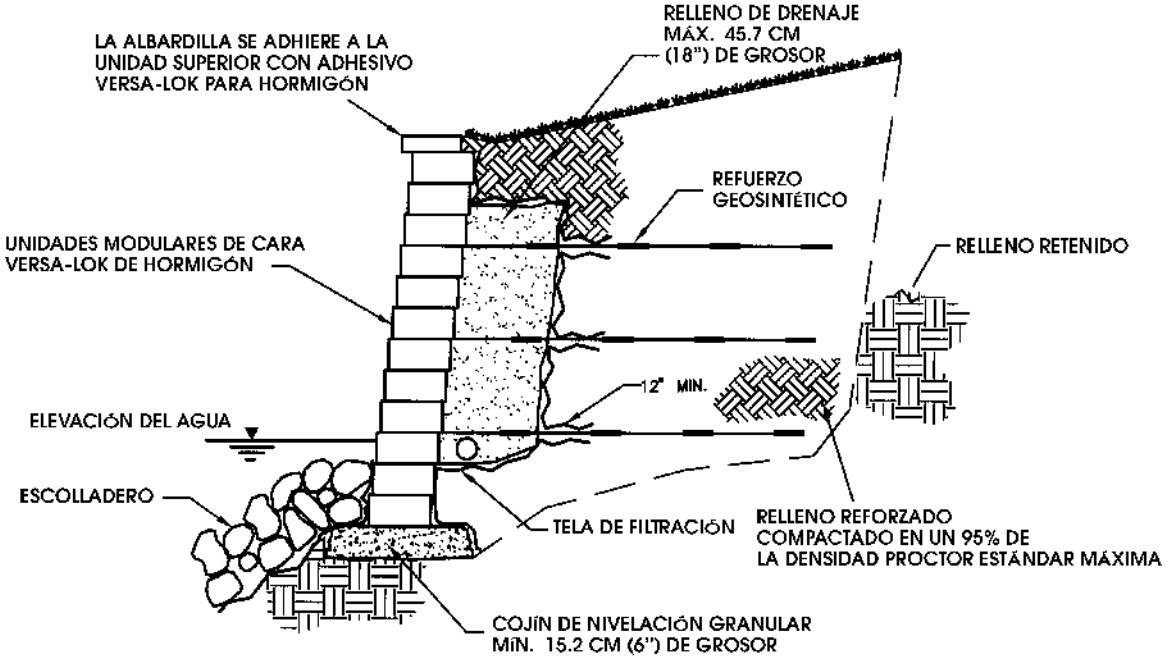


DETALLE A-2 DE LA BARRERA JERSEY
UBICACIÓN DE LA BARRERA DE ACERO PARA TRÁNSITO
ESCALA: NINGUNA

DETALLE C-1 DEL CORONAMIENTO
ESQUEMA DE LA BARRERA PARA TRÁNSITO
ESCALA: NINGUNA

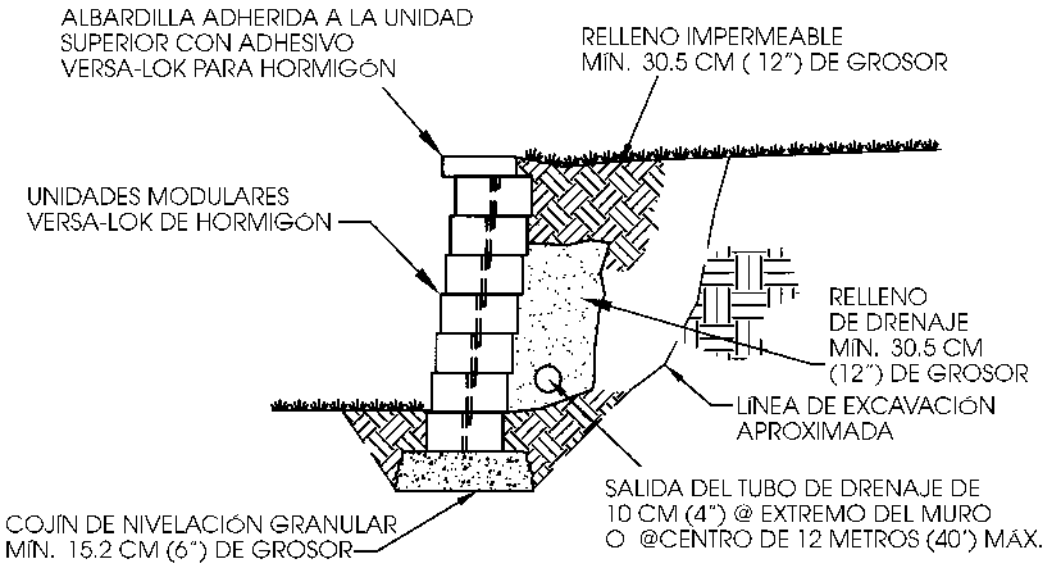


PERFIL DE LA SALIDA DEL TUBO
DETALLES DEL DINTEL
ESCALA: NINGUNA



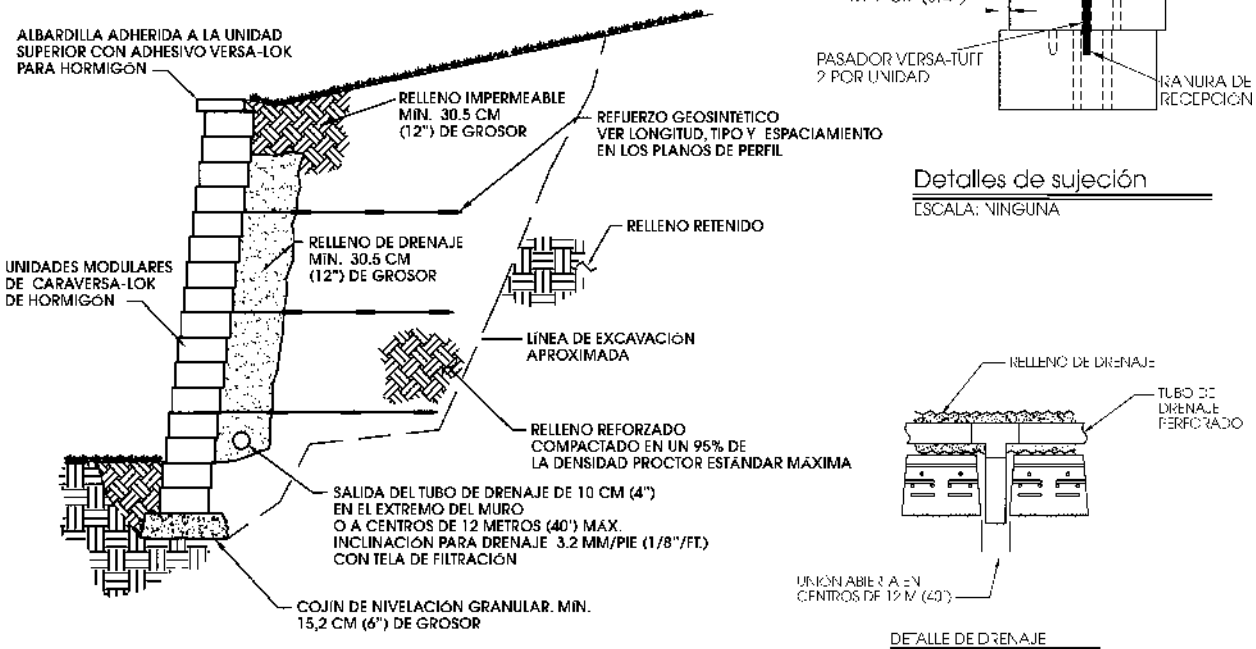
SECCIÓN TÍPICA - MURO REFORZADO PARA LÍNEAS COSTERAS
UNIDAD MODULAR DE HORMIGÓN
ESCALA: NINGUNA

Detalles de construcción



SECCIÓN TÍPICA - MURO DE CONTENCIÓN SIN REFUERZO

UNIDAD MODULAR DE HORMIGÓN
ESCALA: NINGUNA



SECCIÓN TÍPICA - MURO DE CONTENCIÓN REFORZADO

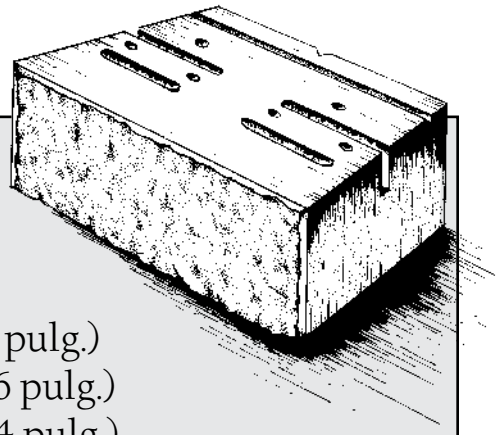
UNIDAD MODULAR DE HORMIGÓN
ESCALA: NINGUNA

Detalles de sujeción
ESCALA: NINGUNA

DETALLE DE DRENAJE
MUROS DE 1,2 M (4')
ESCALA: NINGUNA

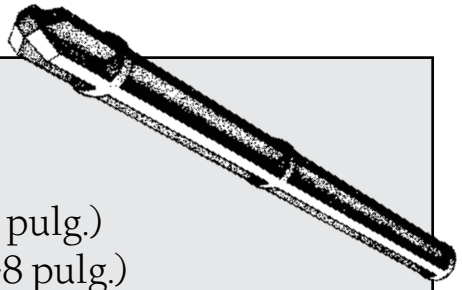
Fabricadas en maquinaria de bloques estándar, las sólidas unidades para VERSA-LOK muros de contención están hechas de hormigón de alta resistencia y de baja absorción. Su solidez les permite resistir el daño antes, durante y después de la construcción en todo tipo de climas.

Las ranuras y los orificios moldeados dentro de las unidades aceptan pasadores VERSA-TUFF de fibra de vidrio o nilón resistentes a la corrosión. A medida que se van instalando las hiladas del muro, los pasadores se van introduciendo por los orificios de la hilada superior para su inserción en las ranuras de las unidades de la hilada adyacente inferior. Los pasadores traban las unidades y ayudan a proporcionar un alineamiento uniforme.



Unidad VERSA-LOK®
(El tamaño y peso reales de las unidades pueden variar levemente según la región.)

Altura:	15.24 cm	(6 pulg.)
Ancho (parte delantera):	40.64 cm	(16 pulg.)
Ancho (parte posterior):	35.56 cm	(14 pulg.)
Profundidad:	30.48 cm	(12 pulg.)
Área de cara:	0.062 m^2	(2/3 pie^2)
Volumen:	0.018 m^3	(0.63 pie^3)
Peso:	37.19 kg	(82 lbs.)
Peso/área de la cara:	599.84 kg/m^2	(123 lbs./ pie^2)

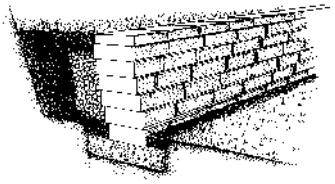


Pasador VERSA-TUFF®

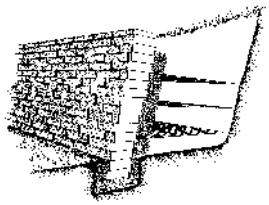
Largo:	17.27 cm	(6.8 pulg.)
Diámetro:	1.22 cm	(0.48 pulg.)
Material:	Nilón reforzado en vidrio	

2 Generalidades del sistema

En muchos proyectos, los muros de contención VERSA-LOK funcionan simplemente como sistemas sostenidos por gravedad; el peso de la unidad por sí solo proporciona la resistencia contra las presiones que ejerce el terreno. Las fuerzas de fricción entre las unidades y las conexiones de los pasadores mantienen juntas las unidades, de modo que los muros formen estructuras coherentes. La inclinación de la cara del muro proporciona resistencia adicional contra derrumbamientos. La altura máxima para muros sostenidos por gravedad varía según las condiciones del terreno y de carga. Por lo general, con relleno nivelado y sin demasiada carga, los muros de gravedad VERSA-LOK son estables hasta alturas de 1.2 metros (cuatro pies).



Cuando el peso de las unidades no es suficiente por sí solo para resistir las cargas del terreno, se utilizan capas horizontales de material geosintético a fin de reforzar el terreno detrás de los muros. Con el diseño y refuerzo del terreno adecuados, es posible construir muros VERSA-LOK de más de 12 metros (40 pies) de altura. El material geosintético no se usa solo para sujetar la cara posterior del muro, sino que se combina con el terreno para crear estructuras de terreno reforzado, las cuales cuentan con la masa y resistencia suficientes como para soportar las fuerzas que sobre ellas se ejercen. Las unidades VERSA-LOK de los muros reforzados retienen el terreno entre las capas del material geosintético creando una cara atractiva y durable.



En la sección de la página 4 se ilustran los componentes de un muro segmental de contención VERSA-LOK. Cada hilada del muro va formando un retranqueo de 2 centímetros (3/4 de pulgada) detrás de la hilada inferior. Esta disposición permite al muro inclinarse hacia atrás en el terreno retenido, en ángulos de aproximadamente siete grados. Los muros inclinados son estructuralmente más estables que los muros verticales, puesto que la fuerza de gravedad los "empuja" hacia el interior del terreno retenido.

1.06 Medidas y pagos

A. El agregado de drenaje se mediará en yardas cúbicas.

B. El pago cubrirá el suministro e instalación del agregado de drenaje.

C. Basándose en los procedimientos de construcción, en las condiciones reales del terreno y tal como se indica en los planos, el ingeniero o arquitecto podrá aumentar o disminuir la cantidad de agregado de drenaje.

D. Las cantidades aceptadas de agregado de drenaje se pagarán por yardas cúbicas de cantidades netas, tal como se indica en los planos de construcción. Los desechos y derrames no se consideran. Los pagos se efectuarán bajo:

Artículo a pagar	Unidad de pago
Agregado de drenaje	Yardas cúbicas

PARTE 2: MATERIALES

2.01 Definiciones

A. El tubo de drenaje debe ser un tubo de PVC perforado o ranurado, o bien un tubo HDPE corrugado. El tubo puede cubrirse con una funda de material geotextil de punto o no tejido específicamente diseñado para funcionar como filtro.

B. El agregado de drenaje deberá estar compuesto de material de drenaje libre, en relación al terreno circundante, para impedir la acumulación de presiones hidrostáticas.

C. El material geotextil de drenaje deberá tener al menos las siguientes propiedades (o bien cumplir con las recomendaciones del ingeniero de diseño).

AOS	ASTM D 4751	70-100
Tracción retenedora	ASTM D 4632	50 kg (100 lbs.)
Rasgadura del material	ASTM D 4533	18 kg (40 lbs.)
Flujo de agua	ASTM D 4491	75 gpm/pie
Perforación	ASTM D 4833	18 kg (40 lbs.)

2.02 Productos

A. El agregado de drenaje deberá ser relleno granular o gravilla limpios de menos de 2.5 centímetros (1 pulgada) y deberá cumplir los siguientes valores (tamaño del grano/% de paso del análisis granulométrico):

2,5 centímetros (1 pulgada)/100-75%, 2 centímetros (3/4 de pulgada)/50-75%, No. 4/0-60%, No. 40/0-50%. No. 200/0-5%

B. El tubo de drenaje será fabricado según las normas ASTM D 3034 y ASTM D 1248.

C. El material geotextil puesto alrededor del agregado o tubo de drenaje será instalado tal como se especifica en la sección 2.01, y tal como lo recomienda el ingeniero de diseño.

PARTE 3 EJECUCIÓN

3.01 Tubo de drenaje

A. Instale el tubo de drenaje según las líneas, los niveles y secciones que aparecen en los planos de construcción.

B. Instale el tubo de drenaje a fin de hacer fluir el agua por gravedad fuera de la zona del terreno reforzado. Saque este tubo a la superficie por el acceso a la alcantarilla o por la pendiente a una elevación no superior al punto más bajo del tubo dentro de la masa de terreno reforzado.

C. El tubo de drenaje principal, situado justo detrás de las unidades segmentales tendrá un mínimo de 8 centímetros (3 pulgadas) de diámetro. Cualquier otro tubo de drenaje podrá hacer fluir el agua por gravedad en forma independiente o conectarse al tubo de drenaje principal con laterales a un espacio máximo de 15 metros (50 pies) por la cara del muro.

3.02 Agregado de drenaje

A. Instale el agregado de drenaje según las líneas, niveles y secciones designados en los planos de construcción del proyecto.

B. Coloque el agregado de drenaje según los grosores y anchos de acabado mínimos especificados, o tal como lo indica el ingeniero.

C. Si se instala un drenaje universal, se deberá colocar material geotextil no tejido antes de instalar el agregado, tal como se indica en los planos.

FIN DE LA SECCIÓN

Se ofrecen disquetes GRATIS con las especificaciones, legibles con la mayoría de procesadores de texto de un PC. Solicítelos a VERSA-LOK llamando al (800) 770-4525.

Especificaciones en disquetes

2.02 Propiedades del refuerzo geosintético

A. El refuerzo geosintético deberá tener como mínimo las siguientes propiedades de diseño determinadas por las pruebas específicas del producto, tal como aparecen definidas en la sección titulada "Manual para el diseño de muros de contención segmentales" de la norma NCMA (sección 35).

	LTDS	Ci	Cds
Red geogrid tipo A	(454 m/pies) (1000 lb/pies)	(0.7)	(0.7)
Red geogrid tipo B	(si se requiere)		

PARTE 3 EJECUCIÓN

3.01 Preparación del terreno de cimentación

A. La preparación del terreno de cimentación se realizará tal como se describe en la sección _____ - Unidades SRW.

3.02 Construcción del muro

A. La construcción del muro se realizará tal como se especifica en la sección _____ - Unidades SRW.

3.03 Instalación del refuerzo geosintético

A. El refuerzo geosintético se instalará horizontalmente a la altura del muro y tal como lo indican los planos de construcción, o según lo indique el arquitecto o ingeniero.

B. El refuerzo geosintético se instalará horizontalmente en rellenos de refuerzo compactado y se unirá a las unidades SRW de hormigón. Los detalles para embutir las unidades deberán coincidir con las recomendaciones del fabricante de las mismas.

C. El contratista deberá verificar que la orientación (dirección de ondulación) del refuerzo geosintético sea la correcta.

D. Coloque las unidades segmentales y el relleno según la sección _____ - Unidades SRW.

E. Antes de colocar el relleno del terreno, se deberá instalar el refuerzo geosintético estirado y sin arrugas. El refuerzo geosintético puede asegurarse con grapas, pasadores, bolsas de arena o relleno de terreno, según se requiera, de acuerdo con las propiedades del relleno, los procedimientos de colocación de éste o las condiciones climáticas, o tal como lo indique el arquitecto o ingeniero.

F. Para las consideraciones de construcción, el espacio máximo entre las capas de redes geogrid será de 61 centímetros (2 pies) verticales.

AGREGADO DE DRENAJE

PARTE 1: GENERAL

1.01 Descripción

El proyecto incluye el suministro e instalación de todos los materiales del agregado de drenaje de acuerdo con las líneas y niveles designados en los planos de construcción.

1.02 Trabajo relacionado

Sección A. _____ - Unidades para muros de contención segmentales

Sección B. _____ - Refuerzo geosintético del muro

Sección C. _____ - Preparación del área de trabajo

Sección D. _____ - Movimiento de tierras

1.03 Normas de referencia

A. ASTM D 3034 - Especificaciones para tuberías plásticas de cloruro de polivinilo (PVC)

B. AASHTO T-27 - Método de prueba para los límites de gradación de materiales filtradores de partículas finas

C. ASTM D 1248 - Especificaciones para tuberías de plástico corrugado

D. Si hay diferencias entre los documentos de especificaciones y referencia, el arquitecto o ingeniero deberá determinar el documento que se va a usarse.

1.04 Certificación

A. Antes de comenzar la obra, el contratista deberá presentar una certificación del fabricante, firmada ante notario, donde se declare que el agregado de drenaje cumple los requisitos de esta especificación.

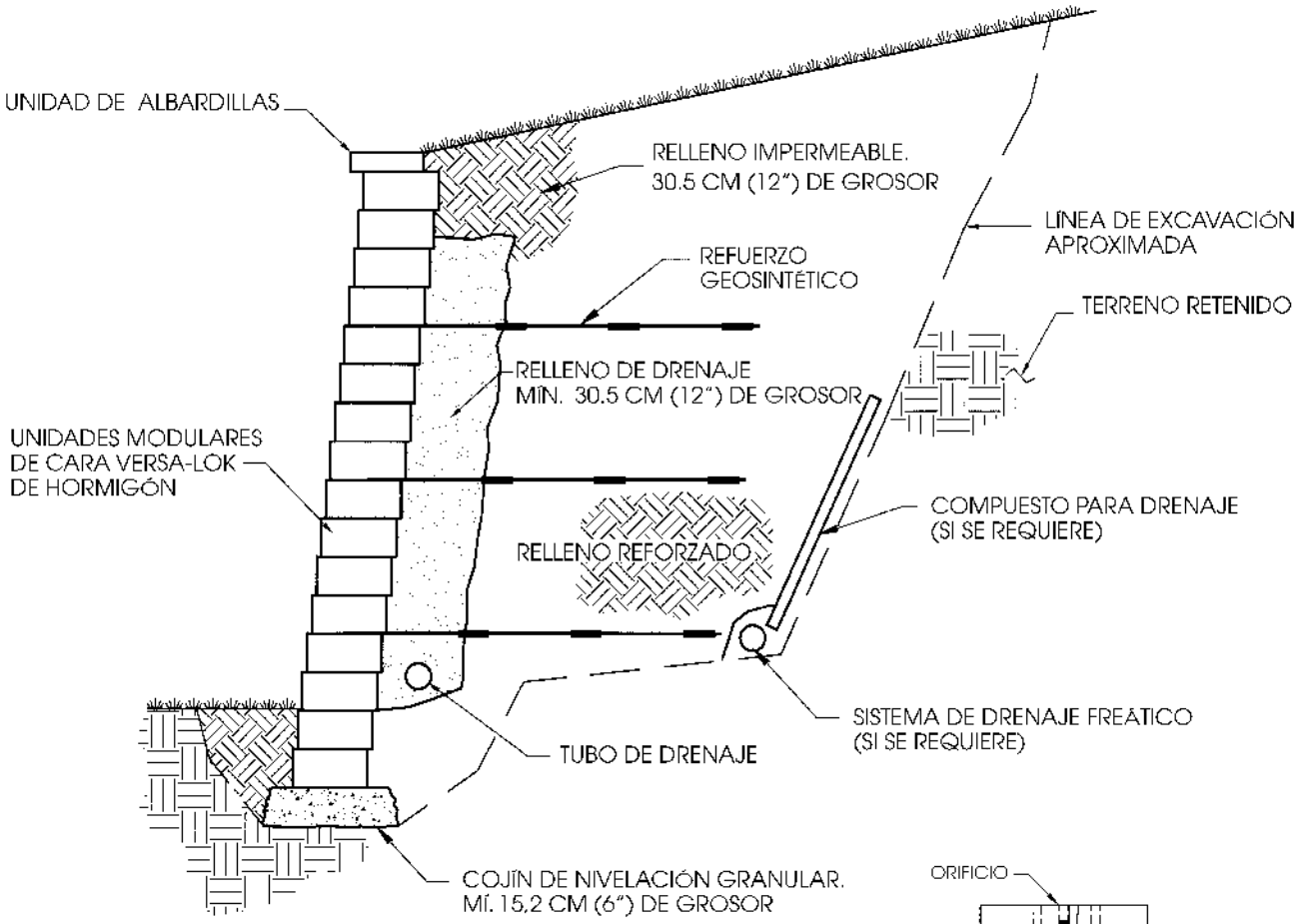
1.05 Entrega, almacenamiento y manejo

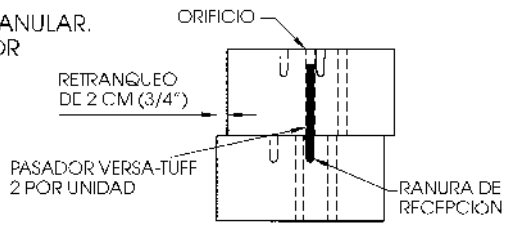
A. La tubería de plástico se almacenará según las recomendaciones del fabricante para impedir el ingreso de materiales deletéreos.

B. El agregado de drenaje deberá almacenarse para impedir que se contamine con otros terrenos de relleno o del propio lugar.

Sección típica de un muro reforzado

(El diseño y la necesidad del refuerzo de tierra y los materiales de drenaje dependerán del lugar y del terreno.)





Detalles de sujeción

Si se diseñan adecuadamente, es posible construir muros de contención verticales con unidades VERSA-LOK estándar. Sin embargo, a menos que sea estrictamente necesario no se recomienda construir este tipo de muros. Comuníquese con su representante de VERSA-LOK para obtener mayor información sobre los usos de muros verticales.

Los muros de contención VERSA-LOK se instalan sin mortero ni cimientos de hormigón. Las unidades son compactas, se manejan fácilmente y no tienen núcleos que deban rellenarse, de modo que se ahorra tiempo y no se usan materiales adicionales.

Fácil instalación

Metodología básica para ingenieros sobre el diseño de refuerzos

Para estabilizar adecuadamente los sistemas de muros de contención segmentales, la masa del terreno reforzado debe ser lo suficientemente grande para resistir las cargas que recibe el sistema (estabilidad externa), y debe contener suficiente refuerzo del terreno para mantener compactada la masa de tierra (estabilidad interna). Para la estabilidad externa, la masa de terreno reforzado debe ser lo suficientemente ancha para que pueda soportar los deslizamientos, vuelcos y fallas de resistencia. Para la estabilidad interna, el refuerzo del terreno debe tener la resistencia y capas suficientes para soportar las presiones excesivas (rompimiento), y además el largo adecuado para resistir la extracción de terreno estable. Se deberán analizar diversos segmentos de tierra, los cuales podrían desplazarse hacia adelante, fuera de la tierra estable, para asegurarse de que las capas de refuerzo del terreno tengan la firmeza suficiente para sostener los segmentos en su lugar.

Las cargas externas del terreno se calculan mediante las teorías tradicionales de presión de terreno aplicadas para diseñar cualquier muro de contención. Las fuerzas internas del refuerzo geosintético del terreno se calculan según dos propiedades del terreno, el ángulo de fricción interno (f) y el peso unitario del terreno (g). Es necesario conocer con precisión estas dos propiedades a fin de diseñar correctamente el muro. Para simplificar prudentemente el diseño de éste, por lo general se ignoran tanto la cohesión (c) de todo terreno de granos finos, como la resistencia pasiva contra el deslizamiento, que ejerce el terreno delante de las bases del muro.



VERSA-LOK ofrece una amplia gama de asistencia técnica, incluyendo asesoría en la elaboración de diseños y publicaciones de referencia. Llame al (800) 770-4525 si tiene alguna duda sobre el diseño adecuado de muros de contención segmentales.

REFUERZO GEOSINTÉTICO DEL MURO

PARTE 1: GENERAL

1.01 Descripción

El proyecto incluye el diseño e instalación del refuerzo geosintético según las líneas y niveles diseñados en los planos.

1.02 Trabajo relacionado

Sección A. _____ - Unidades para muros de contención segmentales

Sección B. _____ - Movimiento de tierras

Sección C. _____ - Agregado de drenaje

1.03 Normas de referencia

A. ASTM D 4595 - Propiedades traccionales de los materiales geotextiles según el método Wide-Width Strip Method (Método de banda ancha).

B. ASTM D 4632 - Propiedades traccionales de los materiales geotextiles

C. ASTM D 52 - Arrastre de los materiales geotextiles

D. GRI:GG1 - Resistencia traccional de las redes geogrid de acanalado sencillo.

E. NCMA SRWU-1 - Determinación de la resistencia de conexión entre materiales geosintétcos y unidades de hormigón segmentales

F. NCMA - Manual para el diseño de muros de contención segmentales

G. Si hay diferencias entre los documentos de especificaciones y referencia, el arquitecto o ingeniero deberá determinar el documento que se va a usarse.

1.04 Certificación

A. Antes de comenzar la obra, el contratista deberá presentar una certificación del fabricante, firmada ante notario, donde se declare que el refuerzo geosintético cumple los requisitos de esta especificación.

1.05 Entrega, almacenamiento y manejo

A. El contratista deberá revisar el refuerzo geosintético una vez recibido a fin de comprobar que éste cumple con el tipo y calidad solicitados. En cada despacho de debe proporcionar la certificación del producto.

B. El refuerzo geosintético se almacenará a temperaturas superiores a - 6-6 C (-20 F).

C. El material geosintético enrollado se almacenará según las recomendaciones del fabricante.

1.06 Medidas y pagos

A. El refuerzo geosintético se medirá en yardas cuadradas.

B. El pago cubrirá el suministro e instalación del material geosintético.

C. Basándose en los procedimientos de construcción, en las condiciones reales del terreno y tal como se indica en los planos, el ingeniero o arquitecto podrá aumentar o disminuir la cantidad de material geosintético.

D. Las cantidades aceptadas de refuerzo geosintético se pagarán por yardas cuadradas de las cantidades netas, tal como se indica en los planos de construcción. Los desechos y material derramado no se consideran. El pago se efectuará bajo:

Artículo a pagar	Unidad de pago
Refuerzo geosintético	Yardas cuadradas

PARTE 2: MATERIALES

2.01 Definiciones

A. El refuerzo geosintético deberá ser un polímero específicamente fabricado como elemento reforzador del terreno que cumpla los requisitos de esta especificación.

B. Las unidades de hormigón para muros de contención segmentales (SRW) se detallan en los planos y sus especificaciones aparecen en la sección _____ - Unidades para muros de contención segmentales.

C. Los pasadores para las unidades SRW aparecen detallados en los planos y especificados en la sección_____ - Unidades SRW.

D. El material para los cojines de nivelación es arena o grava, tal como se especifica en la sección _____ - Unidades SRW u hormigón sin refuerzo de baja resistencia.

E. El relleno reforzado (terreno interno) es el terreno usado dentro de la masa de terreno reforzado.

F. El relleno retenido o relleno común es el terreno que va detrás de la masa del terreno reforzado y el cojín de nivelación.

B. El relleno reforzado deberá compactarse en tiradas de un máximo de 20 centímetros (8 pulgadas) de grosor hasta alcanzar un 95% de la densidad Proctor estándar máxima (ASTM D 698).

2.06 Relleno retenido o común

A. El terreno colocado detrás del relleno reforzado puede ser cualquier tipo de terreno inorgánico con un límite de contenido líquido inferior a 50 y un índice de plasticidad inferior a 30, o tal como lo indique el ingeniero.

B. El relleno retenido debe compactarse al menos en un 90% de la densidad Proctor estándar máxima (ASTM 698).

PARTE 3: EJECUCIÓN

3.01 Excavación

A. El contratista excavará las líneas y niveles que aparecen en los planos de nivelación del proyecto. El contratista adoptará todas las precauciones a fin de minimizar la excavación de más. Agregue relleno interno compactado a donde se excavó de más o siga las indicaciones del arquitecto o ingeniero, a costo del contratista.

B. El arquitecto o ingeniero inspeccionará la excavación y la aprobará antes de comenzar a agregar el material para los cojines de nivelación.

C. La excavación de terrenos deletéreos y el reemplazo con material de relleno compactado, según lo indique el arquitecto o ingeniero, se pagarán de acuerdo con los precios unitarios que se especifican en el contrato. Consulte la sección_____ - Exavación.

D. Las áreas excavadas de más delante de la cara del muro se rellenarán con material de relleno interno a costo del contratista, o según lo indique el arquitecto o ingeniero.

E. Antes de realizar las excavaciones, el contratista verificará la ubicación de estructuras y servicios públicos existentes. El contratista deberá proteger todas las estructuras cercanas contra los efectos de la excavación.

3.02 Construcción de los cojines de nivelación

A. Los cojines de nivelación con un grosor mínimo de 15 centímetros (6 pulgadas) se instalarán tal como se indica en los planos de construcción. El cojín deberá extenderse lateralmente a una distancia mínima de 15 centímetros (6 pulgadas) desde el lado delantero y posterior de la unidad SRW más baja.

B. El terreno deberá ser sometido a pruebas contra ondulaciones y se compactará en un 95% de la densidad Proctor estándar, además deberá ser revisado por un arquitecto o ingeniero antes de colocar los materiales para los cojines de nivelación.

C. El material de los cojines deberá compactarse a fin de formar una superficie de nivelación dura sobre la cual instalar la primera hilada de unidades. Se puede usar arena bien cimentada para emparejar la parte superior de 6.3 milímetros a 1.2 centímetros (1/4 a 1/2 de pulgada) del cojín de nivelación. Utilice compactadores con placa mecánica a fin de compactar el material en un 95% de la densidad Proctor estándar máxima (ASTM D 698).

D. El cojín de nivelación debe prepararse de tal forma que asegure un contacto total con las unidades SRW.

3.03 Instalación de las unidades SRW

A. Instale la primera hilada de unidades SRW sobre el cajón de nivelación. Las unidades deben nivelarse de lado a lado, y de adelante hacia atrás con unidades adyacentes y alineadas. La primera hilada es la más importante ya que permite asegurar la precisión y a la obtención de buenos resultados.

B. Cerciórese de que las unidades hagan pleno contacto con el cajón.

C. Coloque la parte delantera de las unidades lado a lado. No deje espacios entre las partes delanteras de las unidades adyacentes. Use una línea de partida para alinear las unidades o nivelarlas desde la base de la línea hasta la parte posterior de las unidades, o bien a lo largo de las ranuras de conexión. Planifique las curvas y esquinas según las pautas proporcionadas por los fabricantes de las unidades SRW.

D. Coloque y compacte el relleno de drenaje entre y detrás de las unidades. Coloque y compacte el terreno de relleno interno detrás del relleno de drenaje.

E. Elimine todo el exceso de escombros de la parte superior de las unidades e instale la hilada siguiente.

F. Introduzca dos pasadores de conexión para cada unidad, a través de los orificios de conexión de las unidades de la hilada superior y dentro de las ranuras de recepción de la unidades de la hilada inferior. Los pasadores quedarán totalmente trabados en la ranura de la unidad inferior. Empuje las unidades hacia adelante para eliminar la parte suelta entre las conexiones de las unidades y luego revise el alineamiento. Revise el nivel de las unidades.

G. Repita el procedimiento hasta abarcar toda la altura del muro, cerciorándose de que los pasadores queden trabados en cada hilada sucesiva.

H. Las albardillas SRW deberán fijarse a las unidades inferiores con un adhesivo para hormigón recomendado por el fabricante. Las molduras se pueden colocar a ras, o bien embutir o proyectarlas por la hilada superior de las unidades.

FIN DE LA SECCIÓN



3 Principios de diseño y construcción

Cimentación

El terreno de cimentación donde descansarán los muros debe ser rígido, firme y tener suficiente capacidad para soportar el peso del sistema de muro. Se deberán retirar todos los materiales sueltos, blandos o compresivos, y reemplazarlos con relleno adecuadamente compactado. Un ingeniero de suelos deberá comprobar la capacidad de resistencia del terreno de cimentación.

Los muros de contención segmentales VERSA-LOK se instalan sobre cojines de nivelación hechos de arena gruesa o grava angular bien nivelada . El material más comúnmente usado para construir los cojines es aquél que se utiliza localmente como agregado de base para carreteras. Los cojines de nivelación granulares proporcionan bases rígidas, pero con algo de fexibilidad, a fin de distribuir los pesos del muro.

No se requieren ni recomiendan cimientos de hormigón rígido que se extiendan debajo del nivel de escarcha. Debido a que las unidades VERSA-LOK se instalan sin mortero, tienen mayor libertad para desplazarse levemente entre sí. La flexibilidad de los cojines de nivelación y de las unidades del muro les permite adaptarse a los ciclos de heladas y deshielo sin que se dañen las estructuras. Los muros VERSA-LOK, instalados en cojines de nivelación granulares, se han usado exitosamente en Norteamérica, ya sea en líneas costeras y en muros de más de 12 metros (40 pies) de altura.

Si un contratista elige formar cojines de hormigón sin refuerzo, éstos deberán construirse con una mezcla magra de hormigón (200 a 300 lb/pulg2) y su grosor no deberá superar los 5 centímetros (2 pulgadas). Para asegurar el alineamiento correcto de las unidades VERSA-LOK, los cojines deben construirse con mucho cuidado, puesto que deben quedar perfectamente nivelados. En contadas ocasiones, cuando se requieren cimientos rígidos de hormigón reforzado, los cojines deben instalarse debajo del nivel de escarcha.

Empotramiento

Los muros de contención segmentales VERSA-LOK deben tener un décimo de su altura empotrado bajo nivel. Por ejemplo, un muro con 4.6 metros (15 pies) de altura expuesta debe tener un mínimo de 46 centímetros (1.5 pies) enterrados bajo nivel, completando así una altura de 5 metros (16.5 pies). El asentamiento deberá aumentarse según condiciones especiales tales como la inclinación en la base del muro, terrenos de cimentación blandos o usos en zonas costeras. El empotramiento mejora la estabilidad y brinda protección prolongada a los cojines de nivelación.

Terrenos y compactación

Si se diseñan adecuadamente, se pueden construir muros segmentales en una amplia variedad de condiciones del terreno. Se prefiere el uso de terrenos granulares puesto que rellenan las áreas reforzadas con materiales geosintéticos, pero también se aceptan terrenos de granos finos tales como la arcilla. Por lo general, los terrenos más escabrosos requieren menos refuerzo del terreno y se compactan más fácilmente que los terrenos finos. Se deben evitar (o bien tomar en consideración en el diseño del muro) los materiales difíciles tales como la arcilla expansiva, terrenos compresivos o altamente orgánicos (capa superficial del suelo).

Es crucial compactar correctamente el terreno que forma el cimiento y el relleno para que los sistemas de muros de contención rindan de manera óptima por un tiempo prolongado. El relleno suelto ejercerá presión sobre los muros, acumulará agua, causará estancamiento y no anclará adecuadamente los materiales del refuerzo del terreno. Por lo general, en los planos de construcción o en las especificaciones de la obra se indica la compactación que debe tener el terreno de relleno. Los materiales de cimiento y relleno deberán compactarse al menos en un 95 por ciento de la densidad Proctor estándar (ASTM D 698) (la densidad Proctor es la densidad máxima de tierra compactada en laboratorio al aplicar una cantidad de esfuerzo estándar de compactación). Si se van a usar grandes cantidades de relleno, se debe observar la construcción y comprobar que el tipo y compactación de la tierra sea el correcto. Normalmente, el ingeniero de suelos clasifica la tierra y realiza las pruebas de densidad del terreno.

PARTE 2: MATERIALES

2.01 Unidades para muros de contención segmentales

A. Las unidades SRW serán unidades VERSA-LOK para muros de contención fabricadas por _____.

B. Las unidades SRW deberán cumplir los siguientes requisitos arquitectónicos:

1. El color de las unidades SRW será _____.
2. El acabado de las unidades SRW será de cara partida.
3. Las caras de las unidades SRW tendrán geometría recta.
4. Las unidades SRW tendrán una altura máxima de 15 centímetros (seis pulgadas).
5. Las unidades SRW deberán poder construirse con una configuración de aparejo variable. El aparejo deberá variar entre 1/4 y 3/4.
6. Todas las unidades SRW deberán estar enteras, sin grietas ni ningún defecto que interfiera con la ubicación adecuada de la unidad o afecte considerablemente la resistencia o permanencia de la construcción. Las grietas o el picado excesivo pueden ser motivo de rechazo. Si al medir la longitud de las unidades, las grietas miden más de 1.3 centímetros (1/2 pulgada), éstas no se usarán dentro del muro. No se usarán en el muro las unidades que muestren picaduras visibles a una distancia de 9 metros (30 pies) de éste.

C. Las unidades SRW deberán cumplir los siguientes requisitos estructurales:

1. Las unidades SRW deberán ser sólidas en toda su profundidad.
2. Para las consideraciones de construcción, las unidades SRW deberán tener un peso mínimo de 56.7 kilos por metro cuadrado (125 libras por pie cuadrado) del área de la cara.
3. Según las normas ASTM C90 y C140, el hormigón utilizado para fabricar las unidades SRW deberá tener un mínimo de 28 días de resistencia de compresión de 3000 lb/pulg2. El hormigón deberá contar con protección adecuada contra heladas y deshielo, con una tasa máxima de absorción de humedad por peso del 8%. Los modelos sometidos a las pruebas de resistencia de compresión deberán cumplir las cláusulas en cuanto a la muestra tomada mediante el corte con sierra, según se establecen en la sección 5.2.4 de la norma ASTM C140, con las siguientes excepciones:

   La muestra se obtendrá de la menor dimensión de una unidad cuyo tamaño y forma represente la geometría global de la unidad.

4. Las dimensiones de las unidades SRW moldeadas no deberán diferir en 3.2 milímetros (1/8 de pulgada) de las dimensiones especificadas, excepto en altura, la cual será de 3.2 milímetros (1/8 de pulgada).

D. Las unidades SRW deberán cumplir los siguientes requisitos de geometría y construcción:

1. Las unidades deberán poder formar curvas cóncavas y convexas, así como esquinas internas de 90 a 140 grados y externas de 25 a 90.
2. Las unidades serán trabadas a las unidades inferiores con pasadores de conexión de modo que formen un retranqueo horizontal de 2 centímetros (3/4 de pulgada) por hilera de 15 centímetros (6 pulgadas) de alto (una inclinación de 7 grados desde su posición vertical). El ángulo del muro instalado no debe diferir en 2 grados de los especificados.

2.02 Pasadores de conexión para las unidades de los muros de contención segmentales

A. Los pasadores de conexión SRW que traban las unidades deben cumplir las especificaciones de los fabricantes de las unidades SRW.

2.03 Cojines de nivelación

A. El material de los cojines de nivelación deberá estar formado por arena o grava compactada y tener 15 centímetros (6 pulgadas) de profundidad como mínimo. El cojín deberá extenderse lateralmente al menos a una distancia de 15 centímetros (6 pulgadas) más allá del lado delantero y posterior de la unidad SRW más baja.

B. No pase compactadores mecánicos con placa vibratoria por encima de las unidades. Compacte el relleno de las unidades con equipos de compactación manual justo detrás de la unidad. Compacte al menos en un 95% de la densidad Proctor estándar (ASTM D 698) o en un 90% de la densidad Proctor modificada (ASTM D 1557).

2.04 Agregado de drenaje

A. Los materiales del relleno de drenaje deben estar compuestos de grava de drenaje libre, consulte la sección _____ - Agregado de drenaje.

B. La capa vertical de drenaje detrás de la cara debe estar ubicada a no menos de 1 pie3 por 1 pie2 de cara.

2.05 Relleno reforzado (terreno interno)

A. El material del relleno reforzado no debe contener escombros y, según las designaciones del USCS deberá estar formado por alguno de los siguientes tipos de terreno (GP, GW, SW, SP, SM, ML, CL). El tamaño máximo de sus partículas debe ser de 10 centímetros (4 pulgadas). Deberá haber menos de un 20% por peso de partículas superiores a 3.8 centímetros (1-1/2pulgadas), el máximo de 60% por peso debe pasar el análisis granulométrico No.200 y PI<20.

Especificaciones estándar

UNIDADES PARA MUROS DE CONTENCIÓN SEGMENTALES

PARTE 1: GENERAL

1.01 Descripción

A. El proyecto incluye el diseño e instalación de las unidades para el muro de contención segmental (SRW) de acuerdo con las líneas y niveles designados en los planos de construcción o según lo indique el arquitecto o ingeniero a cargo.

Incluye también el diseño e instalación de materiales adicionales necesarios para construir los muros de contención, tal como aparece en los planos.

1.02 Trabajo relacionado

Sección A. _____ - Preparación del área de trabajo

Sección B. _____ - Movimiento de tierras

Sección C. _____ - Agregado de drenaje

Sección D. _____ - Refuerzo geosintético (borre si no corresponde)

1.03 Normas de referencia

A. ASTM C 90 - Resistencia a la carga de las unidades de hormigón para mampostería

B. ASTM C 140 - Muestreo y prueba de las unidades de hormigón

C. ASTM D 698 - Relación de la densidad de humedad para terrenos, método estándar

D. NCMA TEK 50 A - Especificaciones para unidades de muros de contención segmentales

E. NCMA SRWU-1 - Determinación de la resistencia de conexión entre los materiales geosintéticos y las unidades de hormigón segmentales

F. NCMA SRWU-2 - Determinación de la resistencia al corte entre unidades de hormigón segmentales

G. NCMA - Manual para el diseño de muros de contención segmentales

H. Si hay diferencias entre los documentos de especificaciones y referencia, el arquitecto o ingeniero deberá determinar el documento que va a usarse.

1.04 Certificación

A. Antes de comenzar la obra, el contratista deberá presentar una certificación del fabricante, firmada ante notario, donde se declare que las unidades SRW cumplen los requisitos de esta especificación.

1.05 Entrega, almacenamiento y manejo

A. El contratista deberá revisar los materiales una vez recibidos a fin de comprobar que las unidades SRW cumplen con el tipo, calidad. color y textura solicitados.

B. El contratista deberá impedir que el lodo, hormigón húmedo, epoxias y otros materiales afines que puedan adherirse por sí solos, toquen los materiales.

C. El contratista deberá proteger los materiales contra daños. Los materiales dañados no se usarán en la construcción del muro de terreno reforzado.

1.06 Medidas y pagos

A. Las unidades SRW se medirán en pies cuadrados verticales.

B. El pago cubrirá el suministro e instalación de las unidades SRW junto con los materiales adicionales y complementarios necesarios para la construcción del muro de contención, tal como se muestra en los planos. Incluirá también todos los costos por concepto de mano de obra, materiales, suministros, equipos y permisos asociados con la construcción de los muros.

C. Basándose en los procedimientos de construcción y en las condiciones reales del terreno, el ingeniero o arquitecto podrá aumentar o disminuir la cantidad de material necesario para construir el muro de contención.

D. Las cantidades aceptadas de unidades SRW se pagarán por pies cuadrados verticales en el lugar (peso total del muro). El pago se efectuará bajo:

Artículo a pagar	Unidad de pago
Unidades para muros de contención segmentales	Pies cuadrados

Drenaje dentro de los muros

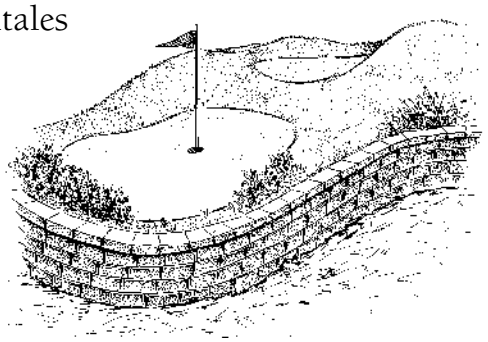
Los muros de contención segmentales se diseñan suponiendo que no existe presión hidrostática detrás de éstos. El agregado de drenaje (grava angular sin partículas finas) detrás de los muros ayuda a eliminar el agua acumulada. Debido que no se usa mortero en la construcción de los muros VERSA-LOK, el agua escurre libremente por las uniones de las unidades instaladas. Para los muros de más de 91 centímetros (3 pies) de alto, se debe instalar un tubo de drenaje perforado en la base del agregado a fin de eliminar rápidamente las grandes cantidades de agua. No se recomienda instalar emparrillados de drenaje sintéticos directamente detrás de las unidades del muro como sustituto de los agregados de drenaje, ya que es difícil instalarlos entre las capas del refuerzo del terreno y eliminan el efecto de amortiguación que proporcionan los agregados durante la compactación del relleno. Si se prevé grandes niveles de agua freática, es posible que deban colocarse materiales de drenaje adicionales detrás y debajo del relleno reforzado.

Drenaje de la superficie

Se deberá inclinar el lugar de instalación del muro de contención para impedir que se formen flujos, concentraciones o charcos de agua detrás de éstos. Si se diseñan depresiones en la parte superior de los muros, alinéelas e inclínelas correctamente de modo que el agua se elimine antes de que fluya detrás del muro. Preste especial atención a las fuentes de escorrentias provenientes de los techos de los edificios, canaletas, áreas pavimentadas que drenen hacia algún punto bajo en la topografía. Cerciórese de encauzar los flujos desde estas áreas lejos de los muros de contención. Incline levemente el terreno en las bases del muro a fin de eliminar al agua que pasa por éstas y el terreno erosionado. Inmediatamente después de instalado el muro, se deberán finalizar todos los trabajos de nivelación final, ambientación o pavimentación.

Consideraciones especiales de diseño y construcción

Líneas costeras

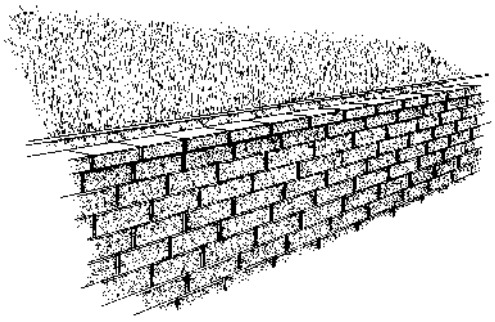


Los muros de contención segmentales VERSA-LOK pueden usarse sin problemas en líneas costeras. Sin embargo, a veces son necesarias consideraciones especiales en el diseño para garantizar que no se acumulen las presiones de agua detrás de los muros. Puede que sea preciso usar agregado de drenaje, drenaje detrás de las masas de terreno reforzado y tejido filtrante adicionales para impedir el ingreso de partículas de tierra fina. Es posible que también deban protegerse las bases contra el barrido de agua, la acción de las olas y el hielo.



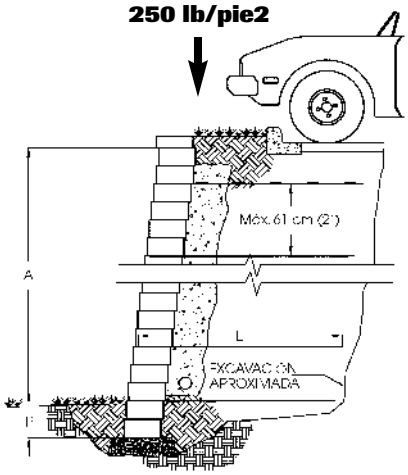
En el Boletín Técnico No.1 de VERSA-LOK encontrará mayor información sobre usos en líneas costeras y lagunas de retención.

Cargas detrás de los muros



Las cargas de sobrepeso detrás de los muros pueden aumentar considerablemente las cantidades necesarias de refuerzo del terreno. Entre las sobrecargas más comunes se incluyen pendientes, áreas de estacionamientos, entradas de vehículos y estructuras de edificios. Para efectos de diseño, se considera que las cargas permanentes tales como las pendientes o edificaciones contribuyen tanto a desestabilizar como a estabilizar las fuerzas que actúan sobre los muros.

Relleno de sobrecarga



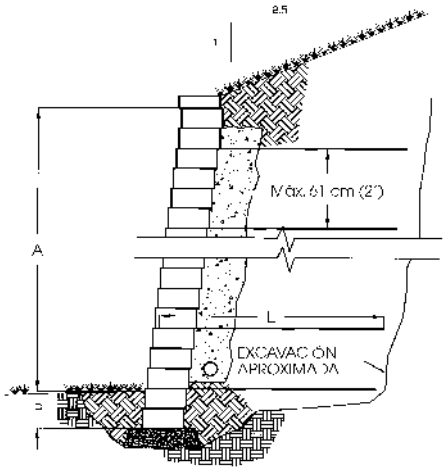
Esta tabla se proporciona para **fines de cálculo solamente.** No debe usarse ni basarse en ella para llevar a cabo proyectos sin antes haber verificado su exactitud, idoneidad y aplicabilidad para el proyecto contemplado, de modo que su uso será absoluta responsabilidad del usuario. Basándose en las condiciones reales del terreno, un ingeniero calificado y autorizado deberá proporcionar el diseño final del proyecto específico.

Esta tabla se preparó suponiendo un peso del terreno (**g**) de 120 libras por pie cúbico y los ángulos de fricción interna (**f**) que aparecen. Los factores de seguridad utilizados fueron los siguientes: deslizamiento - 1.5, derrumbamiento - 2.0, sobrefatiga traccional de las redes geogrid - 1.5 y extracción del terreno de las redes geogrid – 1.5. Las resistencias de los diseños de las diversas marcas de redes geogrid fueron proporcionadas por los fabricantes respectivos. En esta tabla no se consideraron ni analizaron la estabilidad global de la pendiente ni las capacidades de resistencia de los terrenos de cimentación. Un ingeniero geotécnico deberá revisarlas para cada proyecto.

En esta guía se proporcionan tres tablas (páginas 32, 33 y 34) para ayudar a calcular la cantidad de redes geogrid según las distintas situaciones de carga de los muros, por ejemplo, el relleno nivelado, el relleno de inclinación y las sobrecargas. Para calcular las cantidades de redes geogrid, **seleccione primero la tabla adecuada**, luego remítase a la **columna** de terrenos para el proyecto. Baje a las **filas** que corresponden a la marca de red elegida. Determine la altura (A) del muro propuesto y lea la fila (correspondiente a la columna del terreno) para aproximar el tipo de red, la cantidad de capas y las longitudes de cada una.

	Grava (f = 34°)					Arena (f = 30°)					Cieno y arcilla (f = 28°)				
	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)
Miragrid®	4	0.5	3XT	2	4.0	4	0.5	3XT	2	5.0	4	0.5	3XT	2	5.5
	5	0.5	3XT	2	5.0	5	0.5	3XT	2	5.5	5	0.5	3XT	2	6.0
	6	0.5	3XT	3	5.0	6	0.5	3XT	3	6.0	6	0.5	3XT	3	6.5
	7	1.0	3XT	4	6.0	7	1.0	3XT	4	7.0	7	1.0	3XT	4	7.5
	8	1.0	3XT	4	6.5	8	1.0	3XT	5	7.5	8	1.0	3XT	5	8.0
	9	1.0	3XT	5	7.0	9	1.0	3XT	6	8.0	9	1.0	3XT	6	8.5
	10	1.0	3XT	6	7.0	10	1.0	3XT	7	8.5	10	1.0	3XT	7	9.0
	12	1.0	3XT	8	8.0	12	1.0	5XT	6	9.5	12	1.0	5XT	7	10.5
Stratagrid®	4	0.5	200	1	4.5	4	0.5	200	2	5.0	4	0.5	200	2	5.5
	5	0.5	200	2	5.0	5	0.5	200	2	6.0	5	0.5	200	2	6.0
	6	0.5	200	3	5.0	6	0.5	200	3	6.0	6	0.5	200	3	6.5
	7	1.0	200	3	6.0	7	1.0	200	4	7.0	7	1.0	200	4	7.5
	8	1.0	200	4	6.5	8	1.0	200	5	7.5	8	1.0	200	5	8.0
	9	1.0	200	5	7.0	9	1.0	200	5	8.0	9	1.0	200	6	8.5
	10	1.0	200	5	7.0	10	1.0	300	5	8.5	10	1.0	300	5	9.0
	12	1.0	300	6	8.0	12	1.0	300	7	9.5	12	1.0	300	7	10.5
Tensar®	4	0.5	UX1100	2	3.5	4	0.5	UX1100	2	3.5	4	0.5	UX1100	2	4.0
	5	0.5	UX1100	2	4.0	5	0.5	UX1100	2	4.0	5	0.5	UX1100	3	4.5
	6	0.5	UX1400	2	4.0	6	0.5	UX1400	2	4.0	6	0.5	UX1400	2	5.0
	7	1.0	UX1400	3	4.5	7	1.0	UX1400	3	4.5	7	1.0	UX1400	3	5.5
	8	1.0	UX1400	3	5.0	8	1.0	UX1400	3	5.0	8	1.0	UX1400	3	6.0
	9	1.0	UX1400	4	5.5	9	1.0	UX1400	4	5.5	9	1.0	UX1400	4	7.0
	10	1.0	UX1400	5	6.0	10	1.0	UX1400	5	6.0	10	1.0	UX1400	5	7.5
	12	1.0	UX1400	6	7.0	12	1.0	UX1400	6	7.0	12	1.0	UX1400	7	9.0
Fortrac®	4	0.5	20/13-20	2	4.0	4	0.5	20/13-20	2	5.0	4	0.5	20/13-20	2	5.5
	5	0.5	20/13-20	3	5.0	5	0.5	20/13-20	3	5.5	5	0.5	20/13-20	3	6.0
	6	0.5	20/13-20	3	5.0	6	0.5	20/13-20	4	6.0	6	0.5	35/20-20	3	6.5
	7	1.0	35/20-20	3	6.0	7	1.0	35/20-20	4	7.0	7	1.0	35/20-20	4	7.5
	8	1.0	35/20-20	4	6.5	8	1.0	35/20-20	5	7.5	8	1.0	35/20-20	5	8.0
	9	1.0	35/20-20	5	7.0	9	1.0	35/20-20	5	8.0	9	1.0	35/20-20	6	8.5
	10	1.0	35/20-20	5	7.5	10	1.0	35/20-20	6	8.5	10	1.0	35/20-20	7	9.0
	12	1.0	35/20-20	7	8.0	12	1.0	35/20-20	8	9.5	12	1.0	35/20-20	8	10.5

Relleno inclinado



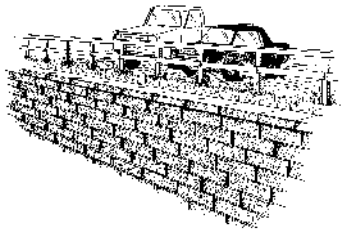
Esta tabla se proporciona para **fines de cálculo solamente.** No debe usarse ni basarse en ella para llevar a cabo proyectos sin antes haber verificado su exactitud, idoneidad y aplicabilidad para el proyecto contemplado, de modo que su uso será absoluta responsabilidad del usuario. Basándose en las condiciones reales del terreno, un ingeniero calificado y autorizado deberá proporcionar el diseño final del proyecto específico.

Esta tabla se preparó suponiendo un peso del terreno (**g**) de 120 libras por pie cúbico y los ángulos de fricción interna (**f**) que aparecen. Los factores de seguridad utilizados fueron los siguientes: deslizamiento - 1.5, derrumbamiento - 2.0, sobrefatiga traccional de las redes geogrid - 1.5 y extracción del terreno de las redes geogrid – 1.5. Las resistencias de los diseños de las diversas marcas de redes geogrid fueron proporcionadas por los fabricantes respectivos. En esta tabla no se consideraron ni analizaron la estabilidad global de la pendiente ni las capacidades de resistencia de los terrenos de cimentación. Un ingeniero geotécnico deberá revisarlas para cada proyecto.

En esta guía se proporcionan tres tablas (páginas 32, 33 y 34) para ayudar a calcular la cantidad de redes geogrid según las distintas situaciones de carga de los muros, por ejemplo, el relleno nivelado, el relleno de inclinación y las sobrecargas. Para calcular las cantidades de redes geogrid, **seleccione primero la tabla adecuada**, luego remítase a la **columna** de terrenos para el proyecto. Baje a las **filas** que corresponden a la marca de red elegida. Determine la altura (A) del muro propuesto y lea la fila (correspondiente a la columna del terreno) para aproximar el tipo de red, la cantidad de capas y las longitudes de cada una.

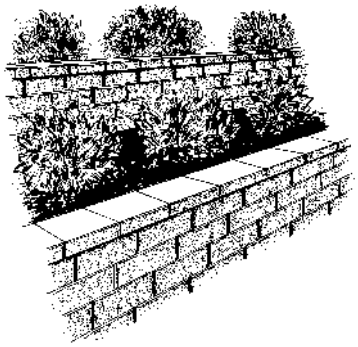
	Grava (f = 34°)					Arena (f = 30°)					Cieno y arcilla (f = 28°)				
	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)
Miragrid®	4	0.5	3XT	1	4.0	4	0.5	3XT	1	4.0	4	0.5	3XT	2	5.0
	5	0.5	3XT	2	4.0	5	0.5	3XT	2	4.5	5	0.5	3XT	2	6.0
	6	0.5	3XT	2	4.0	6	0.5	3XT	3	5.5	6	0.5	3XT	3	7.0
	7	1.0	3XT	3	5.0	7	1.0	3XT	4	6.5	7	1.0	3XT	4	9.0
	8	1.0	3XT	4	6.0	8	1.0	3XT	5	7.5	8	1.0	3XT	5	10.0
	9	1.0	3XT	5	6.5	9	1.0	3XT	6	8.0	9	1.0	3XT	6	11.0
	10	1.0	3XT	6	7.0	10	1.0	3XT	7	9.0	10	1.0	3XT	7	12.0
	12	1.0	3XT	8	8.5	12	1.0	5XT	6	11.0	12	1.0	5XT	7	14.5
Stratagrid®	4	0.5	200	1	4.0	4	0.5	200	1	4.0	4	0.5	200	1	5.0
	5	0.5	200	2	4.0	5	0.5	200	2	4.5	5	0.5	200	2	6.0
	6	0.5	200	2	4.5	6	0.5	200	2	5.5	6	0.5	200	2	7.0
	7	1.0	200	3	5.0	7	1.0	200	3	6.5	7	1.0	200	3	9.0
	8	1.0	200	4	6.0	8	1.0	200	4	7.5	8	1.0	200	4	10.0
	9	1.0	200	4	6.5	9	1.0	200	5	8.0	9	1.0	200	5	11.0
	10	1.0	200	5	7.0	10	1.0	200	5	9.0	10	1.0	300	5	12.0
	12	1.0	300	6	8.5	12	1.0	300	6	11.0	12	1.0	300	7	14.5
Tensar®	4	0.5	UX1100	1	3.5	4	0.5	UX1100	1	3.5	4	0.5	UX1100	1	4.0
	5	0.5	UX1100	2	4.0	5	0.5	UX1100	2	4.0	5	0.5	UX1100	2	5.5
	6	0.5	UX1100	2	4.0	6	0.5	UX1100	3	4.5	6	0.5	UX1100	3	7.0
	7	1.0	UX1400	3	4.5	7	1.0	UX1400	4	5.5	7	1.0	UX1400	4	8.5
	8	1.0	UX1400	4	5.0	8	1.0	UX1400	4	6.5	8	1.0	UX1400	4	9.0
	9	1.0	UX1400	4	5.5	9	1.0	UX1400	5	7.0	9	1.0	UX1400	5	9.5
	10	1.0	UX1400	5	6.0	10	1.0	UX1400	5	7.5	10	1.0	UX1400	6	10.5
	12	1.0	UX1400	6	7.5	12	1.0	UX1400	6	9.0	12	1.0	UX1400	7	11.5
Fortrac®	4	0.5	20/13-20	2	3.5	4	0.5	20/13-20	2	3.5	4	0.5	20/13-20	2	5.0
	5	0.5	20/13-20	2	4.0	5	0.5	20/13-20	3	4.5	5	0.5	20/13-20	3	6.0
	6	0.5	20/13-20	3	4.0	6	0.5	20/13-20	3	5.5	6	0.5	20/13-20	3	7.0
	7	1.0	20/13-20	4	5.0	7	1.0	20/13-20	4	6.5	7	1.0	35/20-20	3	9.0
	8	1.0	35/20-20	4	6.0	8	1.0	35/20-20	4	7.5	8	1.0	35/20-20	4	10.0
	9	1.0	35/20-20	5	6.5	9	1.0	35/20-20	5	8.0	9	1.0	35/20-20	5	11.0
	10	1.0	35/20-20	5	7.0	10	1.0	35/20-20	5	9.0	10	1.0	35/20-20	6	12.0
	12	1.0	35/20-20	7	8.5	12	1.0	35/20-20	7	11.0	12	1.0	35/20-20	8	14.5

Se considera que las fuerzas dinámicas tales como las del tránsito de vehículos sólo contribuyen a aumentar las fuerzas de desestabilización.



A menudo, las sobrecargas más altas las producen los equipos usados para pavimentar o nivelar durante la construcción. Los equipos pesados deben mantenerse por lo menos a 91 centímetros (tres pies) detrás de la parte posterior de las unidades de muros de contención. Los diseños del refuerzo del terreno deberán contemplar todas las sobrecargas, aun si ellas no se producen con frecuencia u ocurren una sola vez.

Hileras



Es posible que desde un punto de vista estético se deseen dividir las grandes variaciones desnivel en secciones de muro en hileras. Sin embargo, las hileras de muros superiores pueden sobrecargar a los muros inferiores, y hacer que sea necesario elaborar diseños especiales. Para evitar cargar los muros inferiores, los muros superiores deben instalarse horizontalmente hacia atrás a cuando menos dos veces la altura de los muros inferiores. Si los muros se ubican más cerca, se deberán diseñar muros inferiores que resistan la carga de los muros superiores.



La presencia de varias hileras de muros estrechamente espaciadas puede crear pendientes inestables y escarpadas. Un ingeniero de suelos calificado deberá revisar la estabilidad global de la pendiente, si las hileras de muros tienen una mayor variación de nivel que 2:1 (horizontal: vertical).

Las unidades VERSA-LOK para muros de contención son ideales para proyectos residenciales, comerciales y de organismos gubernamentales. Han sido utilizadas por departamentos de transporte estatales y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU.

5 Planificación, presupuesto y diseño final

La planificación detallada es crucial para llevar a cabo proyectos exitosos. Antes de elaborar los diseños, se necesita recopilar información precisa que incluya las condiciones del terreno, las alturas del muro propuestas, la topografía, los niveles freáticos y las condiciones del agua superficial. Los permisos, la aprobación de los propietarios, la autorización de los servicios públicos y los derechos de vía pertinentes deberán obtenerse con anticipación.

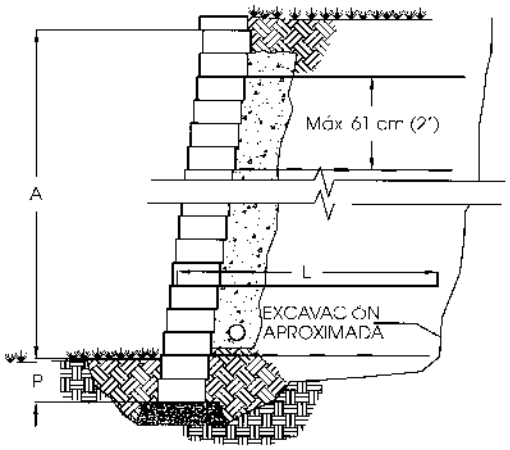
Al igual que con todas las construcciones propuestas, se requiere que un ingeniero geotécnico calificado prepare un informe sobre el terreno a fin de elaborar el diseño adecuado. El informe deberá incluir información sobre la estabilidad general de las variaciones de nivel planificadas y la capacidad de resistencia tolerable del terreno de cimentación. Deberá incluir además información sobre los terrenos reforzados y retenidos.



Para los muros de más de 1.2 metros (cuatro pies) de alto, la mayoría de las normas de construcción exigen que un ingeniero civil registrado en ese estado proporcione el diseño final del muro. VERSA-LOK y sus fabricantes cuentan con una red de ingenieros civiles autorizados quienes están familiarizados con el diseño de muros de contención segmentales. Dichos profesionales están disponibles para asesorar a arquitectos, ingenieros o contratistas en el diseño final del muro.

Los diseños finales de los muros se pueden proporcionar antes de licitar los proyectos. Como alternativa, se puede especificar que los proyectos de construcción de muros constan de dos partes, diseño y construcción. Con estos proyectos, los contratistas se presentan a las licitaciones basándose en la información sobre la disposición del muro, proporcionada por los ingenieros o arquitectos. Los contratistas que se adjudiquen el proyecto podrán continuar con la asesoría de los ingenieros autorizados quienes elaborarán los diseños finales del muro y presentarán los planos finales para que sean aprobados por los ingenieros o arquitectos a cargo del proyecto.

Relleno nivelado



Esta tabla se proporciona para **fines de cálculo solamente.** No debe usarse ni basarse en ella para llevar a cabo proyectos sin antes haber verificado su exactitud, idoneidad y aplicabilidad para el proyecto contemplado, de modo que su uso será absoluta responsabilidad del usuario. Basándose en las condiciones reales del terreno, un ingeniero calificado y autorizado deberá proporcionar el diseño final del proyecto específico.

Esta tabla se preparó suponiendo un peso del terreno (**g**) de 120 libras por pie cúbico y los ángulos de fricción interna (**f**) que aparecen. Los factores de seguridad utilizados fueron los siguientes: deslizamiento - 1.5, derrumbamiento - 2.0, sobrefatiga traccional de las redes geogrid - 1.5 y extracción del terreno de las redes geogrid – 1.5. Las resistencias de los diseños de las diversas marcas de redes geogrid fueron proporcionadas por los fabricantes respectivos. En esta tabla no se consideraron ni analizaron la estabilidad global de la pendiente ni las capacidades de resistencia de los terrenos de cimentación. Un ingeniero geotécnico deberá revisarlas para cada proyecto.

En esta guía se proporcionan tres tablas (páginas 32, 33 y 34) para ayudar a calcular la cantidad de redes geogrid según las distintas situaciones de carga de los muros, por ejemplo, el relleno nivelado, el relleno de inclinación y las sobrecargas. Para calcular las cantidades de redes geogrid, **seleccione primero la tabla adecuada**, luego remítase a la **columna** de terrenos para el proyecto. Baje a las **filas** que corresponden a la marca de red elegida. Determine la altura (A) del muro propuesto y lea la fila (correspondiente a la columna del terreno) para aproximar el tipo de red, la cantidad de capas y las longitudes de cada una.

	Grava (f = 34°)					Arena (f = 30°)					Cieno y arcilla (f = 28°)				
	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)	A (pies)	P (pies)	redes geogrid	capas	L (pies)
Miragrid®	4	0.5	n/a	0	0	4	0.5	3XT	1	3.5	4	0.5	3XT	1	4.0
	5	0.5	3XT	2	3.5	5	0.5	3XT	2	4.0	5	0.5	3XT	2	4.5
	6	0.5	3XT	2	4.0	6	0.5	3XT	2	4.5	6	0.5	3XT	2	5.0
	7	1.0	3XT	3	4.5	7	1.0	3XT	3	5.0	7	1.0	3XT	3	5.5
	8	1.0	3XT	4	5.0	8	1.0	3XT	4	5.5	8	1.0	3XT	4	6.0
	9	1.0	3XT	4	5.5	9	1.0	3XT	5	6.0	9	1.0	3XT	5	6.5
	10	1.0	3XT	5	6.0	10	1.0	3XT	6	6.5	10	1.0	3XT	6	7.0
	12	1.0	3XT	7	6.5	12	1.0	3XT	8	7.0	12	1.0	3XT	8	8.0
Stratagrid®	4	0.5	n/a	0	0	4	0.5	200	1	3.5	4	0.5	200	1	4.0
	5	0.5	200	1	4.0	5	0.5	200	1	4.5	5	0.5	200	2	4.5
	6	0.5	200	2	4.0	6	0.5	200	2	4.5	6	0.5	200	2	5.0
	7	1.0	200	3	4.5	7	1.0	200	3	5.0	7	1.0	200	3	5.5
	8	1.0	200	3	5.0	8	1.0	200	3	5.5	8	1.0	200	3	6.0
	9	1.0	200	4	5.5	9	1.0	200	4	6.0	9	1.0	200	4	6.5
	10	1.0	200	5	6.0	10	1.0	200	5	6.5	10	1.0	200	5	7.0
	12	1.0	200	6	6.5	12	1.0	200	6	7.0	12	1.0	200	7	8.0
Tensar®	4	0.5	n/a	0	0	4	0.5	UX1100	1	3.5	4	0.5	UX1100	1	3.5
	5	0.5	UX1100	1	3.5	5	0.5	UX1100	1	4.0	5	0.5	UX1100	2	4.0
	6	0.5	UX1100	2	4.0	6	0.5	UX1100	2	4.0	6	0.5	UX1100	2	4.0
	7	1.0	UX1100	3	4.0	7	1.0	UX1400	3	4.0	7	1.0	UX1400	3	4.5
	8	1.0	UX1400	3	4.5	8	1.0	UX1400	3	4.5	8	1.0	UX1400	3	5.0
	9	1.0	UX1400	4	5.0	9	1.0	UX1400	4	5.0	9	1.0	UX1400	4	5.5
	10	1.0	UX1400	4	5.5	10	1.0	UX1400	5	5.5	10	1.0	UX1400	5	6.0
	12	1.0	UX1400	5	6.5	12	1.0	UX1400	6	6.5	12	1.0	UX1400	6	7.5
Fortrac®	4	0.5	n/a	0	0	4	0.5	20/13-20	2	3.5	4	0.5	20/13-20	2	4.0
	5	0.5	20/13-20	2	3.5	5	0.5	20/13-20	2	4.0	5	0.5	20/13-20	2	4.5
	6	0.5	20/13-20	3	4.0	6	0.5	20/13-20	3	4.5	6	0.5	20/13-20	3	5.0
	7	1.0	20/13-20	4	4.5	7	1.0	20/13-20	4	5.0	7	1.0	20/13-20	4	5.5
	8	1.0	35/20-20	3	5.0	8	1.0	35/20-20	3	5.5	8	1.0	35/20-20	4	6.0
	9	1.0	35/20-20	4	5.5	9	1.0	35/20-20	4	6.0	9	1.0	35/20-20	5	6.5
	10	1.0	35/20-20	5	6.0	10	1.0	35/20-20	5	6.5	10	1.0	35/20-20	5	7.0
	12	1.0	35/20-20	6	6.5	12	1.0	35/20-20	6	7.5	12	1.0	35/20-20	7	8.0

Hoja de trabajo de cálculo de materiales

Unidades VERSA-LOK®

Área del muro (pies2) x 1.5 por pie2 = Cantidad de unidades

_____ Pies2 x 1.5 = _____ Unidades necesarias

Pasadores VERSA-STUFF®

Unidades x 2 pasadores por unidad = Cantidad de pasadores

_____ Unidades x 2 = _____ Pasadores necesarios

Albardillas VERSA-LOK®

Pies lineales de muro (LF) x 0.86 = Cantidad de albardillas

_____ LF x .86 = _____ Albardillas necesarias

Muros rectos - use las albardillas **A** y **B** en iguales cantidades
Curvas internas - todas las albardillas usadas son **B**
Curvas externas - todas las albardillas usadas son **A**

Puede que se necesiten albardillas adicionales para efectuar divisiones o cortes especiales.

Adhesivo para hormigón VERSA-LOK®

Tubo de 312 gramos (11 onza): _____ Pies lineales ÷ 4.2 metros (14 pies) lineales por tubo = _____ Tubos



Para fines de cálculo, las tablas 32, 33 y 34 proporcionan las cantidades aproximadas de refuerzo del terreno compuesto por redes geogrid necesarias para construir muros en diversos terrenos y condiciones de carga. Para muros altos o condiciones complejas, los ingenieros de VERSA-LOK pueden preparar diseños preliminares para el proyecto específico, a fin de usarlos para fines de cálculo. Los fabricantes de redes geogrid también proporcionan asistencia técnica específica sobre sus productos de reforzamiento.

Los materiales necesarios se deben calcular y adquirir con gran precisión. Entre ellos se incluyen unidades VERSA-LOK, pasadores VERSA-TUFF, unidades de albardillas, adhesivo VERSA-LOK, relleno importado, materiales para los cojines de nivelación y materiales de drenaje adicionales. Consulte la Hoja de trabajo de cálculo de materiales en la página 31 para determinar la cantidad de productos VERSA-LOK que se necesitarán.



Para los proyectos de muros reforzados, las tablas de las páginas 32, 33 y 34 proporcionan las cantidades aproximadas de refuerzo del terreno compuesto por geomallas necesario para construir muros en diversos terrenos y condiciones de carga. Para muros altos o condiciones complejas, los ingenieros de VERSA-LOK pueden preparar diseños preliminares para el proyecto específico, a fin de usarlos para propósitos de cálculo. Los fabricantes de también proporcionan asistencia técnica específica sobre sus productos de refuerzo.

Se deberá revisar también la viabilidad de los alineamientos de los muros planificados. Cerciórese de que los planos contemplen los radios mínimos de curvas, la disposición del muro y el área que se necesita para el refuerzo geosintético del terreno. Asegúrese de que todos los componentes del muro se ajusten a las restricciones de la propiedad. Verifique que las excavaciones temporales de construcción no menoscaben los soportes de los cimientos de las estructuras o servicios públicos existentes. Se deberá considerar también el acceso al lugar para los materiales y el equipo.

Se usa un solo tipo de unidad estándar para construir muros rectos, esquinas internas y externas, curvas y escalones. No es necesario solicitar ni presupuestar unidades especiales.

Amplia flexibilidad de uso

6 Construcción del muro

Herramientas

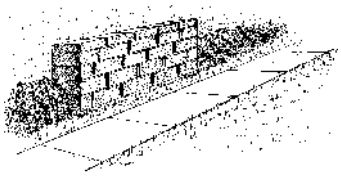
Las siguientes herramientas serán de utilidad durante la construcción de los muros de contención segmentales VERSA-LOK.

- Levantador VERSA-LIFTER
- protecciones de seguridad
- pala
- nivel de 1.2metros (cuatro pies)
- mazo de 1.8 kilos (cuatro libras)
- cincel de manpostería de 7.6 centímetros (tres pulgadas)
- martillo para ladrillos
- cinta métrica
- pisón manual
- compactador con placa vibratoria
- pistola de calafatear
- línea de partida
- llana de acabado
- escoba
- sierra con hoja de diamante para hormigón
- partidor hidráulico
- teodolito o nivel
- retroexcavadora o cargadora de horquilla



El levantador VERSA-LIFTER ayuda en la instalación de los muros de contención VERSA-LOK facilitando el levantamiento y la colocación de las unidades, especialmente en la hilada base. Las dos puntas de la herramienta se introducen en los orificios de la unidad VERSA-LOK. Al levantarse la manija, se fija la unidad a la herramienta facilitando así el desplazamiento de ésta y su colocación.

Muros autoestables

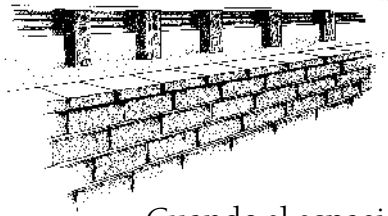


Las unidades VERSA-LOK estándar vienen con un ranura de división paralela a sus bordes posteriores. Dichas ranuras permiten eliminar los 5 últimos centímetros (2 pulgadas) para crear caras delanteras y posteriores texturizadas. Estas unidades modificadas pueden disponerse verticalmente para crear estructuras de muros autoestables. Dichos muros se desestabilizan en alturas superiores a 91 centímetros (tres pies) por lo que no se recomienda construirlos.

En el Boletín Técnico No.6 encontrará mayor información sobre muros autoestables.

Barandas, balaustradas y barreras para tránsito

Para fines de seguridad, los muros VERSA-LOK pueden llevar en su parte superior una gran variedad de barreras, incluyendo verjas, balaustradas y barandas. Las barreras deben colocarse a varios pies detrás del muro a fin de proporcionar cimentación a los postes. Si se siguen las recomendaciones del fabricante, los postes pueden penetrar las capas del refuerzo geosintético del terreno.



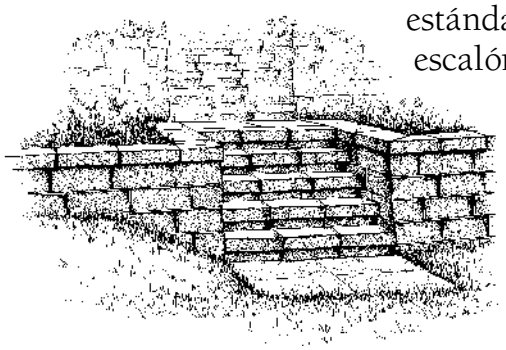
Cuando el espacio es limitado, se pueden colocar barreras de hormigón reforzadas y adecuadamente diseñadas directamente sobre los muros. Se deben proporcionar uniones de expansión y aberturas de aparejos a fin de ajustar el movimiento diferencial entre las barreras rígidas y el paramento flexible del muro. Los soportes en voladizo que se extienden detrás de los muros estabilizan las barreras contra los derrumbamientos.

En el Disquete de detalles de construcción VERSA-LOK encontrará mayor información sobre la construcción de barandas, balaustradas y barreras de tránsito. Solicítelo GRATIS llamando al (800) 770-4525.

8 Características avanzadas del muro

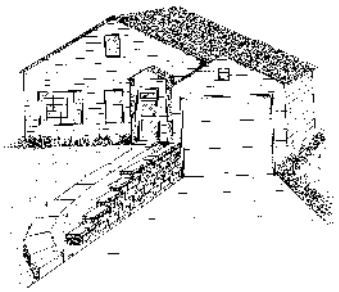
Escalones

Los escalones con una variación horizontal del nivel 2:1, dos veces más grande que la variación vertical pueden instalarse fácilmente usando unidades VERSA-LOK estándar. La construcción recomendada del escalón comienza instalando un pedestal de unidades estándar. Luego las albardillas se colocan como huellas y se instalan las paredes laterales verticales. En el Boletín Técnico No.2 de VERSA-LOK encontrará instrucciones detalladas para instalar los escalones.



Muros verticales

Si se diseñan adecuadamente, se pueden construir muros de contención verticales usando unidades VERSA-LOK estándar. Debido a que la fuerza de gravedad no hunde los muros verticales dentro del terreno reforzado como ocurre con los muros inclinados, los muros verticales deberán tener un diseño especial. Los muros verticales deben construirse sólo si es absolutamente necesario y no deberán exceder los 91 centímetros (3 pies) de alto.



¡ En el Boletín Técnico No.6 encontrará mayores detalles relacionadas con los muros verticales.

Las unidades VERSA-LOK se instalan en cojines granulares de nivelación. Los cojines y las unidades VERSA-LOK (instaladas en seco) crean estructuras flexibles que soportan los movimientos del deshielo y las heladas en zonas frías.

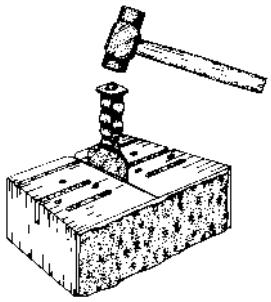
Modificación de las unidades

Durante la construcción del muro, puede ser necesario partir o cortar las unidades VERSA-LOK. Al partirlas, se crearán superficies atractivas y texturizadas similares en apariencia a las caras delanteras de las unidades. El corte producirá superficies rectas y lisas. Normalmente, las unidades deben partirse cuando vayan a quedar visibles las partes modificadas. Las unidades se cortan cuando se requieren bordes rectos para que calcen exactamente al lado de los bordes lisos de las unidades adyacentes.



Siempre use los protectores de seguridad cuando parta o corte las unidades.

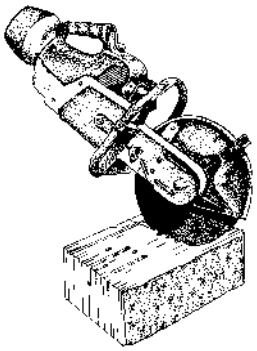
Partido de las unidades



Para partir una unidad a mano, marque la línea de corte deseada en la parte superior, inferior y posterior de la unidad. Use un cincel de mampostería de 7.6 centímetros (tres pulgadas) y un martillo grande para trazar los cortes superiores e inferiores. Luego coloque la unidad hacia abajo y golpéela por su línea de corte posterior. La unidad se separará uniformemente sin que se deba hacer mayor esfuerzo. Si tiene dificultades para romper la unidad, continúe golpeando por la línea de corte superior, inferior y posterior hasta que se la unidad se parta.

- Parta las unidades en el suelo y no en una superficie dura.
- No marque la línea de corte con una sierra ya que no quedará igual que cuando se usa un cincel.
- Si debe partirse una gran cantidad de unidades, se recomienda alquilar un partidor hidráulico a un distribuidor de bloques o centro de alquiler.
- Cada unidad VERSA-LOK estándar, viene con una ranura de división en la parte posterior. Para partirlas por la mitad, coloque el cincel en la ranura y golpee la unidad después de haber marcado las líneas de corte superior e inferior.

Corte con sierra

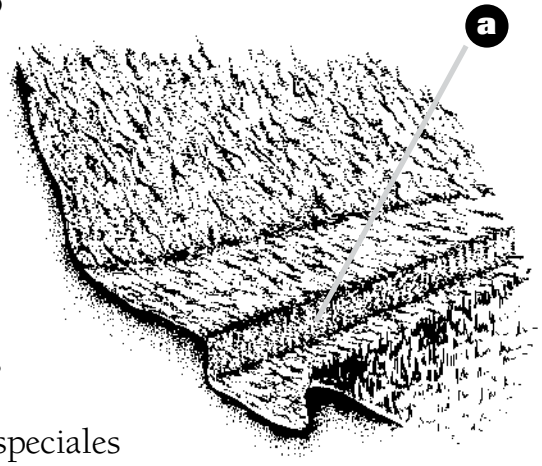


Normalmente, estos cortes se hacen usando una sierra de corte con hoja de diamante alimentada por gas. Para cortar una unidad, marque la línea de corte en todos sus lados. Ponga la unidad con su superficie delantera hacia arriba y corte aproximadamente 5 a 8 centímetros (dos a tres pulgadas) por la línea de corte delantera. Vuelva a acomodar la unidad y corte el resto de ésta por las líneas de corte superiores e inferiores. Al cortar primero la superficie delantera, se asegura un borde recto y cuadrado, el cual calzará exactamente con el borde recto de la unidad adyacente.

Si no se dispone de una sierra de corte, se pueden obtener resultados aceptables con una sierra circular y una hoja para mampostería de bajo costo. Siguiendo las instrucciones anteriores, corte 2.6 a 5 centímetros (una a dos pulgadas) por la línea de corte delantera. Parta el resto de la unidad. Con su lado parcialmente cortado, la unidad calzará en forma exacta con el reborde las unidades adyacentes y la parte dividida no se verá.

Excavación

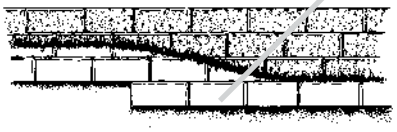
Excave sólo lo suficiente para ajustar el cojín de nivelación, por lo general 15 centímetros (seis pulgadas) y empotrar la unidad bajo nivel. (a) Cuando sea necesario, excave también las áreas donde deberá ir el refuerzo geosintético del terreno.



El empotramiento de las unidades requerido varía con la altura del muro y las condiciones del lugar. Normalmente, si el nivel delante del muro es uniforme, deberá enterrarse (incrustar) bajo nivel la décima parte del muro expuesto. Es posible que se requiera un mayor empotramiento para condiciones especiales tales como pendientes delante de los muros, cimientos blandos o usos de agua. Compacte el terreno en el fondo de la excavación.

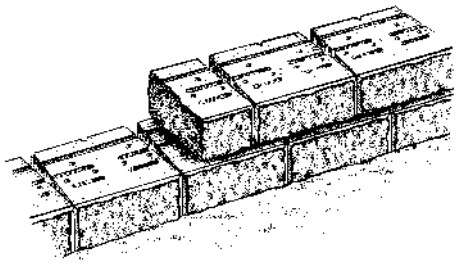
Elevaciones escalonadas de la base

unidades enterradas



Si la inclinación planificada por delante del muro cambia la elevación, el cojín de nivelación y lahilada base pueden escalonarse en incrementos de 15 centímetros (seis pulgadas) a fin de concordar con la variación del nivel. Siempre comience con el nivel más bajo y trabaje hacia arriba. Escalone el cojín lo más a menudo posible, para no tener que enterrar unidades adicionales a fin de contar con el empotramiento necesario.

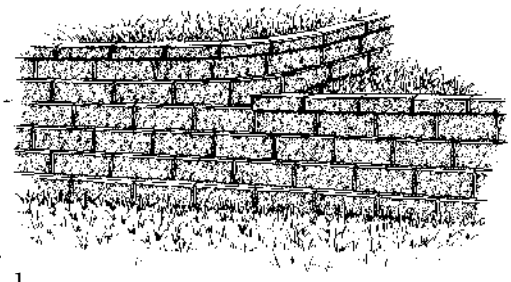
Partes superiores del muro escalonadas



Las partes superiores del muro deben escalonarse a fin de concordar con las variaciones de nivel. A mediada que se escalona el muro, use las unidades partidas por la mitad para terminar cada hilada. Las unidades partidas crearán lados texturizados que harán juego con la cara del muro.

Al colocar las albardillas superiores de los muros escalonados, parta el lado expuesto de la última albardilla a fin de crear un extremo atractivo.

Retornos

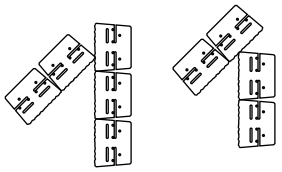


Como alternativa a escalonar las partes superiores, las variaciones del nivel en la parte superior del muro pueden ajustarse creando retornos que se transformen en pendientes detrás del muro. Los retornos dan la apariencia de terraza en lugar de varios escalones pequeños a lo largo de la parte superior del muro.

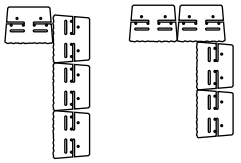
Debido a que los muros de contención segmentales VERSA-LOK se construyen sin mortero, el agua puede pasar a través de las uniones de los mismos. Esta característica ayuda a eliminar la presión hidrostática detrás de éstos.

Cara con drenaje libre

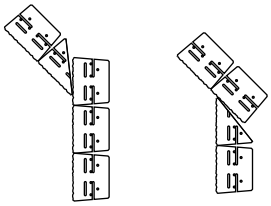
En las siguientes figuras se ilustra una variedad de disposiciones para esquinas externas e internas. Use estas ilustraciones como guía al diseñar esquinas VERSA-LOK. Fíjese que las ilustraciones representan hiladas alternadas y que las unidades VERSA-LOK estándar se han modificado a fin de crear unidades para esquinas. Las unidades se deben partir donde se desea que las caras texturizadas se vean, y se deben cortar con sierra cuando se requieren bordes rectos que calcen exactamente al lado de las unidades adyacentes.



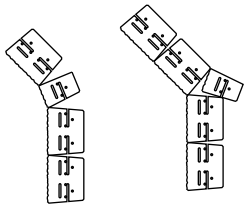
ángulo descendente, interno



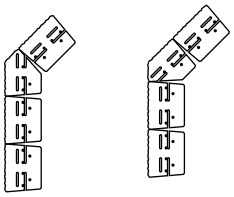
ángulo recto, interno



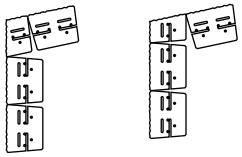
ángulo grande, interno



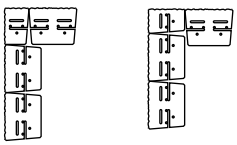
ángulo grande, interno (optativo)



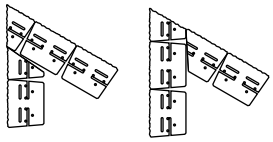
ángulo grande, externo



ángulo semirrecto, externo



ángulo recto, externo



ángulo descendente, externo

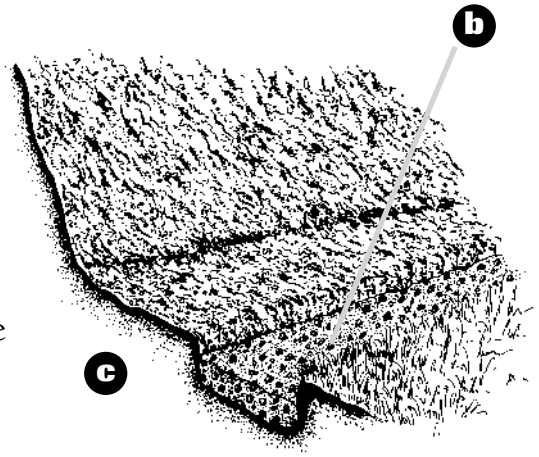


Las unidades alternadas para esquinas deben traslaparse; no empalme ni junte a inglete las esquinas. De lo contrario pueden producirse movimientos diferenciales entre las secciones de los muros.

No coloque el sistema de muro en terrenos sueltos, blandos, húmedos ni congelados, ya que el muro podría hundirse. Si el muro va a colocarse en excavaciones previamente rellenadas, tales como excavaciones de líneas públicas, cerciórese de que toda la profundidad del relleno existente esté bien compactada. Si es necesario, excave nuevamente el terreno blando y reemplácelo con relleno adecuadamente compactado.

Cojines de nivelación

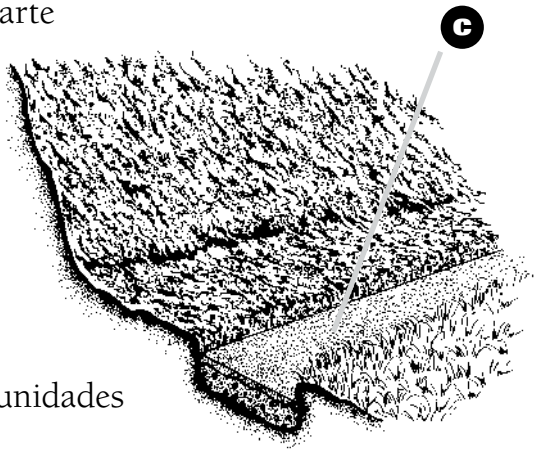
Coloque el material del cojín de nivelación granular y compáctelo hasta lograr una superficie pareja y nivelada. **b** El cojín de nivelación debe tener cuando menos 61 centímetros (24 pulgadas) de ancho. Debe estar compuesto de arena gruesa, grava o gravilla. Como nivelado final, aplique una pequeña capa de arena fina en la parte superior del cojín.





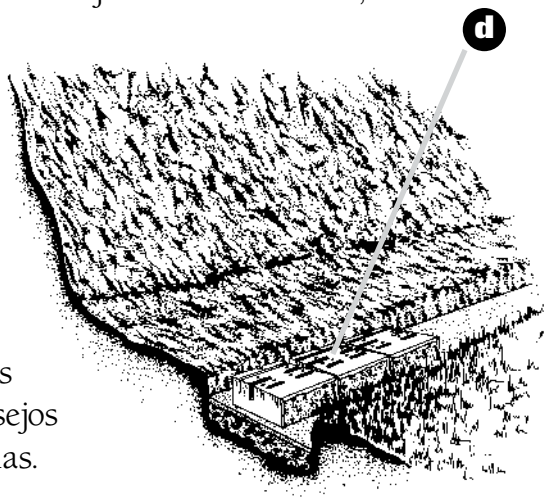
Para construir rápidamente secciones largas del cojín de nivelación, cree las formas nivelando y colocando tubos metálicos rectangulares por ambos lados del cojín planificado. Coloque y compacte el material granular dentro de las formas niveladas y elimine el exceso. En el Boletín Técnico No.5 de VERSA-LOK encontrará mayor información para construir cojines de nivelación.

Si la inclinación planificada en la parte delantera del muro cambiará de elevación, el cojín puede escalonarse en incrementos de 15 centímetros (seis pulgadas) a fin de concordar con la variación del nivel. Siempre comience en el nivel más bajo y trabaje hacia arriba. Escalone el cojín lo más a menudo posible, para no tener que enterrar unidades adicionales a fin de contar con el empotramiento necesario.

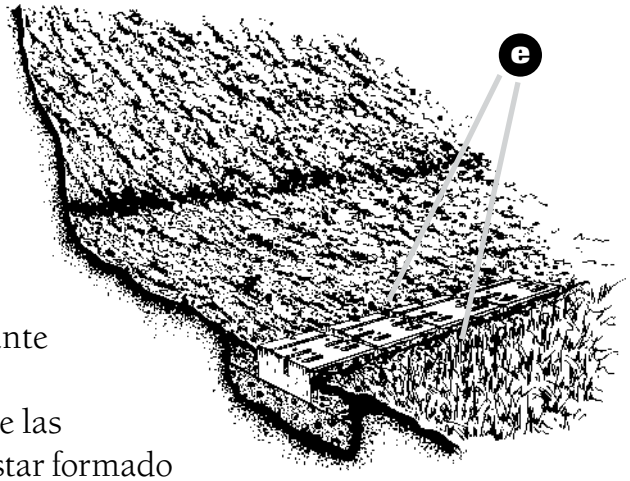


Hilada base

Cerciórese de que el cojín esté nivelado y comience a colocar las unidades de la hilada base. (d) Si el cojín está escalonado, comience en el punto más bajo y complete todo el largo de la hilada inferior antes de proceder con la hilada siguiente. Alinee las unidades por sus partes posteriores o ranuras, y no por las caras delanteras texturizadas. Se puede usar una línea de partida para alinear los muros rectos. En las páginas 25, 26 y 27 encontrará consejos sobre cómo alinear curvas y esquinas.



Coloque las unidades lado a lado en el cojín de nivelación. Las caras delanteras de las unidades adyacentes deberán calzar estrechamente y las partes inferiores deberán hacer
contacto total con el cojín de nivelación. Mediante un nivel de 1.2 metros (4 pies), corrija la desviación de las unidades de adelante hacia atrás, de lado a lado y con la unidades adyacentes. Golpee suavemente los puntos altos de las unidades con un mazo o pisón manual hasta que queden niveladas. Dese tiempo para cerciorarse de que la hilada base quede nivelada, ya que las desviaciones menores de la hilada base se ampliarán y será difícil corregirlas después de haberse instalado varias hiladas.



Una vez instalada la hilada base, coloque y compacte el relleno del terreno detrás de las unidades. También reemplace y compacte el (e) terreno excavado de más delante de las unidades.

El relleno detrás y delante de las unidades enterradas debe estar formado por terreno, no use agregado de drenaje.

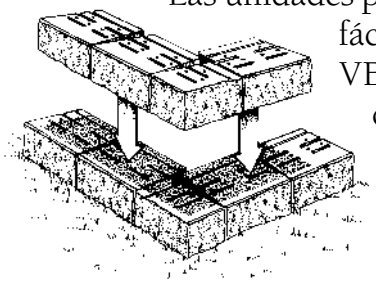
Las unidades VERSA-LOK para muros de contención tienen una duración sin igual. Ofrecen una resistencia superior a los daños antes, durante y después de la construcción.

El radio mínimo de la hilada superior para curvas convexas es de 2.4 metros (ocho pies). Para calcular el radio correcto de la hilada base, agregue 1.9 centímetros (3/4 de pulgada) al radio mínimo de cada hilada. Por ejemplo, el radio correcto de la hilada base en un muro de seis hiladas (incluyendo las unidades enterradas) será de (6 x 1.9 cm) + 2.4 m = 2.5 m - 1.2 cm (6 x (3/4") + 8' = 8'4 - 1/2".

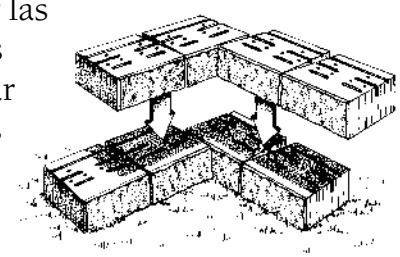
En el Boletín Técnico No.3 de VERSA-LOK encontrará mayores detalles sobre curvas y la colocación adecuada del refuerzo geosintético del terreno.

Esquinas

Las unidades VERSA-LOK de hormigón sólido pueden usarse fácilmente para crear una variedad ilimitada de esquinas.



Las unidades para esquinas externas de 90 pueden crearse fácilmente partiendo por la mitad las unidades VERSA-LOK estándar. Alterne estas mitades tal como se indica. Las unidades partidas no requieren pasadores. Se recomienda asegurarlas con adhesivo VERSA-LOK para hormigón.



No es necesario modificar las unidades para instalar las esquinas internas de 90. Coloque unidades estándar enteras tal como se muestra, ajustándolas para obtener la disposición correcta de las uniones verticales.

En el Boletín Técnico No.3 de VERSA-LOK encontrará mayor información sobre la colocación adecuada del refuerzo geosintético del terreno.

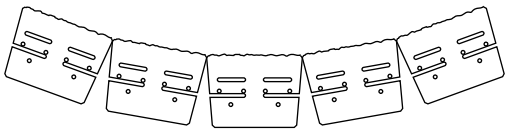
La versatilidad de los sistemas de alineamiento VERSA-LOK permite realizar una gran variedad de construcciones. Los pasadores se introducen después de colocar las unidades, se pueden colocar unidades en aparejos variables y no hay rebordes de alineamiento que eliminar.

7 Elementos básicos para el diseño del muro

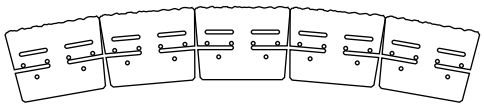
Curvas

La forma trapezoidal de las unidades VERSA-LOK permite construir curvas cóncavas, convexas y serpentinas. Todos los requisitos generales de construcción descritos anteriormente en esta guía (preparación de los cojines de nivelación, drenaje, compactación, etc.) son iguales para la instalación de curvas. Todas las distancias de los radios siguientes están medidas desde los centros del círculo hasta la parte delantera de las caras de las unidades.

Las curvas cóncavas se construyen aumentando los espacios entre las partes posteriores de las unidades adyacentes, manteniendo siempre las uniones delanteras ajustadamente alineadas. Las curvas cóncavas pueden construirse en cualquier radio, sin embargo, se recomienda un radio mínimo de 1.8 metros (seis pies). Los radios inferiores son estructuralmente adecuados, pero tienden a presentar un aspecto discontinuo. Por lo general, es más apropiado construir esquinas internas en lugar de curvas cóncavas cerradas.

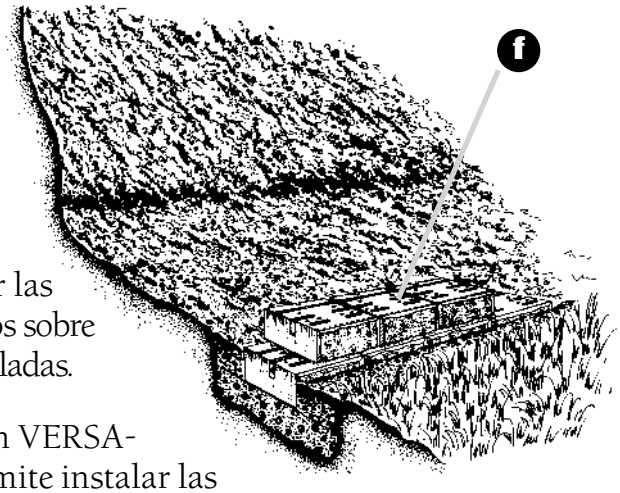


Las curvas convexas se construyen disminuyendo los espacios entre las partes posteriores de las unidades adyacentes. Debido a que las hiladas superiores de unidades VERSA-LOK van formando un retranqueo de 1.9 centímetros (3/4 de pulgada) detrás de la hilada inferior, los radios de la hilada son más pequeños a medida que los muros se hacen más altos. Si el radio de una hilada se hace demasiado pequeño, se deberán cortar las unidades VERSA-LOK por sus lados para instalarlas adecuadamente. Por lo tanto, es importante planificar cuidadosamente la hilera base de la curvas cóncavas cuando se vayan a construir curvas cerradas.



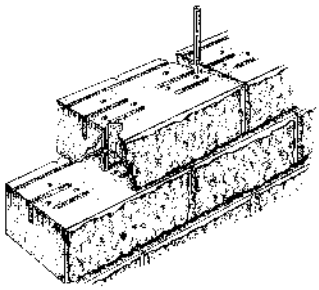
Hiladas adicionales

Barra el borde superior de las unidades instaladas para eliminar los escombros que puedan interferir con las hiladas adicionales. Coloque la hilada siguiente de modo que las nuevas unidades formen un retranqueo de 2 centímetros (3/4 de pulgada) detrás de las unidades ya instaladas. (f) Coloque las unidades un poco alejadas de su posición final y deslícelas en su lugar. El deslizamiento ayuda a eliminar las imperfecciones y los escombros sobre la superficie de las unidades instaladas.



El exclusivo sistema de sujeción VERSA-LOK de orificios y ranuras permite instalar las unidades en aparejos variables. (No es necesario instalar las unidades VERSA-LOK exactamente en la mitad de las dos unidades de la hilada inferior). En relación con otras uniones, no es necesario que los aparejos verticales queden exactamente alineados. Sin embargo, las unidades siempre deben quedar traslapadas sobre las unidades de la hilada adyacente por lo menos por 10 centímetros (cuatro pulgadas) a fin de proporcionar estabilidad estructural. No trate de instalar los muros en la mitad del aparejo dejando espacios en las uniones de la cara vertical. Debido a que el aparejo puede variar, las uniones de la cara vertical deberán quedar siempre ajustadas.

Introduzca dos pasadores VERSA-TUFF a través de los orificios delanteros de las unidades en la hilada superior, dentro de las ranuras de recepción de las unidades de la hilada inferior. Hay cuatro orificios delanteros en cada unidad, pero sólo se usan dos. Utilice los dos orificios externos cuando sea posible. Si no se puede usar uno de éstos orificios, mueva el pasador hacia el siguiente orificio más cercano. Los dos pasadores deben enganchar dos unidades distintas de la hilada inferior. Cerciórese de que los pasadores queden totalmente asentados en las ranuras de las unidades de la hilada inferior. Si es necesario, introdúzcalos con el mazo y otro pasador. Los pasadores quedan totalmente asentados cuando se introducen aproximadamente 2.5 centímetros (una pulgada) debajo de la superficie de las unidades superiores.



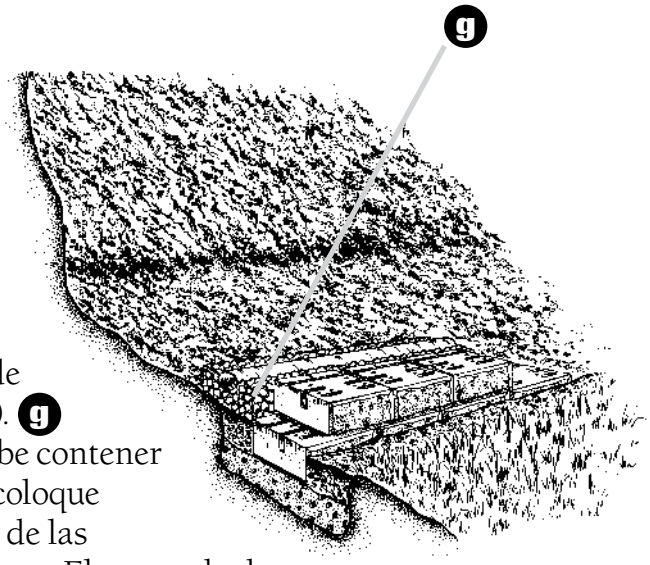
Tire de las unidades hacia adelante a fin de eliminar cualquier holgura en la conexión del pasador. Revise la alineación y el nivel de las unidades, y ajústelos si es necesario. Si el largo de una hilada debe calzar dentro de un espacio limitado, o si las uniones verticales comienzan a alinearse con las uniones de la hilada inmediatamente inferior, ajústelas instalando unidades parciales. Prepare estas unidades cortando unidades enteras en trozos de cuando menos 10 centímetros (4 pulgadas) de ancho en la cara delantera.



Al instalar las unidades parciales, trate de dispersarlas por todo el muro. Esta técnica ayuda a ocultar las unidades parciales y da una apariencia más atractiva.

No instale más de tres hiladas antes de rellenar. Si las unidades se apilan a una altura excesiva, pueden salirse de su alineamiento durante la colocación del relleno.

Agregado de drenaje



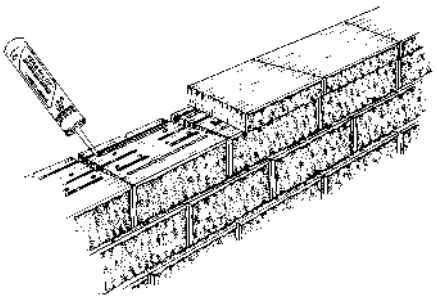
Comenzando en el nivel de inclinación planificado delante del muro, coloque el agregado de drenaje (2 centímetros 3/4 de pulgada de grava angular de drenaje libre) entre y directamente detrás de las unidades hasta alcanzar un grosor mínimo de 30 centímetros (12 pulgadas). g El agregado de drenaje no debe contener impurezas ni tierra fina. No coloque el agregado de drenaje detrás de las unidades que deben empotrarse. El agregado de drenaje es crucial para el rendimiento del muro, ya que impide que se acumulen las presiones de agua detrás de la cara del muro.

Para los muros de más de 91 centímetros (3 pies) de altura, se deberá usar un tubo de drenaje perforado para recoger el agua a lo largo de la base del agregado de drenaje. El tubo de drenaje ayuda a eliminar rápidamente grandes cantidades de agua.

Las albardillas proyectadas crearán un pequeña sombra en las unidades del muro y ayudarán a ocultar las imperfecciones menores en el alineamiento de éste.



La disposición de las albardillas deberá corregirse antes de asegurarlas con adhesivo VERSA-LOK. Asegure las albardillas colocando dos cordones continuos de 6.3 milímetros (1/4 de pulgada) de adhesivo por la hilada superior de las unidades. Fije las albardillas sobre las unidades del muro preparadas. No asegure las albardillas con mortero ni adhesivos que se tornen rígidos. Los muros VERSA-LOK pueden moverse levemente (especialmente en áreas sujetas a ciclos de heladas y deshielo) de modo que los adhesivos rígidos no darán buenos resultados.



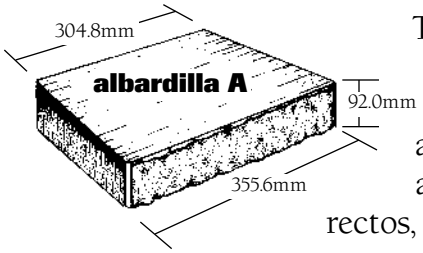
Las unidades VERSA-LOK están hechas de hormigón y no dañan el medio ambiente como algunos productos tratados químicamente.s.

Más, más y más....

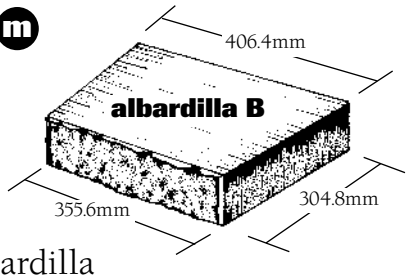
Continúe colocando las hiladas restantes, el material de drenaje, el relleno de terreno compactado y el refuerzo geosintético del terreno tal como se especifica hasta alcanzar la altura del muro deseada.

¡ Para los muros de más de 1,2 metros (cuatro pies) de alto, la mayoría de las normas de construcción exigen que un ingeniero civil registrado en ese estado proporcione el diseño final del muro. VERSA-LOK y sus fabricantes cuentan con una red de ingenieros civiles autorizados quienes están familiarizados con el diseño de muros de contención segmentales. Dichos profesionales están disponibles para asesorar a arquitectos, ingenieros o contratistas en el diseño final del muro.

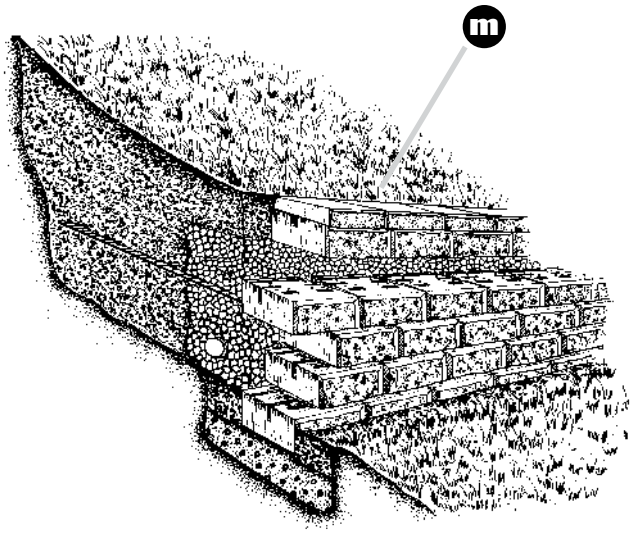
Albardillas



Termine el muro colocando las albardillas en la parte superior. (m) Se ofrecen dos tipos de albardillas, A y B. Alterne las albardillas A y B en muros rectos, y use las albardillas A y B en curvas convexas (externas) y cóncavas (internas) respectivamente. Si el diseño de la albardilla no coincide a la perfección con el radio del muro, ajuste el espacio detrás de las albardillas; no debe haber espacios en la parte delantera de las molduras. Para eliminarlos, puede que sea necesario cortar los lados de la albardilla con una sierra.



Las caras delanteras de las albardillas se pueden colocar a ras, o bien embutir o proyectarlas por la hilada superior de las unidades VERSA-LOK. Se recomienda proyectar las albardillas.

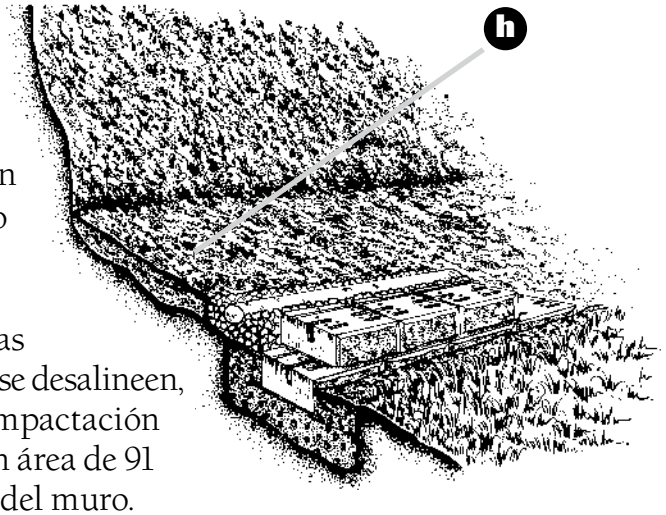


Para algunos proyectos, normalmente en líneas costeras, puede que se requiera un tejido geosintético filtrante detrás del agregado de drenaje. El tejido filtrante impedirá el ingreso de partículas finas de arena o tierra al agregado de drenaje y a las uniones de la cara del muro.

Relleno del terreno compactado

La colocación y compactación adecuadas son cruciales para la estabilidad de los muros segmentales. El relleno deficientemente compactado ejerce presiones adicionales sobre el muro, especialmente cuando éste se humedece.

Comience a agregar el relleno directamente detrás de las capas de relleno de drenaje (elevaciones) en cantidades de no más de 15 centímetros (seis pulgadas) de grosor. **h** Compacte el relleno del terreno, cerciorándose de que no esté demasiado húmedo ni seco. La cantidad y tipo de esfuerzo que se requiere para compactar adecuadamente el relleno varía según el tipo de terreno y el contenido de humedad. Generalmente, se usan compactadores manuales con placa vibratoria a fin de apisonar adecuadamente los terrenos granulares, incluso en proyectos de gran envergadura. Para compactar terrenos finos tales como las arcillas, se debe usar equipo con acción de amasado, como por ejemplo un rodillo con patas de cabra.



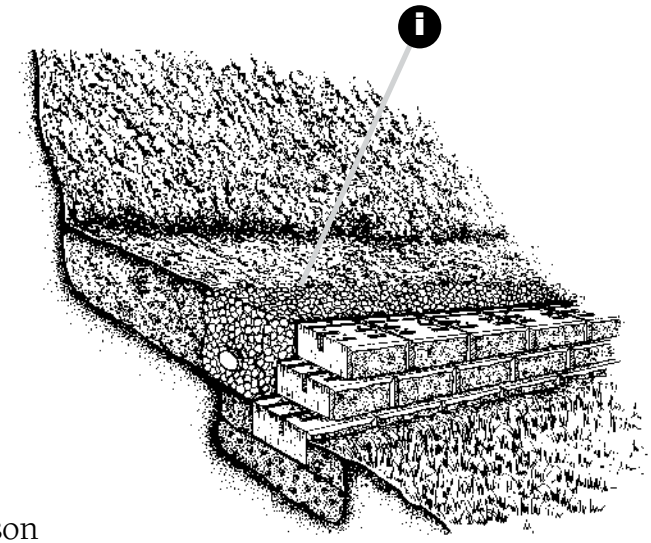
¡ Para impedir que las unidades del muro se desalineen, no use equipos pesados de compactación autopropulsados dentro de un área de 91 centímetros (3 pies de la cara del muro.

Al finalizar la jornada de construcción, proteja el muro contra daños causados por tormentas. Incline el relleno del terreno de modo que el agua se aleje de la cara del muro y escurra directamente desde las áreas adyacentes lejos del lugar del proyecto.

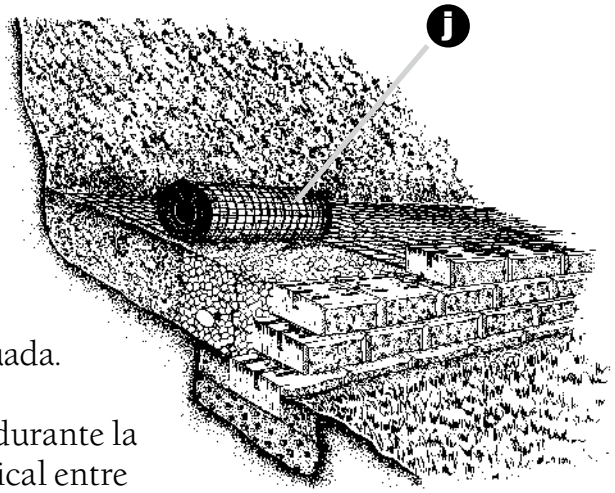
Refuerzo geosintético del terreno

El refuerzo geosintético del terreno se usa para reforzar el relleno cuando el peso de las unidades VERSA-LOK por sí solo no basta para resistir las presiones del terreno. El tipo de refuerzo del terreno, su longitud y espacio vertical variará según el proyecto y deberá especificarlo un ingeniero calificado.

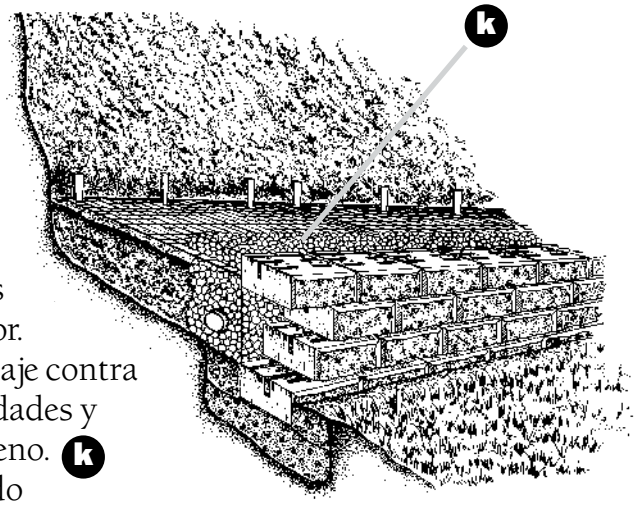
Prepárese para instalar los materiales del refuerzo colocando las unidades VERSA-LOK y rellenando hasta la altura de la primera capa de refuerzo del terreno, especificada en los planos de construcción. **i** Coloque el refuerzo del terreno en forma horizontal sobre el relleno compactado y las unidades VERSA-LOK. **j**



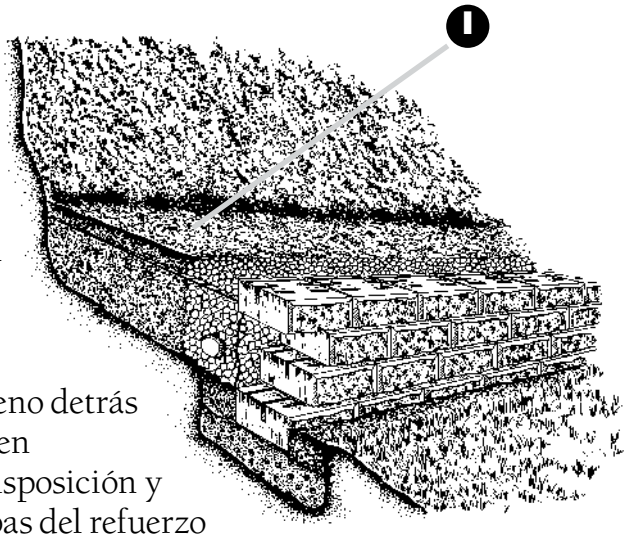
Los materiales geosintéticos son generalmente más resistentes en una dirección. Es muy importante colocarlos en la dirección correcta. La dirección más resistente delmaterial debe quedar perpendicular a la cara del muro. Siga las instrucciones del fabricante del material geosintético para obtener la orientación adecuada.



Para asegurar la estabilidad durante la construcción, el espacio vertical entre las capas de material geosintético no deberá exceder los 61 centímetros (dos pies). En las Tablas para el cálculo de redes geogrid (páginas 32, 33, y 34) encontrará mayor información sobre el cálculo preliminar del material.



Después de colocar el refuerzo del terreno, instale la siguiente hilada de unidades VERSA-LOK encima del refuerzo. Introduzca los pasadores a través de las unidades VERSA-LOK y dentro de las unidades de la hilada inferior. Coloque el agregado de drenaje contra la parte posterior de las unidades y encima del refuerzo del terreno. **k** Elimine la parte floja tirando del refuerzo del terreno de la cara del muro y anclando los extremos posteriores. Comenzando en la cara del muro, coloque y compacte el relleno de terreno. Mantenga el refuerzo estirado y sin arrugas.



Coloque un mínimo de 15 centímetros (seis pulgadas) de relleno antes de usar equipo pesado sobre el refuerzo del terreno. **l**
Acate las pautas de construcción del fabricante para no dañar el refuerzo del terreno.

Para colocar el refuerzo del terreno detrás de curvas y esquinas, se requieren procedimientos especiales de disposición y traslape. Nunca traslape las capas del refuerzo directamente una encima de la otra. Las superficies alisadas de material geosintético no se sujetarán adecuadamente en su lugar una encima de la otra. Siempre coloque por lo menos 8 centímetros (3 pulgadas) de relleno entre el traslape de las capas de refuerzo del terreno . En el Boletín Técnico No.3 de VERSA-LOK y en las instrucciones del fabricante del material geosintético encontrará mayor información sobre refuerzos del terreno para curvas y esquinas.

Las unidades VERSA-LOK pueden usarse practicamente con cualquier tipo de refuerzo del terreno compuesto de redes geogrid o mallas. Si están adecuadamente diseñados, se pueden construir muros VERSA-LOK económicos de más de 12 metros (40 pies) de alto.

VERSA-LOK®
Retaining Wall Systems
Solid Solutions.™





PAUTAS PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN

Fabricados en el mundo entero bajo licencia de VERSA-LOK Retaining Wall Systems.
Productos demostrados pueden ser cubrido por uno o más de los siguientes.
U.S. Patent D319,885, U.S. Patent D321,060, U.S. Patent D341,215, U.S. Patent D346,667, U.S. Patent D378,702, U.S. Patent D391,376, U.S. Patent D430,680, U.S. Patent D435,302, U.S. Patent D439,678, U.S. Patent D452,332, U.S. Patent D458,387, U.S. Patent 6,488,448, U.S. Patent 6,960,048, U.S. Patent 7,229,235, U.S. Patent 7,244,079, U.S. Patent D552,258, U.S. Patent D555,810 and other U.S. patents pending; Canadian Industrial Design Registration No. 63929, No. 71472, No. 73910, No. 73911, No. 73912, No. 77816, No. 79058, No. 82288, and No. 89084. I.C.B.O. No. 4625

La información, incluyendo los datos técnicos y de ingeniería, figuras, tablas, diseños, planos, detalles, procedimientos y especificaciones sugeridos, se proporciona como información de carácter general solamente. Si bien se han hecho todos los esfuerzos para asegurar su exactitud, dicha información no debe usarse ni basarse en ella para llevar a cabo proyectos sin antes haber verificado su exactitud, idoneidad y aplicabilidad para el proyecto en cuestión, de modo que su uso será de la absoluta responsabilidad del usuario. Basándose en las condiciones reales del terreno, un ingeniero calificado y autorizado deberá proporcionar el diseño final del proyecto específico.

6348 Hwy. 36 Blvd., Suite 1, Oakdale, MN 55128
(800) 770-4525 (651) 770-3166 *office* (651) 770-4089 *fax* www.versa-lok.com

©2008 Kiltie Corporation Printed in the U.S.A. VLS-604 6-08