

# MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE KEYSTONE







KEYSTONE COMPAC®



# ÍNDICE

---

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>Definiciones .....</b> | <b>2</b> |
|---------------------------|----------|

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>Introducción .....</b> | <b>5</b> |
|---------------------------|----------|

|                                             |   |
|---------------------------------------------|---|
| Series de Unidades Keystone Standard® ..... | 8 |
|---------------------------------------------|---|

|                                           |   |
|-------------------------------------------|---|
| Series de Unidades Keystone Compac® ..... | 9 |
|-------------------------------------------|---|

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>Instalación básica .....</b> | <b>11</b> |
|---------------------------------|-----------|

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Secciones de muro ..... | 20 |
|-------------------------|----|

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Tablas de diseño .....</b> | <b>23</b> |
|-------------------------------|-----------|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Tablas de gravedad ..... | 25 |
|--------------------------|----|

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Tablas de paredes reforzadas ..... | 29 |
|------------------------------------|----|

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>Esquinas y curvas .....</b> | <b>37</b> |
|--------------------------------|-----------|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Esquina externa de 90° ..... | 38 |
|------------------------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Esquina interna de 90° ..... | 44 |
|------------------------------|----|

|                     |    |
|---------------------|----|
| Esquina aguda ..... | 46 |
|---------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Curvas cóncavas ..... | 49 |
|-----------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Curvas convexas ..... | 51 |
|-----------------------|----|

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Acabado del muro .....</b> | <b>55</b> |
|-------------------------------|-----------|

|             |    |
|-------------|----|
| Tapas ..... | 56 |
|-------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Tapa de concreto CIP ..... | 59 |
|----------------------------|----|

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>Detalles de construcción especializados...</b> | <b>61</b> |
|---------------------------------------------------|-----------|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Drenaje del muro de contención ..... | 62 |
|--------------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Aplicaciones de agua ..... | 64 |
|----------------------------|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Aplicaciones de contención ..... | 66 |
|----------------------------------|----|

|                |    |
|----------------|----|
| Barreras ..... | 68 |
|----------------|----|

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Escalones y escaleras ..... | 78 |
|-----------------------------|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Aplicación de muro en terrazas ..... | 82 |
|--------------------------------------|----|

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Reparación de muros ..... | 84 |
|---------------------------|----|

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Normas para el plantado ..... | 85 |
|-------------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Opciones creativas ..... | 86 |
|--------------------------|----|

**AASHTO** – Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway Transportation Officials)

**Anclaje** – Profundidad del muro de contención por debajo de la línea de piso existente o propuesta.

**ASTM** – Sociedad Estadounidense para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials)

**Bloque modular** – Consulte Unidad Keystone

**Capa de nivelación** – Material utilizado para soportar la unidad Keystone, típicamente de piedra triturada compactada, o concreto CIP no reforzado.

**Cara expuesta del muro** – La porción visible y expuesta del muro de contención una vez instalado.

**CIP** – Concreto fundido en el sitio (Cast In Place).

**Compactación** – Esfuerzo mecánico utilizado para hacer más denso un suelo hasta un porcentaje mínimo del peso máximo compactado del suelo. Consulte ASTM D698 y D1557 para referencias.

**Compuesto de Drenaje** – Medio de drenaje geosintético tridimensional encapsulado en un filtro geotextil, utilizado para transportar agua.

**Cuneta** – Zanja o depresión en el suelo en la parte superior o inferior del muro de contención utilizada para desviar el agua a otra ubicación lejos del muro.

**DOT** – Departamento de Transportación

**Eflorescencia** – Sustancia blancuzca que puede ocurrir de forma natural sobre todos los productos de concreto. La eflorescencia ocurre cuando las sales del interior de la unidad de concreto son transportadas a la superficie exterior por el agua o por cloruros externos.

**EPP** – Equipo de protección personal, por ejemplo: casco, guantes, protección ocular, etc.

**Estabilidad global** – El análisis del movimiento general de masas de una estructura de un muro de contención de tierra reforzada y las masas y pendientes de suelo adyacentes.

**Geomalla** – Un elemento sintético de refuerzo del suelo, estructural, extensible, formado por una red regular de elementos tensores conectados integralmente con aberturas de tamaño suficiente para permitir la traba con el suelo, rocas o tierra circundante; funciona principalmente como refuerzo y es típicamente de HDPE o poliéster.

**Geosintéticos** – Una gama de productos generalmente poliméricos (plásticos) utilizados para solucionar problemas de ingeniería civil. Diseñados generalmente para abarcar ocho categorías principales: geotextiles, georedes, geomembranas, revestimientos de arcilla geosintética, geoespuma, geoceldas y geocompuestos.

**HDPE** – Polietileno de alta densidad; un termoplástico de polietileno hecho de petróleo.

**Hilera** – Una capa o fila horizontal de unidades Keystone.

**Hilera base** – Primera fila de unidades Keystone colocadas sobre la parte superior de la capa de nivelación.

**IBC** – Código Internacional de Construcción (International Building Code)

**Inclinación del muro** – El ángulo de retroceso medido desde la ubicación del pasador de fibra de vidrio dentro de las unidades Keystone. El ángulo se mide utilizando una plomada desde el pie hasta la parte superior del muro a lo largo de la cara del muro.

**MSE** – Tierra Mecánicamente Estabilizada (Mechanically Stabilized Earth)

**NCMA** – Asociación Nacional de Mampostería de Concreto (National Concrete Masonry Association)

**Parapeto** – Unidades Keystone o concreto CIP instalado sobre el nivelado acabado para crear un muro independiente que no retenga tierra.

**Pendiente de sobrecarga** – Cualquier carga adicional impuesta sobre la estructura del muro debido a las condiciones de pendiente talud atrás detrás del muro.



**Pendiente talud atrás** – El ángulo de la pendiente o nivelado acabado ubicado detrás de la parte superior del muro, usualmente expresado en una proporción como 3:1 (3 pies [0.9 m] horizontales por 1 pie [305 mm] vertical), o en grados, 18.4°, o en porcentaje, 33%.

**Pie del talud** – El ángulo del suelo ubicado en frente de la base del muro, usualmente expresado en una proporción como 3:1 (3 pies [0.9 m] horizontales por 1 pie [305 mm] verticales), o en grados, 18.4°, o en porcentaje, 33%.

**Poliéster** – Fibra de polímero utilizada en la producción de geomallas.

**PVC** – Cloruro de polivinilo; un polímero termoplástico.

**Refuerzo** – Consulte Geomalla

**Refuerzo extensible** – Consulte Geomalla

**Refuerzo inextensible** – Refuerzo de suelo con acero galvanizado.

**Relleno** – Tierra utilizada para reemplazar una zona de suelo excavado.

**Relleno de drenaje de la unidad** – Piedra triturada que se coloca dentro e inmediatamente detrás de las unidades de concreto Keystone, con una medida de 2 pies (610 mm) a la profundidad total desde la cara del muro propuesto. Ver también zona de drenaje.

**Relleno del núcleo** – Consulte Relleno de Unidades de Drenaje.

**Sobrecarga** – Cualquier carga impuesta sobre el suelo detrás del muro que ejerza una fuerza adicional sobre la estructura de un muro. Las sobrecargas se asumen como cargas uniformes vivas o muertas. Usualmente se expresan en libras por pie cuadrado (psf) o kilo-newtons por metro cuadrado (kN/m<sup>2</sup>).

**SRW** – Muro de contención segmentado (Segmental Retaining Wall); es decir, múltiples unidades Keystone instaladas para crear un muro de contención.

**Suelo de cimentación** – Suelo in-situ o relleno compactado, ubicado por debajo de la capa de nivelación del muro y el volumen del relleno reforzado.

**Suelo impermeable o de baja permeabilidad** – Suelo con contenido de arcilla utilizado para evitar la percolación del agua a la zona de drenaje y el relleno reforzado detrás del muro de contención.

**Tela de filtro geotextil** – Material utilizado para la separación y filtrado de tipos de suelo disímiles; consta típicamente de dos formas, fibras sintéticas (basadas en polímeros) tejidas y no tejidas.

**Tierra Reforzada (Relleno Reforzado)** – Tierra compactada que se coloca dentro del volumen de la tierra reforzada como se describe en los planos.

**Tierra retenida** – Relleno de tierra in-situ o compactada ubicada directamente detrás del volumen de tierra reforzada o del sistema de muro por gravedad.

**Tubo de drenaje** – Tubo de PVC perforado o ranurado, fabricado de conformidad con ASTM D3034, o tubo corrugado de HDPE fabricado de conformidad con AASHTO M 252, utilizado para transportar el agua desde la zona de drenaje o el relleno reforzado.

**Unidad de muro segmentado** – Consulte Unidad Keystone

**Unidad Keystone** – Un elemento de un muro de contención de concreto, hecho a máquina con cemento Portland y agregados, por un fabricante autorizado por Keystone.

**Zona de drenaje** – Una profundidad predeterminada de piedra angular triturada limpia ubicada detrás de una unidad Keystone para evitar el desarrollo de fuerzas hidrostáticas sobre la cara del muro Keystone. Consulte también Relleno de unidad de drenaje







**E**l sistema de muro de contención Keystone se creó para proporcionar un sistema económico, fácil de instalar, estéticamente atractivo y estructuralmente robusto como una alternativa a los amarres de troncos, paneles de concreto, o muros de contención fundidos in situ. El sistema Keystone se concibió inicialmente como un sistema de muro por gravedad que podía construirse hasta alturas de 6.5 pies (2 m). La unidad estándar original de Keystone tenía 2 pies (610 mm) de la cara a la cola, proporcionando peso y estabilidad para resistir las presiones de tierra aplicadas. Más tarde, se introdujo la unidad Keystone Compac, una unidad más pequeña de 1 pie (305 mm) de profundidad. Ambas unidades Keystone tienen la estabilidad de una masa más grande, pero son más fáciles de manejar, ligeras para colocar y más rápidas de instalar que las piedras de canto rodado, las estructuras de tipo jaula, o las estructuras de paneles delgados. Ambas unidades se diseñaron con una conexión de pasador estructural y traba granular, lo que elimina la necesidad de lechada o mortero. Como resultado de la resistencia estructural creada por los pasadores de fibra de vidrio y el relleno de drenaje de la unidad, el conjunto trabado es más estable que la mayoría de las otras estructuras.

De forma concurrente con el desarrollo del sistema Keystone, el refuerzo geosintético de tierra fue ganando aprobación y aceptación como un material de refuerzo de tierra viable. Con el pasador estructural y el relleno de piedra triturada como traba, la combinación de geomallas y unidades Keystone proporciona un sistema de muro integrado que puede construirse hasta alturas que exceden por mucho los límites de los muros de gravedad simples. Desde 1986, se han construido de forma exitosa millones de pies cuadrados de muros de contención Keystone, tanto como sistemas por gravedad como sistemas reforzados. Las aplicaciones varían desde muros para paisajismo residencial hasta muros estructurales para autopistas. Algunos de ellos exceden los 50 pies (15.2 m) de altura.

## UNIDADES DE MURO DE CONTENCIÓN KEYSTONE

Las unidades de muro de contención Keystone son un producto de mampostería en concreto con cero desplome, desarrollado específicamente para uso en estructuras de muros de contención de tierra. Keystone ha desarrollado una amplia variedad de formas y diseños para acomodarse a la mayoría de los requisitos arquitectónicos y estructurales. Los productores locales de los productos Keystone tienen una variedad de colores disponibles, lo cual complementa la mayoría de las aplicaciones de muros de paisajismo y de contención estructural.

Los productos estructurales de Keystone actualmente discutidos en este manual incluyen:

- Keystone Standard® I/ Keystone Standard® II/ Keystone Standard® III
- Keystone Compac® II/ Keystone Compac® III

Otros productos estructurales de Keystone que utilizan el sistema de pasador de fibra de vidrio de Keystone (por favor, póngase en contacto con su representante local de Keystone para averiguar sobre la disponibilidad):

- Keystone Century Wall®
- Country Manor®
- Stonegate® Country Manor®

Las unidades Keystone que se enumeraron anteriormente están diseñadas para uso como muros de contención estructurales, es decir, aquellos que exceden los cuatro pies (1.2 m) de altura y/o estructuras de soporte o cargas de autopista.

Además de las unidades anteriores, Keystone tiene una línea completa de productos para paisajismo que se comercializan y se venden a través de distribuidores al por menor y puntos de venta de suministros para jardinería. Los conceptos en este manual aplican a todas las construcciones de muros, pero estos productos para jardinería generalmente no se consideran para aplicaciones estructurales y no se discuten en mayor detalle en este manual. Para más información sobre estos productos, póngase en contacto con su representante local de Keystone, o visite [www.keystonewalls.com](http://www.keystonewalls.com).



## MATERIALES KEYSTONE

Las unidades Keystone se fabrican típicamente de concreto con una resistencia mínima a la compresión de 3,000 psi (21MPa) a los 28 días y una absorción máxima del 8%. Todas las dimensiones son de más o menos 1/8 pulgada (3 mm), según ASTM C1372, excepto por la profundidad de la unidad, la cual varía debido al acabado de la roca partida. El proceso de fabricación está automatizado, por lo tanto, la mezcla, la compactación y el curado se llevan a cabo bajo condiciones controladas y proporcionan una calidad consistente. Las unidades tienen varias texturas de cara disponibles, dependiendo de su fabricante local. Algunas de nuestras texturas más populares son el acabado de roca partida en varios colores naturales. Las formas de la cara pueden ser triplano, recta, Victoriano o Regency. La textura de la cara puede añadirse incorporando cualquiera de las tecnologías de fabricación de Keystone: KeyKut®, JAWS Technology® y Sculptr® (la cual crea una cara moldeada como la Hewnstone).

Keystone Standard y Keystone Compac se interconectan verticalmente utilizando pasadores de fibra de vidrio de alta resistencia. Las unidades Keystone tienen núcleos que se llenan con piedra triturada limpia para proporcionar una traba mecánica adicional y drenaje interno. Los pasadores garantizan una configuración de unión corrida de las unidades y proporcionan una fuerza significativa de conexión lateral entre las unidades. Los pasadores mejoran la conexión entre las unidades y el refuerzo de tierra estructural, mientras que garantizan una colocación apropiada de los materiales de refuerzo.

Los pasadores de conexión están disponibles en diseños recto y con resalto. Los pasadores rectos tienen 5/4 pulgadas (133 mm) de largo y 1/2 pulgada (13 mm) de diámetro. Las unidades Keystone Standard y Keystone Compac utilizan pasadores rectos. Los pasadores con resalto tienen 3/4 pulgadas (95 mm) de largo y 1/2 pulgada (13 mm) de diámetro. La longitud de la porción con resalto es de 7/8 pulgada (22 mm) y el diámetro del resalto desde 3/4 pulgada (19 mm). Las unidades Century Wall, Country Manor y Stonegate Country Manor Keystone usan pasadores con resalto. La resistencia mínima de los pasadores es de 6,400 psi (44MPa) de resistencia al cortante y 110,000 psi (750MPa) de resistencia a la tensión. Los pasadores se fabrican de fibra de vidrio por pultrusión y no se corroen ni se deterioran. Además, el pasador de fibra de vidrio no cambia sus propiedades (no se ablanda ni se vuelve quebradizo) debido a los cambios de temperatura típicos en las aplicaciones de muros de contención.

## SERIES DE UNIDADES KEYSTONE STANDARD\*

La unidad Keystone Standard varía debido a las consideraciones de fabricación de 18-21 pulgadas (457-533 mm) de profundidad, con un ancho de cara típico de 18 pulgadas (457 mm) y una altura de 8 pulgadas (203 mm). La geometría produce exactamente 1 pie cuadrado (0.093 m<sup>2</sup>) de área de cara por unidad. El peso de las unidades va de 82 a 114 libras (35 a 52 kg) cada una, variando con la fabricación y los agregados locales. El centro de gravedad de la unidad está ligeramente hacia adelante del centro hacia la cara, pero para propósitos de diseño, se asume en el centro. Para propósitos de diseño, la densidad in-situ de la unidad llena de agregado es de 120 pcf (18.85 kN/m<sup>3</sup>).



Las unidades Keystone Standard se fabrican con una configuración de doble pasador y agujero. El ajuste del pasador frontal permite que las unidades se coloquen con un retroceso mínimo de aproximadamente 1/8 pulgada (3 mm) por 8 pulgadas (203 mm) de altura de la unidad (1° de inclinación). Para propósitos de diseño utilice 0°. El ajuste del pasador trasero permite la colocación de la unidad a un mínimo de 1 pulgada (25 mm) de retroceso por 8 pulgadas (203 mm) de altura de la unidad (8° de inclinación). Una colocación alterna del pasador frontal/posterior permite un retroceso de 5/8 pulgada (16 mm) por 8 pulgadas (203 mm) de altura de la unidad (4° de inclinación).

## SERIES DE UNIDADES KEYSTONE COMPAC\*

La unidad Keystone Compac es una unidad de 12 pulgadas (305 mm) de profundidad con un ancho típico de cara de 18 pulgadas (457 mm) por 8 pulgadas (203 mm) de alto. La geometría produce exactamente 1 pie cuadrado (0.093 m<sup>2</sup>) de área de cara por unidad. La profundidad puede variar desde 11.5 hasta 12.5 pulgadas (292 - 318 mm) dependiendo de la fabricación local y de los requisitos de división. El peso de las unidades va de 67 a 89 libras (30 a 40 kg) cada una, variando con la fabricación y los agregados locales. Para propósitos de diseño, la densidad in-situ de la unidad llena de agregado es de 120 pcf (18.85 kN/m<sup>3</sup>).



La configuración de doble pasador permite el mismo 1° (0° para propósitos de diseño), 4° y 8° de retroceso como la unidad Keystone Standard.



## UNIDADES KEYSTONE CENTURY WALL®

Keystone Century Wall es un sistema de tres piezas que consta de una unidad pequeña, una mediana y una grande. El ancho de las unidades es la dimensión variable que dicta el tamaño. La unidad pequeña es de 7 pulgadas (178 mm) de ancho, la unidad mediana es de 11 pulgadas (279 mm) de ancho, y la unidad grande es de 18 pulgadas (457 mm) de ancho. Las tres unidades Century Wall tienen 12 pulgadas (305 mm) de profundidad y 8 pulgadas (203 mm) de alto. La unidad pequeña pesa 41-45 libras (19-20 kg), la unidad mediana pesa 54-58 libras (24-26 kg), y la unidad grande pesa 82-87 libras (37-39 kg). Los pesos pueden variar con la fabricación y los agregados locales. El sistema Half-Century Wall de 4" (102 mm) de alto está disponible en mercados seleccionados. Póngase en contacto con su representante local de Keystone para confirmar la disponibilidad del producto.

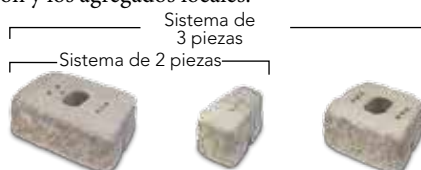


Unidades de muro Keystone Century

Similar a las unidades Keystone Compac y Standard, una configuración de doble pasador permite un retroceso de 1° (0° para propósitos de diseño), 4° y 8°.

## COUNTRY MANOR®

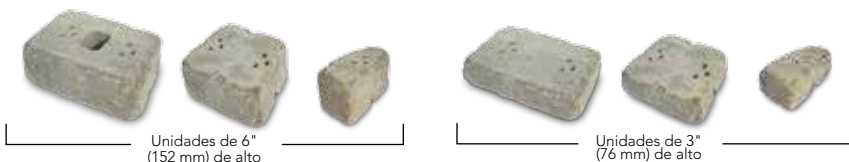
Country Manor viene en diferentes tamaños y es el más vendido como sistema de cinco piezas, como sistema de tres piezas o como sistema de dos piezas. Las unidades son texturizadas sobre los tres lados, lo que permite construir aplicaciones para 1 y 2 lados. El ancho de las unidades es la dimensión variable que dicta el tamaño: cada unidad tiene dos dimensiones de ancho porque ambos lados de la unidad pueden incorporarse en la cara del muro. Los diferentes anchos de unidad son 6/4 pulgadas (152/102 mm), 10/8 pulgadas (254/203 mm), 12/12 pulgadas (305/305 mm), 12/10 pulgadas (305/254 mm), y 16/14 pulgadas (406/356 mm). Las unidades Country Manor tienen 10 pulgadas (254 mm) de profundidad y 6 pulgadas (152 mm) de alto. Los pesos de las unidades son los siguientes: La unidad de 6/4 es de 21-24 libras (10-11 kg), la unidad de 10/8 es de 30-42 libras (14-19 kg), la unidad de 12/12 es de 51-55 libras (23-25 kg), la unidad de 12/10 es de 47-51 libras (20-23 kg), la unidad de 16/14 es de 60-65 libras (27-29 kg). Los pesos pueden variar con la fabricación y los agregados locales.



Unidades Keystone Country Manor

## STONEGATE® COUNTRY MANOR®

Stonegate Country Manor está disponible en un sistema de tres piezas en unidades de 6" (152 mm) y en 3" (76 mm) de altura. Las unidades tienen una textura suave envejecida sobre tres lados, lo que permite construir aplicaciones de 1 y 2 lados. Los diferentes anchos de unidad son 6/4 pulgadas (152/102 mm), 12/10 pulgadas (305/254 mm), y 16/14 pulgadas (406/356 mm). Las unidades Stonegate Country Manor tienen 10 pulgadas (254 mm) de profundidad y 6 pulgadas (152 mm) o 3 pulgadas (76 mm) de alto. Los pesos de las unidades de 6" (152 mm) son los siguientes: La unidad de 6/4 es de 21-24 libras (10-11 kg), la unidad de 12/10 es de 47-51 libras (20-23 kg), la unidad de 16/14 es de 60-65 libras (27-29 kg). Los pesos de las unidades de 3" (76 mm) son los siguientes: La unidad de 6/4 es de 9-11 libras (4-5 kg), la unidad de 12/10 es de 22-24 libras (10-11 kg), la unidad de 16/14 es de 30-33 libras (14-15 kg). Los pesos pueden variar con la fabricación y los agregados locales.



Unidades Stonegate Country Manor

Únicos para Country Manor y Stonegate Country Manor: las configuraciones de tres agujeros permiten un muro vertical, un retroceso de 1 pulgada (25 mm), o permiten que unidades aleatorias sobresalgan de la cara de la pared a incrementos de 1 pulgada (25 mm). (La inclinación de diseño es 0° o 9.5° para la alineación en retroceso)

### Nota:

No todos los tipos de unidad, tratamientos de cara y colores están disponibles en todos los sitios de fabricación. Por favor, verifique la disponibilidad con su fabricante local o su proveedor de Keystone.





## LA UNIDAD KEYSTONE STANDARD ES ORIGINAL ESTADOUNIDENSE.

El producto que comenzó la industria es aún el líder de la industria para muros altos y estructuras críticas. La proporción altura a profundidad de la unidad Keystone Standard resulta en un sistema de muro estructuralmente robusto, con superior estabilidad, durabilidad y resistencia. Arquitectos, ingenieros y contratistas confían en la unidad Keystone Standard para permanecer fuertes cuando lo importante es la seguridad del diseño de su muro.

|                                        | Standard I                                                                      |                                                                                | Standard II                                                                     | Standard III                                                                    |                                                                                 |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Altura de la unidad                    | 8" (203 mm)                                                                     |                                                                                | 8" (203 mm)                                                                     | 8" (203 mm)                                                                     |                                                                                 |
| Ancho de la unidad                     | 18" (457 mm)                                                                    |                                                                                | 18" (457 mm)                                                                    | 18" (457 mm)                                                                    |                                                                                 |
| Profundidad de la unidad               | 18" (457 mm)                                                                    | 21" (533 mm)                                                                   | 18" (457 mm)                                                                    | 18" (457 mm)                                                                    | 21" (533 mm)                                                                    |
| Área de la cara por unidad             | 1SF (0.093 m <sup>3</sup> )                                                     |                                                                                | 1SF (0.093 m <sup>3</sup> )                                                     | 1SF (0.093 m <sup>3</sup> )                                                     |                                                                                 |
| Peso de la unidad                      | 95-125 lbs (43-57 kg)                                                           |                                                                                | 93-115 lbs (42-52 kg)                                                           | 90-100 lbs (41-45 kg)                                                           |                                                                                 |
| Volumen del vacío a la cola            | 0.70 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.21m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )  | 0.90 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.27m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 0.70 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.21 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 0.81 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 1.01 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.31 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
| Volumen del vacío a 24" de profundidad | 1.20 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.37 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 1.16 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.35m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 1.20 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.37 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 1.31 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 1.26 pies <sup>3</sup> /pie <sup>2</sup> (0.38 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
| Pasador de fibra de vidrio             | Pasador recto                                                                   |                                                                                |                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |

**Nota:** Los pesos y las dimensiones de las unidades, así como su disponibilidad, varían según el fabricante. Por favor, póngase en contacto con su representante local.



Standard I  
Triplano

Standard I  
Recto



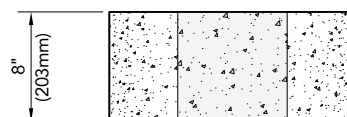
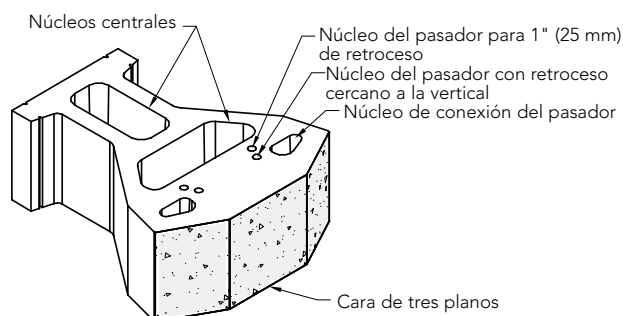
Standard II  
Triplano

Standard II  
Recto

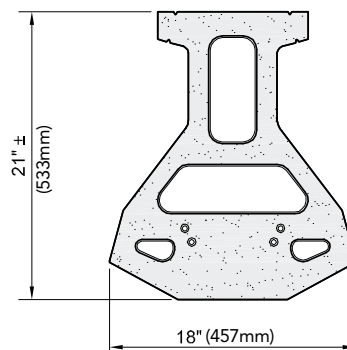


Standard III  
Triplano

Standard III  
Recto



Elevación de la unidad de 3 planos Standard I



Planta de la unidad de 3 planos Standard I

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.





**DISEÑE Y CONSTRUYA CON CONFIANZA.** El Keystone Compac es la elección perfecta cuando no se requiere el anclaje profundo de la unidad Keystone Standard. Un favorito de los instaladores, su menor peso y diseño de cola más corta lo hace fácil de manejar.

|                                               | Compac II                    | Compac III                   |
|-----------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Altura de la unidad</b>                    | 8" (203 mm)                  | 8" (203 mm)                  |
| <b>Ancho de la unidad</b>                     | 18" (457 mm)                 | 18" (457 mm)                 |
| <b>Profundidad de la unidad</b>               | 12" (305 mm)                 | 12" (305 mm)                 |
| <b>Área de la cara por unidad</b>             | 1SF (0.093 m²)               | 1SF (0.093 m²)               |
| <b>Peso de la unidad</b>                      | 78-91 lbs (35-41 kg)         | 69-77 lbs (31-35 kg)         |
| <b>Volumen del vacío a la cola</b>            | 0.35 pies³/pie² (0.11 m³/m²) | 0.41 pies³/pie² (0.12 m³/m²) |
| <b>Volumen del vacío a 12" de profundidad</b> | 1.35 pies³/pie² (0.41 m³/m²) | 1.41 pies³/pie² (0.43 m³/m²) |
| <b>Pasador de fibra de vidrio</b>             | Pasador recto                |                              |

**Nota:** Los pesos y las dimensiones de las unidades, así como su disponibilidad, varían según el fabricante. Por favor, póngase en contacto con su representante local.



Compac II  
Triplano



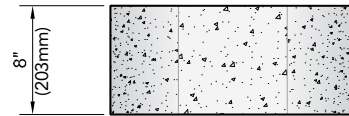
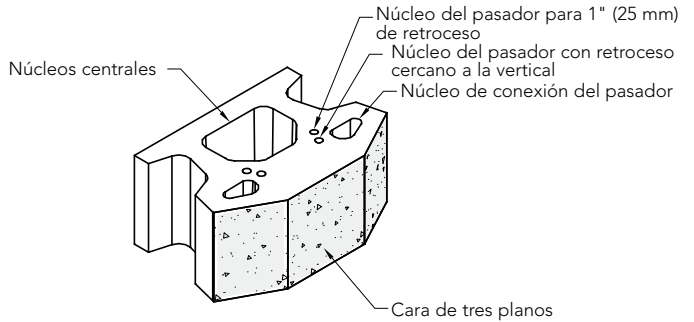
Compac II  
Recto



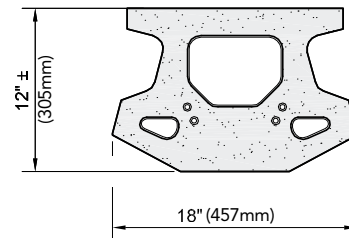
Compac III  
Triplano



Compac III  
Recto



Elevación de la unidad de 3 planos Compac II



Planta de la unidad de 3 planos Compac II

## TEXTURAS DE CARA ALTERNAS



Hewnstone



Victorian



Regency



**Nota:**

Las versiones de producto varían según el fabricante. Por favor, póngase en contacto con su representante local.



KEYSTONE COMPAC® VICTORIAN



## SECCIÓN A

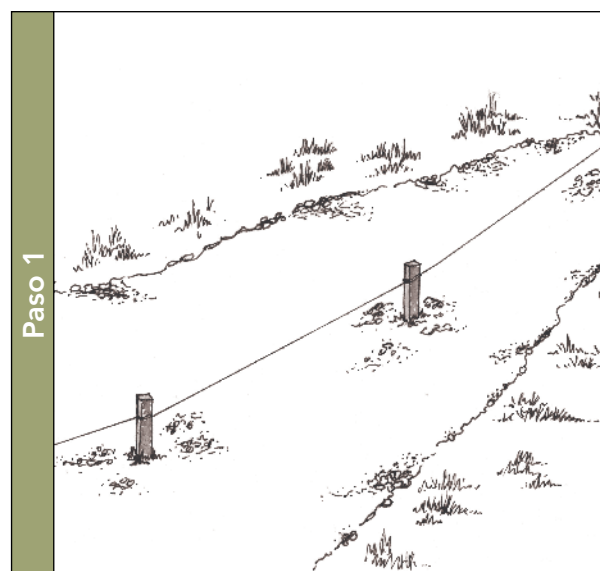
# INSTALACIÓN BÁSICA

**H**a elegido su unidad Keystone preferida, ahora es el momento de comenzar la instalación de su muro de contención. Esta sección lo llevará a través del proceso paso a paso para la instalación de su muro de contención. En esta, se cubre la instalación de un muro básico por gravedad, así como los procedimientos de instalación para muros reforzados con geomalla. Aunque esta sección puede no cubrir cada problema de construcción que usted pueda encontrar en su proyecto, sí ofrece las generalidades básicas y consejos útiles para la instalación de un muro de contención Keystone.

Herramientas y materiales que se requerirán:

- Niveles de 12 pulgadas (305 mm) y 48 pulgadas (1.2 m)
- Cinta métrica
- Pala
- Equipo de excavación
- Equipo de protección personal
- Mazo de 5 lb (2 kg)
- Unidades estructurales y tapas Keystone; pasadores de fibra de vidrio
- Geomalla estructural, si se requiere
- Relleno para el drenaje de la unidad (piedra triturada limpia de ¾ pulgada [19mm])
- Material de relleno
- Material para la capa de nivelación
- Adhesivo de concreto de grado exterior



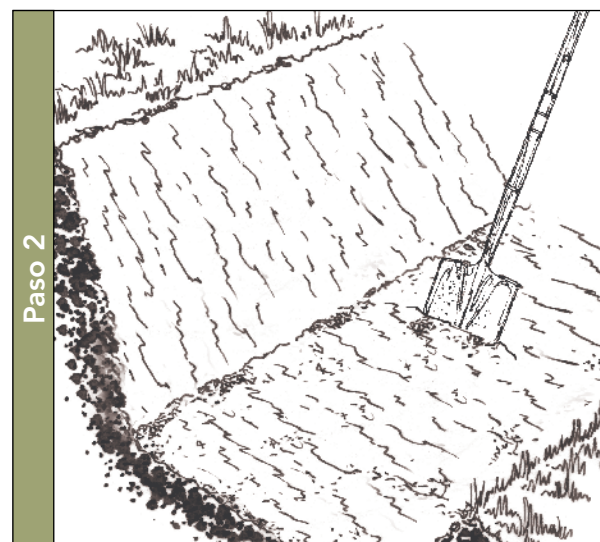


## 1. Examen del sitio/permisos

Seleccione la ubicación y la longitud del muro de contención. ¡Llame antes de excavar! En los Estados Unidos, llamar al 811 antes de cualquier trabajo de excavación hace que se le marquen las líneas subterráneas de servicios públicos de forma gratuita y ayuda a evitar consecuencias indeseadas. Excavar sin llamar puede afectar los servicios de todo un barrio, lesionarlo a usted y a quienes se encuentran a su alrededor y puede dar como resultado potenciales multas y costos de reparación. Tome las medidas necesarias, prepare los planos, investigue los requerimientos de zonificación para su área y obtenga los permisos apropiados de construcción para su proyecto. Los permisos locales pueden requerir un estudio de suelos y/o documentación y planos de ingeniería.



Conozca lo que está abajo. Llame antes de cavar.



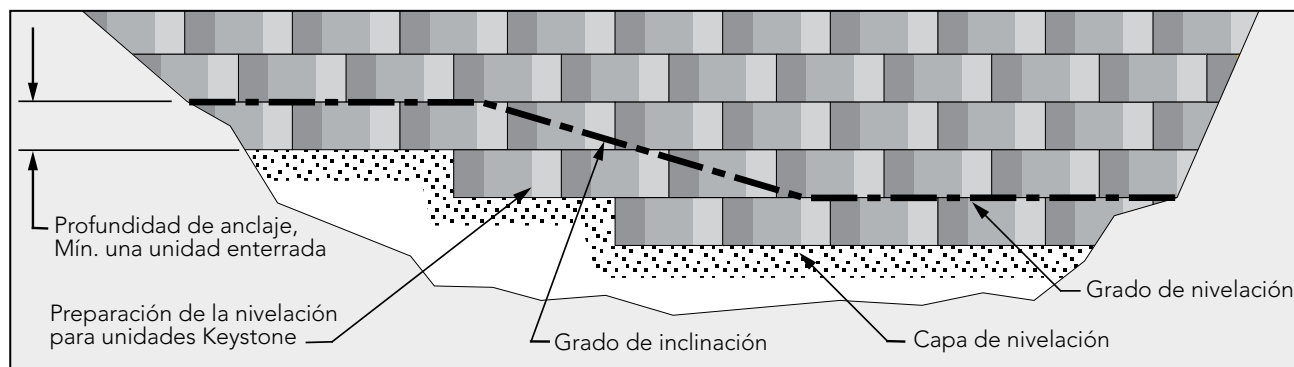
## 2. Excavación/Anclaje

Verifique que las dimensiones sean correctas y excave hasta las líneas y niveles que se muestran en los planos de construcción o hasta las dimensiones de campo. Retire toda la vegetación de la superficie, los suelos y escombros orgánicos; verifique que la subbase de la cimentación esté en la condición apropiada antes de la instalación de la capa de nivelación. No proceda con la instalación hasta que se hayan corregido las condiciones insatisfactorias.

### Recomendaciones para el anclaje

Para pequeños muros de gravedad Keystone, se recomienda un anclaje de un mínimo de 1" (25 mm) por cada unidad de altura (es decir, H/8) o 6" (152 mm) mínimo, cualquiera que sea mayor. Para muros de tierra reforzada Keystone, la profundidad mínima del anclaje como proporción de la altura del muro puede determinarse en la siguiente tabla del Manual de Diseño para Muros Segmentados de NCMA (2009):

FIGURA A:1





| Pendiente en el frente del muro | Anclaje mínimo   |
|---------------------------------|------------------|
| Requisito mínimo                | 0.5 pies (150mm) |
| Horizontal (muros)              | H/20             |
| Horizontal (contrafuertes)      | H/10             |
| 3H:1V                           | H/10             |
| 2H:1V                           | H/7              |

## Nota:

Los planos del proyecto, las especificaciones y los códigos de diseño pueden requerir profundidades de anclaje mínimas que excedan los mínimos recomendados por NCMA.

## Pie de pendiente

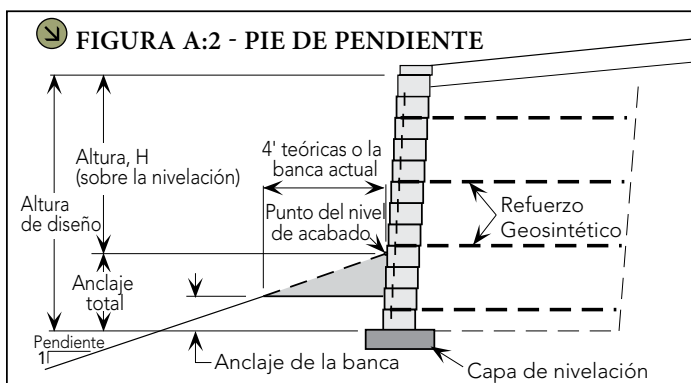
El anclaje mínimo requerido con una pendiente enfrente del muro debe basarse en el establecimiento de un banco horizontal de un mínimo de 4 pies (1.2 m) enfrente del muro y el establecimiento de un anclaje mínimo desde ese punto. Las pendientes de relleno usualmente tienen mala compactación cerca del borde de la pendiente y todas las pendientes están sujetas a erosión y e inestabilidad superficial (ver Figura A:2).

La profundidad del anclaje debe aumentarse cuando ocurre cualquiera de las siguientes condiciones:

- Suelos débiles
- Potencial socavación del pie del muro
- Aplicaciones de muros sumergidos
- Propiedades de encogimiento/ hinchazón/ congelamiento significativos de los suelos de cimentación

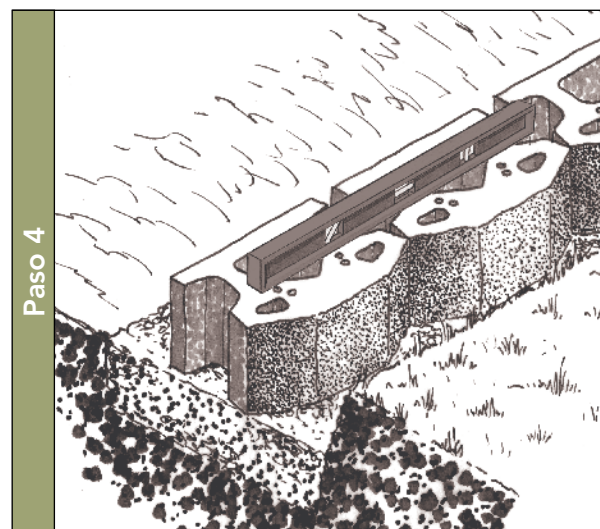
## Nota:

La profundidad del anclaje requerido para los muros Keystone puede convertirse en un asunto controversial. El Código Internacional de Construcción (IBC) recomienda una profundidad mínima de 1 pie (305 mm), o por debajo de la profundidad de congelamiento prevalente, cualquiera que sea mayor para la cimentación. AASHTO recomienda un mínimo de 2 pies (610 mm) o por debajo de la profundidad de congelamiento, cualquiera que sea mayor para de estructuras de contención. Estas profundidades mínimas recomendadas se basan en sistemas de cimentación rígidos y no son totalmente aplicables a sistemas flexibles, que funcionan apropiadamente con significativamente menos anclaje. La profundidad de anclaje apropiada es una función del tamaño y tipo de la estructura, los suelos subyacentes y la geometría del sitio, especialmente los pies de pendiente. Es significativamente más importante inspeccionar apropiadamente el área de cimentación cuando es excavada, determinar los límites de remoción y reemplazo de material inapropiado, y confirmar luego la profundidad de anclaje final para estabilidad y carga dadas las condiciones del sitio.



## 3. Prepare la capa de nivelación de la base

Comience la capa de nivelación a la elevación más baja a lo largo de la alineación del muro (ver Figura A:1). El ancho mínimo de la capa de nivelación será la profundidad de la unidad más 12 pulgadas (305 mm). La capa de nivelación consistirá de 6 pulgadas (152 mm) del relleno granular angular bien compactado (95% Standard Proctor o mayor) (base para calles o piedra triturada de ½ pulgada a ¾ pulgada [13-19 mm]). También es aceptable utilizar concreto como capa de nivelación. Nivele la capa de nivelación en incrementos de 8 pulgadas (203 mm) al cambio de elevación apropiado en los cimientos. No utilice material redondeado, es decir, GRAVILLA o ARENA como material para la capa de nivelación.



## 4. Instale hilera base

Coloque la primera hilera de unidades Keystone (se muestran unidades Keystone Compac a modo de ilustración) de un extremo al otro, con la cara de las esquinas del muro tocándose (no deje espacios entre las unidades) sobre la base preparada. Los agujeros para el pasador deben mirar hacia arriba, como se muestra. Asegúrese de que todas las unidades estén en contacto completo con la base y bien asentadas, golpeando suavemente cada esquina del bloque y nivelando según se requiera. En los cambios de elevación de la base (ver Figura A:3) para referencia de instalación. Nivelar la primera hilera es crítico para obtener resultados exactos y aceptables. Disponga las esquinas y curvas de conformidad con la sección "Esquinas y curvas" de este manual (p. 37).



FIGURA A:3

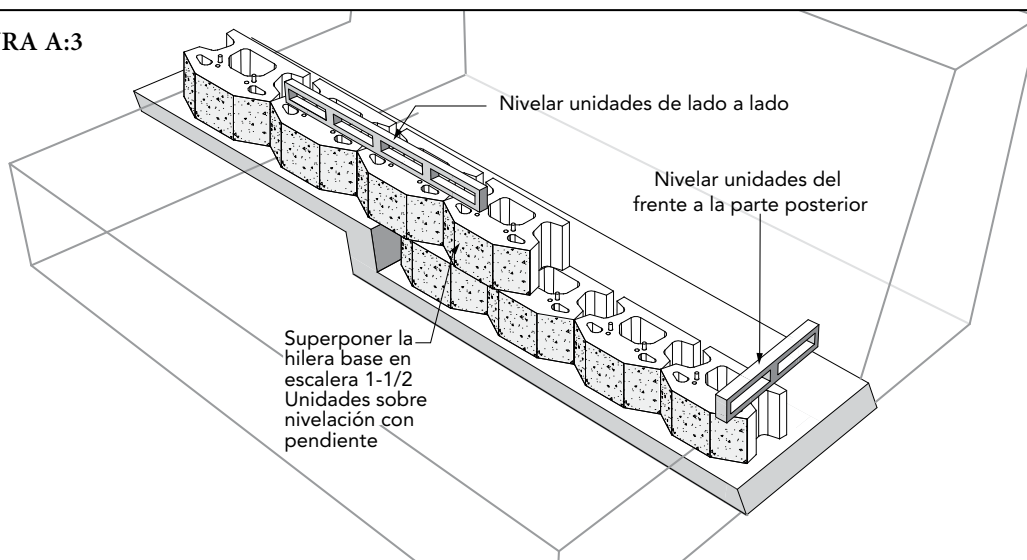
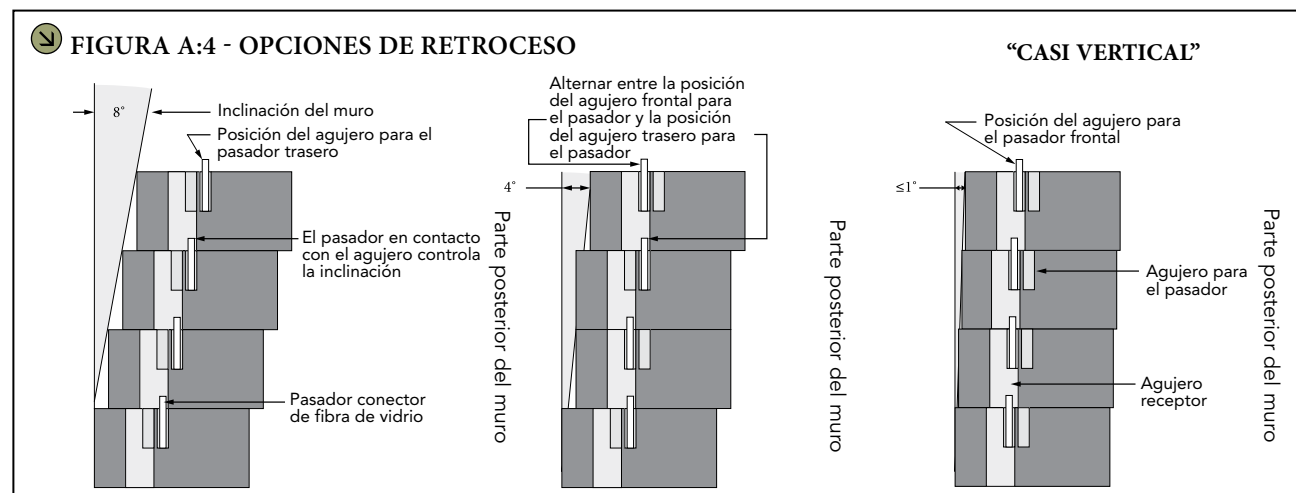
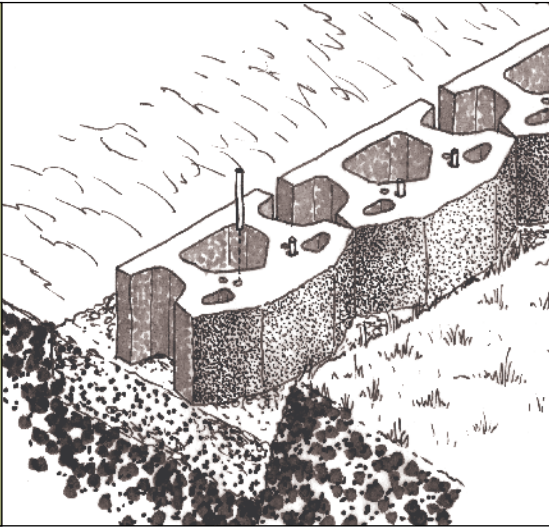


FIGURA A:4 - OPCIONES DE RETROCESO





Paso 5



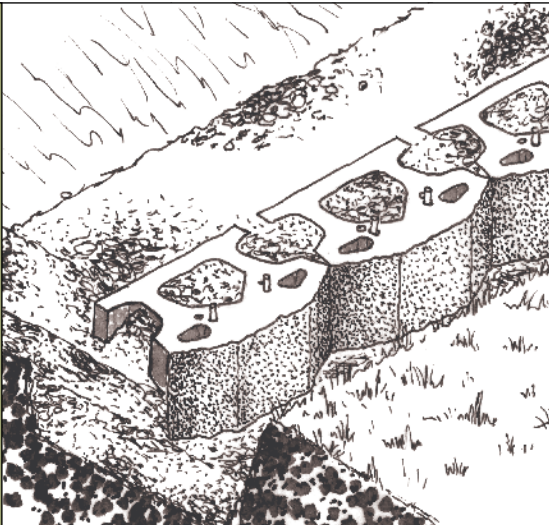
## 5. Inserte los pasadores de fibra de vidrio/el tubo de drenaje

Las unidades Keystone tienen 3 opciones de retroceso, casi vertical, ½ pulgada (13 mm) de retroceso y 1 pulgada (25 mm) de retroceso (ver Figura A:4). Para la opción cercana a la vertical, coloque los pasadores en los agujeros frontales, o para el retroceso mínimo de 1 pulgada (25 mm), coloque los pasadores en los agujeros traseros (ver Figura A:5). Una vez colocados, los pasadores crean un retroceso automático y la alineación para las hileras adicionales (ver Figura A:6). Cuando se requiera, instale el tubo de drenaje detrás de una unidad del muro y lleve la salida del drenaje al sistema de aguas de lluvias o al exterior. Ver detalles adicionales en la sección de drenaje (p. 66).

### Nota:

Si se requiere drenaje debido a un exceso de agua o si los planos de diseño del ingeniero piden la instalación de un tubo de drenaje, agregue la teja de drenaje detrás de las colas sobre la hilera base. El tubo de drenaje debe mantener un drenaje positivo al exterior, saque los tubos de drenaje en puntos bajos, 50 a 75 pies (15 a 23 m) en el centro y en los extremos del muro.

Paso 6



## 6. Instale el relleno del drenaje de la unidad/relleno y compactación

Una vez instalados los pasadores, proporcione ½-¾ pulgada (13-19 mm) de material de drenaje de la unidad de piedra triturada a una distancia total mínima de 24 pulgadas (610 mm) desde la cara del muro. Llene todos los espacios abiertos entre unidades y todo en las cavidades/núcleos abiertos con el mismo material del drenaje de la unidad. Coloque el relleno del muro detrás del relleno de drenaje de la unidad en elevaciones de máximo 8 pulgadas (203 mm) y compacte hasta una densidad Proctor estándar del 95%, o hasta una densidad Proctor modificada del 92% con equipo de compactación apropiado. Utilice sólo equipo operado a mano dentro de los 3 pies (1 m) de la cara del muro de contención.



FIGURA A:5 - DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL PASADOR

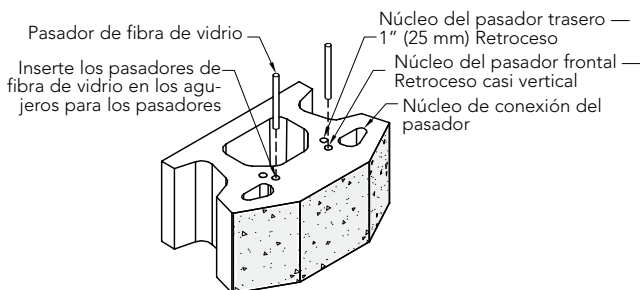
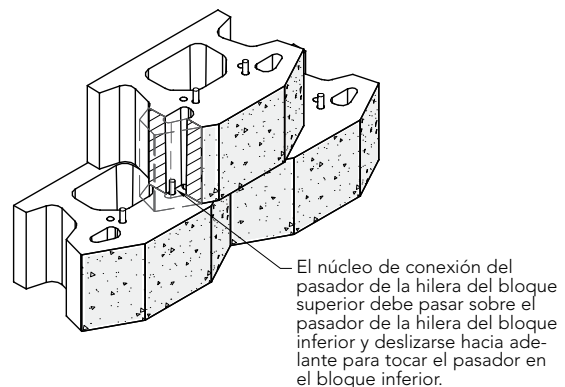
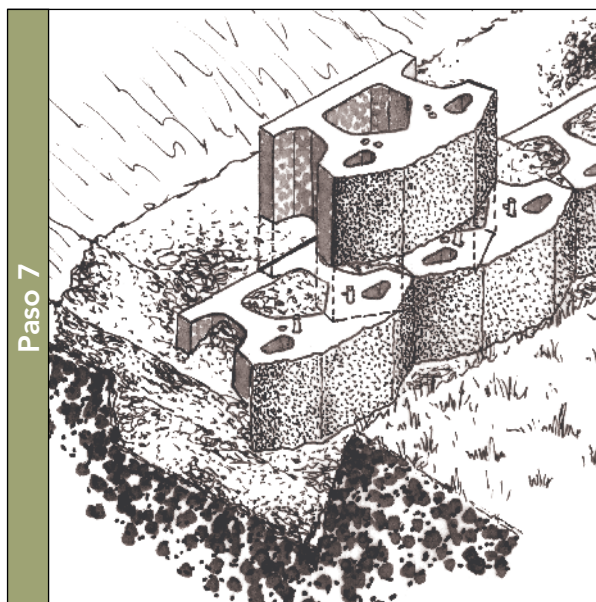


FIGURA A:6 - DIAGRAMA DE CONEXIÓN

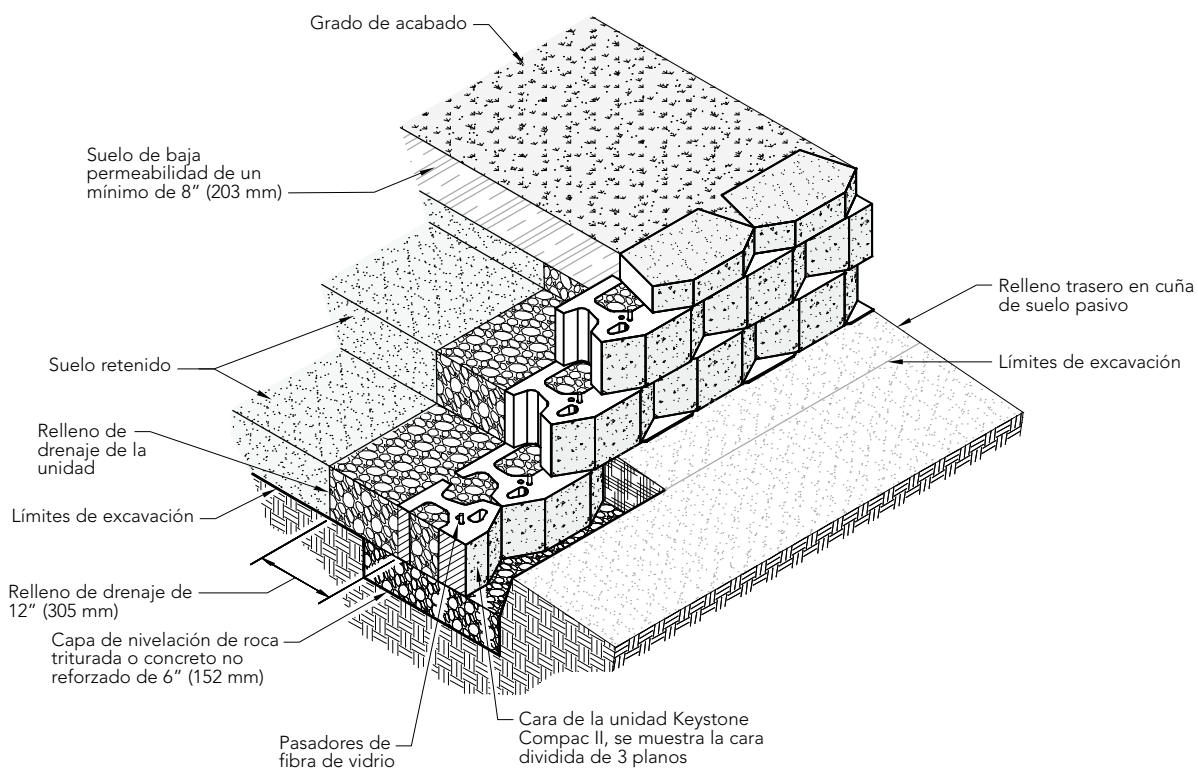




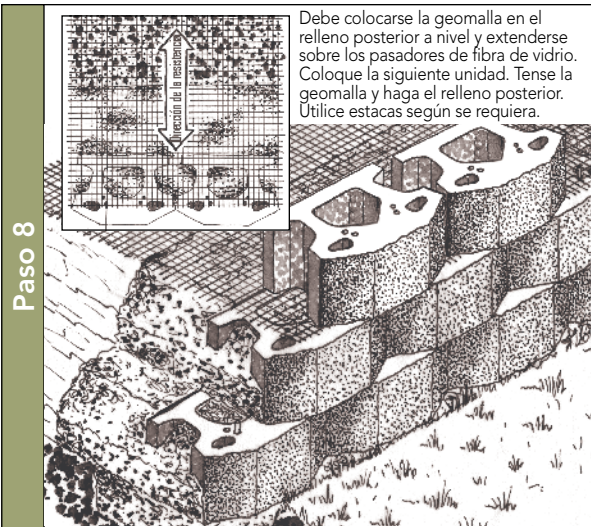
## 7. Instale hileras adicionales

Retire todo el material de drenaje sobrante de la superficie superior de todas las unidades. Centre la siguiente unidad frente al punto donde se juntan las dos unidades inferiores, encajando los pasadores en el núcleo de conexión del pasador de la unidad de arriba. Empuje las unidades hacia la cara del muro hasta que hagan contacto completo con los pasadores (ver Figura A:6). Verifique el nivel de adelante hacia atrás y de lado a lado y ponga cuñas en las unidades o triture según sea necesario. Es importante revisar el nivel de adelante hacia atrás y de lado a lado en cada hilera para mantener una nivelación y alineación apropiada del muro. Los materiales apropiados para las cuñas pueden ser de cualquier material no degradable, incluidas tejas de asfalto, piezas sobrantes de geomalla, etc. Continúe haciendo el relleno e instalando unidades adicionales y revisando el nivel hasta la elevación superior deseada (ver Figura A:7). Siga estrechamente la instalación de la unidad del muro y el drenaje de la unidad con relleno. La altura máxima de apilado vertical de las unidades de muro antes de la colocación del relleno de drenaje de la unidad y del relleno trasero y la compactación no debe exceder 2 hileras, a menos que se empleen técnicas de construcción especiales para asegurar un relleno completo de todas las unidades con relleno para drenaje. Para muros de gravedad, continúe esta secuencia de construcción hasta completar el muro y proceda al paso 10. Para muros con refuerzo de geomalla, continúe con el paso 8 y con el paso 9.

FIGURA A:7 - SECCIÓN 3D TRANSVERSAL SIN REFUERZO

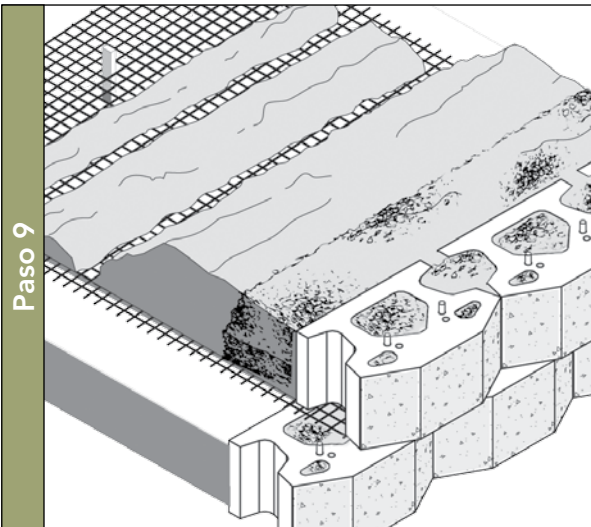






## 8. Instalación de geomalla estructural

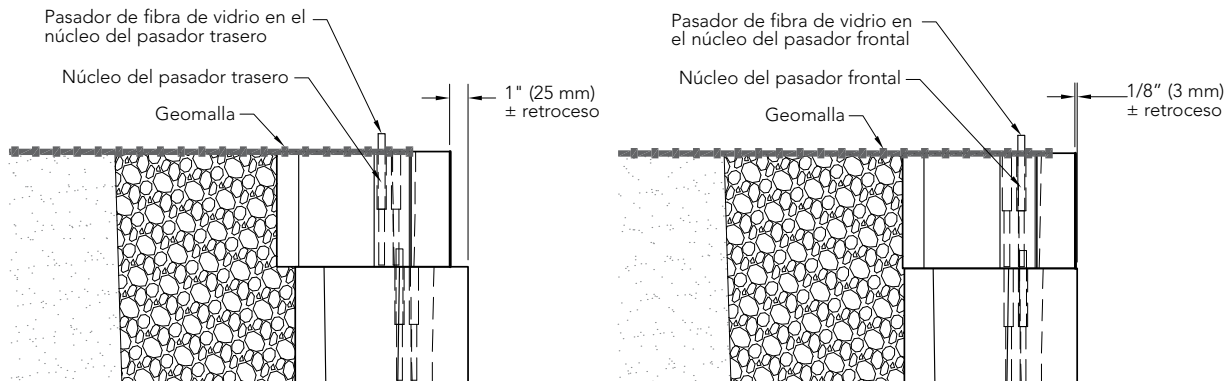
Comience a la elevación más baja del muro donde se colocará una capa de geomalla. Las elevaciones, las profundidades y la resistencia de la geomalla estarán especificadas en el diseño de ingeniería para el muro.\* Mida y corte el material de la geomalla a la longitud especificada. Oriente la geomalla con el eje de mayor resistencia perpendicular a la alineación del muro. Disponga la geomalla horizontalmente sobre el relleno compactado y enganche sobre los pasadores de las unidades hasta 1" (25 mm) de la cara del bloque inferior (ver Figura A:8). En general, se colocará la geomalla en piezas lado a lado sin espacios, y en una capa continua a lo largo de la longitud de la elevación de la geomalla de diseño, a menos que se especifique un cambio de elevación en el diseño. Instale una hilera de unidades adicional sobre la geomalla. Tense la geomalla jalándola hacia el terraplén. Coloque una estaca a través del extremo de la geomalla dentro de la tierra, coloque relleno sobre el borde trasero de la geomalla para sostenerla tensa y en su lugar. No aplique tensión excesiva a la geomalla: esto puede sacar las unidades de su alineación apropiada.



## 9. Colocación del relleno trasero reforzado

Proceda con la colocación del relleno de drenaje de la unidad y del relleno trasero en la zona reforzada. Las especificaciones para el material a utilizar como relleno trasero en la zona reforzada deben definirse en los planos de ingeniería. Coloque este material más cerca de las unidades, moviéndose progresivamente hacia el extremo con estacas de la geomalla. Este procedimiento mantendrá la geomalla bajo tensión. Compacte el material de relleno reforzado a una densidad Proctor estándar de 95% (ASTM D698), o a una densidad Proctor modificada de 92% (ASTM D1557), o hasta los requisitos de compactación en los planos de ingeniería. Instale hileras adicionales según lo que se describe en el paso 7 hasta la siguiente elevación de refuerzo. Repita el paso 8 y el paso 9 (ver Figura A:9, página 18). Sólo se permitirá equipo de compactación manual dentro de tres pies (1 m) de la superficie trasera de las unidades. Al final de cada día de operación, nivele el relleno alejándose del muro y dirija la caída lejos de la cara del muro.

**FIGURA A:8 - OPCIONES DE RETROCESO CON REFUERZO**

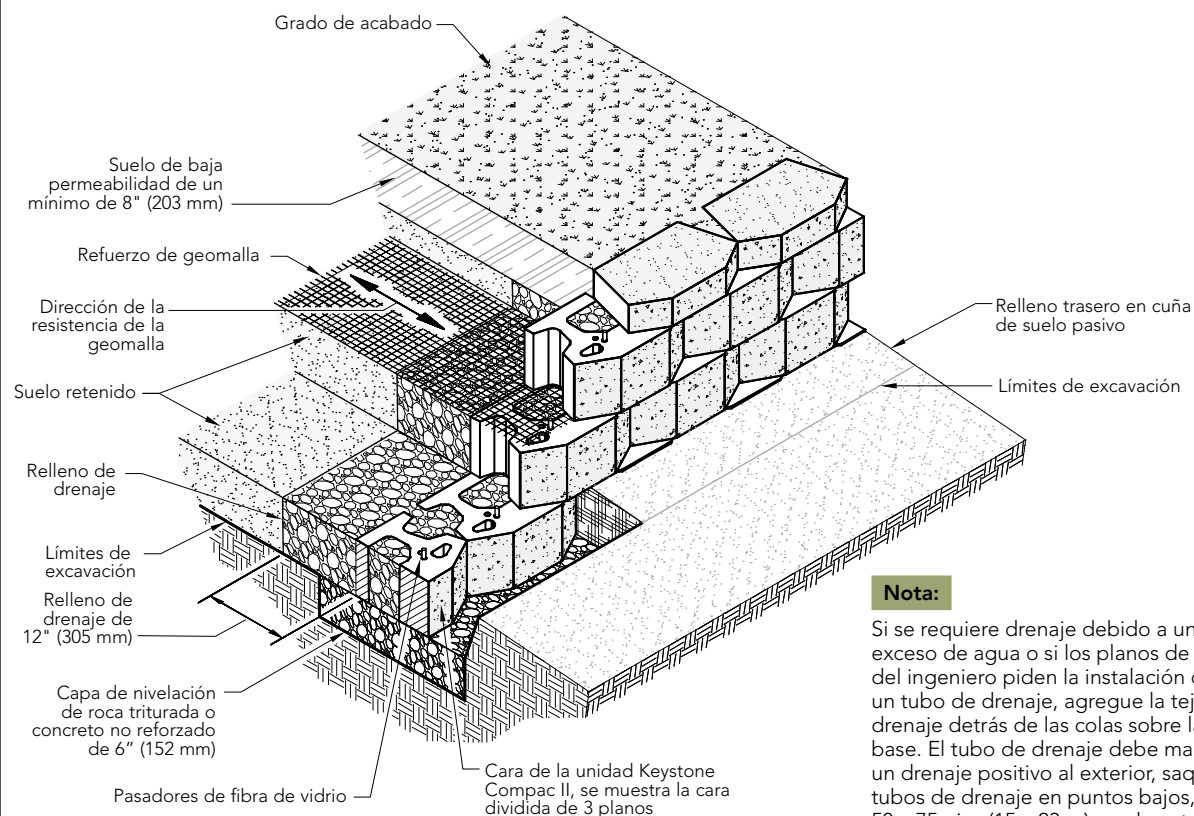


### Nota:

\*Para recibir asistencia para obtener planos de ingeniería para su proyecto, por favor, póngase en contacto con su representante local de Keystone.

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.

FIGURA A:9 - 3D SECCIÓN TRANSVERSAL CON REFUERZO



**Nota:**

Si se requiere drenaje debido a un exceso de agua o si los planos de diseño del ingeniero piden la instalación de un tubo de drenaje, agregue la teja de drenaje detrás de las colas sobre la hilera base. El tubo de drenaje debe mantener un drenaje positivo al exterior, saque los tubos de drenaje en puntos bajos, cada 50 a 75 pies (15 a 23 m) en el centro y en los extremos del muro.



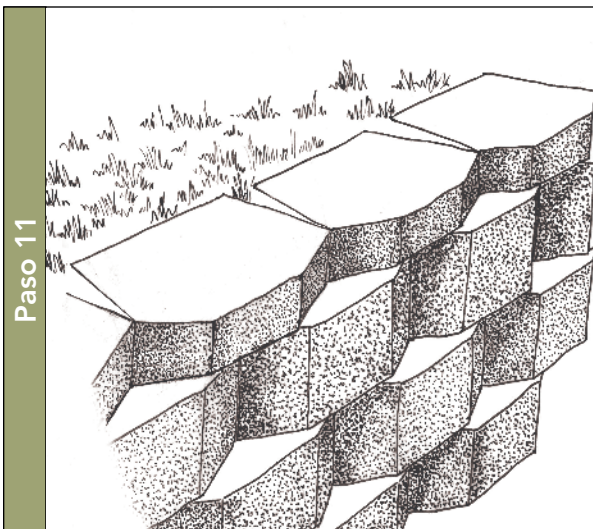
KEYSTONE COMPAC® HEWNSTONE





## 10. Remate del muro

Complete su muro con las unidades de tapa Keystone apropiadas. Estas unidades están disponibles en varios tamaños y formas, incluyendo unidades de 4 pulgadas (102 mm) y 8 pulgadas (203 mm) de alto. La disponibilidad de estas unidades varía según la región. Para las descripciones y las variaciones de colocación de las unidades de tapa, ver la sección "Acabado del muro" (p. 6) de este manual. Barra las unidades inferiores y asegúrese de que estén secas. Utilice adhesivo de concreto para exteriores sobre la superficie superior de la última hilera antes de aplicar las unidades de tapa (ver Figura A:10).



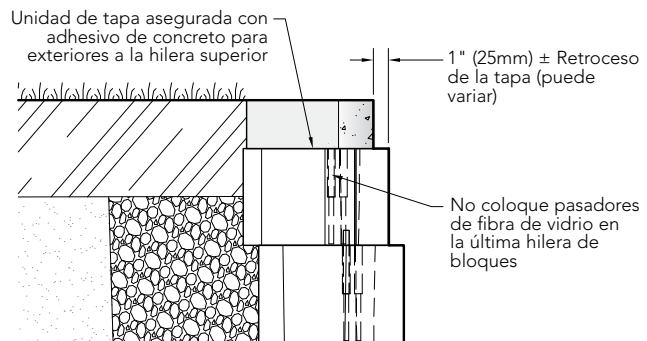
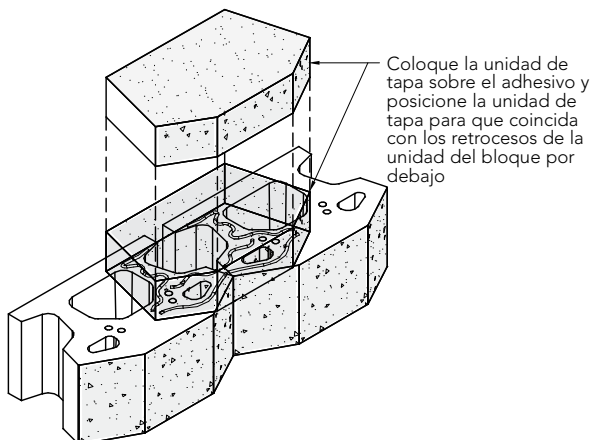
## 11. Nivelación de acabado y jardinería

El muro de contención Keystone está terminado. El nivelado final, la plantación u otros materiales de superficie pueden ponerse ahora en su lugar. Típicamente se instala una capa de 8 pulgadas (203 mm) de espesor de suelo de baja permeabilidad como capa de material final. Esto se hace para ayudar a prevenir la infiltración de agua en la zona retenida o reforzada del muro de contención. Recuerde que las condiciones de la nivelación de acabado afectan el rendimiento del muro. Tales condiciones no deben alterarse del diseño original. Las cargas con pendientes, estacionamientos y edificios deben mantenerse según lo diseñado. Cualquier cambio a la parte superior de la nivelación del muro terminado debe evaluarse antes de completar el muro (ver Figuras A:11-A:13 para los detalles del corte transversal típico).

### Nota:

Ver SECCIÓN F: Especialidad - "Normas para el plantado" (p. 85) para detalles sobre las instalaciones de un plantado apropiado para un muro de contención Keystone.

## FIGURA A:10 - ASEGURE LAS TAPAS

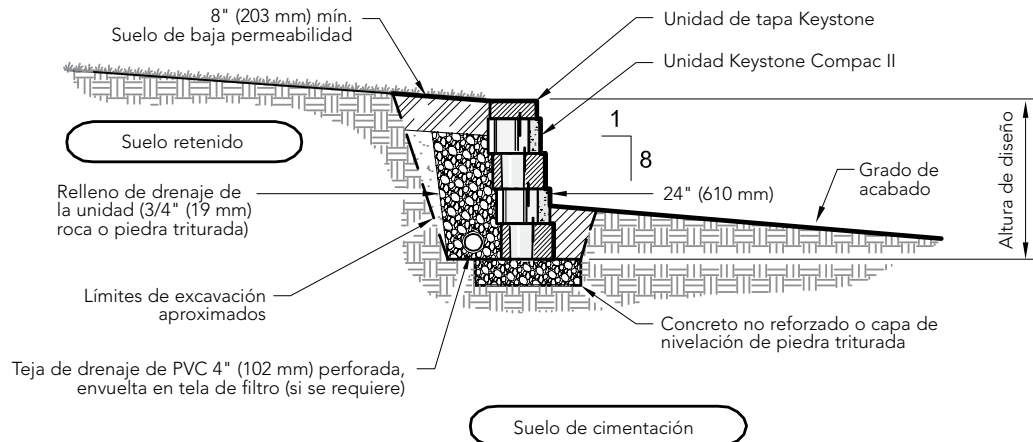


### Nota:

Las opciones para las tapas varían según el fabricante

## Sección de muro por gravedad completo

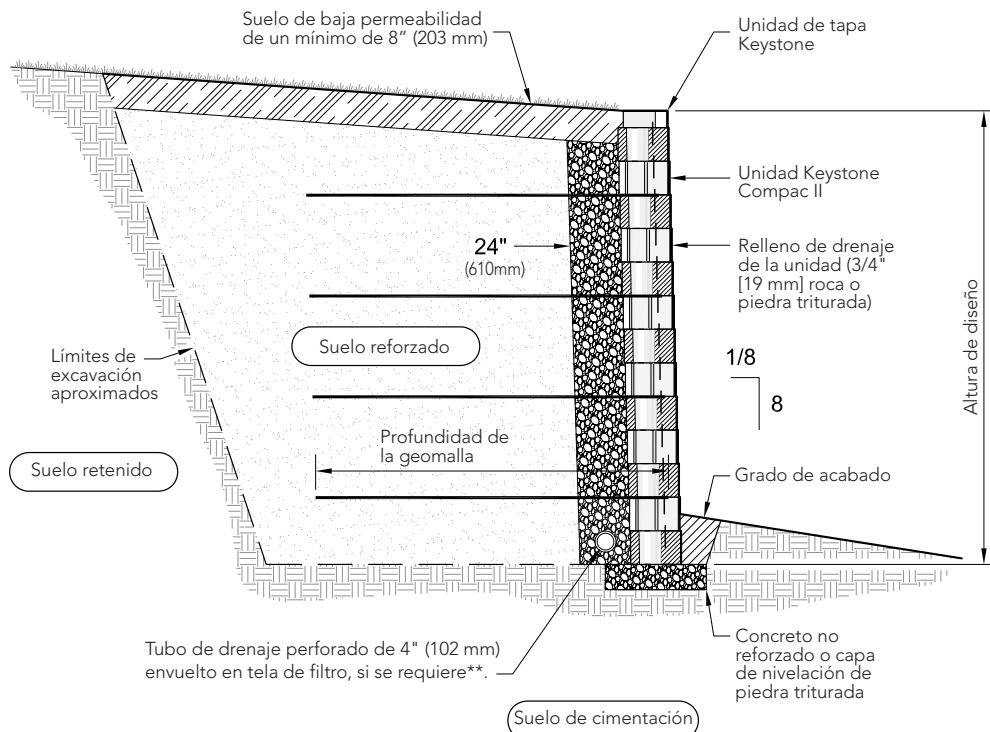
FIGURA A:11 - (MURO POR GRAVEDAD) CORTE TRANSVERSAL



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



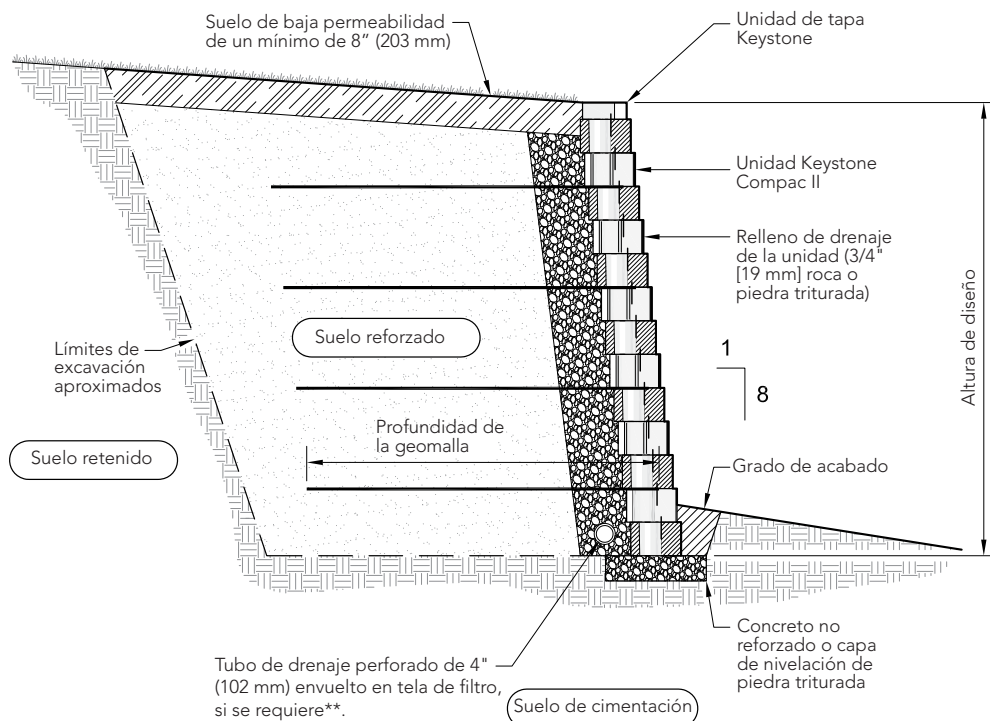
**FIGURA A:12 - (MURO REFORZADO) RETROCESO CASI VERTICAL**



**Nota:**

\*\* Para la mayoría de las instalaciones, el ingeniero geotécnico del sitio ordenará instalar un tubo de drenaje directamente detrás de la cara del muro en la base del muro. La tubería debe salir hacia los drenajes de agua de lluvia del proyecto o al exterior en los puntos bajos en el muro. Para otras condiciones de drenaje que requieran provisiones de drenaje adicionales para el muro, ver Especialidades - Sección de agua y drenaje (páginas 62-65).

**FIGURA A:13 - (MURO REFORZADO) 1" (25mm) RETROCESO**



**Nota:**

\*\* Para la mayoría de las instalaciones, el ingeniero geotécnico del sitio ordenará instalar un tubo de drenaje directamente detrás de la cara del muro en la base del muro. La tubería debe salir hacia los drenajes de agua de lluvia del proyecto o al exterior en los puntos bajos en el muro. Para otras condiciones de drenaje que requieran provisiones de drenaje adicionales para el muro, ver Especialidades - Sección de agua y drenaje (páginas 62-65).





## SECCIÓN B:

# TABLAS DE DISEÑO/ESTIMADOS

---

**E**sta sección contiene las tablas de diseño/estimados de Keystone para unidades de muros de gravedad o muros reforzados con geomalla de las series Keystone Compac y Keystone Standard.

Las tablas de muros de gravedad ayudan a determinar la máxima altura posible del muro por gravedad para una unidad Keystone Compac o Keystone Standard. Primero, seleccione la unidad a utilizar para el muro. Segundo, determine el tipo de suelo que represente de forma más cercana las condiciones del suelo en el sitio del proyecto. Finalmente, seleccione la condición de la pendiente interna que represente de forma más cercana la condición final del muro construido.

Las tablas de muro reforzado consideran múltiples factores para determinar la longitud necesaria de la geomalla. Primero, seleccione el tipo de unidad apropiada y la inclinación del muro. Luego, determine las condiciones de carga del muro más parecidas a las condiciones del proyecto final. Luego, seleccione la condición del suelo que coincida de forma más cercana con los suelos del sitio del proyecto. Finalmente, seleccione la altura del muro (incluido el anclaje) que mejor se ajuste al perfil del muro del proyecto.

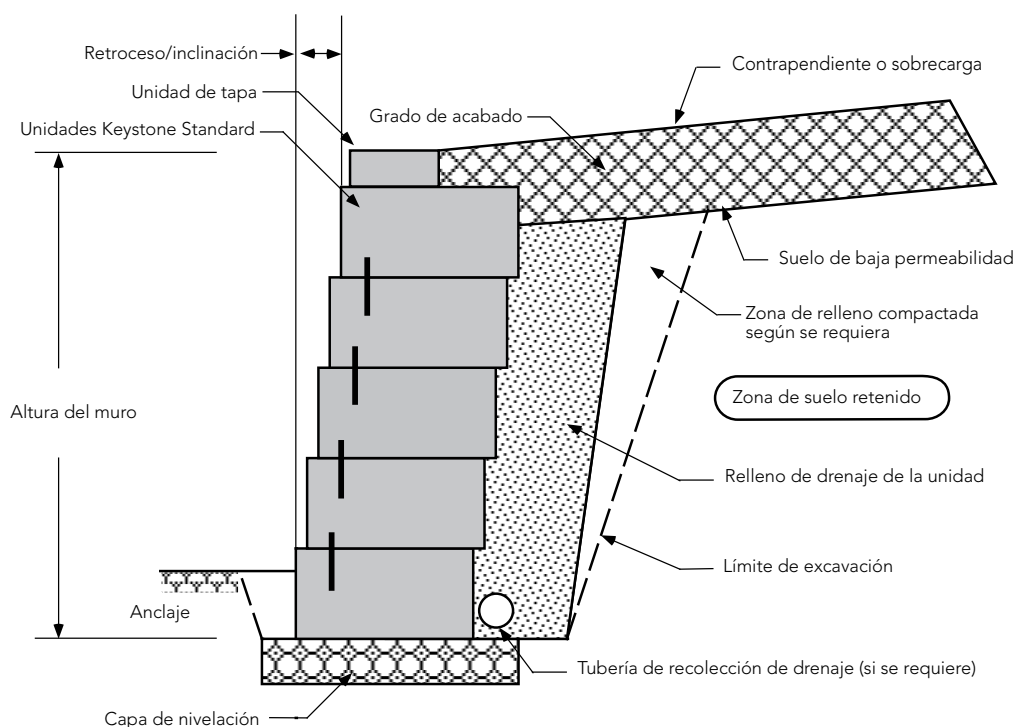
Las tablas de diseño/estimados en esta sección deben utilizarse para referencia y diseño preliminar únicamente. Estas tablas no deben considerarse como un documento de ingeniería estandarizado. Debe consultarse a un profesional calificado para asistencia con el diseño final. Keystone no acepta ninguna responsabilidad por el uso de estas tablas.



## Dibujo esquemático del muro por gravedad



ESQUEMA DEL MURO POR GRAVEDAD



### NOTAS:

La altura del muro (H) es la altura total de arriba a abajo.

El anclaje mínimo del muro es de 6 pulgadas (152 mm) o  $\text{Altura}/8$ , cualquiera que sea mayor para el pie a nivel.

Los suelos subsuperficie deben ser capaces de soportar el sistema de muro.

El relleno para el drenaje de la unidad es piedra triturada limpia de  $\frac{3}{4}$  pulgada (19 mm)

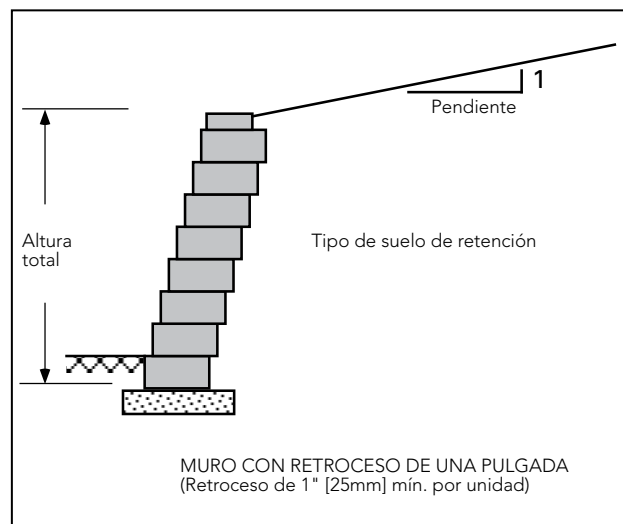
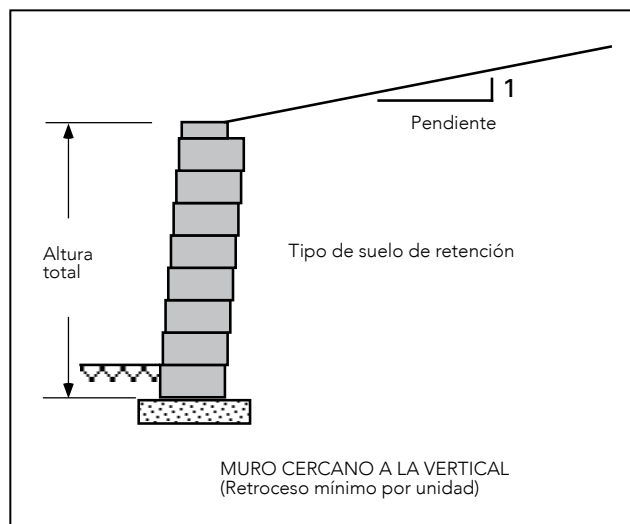
La capa de nivelado es de material base de piedra triturada.

Todos los materiales de relleno se compactan a una densidad Proctor estándar de 95%, o a una densidad Proctor modificada del 92%.

El grado de acabado debe proporcionar un drenaje positivo.



# Tablas de la máxima altura de los muros de gravedad



**CASI VERTICAL -**  
**UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 18" (457 mm)**

| MÁX. ALT.          | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                   |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tipo de suelo      | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V             |
| Arena/grava        | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m)  |
| Arena limosa       | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m)  |
| Limo/arcilla magra | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | <1.00'<br>(0.3 m) |

**OPCIÓN DE RETROCESO -**  
**UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 18" (457 mm)**

| MÁX. ALT.          | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tipo de suelo      | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V            |
| Arena/grava        | 5.67'<br>(1.7 m) | 5.00'<br>(1.5 m) | 5.00'<br>(1.5 m) | 4.33'<br>(1.3 m) |
| Arena limosa       | 5.00'<br>(1.5 m) | 4.33'<br>(1.3 m) | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) |
| Limo/arcilla magra | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 2.33'<br>(0.7 m) |

**CASI VERTICAL -**  
**UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 21" (533 mm)**

| MÁX. ALT.          | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tipo de suelo      | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V            |
| Arena/grava        | 5.00'<br>(1.5 m) | 4.33'<br>(1.3 m) | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) |
| Arena limosa       | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) |
| Limo/arcilla magra | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 2.33'<br>(0.7 m) |

**OPCIÓN CON RETROCESO -**  
**UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 21" (533 mm)**

| MÁX. ALT.          | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tipo de suelo      | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V            |
| Arena/grava        | 7.00'<br>(2.1 m) | 6.33'<br>(1.9 m) | 5.67'<br>(1.7 m) | 5.00'<br>(1.5 m) |
| Arena limosa       | 5.67'<br>(1.7 m) | 5.00'<br>(1.5 m) | 5.00'<br>(1.5 m) | 4.33'<br>(1.3 m) |
| Limo/arcilla magra | 5.00'<br>(1.5 m) | 4.33'<br>(1.3 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) |

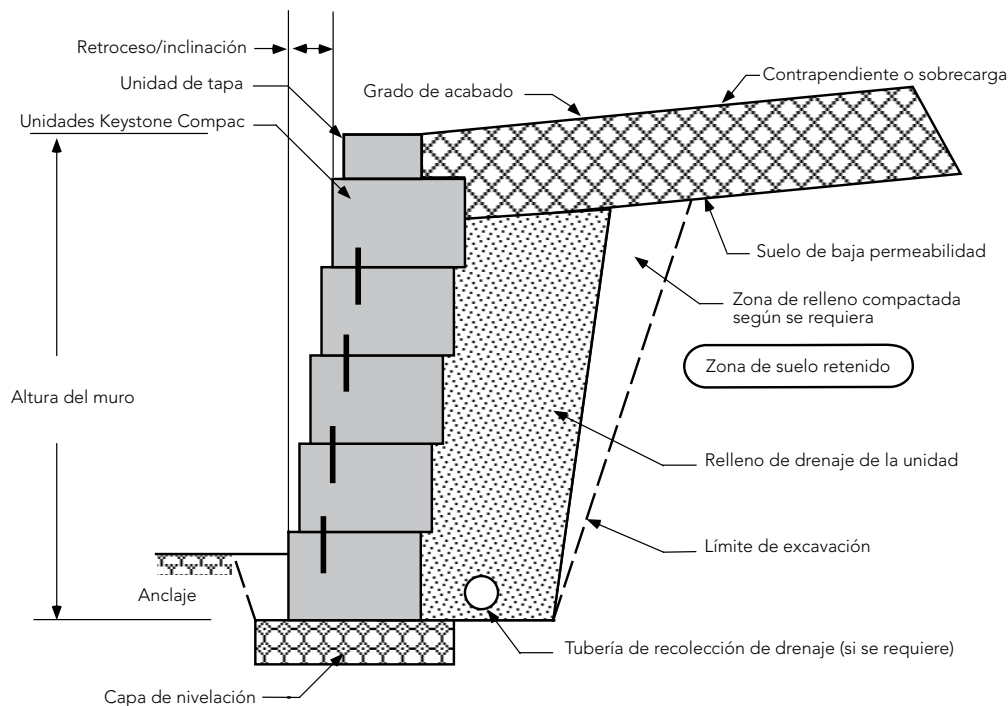
## NOTAS:

Los cálculos asumen un peso de unidad de 120 Pcf (19kN/M<sup>2</sup>) para todos los tipos de suelo. Los ángulos  $\phi$  asumidos para los cálculos de presión de tierra son: Arena/gravilla=34°, Arena limosa=30°, y Limo arenoso/Arcilla magra=26°. Estructuras no críticas con FS>1.5. Las tablas de los muros de gravedad se llevan a cabo utilizando análisis de presión de tierra de Coulomb. (NCMA 3ra Edición) Los muros casi verticales utilizan 1° de inclinación y los muros con 1" (25mm) de retroceso utilizan 8° de inclinación. No se utilizaron sobrecargas en el análisis. Las sobrecargas o las condiciones de carga especiales reducen las alturas máximas del muro. Los cálculos de deslizamiento asumen una capa de nivelación de piedra triturada de 6" (152 mm) como material de cimentación compactado. La información que se proporciona es sólo para uso en el diseño preliminar. Debe consultarse con un profesional calificado. Keystone no acepta ninguna responsabilidad por el uso de estas tablas.

## Dibujo esquemático del muro por gravedad



### ESQUEMA DEL MURO POR GRAVEDAD



#### NOTAS:

La altura del muro (H) es la altura total de arriba a abajo.

El anclaje mínimo del muro es de 6 pulgadas (152 mm) o  $\text{Altura}/8$ , cualquiera que sea mayor para el pie a nivel.

Los suelos subsuperficie deben ser capaces de soportar el sistema de muro.

El relleno para el drenaje de la unidad es piedra triturada limpia de  $\frac{3}{4}$  pulgada (19 mm)

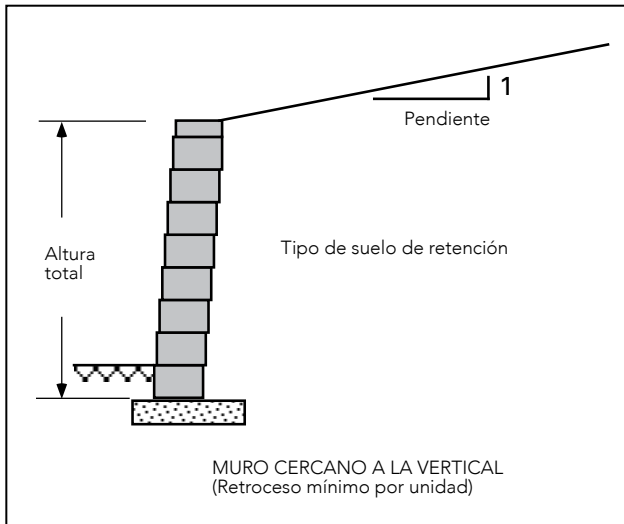
La capa de nivelado es de material base de piedra triturada.

Todos los materiales de relleno se compactan a una densidad Proctor estándar de 95%, o a una densidad Proctor modificada del 92%.

El grado de acabado debe proporcionar un drenaje positivo.

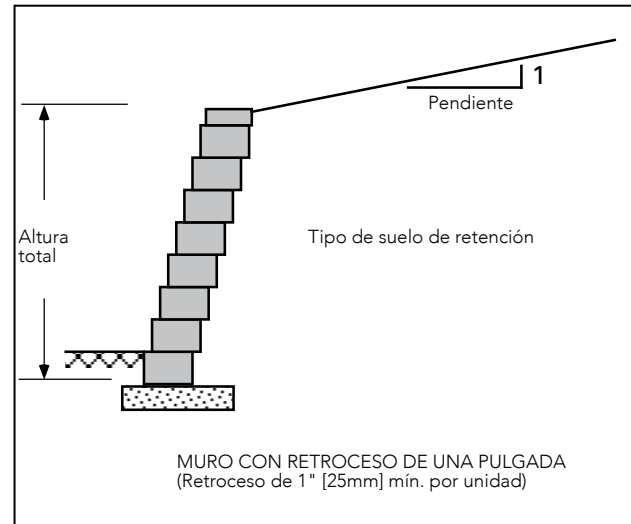


# Tablas de la máxima altura de los muros de gravedad



**CASI VERTICAL -  
UNIDADES KEYSTONE COMPAC**

| MÁX. ALT.          | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                   |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tipo de suelo      | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V             |
| Arena/grava        | 3.00'<br>(0.9 m) | 2.33'<br>(0.7 m) | 2.33'<br>(0.7 m) | 2.33'<br>(0.7 m)  |
| Arena limosa       | 2.33'<br>(0.7 m) | 2.33'<br>(0.7 m) | 1.67'<br>(0.5 m) | 1.67'<br>(0.5 m)  |
| Limo/arcilla magra | 2.33'<br>(0.7 m) | 1.67'<br>(0.5 m) | 1.67'<br>(0.5 m) | <1.00'<br>(0.3 m) |



**OPCIÓN CON RETROCESO -  
UNIDADES KEYSTONE COMPAC**

| MÁX. ALT.               | CONTRAPENDIENTE  |                  |                  |                   |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tipo de suelo           | Nivel            | 4H:1V            | 3H:1V            | 2H:1V             |
| Arena/grava             | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.67'<br>(1.1 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m)  |
| Arena limosa            | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 3.00'<br>(0.9 m) | 2.33'<br>(0.7 m)  |
| Limo/arcilla magramagra | 3.00'<br>(0.9 m) | 2.33'<br>(0.7 m) | 2.33'<br>(0.7 m) | <1.00'<br>(0.3 m) |

## NOTAS:

Los cálculos asumen un peso de unidad de 120 Pcf (19kN/M<sup>2</sup>) para todos los tipos de suelo. Los ángulos  $\phi$  asumidos para los cálculos de presión de tierra son: Arena/gravilla=34°, Arena limosa=30°, y Limo arenoso/Arcilla magra=26°. Estructuras no críticas con FS>1.5. Las tablas de los muros de gravedad se llevan a cabo utilizando análisis de presión de tierra de Coulomb (NCMA 3ra Edición). Los muros casi verticales utilizan 1° de inclinación y los muros con 1" (25mm) de retroceso utilizan 8° de inclinación. No se utilizaron sobrecargas en el análisis. Las sobrecargas o las condiciones de carga especiales reducen las alturas máximas del muro. Los cálculos de deslizamiento asumen una capa de nivelación de piedra triturada de 6" (152 mm) como material de cimentación compactado. La información que se proporciona es sólo para uso en el diseño preliminar. Debe consultarse con un profesional calificado. Keystone no acepta ninguna responsabilidad por el uso de estas tablas.

## Tablas de diseño/estimados: Notas de las tablas de muro reforzado

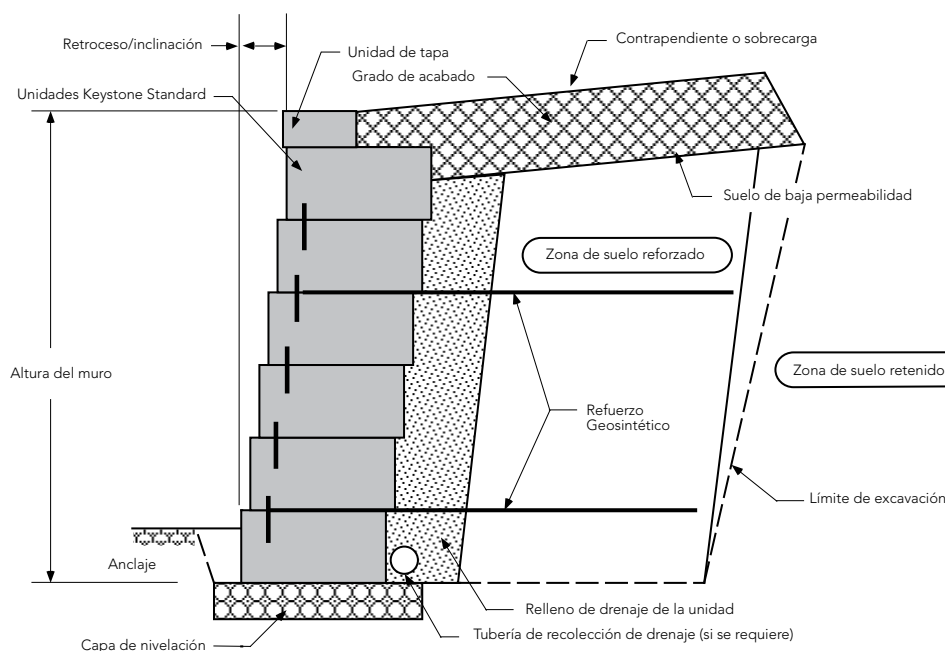
Las tablas de muros reforzados Keystone se presentan gráficamente para mostrar la ubicación apropiada y las longitudes de las geomallas utilizadas con unidades Keystone Standard en las inclinaciones casi vertical y con retroceso de 1 pulgada (25 mm) (8°). Las alturas de diseño se establecieron en incrementos de dos bloques comenzando en 4.3 pies (1.3 m) y terminando en 11 pies (3.4 m). Debe utilizarse juicio de ingeniería al interpolar entre alturas. En general, debe colocarse la geomalla a la elevación del diseño por toda la longitud del muro, o hasta que se alcance un cambio de nivel en el muro. Las longitudes de refuerzo mínimas se establecieron para 5 pies (1.5 m) y una longitud de refuerzo del 70% para la proporción de la longitud a la altura del muro. Utilice siempre el mismo espaciado vertical de la geomalla a todo lo largo del muro. Si su altura máxima de muro requiere 3 unidades de espaciado vertical, entonces utilice ese espaciado uniformemente aunque las alturas inferiores del muro en las tablas puedan indicar 4 unidades. Las capas superiores de geomalla nunca deben ser de más de 3 unidades desde la parte superior del muro. Las capas inferiores de geomalla nunca deben ser de más de 3 unidades desde la parte superior de la capa de nivelación. Inserte una capa de geomalla en esas ubicaciones donde se excedan hileras de 3 unidades. Se aplica una sobrecarga de 250 psf a 6 pulgadas (152 mm) detrás de la cola de las unidades. Se seleccionaron rangos de suelo para condiciones aproximadas de suelo bueno, medio y malo para cubrir el rango típico de diseño. La altura del muro es la altura total del muro desde la parte superior de la capa de nivelación hasta la parte superior del muro.

Las tablas utilizan presión de tierra Rankine para los cálculos. Las siguientes tablas asumen el uso de una geomalla recubierta de poliéster con una resistencia mínima permitida de diseño de: LTDS=1800 plf (26.3 kN/m) Tal=1200 plf (17.5 kN/m). Los siguientes tipo de geomalla son apropiados con estas tablas de diseño:

- » Synteen SF35 de Synteen
- » Miragrid 3XT de TC Mirafi
- » Stratagrid 200 de Strata Systems
- » 55/30-20 de Huesker Inc.

Todas las longitudes de geomalla mostradas son las longitudes reales de geomalla requeridas según lo medido desde la cara frontal del muro hasta el extremo de la geomalla. Las tablas asumen que los muros se construyen de conformidad con las especificaciones de Keystone y las buenas prácticas de construcción. Todas las zonas de suelo (reforzado, retenido y de cimentación) deben compactarse en elevaciones de 8 pulgadas (203 mm) hasta una densidad Proctor estándar de 95%, o hasta una densidad Proctor modificada de 92%, según lo determinado por pruebas de laboratorio. La información contenida en las tablas de diseño/estimados es únicamente para uso en el diseño preliminar. Debe consultarse a un profesional calificado para asistencia con el diseño final. Keystone no acepta ninguna responsabilidad por el uso de estas tablas.

### ESQUEMA DEL MURO REFORZADO



### NOTAS:

La altura del muro (H) es la altura total de arriba a abajo.

El anclaje mínimo del muro es de 6 pulgadas (152 mm) o Altura/20, cualquiera que sea mayor para el pie a nivel.

Los suelos subsuperficie deben ser capaces de soportar el sistema de muro.

El relleno para el drenaje de la unidad es piedra triturada limpia de ¾ pulgada (19 mm)

La capa de nivelado es de material base de piedra triturada.

Todos los materiales de relleno se compactan a una densidad Proctor estándar de 95%, o a una densidad Proctor modificada del 92%.

Las geomallas deben ser del tipo y longitud apropiados para el diseño.

El grado de acabado debe proporcionar un drenaje positivo.

El símbolo (5') indica la ubicación y longitud de la geomalla medida desde el frente del muro hasta el final de la geomalla.



# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 1" (25 mm) DE RETROCESO

ARENA/GRAVA:  $\phi=34^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p>                                     | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>Conversión de la longitud</p> <table border="1"> <tr><td>4'</td><td>1.2 m</td></tr> <tr><td>5'</td><td>1.5 m</td></tr> <tr><td>6'</td><td>1.8 m</td></tr> <tr><td>7'</td><td>2.1 m</td></tr> <tr><td>8'</td><td>2.4 m</td></tr> <tr><td>9'</td><td>2.7 m</td></tr> <tr><td>10'</td><td>3.0 m</td></tr> </table> | 4' | 1.2 m | 5' | 1.5 m | 6' | 1.8 m | 7' | 2.1 m | 8' | 2.4 m | 9' | 2.7 m | 10' | 3.0 m |
| 4'                                                                                       | 1.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 5'                                                                                       | 1.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 6'                                                                                       | 1.8 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 7'                                                                                       | 2.1 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 8'                                                                                       | 2.4 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 9'                                                                                       | 2.7 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 10'                                                                                      | 3.0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 1</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>(12 kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 2</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p>                                                | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 3</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |

UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 1" (25 mm) DE RETROCESO

ARENA LIMOSA:  $\phi=30^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                          |                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p>                                     | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 1</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>(12 kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 2</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p>                                                | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 3</b></p>                                                                     | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.

# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

UNIDADES KEYSTONE STANDARD - 1" (25 mm) DE RETROCESO

LIMO/ ARCILLA MAGRA:  $\phi=26^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>        | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>Conversión de la longitud</p> <table border="1"> <tr><td>4'</td><td>1.2 m</td></tr> <tr><td>5'</td><td>1.5 m</td></tr> <tr><td>6'</td><td>1.8 m</td></tr> <tr><td>7'</td><td>2.1 m</td></tr> <tr><td>8'</td><td>2.4 m</td></tr> <tr><td>9'</td><td>2.7 m</td></tr> <tr><td>10'</td><td>3.0 m</td></tr> </table> | 4' | 1.2 m | 5' | 1.5 m | 6' | 1.8 m | 7' | 2.1 m | 8' | 2.4 m | 9' | 2.7 m | 10' | 3.0 m |
| 4'                                                                   | 1.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 5'                                                                   | 1.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 6'                                                                   | 1.8 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 7'                                                                   | 2.1 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 8'                                                                   | 2.4 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 9'                                                                   | 2.7 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 10'                                                                  | 3.0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 1</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y SOBRECARGAS.</p>                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 2</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>12 kN/m<sup>2</sup></p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>   | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p>                                                                                                                                                                                                                             |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p><b>CASO 3</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |

UNIDADES KEYSTONE STANDARD - CASI VERTICAL

ARENA/GRAVA:  $\phi=34^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                      |                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>        | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 1</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 2</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>12 kN/m<sup>2</sup></p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>   | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <p><b>CASO 3</b></p>                                                 | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |

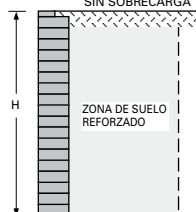
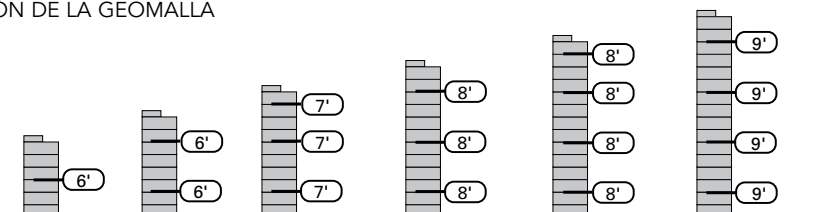
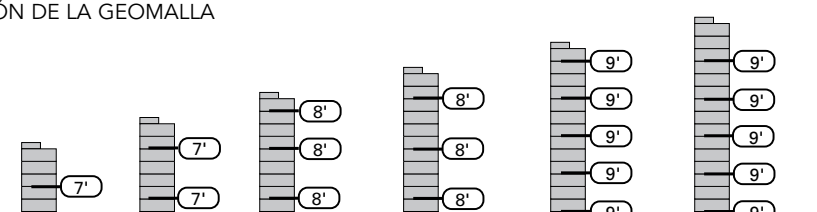
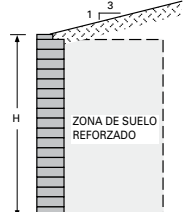
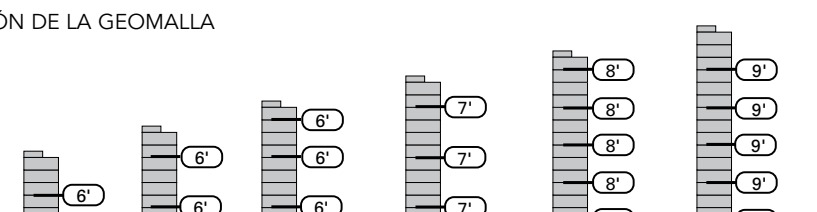
La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

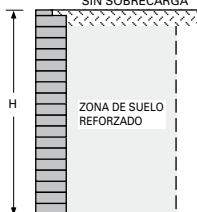
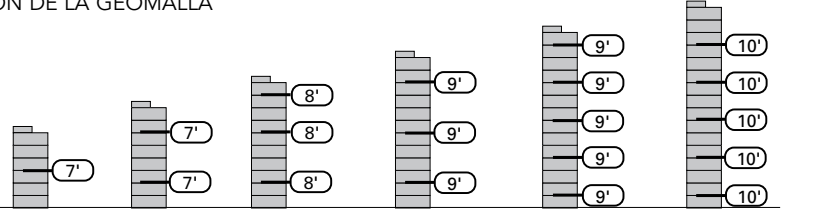
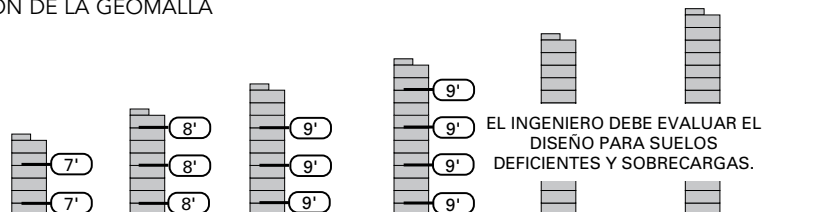
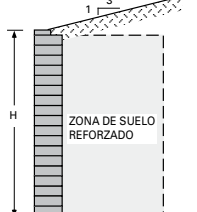
## UNIDADES KEYSTONE STANDARD - CASI VERTICAL

ARENA LIMOSA:  $\phi=30^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf (19kN/m<sup>3</sup>)

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|
|  <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                  | <h3>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</h3> <p>Conversión de la longitud</p> <table><tr><td>4'</td><td>1.2 m</td></tr><tr><td>5'</td><td>1.5 m</td></tr><tr><td>6'</td><td>1.8 m</td></tr><tr><td>7'</td><td>2.1 m</td></tr><tr><td>8'</td><td>2.4 m</td></tr><tr><td>9'</td><td>2.7 m</td></tr><tr><td>10'</td><td>3.0 m</td></tr></table>  |              |              |              |              |              | 4'            | 1.2 m | 5' | 1.5 m | 6' | 1.8 m | 7' | 2.1 m | 8' | 2.4 m | 9' | 2.7 m | 10' | 3.0 m |
| 4'                                                                                                                                                                               | 1.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 5'                                                                                                                                                                               | 1.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 6'                                                                                                                                                                               | 1.8 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 7'                                                                                                                                                                               | 2.1 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 8'                                                                                                                                                                               | 2.4 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 9'                                                                                                                                                                               | 2.7 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 10'                                                                                                                                                                              | 3.0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 1</b>                                                                                                                                                                    | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|  <p>(12 kN/m<sup>2</sup>)<br/>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <h3>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</h3>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 2</b>                                                                                                                                                                    | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|  <p>1 3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                            | <h3>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</h3>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |              |              |               |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 3</b>                                                                                                                                                                    | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |

## UNIDADES KEYSTONE STANDARD - CASI VERTICAL

LIMO/ ARCILLA MAGRA:  $\phi=26^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf (19kN/m<sup>3</sup>)

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                             |              |              |              |              |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                  | COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA                                                                                                                                                   |              |              |              |              |              |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                         |              |              |              |              |              |
| <b>CASO 1</b>                                                                                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                      | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) |
|  <p>(12 kN/m<sup>2</sup>)<br/>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA                                                                                                                                                   |              |              |              |              |              |
|                                                                                                                                                                                    |  <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y SOBRECARGAS.</p>      |              |              |              |              |              |
| <b>CASO 2</b>                                                                                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                      | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) |
|  <p>1 3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                             | COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA                                                                                                                                                   |              |              |              |              |              |
|                                                                                                                                                                                    |  <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p> |              |              |              |              |              |
| <b>CASO 3</b>                                                                                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                      | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) |

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.

## Tablas de diseño/estimados: Notas de las tablas de muro reforzado

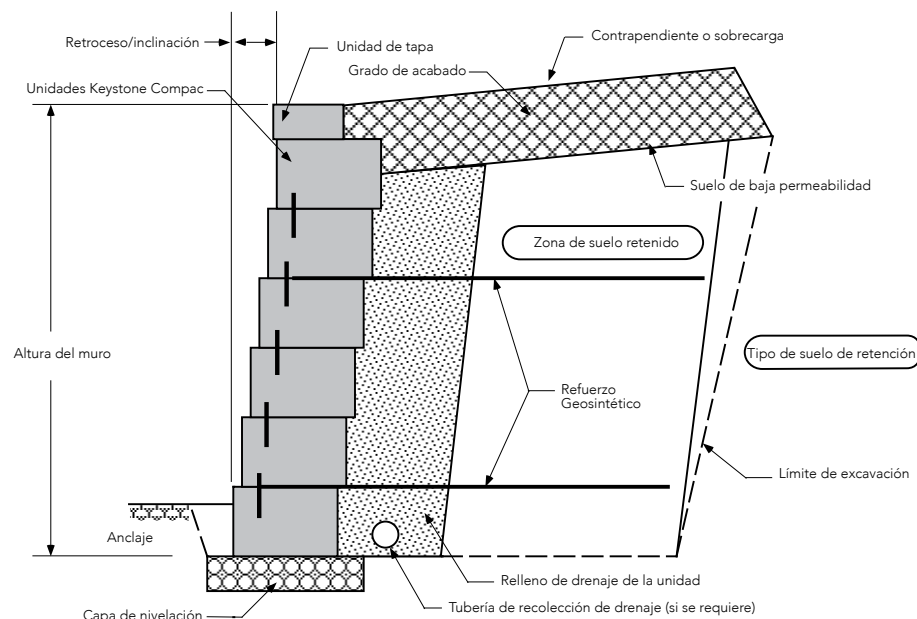
Las tablas de muros reforzados Keystone se presentan gráficamente para mostrar la ubicación apropiada y las longitudes de las geomallas utilizadas con unidades Keystone Compac en las inclinaciones casi vertical y con retroceso de 1 pulgada (25 mm) (8°). Las alturas de diseño se establecieron en incrementos de dos bloques comenzando en 4.3 pies (1.3 m) y terminando en 11 pies (3.4 m). Debe utilizarse juicio de ingeniería al interpolar entre alturas. En general, debe colocarse la geomalla a la elevación del diseño por toda la longitud del muro, o hasta que se alcance un cambio de nivel en el muro. Las longitudes de refuerzo mínimas se establecieron para 4 pies (1.2 m) y una longitud de refuerzo del 70% para la proporción de la longitud a la altura del muro. Utilice siempre el mismo espaciado vertical de la geomalla a todo lo largo del muro. Las capas superiores de geomalla nunca deben ser de más de 2 unidades desde la parte superior del muro. Las capas inferiores de geomalla nunca deben ser de más de 2 unidades desde la parte superior de la capa de nivelación. Inserte una capa de geomalla en esas ubicaciones donde se excedan hileras de 2 unidades. Se aplica una sobrecarga de 250 psf a 6 pulgadas (152 mm) detrás de la cola de las unidades. Se seleccionaron rangos de suelo para condiciones aproximadas de suelo bueno, medio y malo para cubrir el rango típico de diseño. La altura del muro es la altura total del muro desde la parte superior de la capa de nivelación hasta la parte superior del muro.

Las tablas utilizan presión de tierra Rankine para los cálculos. Las siguientes tablas asumen el uso de una geomalla recubierta de poliéster con una resistencia mínima permitida de diseño de: LTDS=1875 plf (27.4 kN/m) Tal=1250 plf (18.3 kN/m). Los siguientes tipo de geomalla son apropiados con estas tablas de diseño:

- » Synteen SF35 de Synteen
- » Miragrid 3XT de TC Mirafi
- » Stratagrid 200 de Strata Systems
- » 55/30-20 de Huesker Inc.

Todas las longitudes de geomalla mostradas son las longitudes reales de geomalla requeridas según lo medido desde la cara frontal del muro hasta el extremo de la geomalla. Las tablas de diseño/estimados asumen que los muros se construyen de conformidad con las especificaciones de Keystone y las buenas prácticas de construcción. Todas las zonas de suelo (reforzado, retenido y de cimentación) deben compactarse en elevaciones de 8 pulgadas (203 mm) hasta una densidad Proctor estándar de 95%, o hasta una densidad Proctor modificada de 92%, según lo determinado por pruebas de laboratorio. La información contenida en las tablas de diseño/estimado es únicamente para uso en el diseño preliminar. Debe consultarse a un profesional calificado para asistencia con el diseño final. Keystone no acepta ninguna responsabilidad por el uso de estas tablas.

### ESQUEMA DEL MURO REFORZADO



### NOTAS:

La altura del muro (H) es la altura total de arriba a abajo.

El anclaje mínimo del muro es de 6 pulgadas (152 mm) o  $H/20$ , cualquiera que sea mayor para el pie a nivel.

Los suelos subsuperficie deben ser capaces de soportar el sistema de muro.

El relleno para el drenaje de la unidad es piedra triturada limpia de  $\frac{3}{4}$  pulgada (19 mm)

La capa de nivelado es de material base de piedra triturada.

Todos los materiales de relleno se compactan a una densidad Proctor estándar de 95%, o a una densidad Proctor modificada del 92%.

Las geomallas deben ser del tipo y longitud apropiados para el diseño.

El grado de acabado debe proporcionar un drenaje positivo.

El símbolo  $\text{---}5'$  indica la ubicación y longitud de la geomalla medida desde el frente del muro hasta el final de la geomalla.



# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

UNIDADES KEYSTONE COMPAC - 1" (25 mm) DE RETROCESO

ARENA/GRAVA:  $\phi=34^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                              | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>Conversion de la longitud</p> <table border="1"> <tr><td>4'</td><td>1.2 m</td></tr> <tr><td>5'</td><td>1.5 m</td></tr> <tr><td>6'</td><td>1.8 m</td></tr> <tr><td>7'</td><td>2.1 m</td></tr> <tr><td>8'</td><td>2.4 m</td></tr> <tr><td>9'</td><td>2.7 m</td></tr> <tr><td>10'</td><td>3.0 m</td></tr> </table> | 4' | 1.2 m | 5' | 1.5 m | 6' | 1.8 m | 7' | 2.1 m | 8' | 2.4 m | 9' | 2.7 m | 10' | 3.0 m |
| 4'                                                                                         | 1.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 5'                                                                                         | 1.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 6'                                                                                         | 1.8 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 7'                                                                                         | 2.1 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 8'                                                                                         | 2.4 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 9'                                                                                         | 2.7 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 10'                                                                                        | 3.0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 1</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>(12 kN/m<sup>2</sup>) 250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 2</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                         | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <b>CASO 3</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |

UNIDADES KEYSTONE COMPAC - 1" (25 mm) DE RETROCESO

ARENA LIMOSA:  $\phi=30^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                            |                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                              | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <b>CASO 1</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>(12 kN/m<sup>2</sup>) 250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <b>CASO 2</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                                         | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| <b>CASO 3</b>                                                                              | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.

# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

UNIDADES KEYSTONE COMPAC - 1" (25 mm) DE RETROCESO

LIMO/ ARCILLA MAGRA:  $\phi=26^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                 | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>Conversión de la longitud</p> <table border="1"> <tr><td>4'</td><td>1.2 m</td></tr> <tr><td>5'</td><td>1.5 m</td></tr> <tr><td>6'</td><td>1.8 m</td></tr> <tr><td>7'</td><td>2.1 m</td></tr> <tr><td>8'</td><td>2.4 m</td></tr> <tr><td>9'</td><td>2.7 m</td></tr> <tr><td>10'</td><td>3.0 m</td></tr> </table> | 4' | 1.2 m | 5' | 1.5 m | 6' | 1.8 m | 7' | 2.1 m | 8' | 2.4 m | 9' | 2.7 m | 10' | 3.0 m |
| 4'                                                                            | 1.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 5'                                                                            | 1.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 6'                                                                            | 1.8 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 7'                                                                            | 2.1 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 8'                                                                            | 2.4 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 9'                                                                            | 2.7 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| 10'                                                                           | 3.0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| CASO 1                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>          | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p>                                                                                                                                                                                                                             |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| CASO 2                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| <p>12 kN/m<sup>2</sup></p> <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p> <p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p>                                                                                                                                                                                                                             |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |
| CASO 3                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |     |       |

UNIDADES KEYSTONE COMPAC - CASI VERTICAL

ARENA/GRAVA:  $\phi=34^\circ$ ,  $\gamma=120$  pcf ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                               |                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>SIN SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>                 | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| CASO 1                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>250 PSF DE SOBRECARGA</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p>          | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| CASO 2                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |
| <p>12 kN/m<sup>2</sup></p> <p>1:3</p> <p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p> <p>H</p> | <p>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</p>                                                             |
| CASO 3                                                                        | <p>ALTURA 4.3' (1.3 m) 5.7' (1.7 m) 7.0' (2.1 m) 8.3' (2.5 m) 9.7' (3.0 m) 11.0' (3.4 m)</p> |

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



# Tablas de diseño/estimados: Tablas de muro reforzado

## UNIDADES KEYSTONE COMPAC - CASI VERTICAL

ARENA LIMOSA:  $\phi=30^\circ$ ,  $\gamma=120 \text{ pcf}$  ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>SIN SOBRECARGA</div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>&lt;/</div></div></div></div></div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## UNIDADES KEYSTONE COMPAC - CASI VERTICAL

LIMO/ ARCILLA MAGRA:  $\phi=26^\circ$ ,  $\gamma=120 \text{ pcf}$  ( $19\text{kN/m}^3$ )

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |              |              |              |               |               |              |              |              |              |              |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <div><div>SIN SOBRECARGA</div><div><p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p><p>H</p></div></div>                                  | <div>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</div> <div><table><tr><td>ALTURA</td><td>4.3' (1.3 m)</td><td>5.7' (1.7 m)</td><td>7.0' (2.1 m)</td><td>8.3' (2.5 m)</td><td>9.7' (3.0 m)</td><td>11.0' (3.4 m)</td></tr></table></div>                                                                                       |              |              |              |              |               | ALTURA        | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |
| ALTURA                                                                                                                 | 4.3' (1.3 m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |               |              |              |              |              |              |               |
| <div>CASO 1</div>                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m)  | 11.0' (3.4 m) |              |              |              |              |              |               |
| <div><div>(12 kN/m<sup>2</sup>)<br/>250 PSF DE SOBRECARGA</div><div><p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p><p>H</p></div></div> | <div>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</div> <div><p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p><table><tr><td>ALTURA</td><td>4.3' (1.3 m)</td><td>5.7' (1.7 m)</td><td>7.0' (2.1 m)</td><td>8.3' (2.5 m)</td><td>9.7' (3.0 m)</td><td>11.0' (3.4 m)</td></tr></table></div> |              |              |              |              |               | ALTURA        | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |
| ALTURA                                                                                                                 | 4.3' (1.3 m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |               |              |              |              |              |              |               |
| <div>CASO 2</div>                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m)  | 11.0' (3.4 m) |              |              |              |              |              |               |
| <div><div>1:3</div><div><p>ZONA DE SUELO REFORZADO</p><p>H</p></div></div>                                             | <div>COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA</div> <div><p>EL INGENIERO DEBE EVALUAR EL DISEÑO PARA SUELOS DEFICIENTES Y CONTRAPENDIENTES.</p><table><tr><td>ALTURA</td><td>4.3' (1.3 m)</td><td>5.7' (1.7 m)</td><td>7.0' (2.1 m)</td><td>8.3' (2.5 m)</td><td>9.7' (3.0 m)</td><td>11.0' (3.4 m)</td></tr></table></div> |              |              |              |              |               | ALTURA        | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |
| ALTURA                                                                                                                 | 4.3' (1.3 m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m) | 11.0' (3.4 m) |               |              |              |              |              |              |               |
| <div>CASO 3</div>                                                                                                      | ALTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4.3' (1.3 m) | 5.7' (1.7 m) | 7.0' (2.1 m) | 8.3' (2.5 m) | 9.7' (3.0 m)  | 11.0' (3.4 m) |              |              |              |              |              |               |

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.







## SECCIÓN C

# CONSTRUCCIÓN DE ESQUINAS Y CURVAS

**H**asta ahora la discusión en relación con la instalación de un muro de contención Keystone se ha centrado en la instalación de unidades a través de las secciones en línea recta del muro. Igualmente importante para la estética y función finales de cualquier muro es la construcción de esquinas y curvas.

Una esquina se construye típicamente como una esquina externa de 90°, una esquina interna de 90°, o una esquina externa aguda (entre 75° a 90°). Cuando un muro necesita hacer un giro mayor de 90°, se recomienda instalar un radio de curva para el muro. Para las curvas en el muro, las unidades Keystone tienen típicamente un radio mínimo dependiendo del estilo de la cara, que se describirá más adelante en esta sección por tipo de unidad. La flexibilidad de las unidades Keystone permite la construcción de múltiples esquinas o curvas dentro del mismo muro. La siguiente información proporciona una explicación general de las técnicas de construcción para construir muros de contención con esquinas y curvas.

Herramientas y materiales que se requerirán:

- Niveles de 12 pulgadas (305 mm) y 48 pulgadas (1.2 m)
- Cinta métrica
- Sierra para concreto
- Separador de bloques
- Cíncel para mampostería
- Mazo de 5 lb (2.3 kg)
- Roto martillo con broca para mampostería de 5/8 de pulgada (16 mm)
- Adhesivo de concreto de grado exterior



## Esquina externa de 90°: Introducción

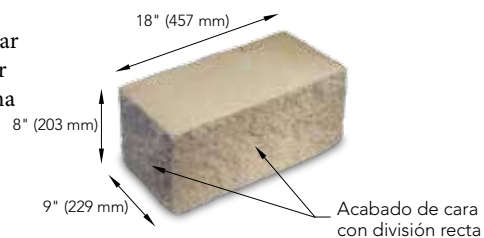
Para facilidad de construcción de esquinas externas de 90°, los productores de Keystone típicamente proporcionan una unidad de esquina específicamente diseñada para este propósito. Las opciones de unidad de esquina y los diseños de los productos pueden variar según el fabricante; por favor, póngase en contacto con su fabricante local para confirmar la disponibilidad antes de comenzar la planeación de su proyecto. Los detalles a la derecha muestran una unidad de esquina típica disponible en muchas ubicaciones.

Si las unidades de esquina no están disponibles, Keystone recomienda hacer la transición en el muro de una esquina a una curva y evitar las esquinas a inglete. Esto permite que el muro mantenga la integridad de su conexión con pasadores y la configuración de muro corrido para una estabilidad y desempeño continuos en el muro.

Si crear un radio no es una opción, la alternativa es cortar a inglete las unidades Keystone para crear la esquina externa de 90°. Desafortunadamente, cortar una esquina a inglete puede dar como resultado problemas de desempeño indeseables en la esquina, incluidos espacios entre unidades, o la separación completa de la esquina del muro debido al movimiento de la tierra. Keystone recomienda utilizar una integración de las unidades Keystone a inglete con barras de refuerzo y lechada o concreto para evitar los problemas de desempeño no deseados. Por favor, póngase en contacto con su representante local de Keystone para asistencia al intentar construir esquinas exteriores a inglete.

Los muros inclinados (8°) presentan un desafío adicional en las esquinas exteriores: a medida que el muro se eleva verticalmente, se hace más pequeño. Ver detalles de la instalación e instrucciones para el corte en las páginas 42-43.

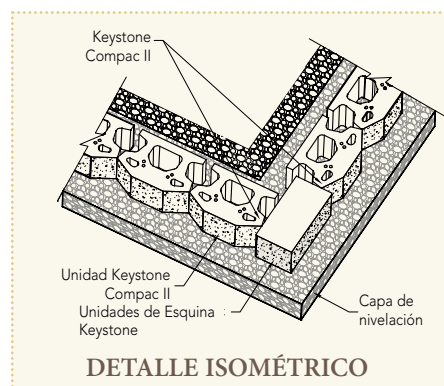
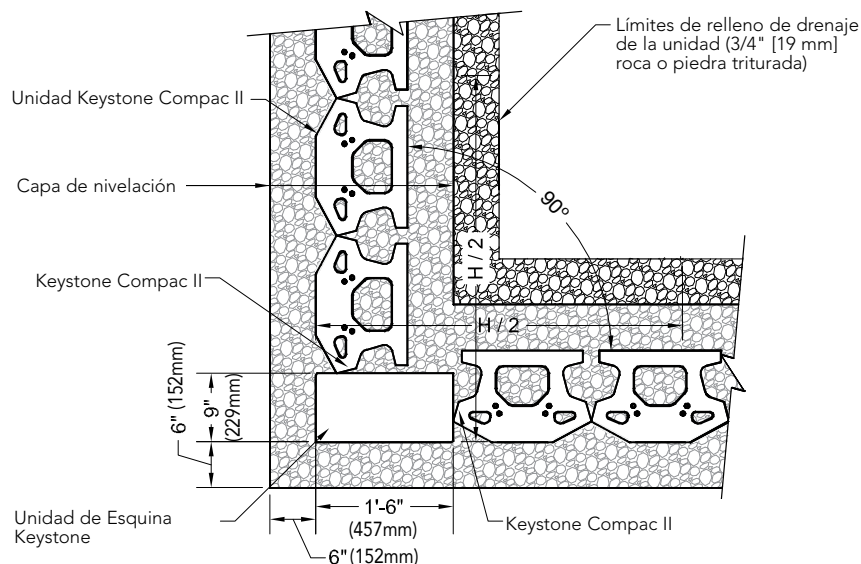
### UNIDAD DE ESQUINA





## Esquina externa de 90°: Retroceso cercano a la vertical

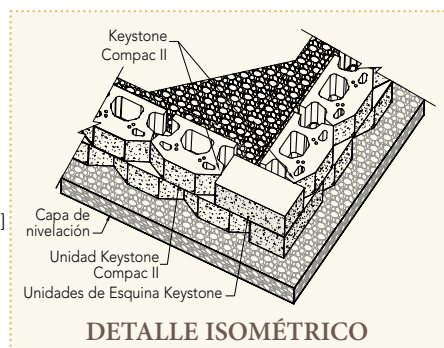
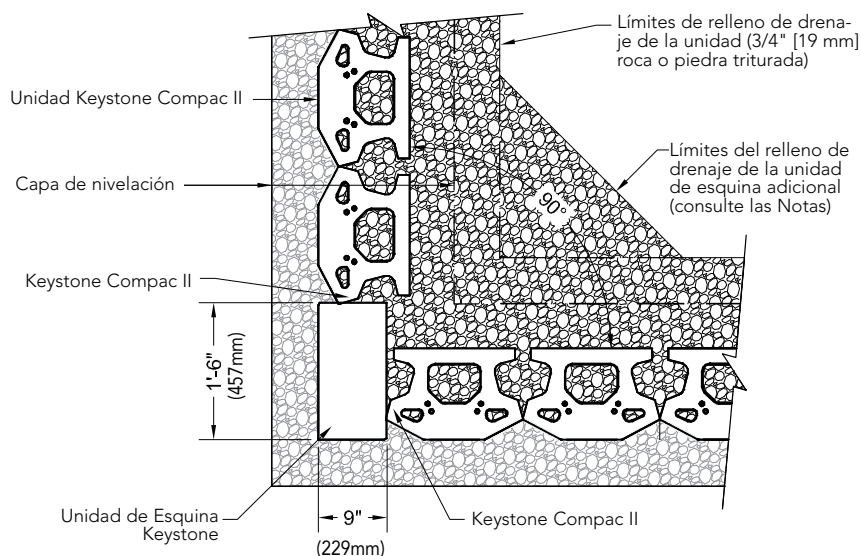
FIGURA C:1 - BASE TÍPICA (HILERAS IMPARES)



**Nota:**

Ver Construcción de esquinas, Figura C:4, para detalles adicionales

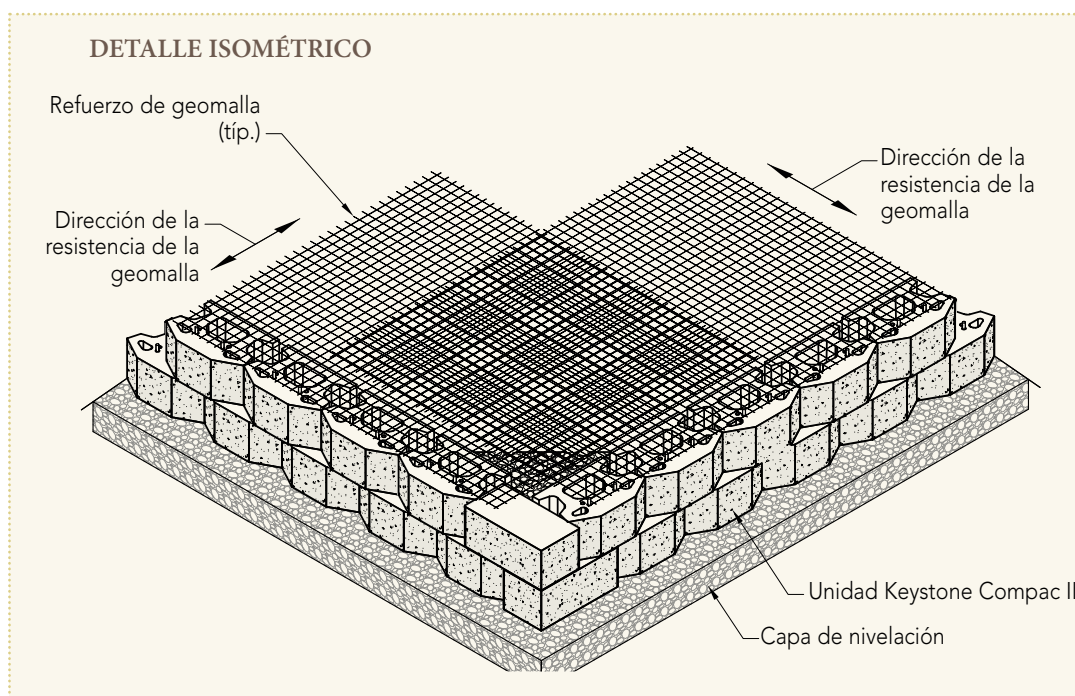
FIGURA C:2 - BASE TÍPICA (HILERAS PARES)



**Notas:**

Coloque relleno de drenaje adicional en la esquina exterior del muro para que se extienda hacia atrás desde la cara del muro a ambos lados a una distancia igual a la altura del muro / 2 ( $H/2$ ).

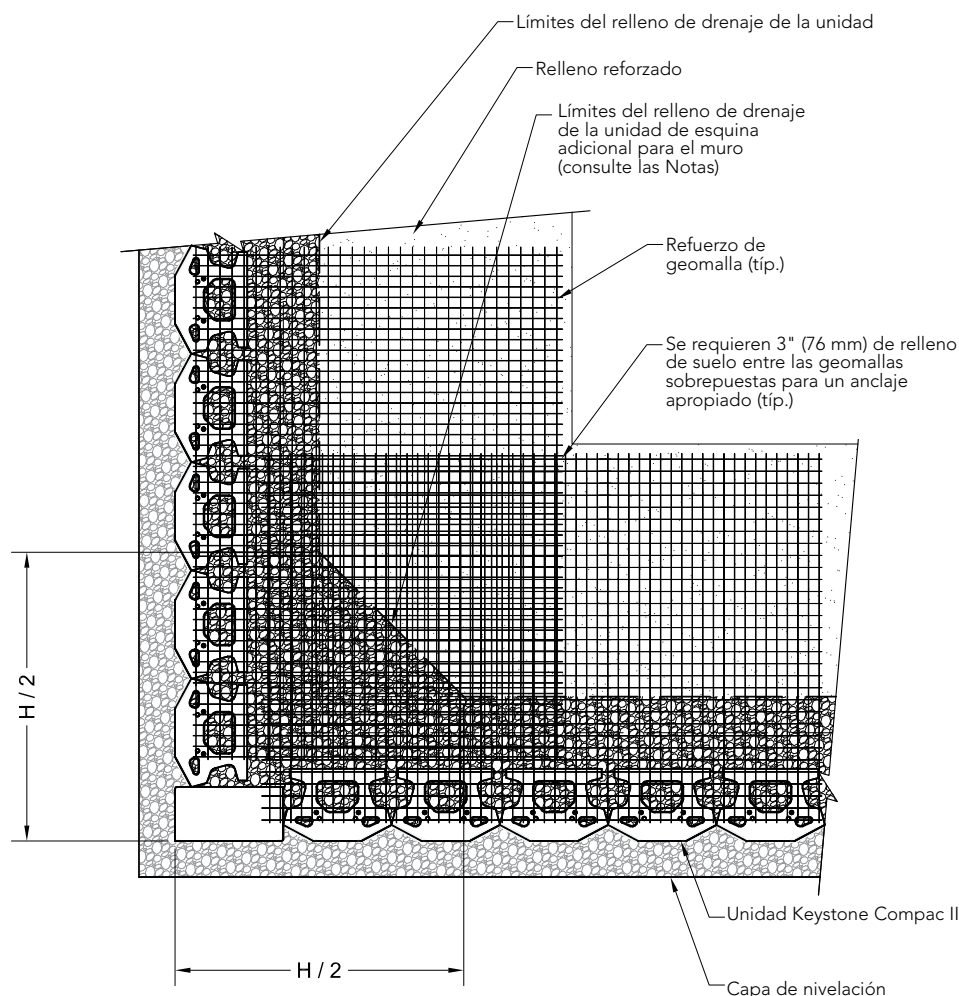
## Esquina externa de 90°: Retroceso cercano a la vertical



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



FIGURA C:3 - INSTALACIÓN TÍPICA DE GEOMALLA PARA ESQUINAS EXTERIORES



## Notas:

Coloque relleno de drenaje adicional en las esquinas exteriores del muro para que se extienda hacia atrás desde la cara del muro a ambos lados a una distancia igual a la altura del muro / 2 ( $H/2$ ).

La zona de drenaje y los materiales de relleno deben colocarse compactados hasta la elevación de la geomalla y los pasadores de las unidades Keystone deben estar en su lugar antes de la instalación de la geomalla.

Mida, corte y oriente la geomalla según el diseño del ingeniero y/o las especificaciones del fabricante de la geomalla en la dirección de la resistencia correcta.

Enganche la geomalla sobre los pasadores de las unidades Keystone y tense la geomalla jalándola hacia atrás del muro. Coloque una estaca a través de la geomalla en la parte posterior para tensarla en su lugar.

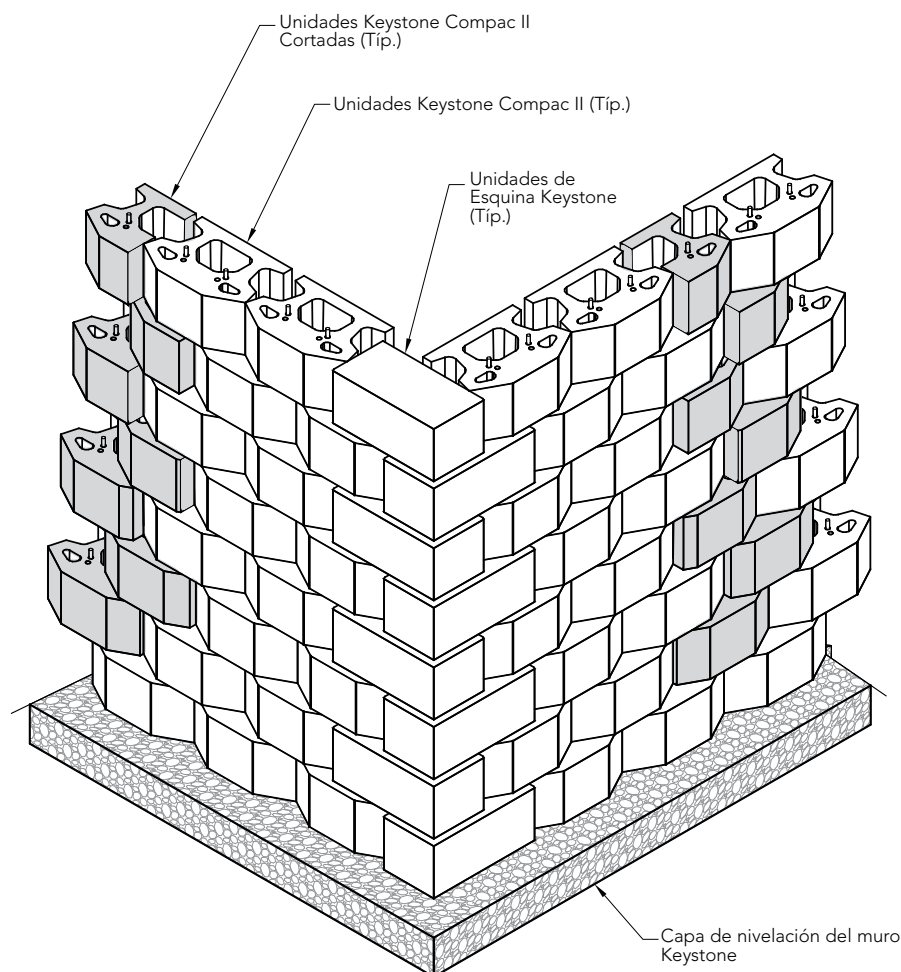
Proceda con la colocación de unidades Keystone adicionales, y las unidades para el drenaje. Comience el relleno cerca de las unidades Keystone y luego aléjese del muro colocando los materiales de relleno sobre la geomalla. Después del proceso de relleno, pueden quitarse las estacas para volver a utilizarlas.

Compacte los materiales de relleno en elevaciones de 8 pulgadas (203 mm) hasta la siguiente elevación de refuerzo, y repita.

## Esquina externa de 90°: Unidad Keystone Compac

Al construir un muro inclinado hay temas de construcción en las esquinas a medida que el muro se eleva verticalmente. Debido a que el muro está retrocedido, se crea la necesidad de recortar las unidades estructurales a ambos lados de la esquina para mantener un patrón de unión apropiado en las secciones rectas del muro. Keystone ha desarrollado un boceto para mostrar la ubicación apropiada para las unidades recortadas. Esta ilustración se basa en un patrón de unión completo sobre la hilera base, sin unidades recortadas. (En el caso de dos esquinas una junto a la otra, es mejor ajustar cada base de la unidad de esquina antes de establecer la ubicación de la esquina y luego ajustar la hilera base, de las unidades estructurales hasta las esquinas y recortar las unidades según sea necesario).

FIGURA C:4 - RETROCESO INCLINADO EN UNA ESQUINA EXTERNA DE 90°



### Notas:

Las unidades Keystone Compac II se muestran en la posición de retroceso de 1" (25 mm).

Unidades completas sin cortar que se van a utilizar para la hilera de la base y según lo que se indica en los detalles, verticalmente hacia arriba de la esquina del muro. Deben ponerse un mínimo de 2 unidades completas adyacentes a cada unidad de esquina.

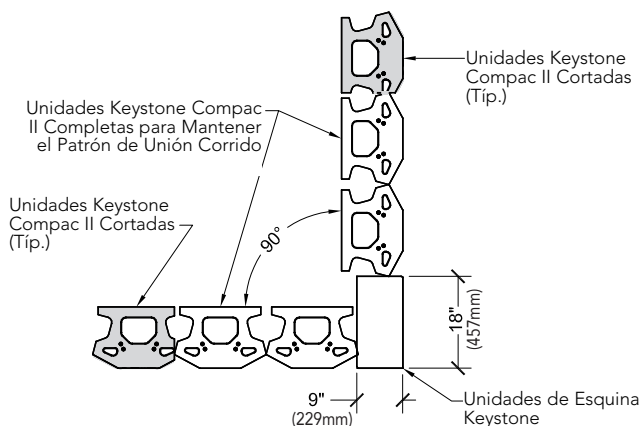
Debido al retroceso perpendicular del muro en la esquina en cada hilera, se requiere recortar unidades para mantener la alineación de la hilera corrida. Recorte las unidades de bloque un mínimo de 1 unidad de esquina y 2 unidades completas desde la esquina etiquetadas para acortar la longitud y sombreadas para la designación de la unidad de corte en ambas direcciones desde la esquina del muro para una alineación apropiada de la junta del muro. No deben utilizarse piezas cortadas de menos de 6" (152 mm) de longitud. En cambio, corte 2 unidades de la misma longitud.

Verifique las longitudes de corte reales a medida que se construye el muro.

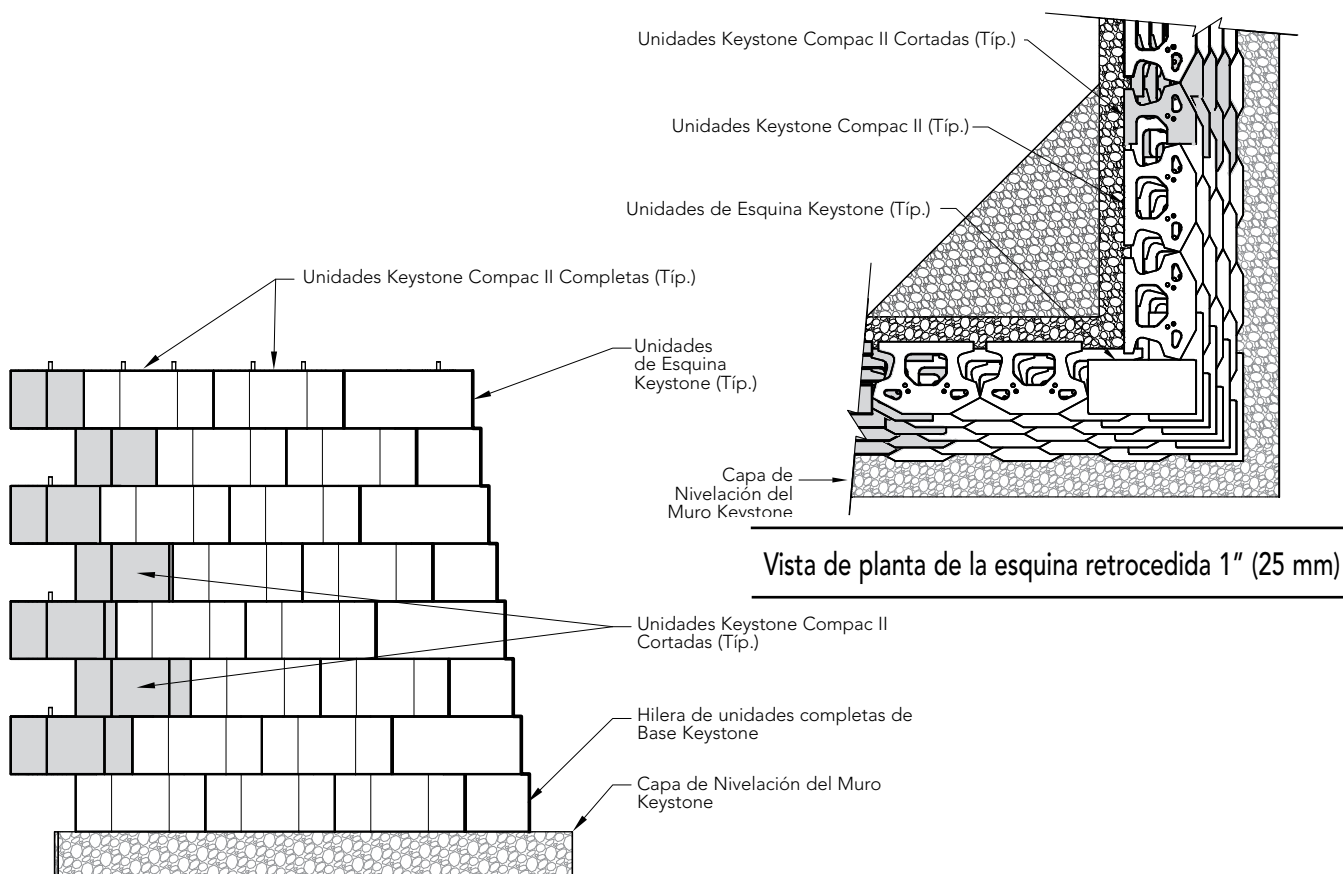
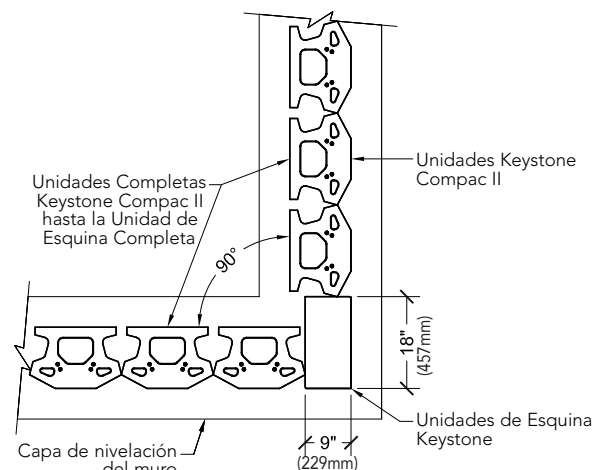
Vista isométrica de la esquina retrocedida 1" (25 mm)



**FIGURA C-5 - HILERA DE UNIDADES DE ESQUINA CORTADA**



**FIGURA C-6 - HILERA COMPLETA DE LA UNIDAD DE ESQUINA**



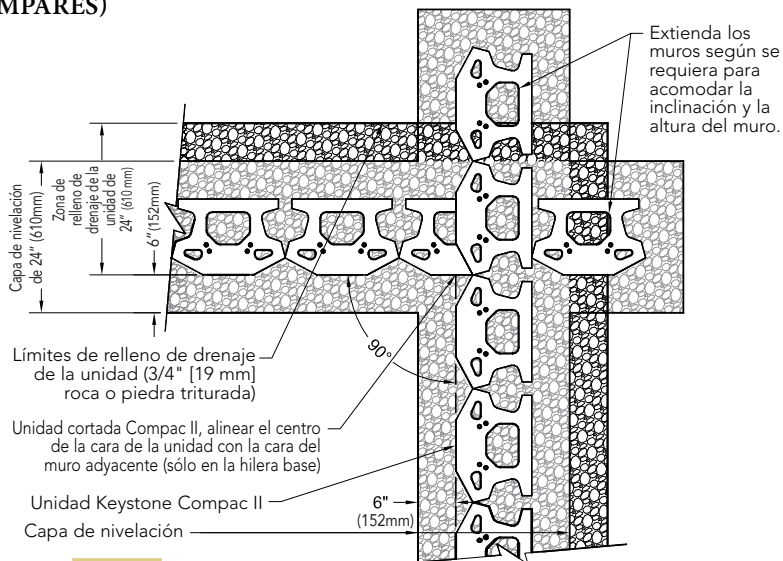
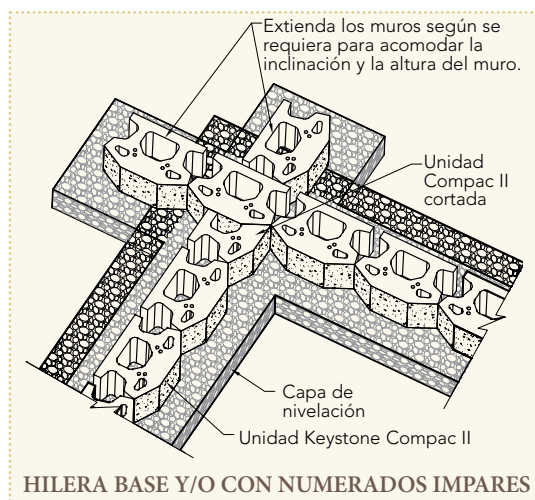
**Vista de planta de la esquina retrocedida 1" (25 mm)**

**Vista de elevación lateral de esquina retrocedida 1" (25 mm)**

## Esquina interna de 90°: Detalles de instalación

La construcción de las esquinas interiores es relativamente simple, debido a que no se requieren unidades adicionales. Todo lo que se necesita es una cinta métrica, una sierra de concreto, una hoja o cincel para dividir bloques y un nivel. Existen dos formas para construir una esquina interior; se puede poner un muro contra el otro muro a tope, o puede utilizarse el método de traba que se muestra a continuación.

FIGURA C:7 - BASE TÍPICA (HILERAS IMPARES)



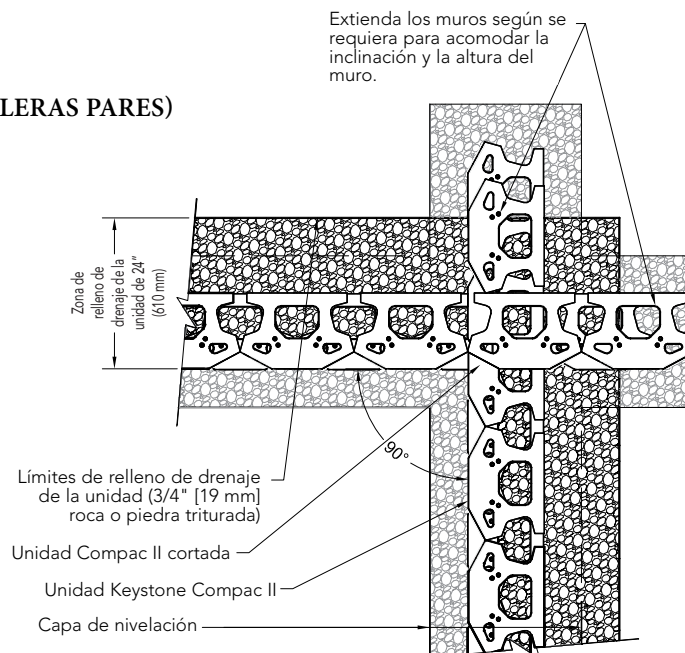
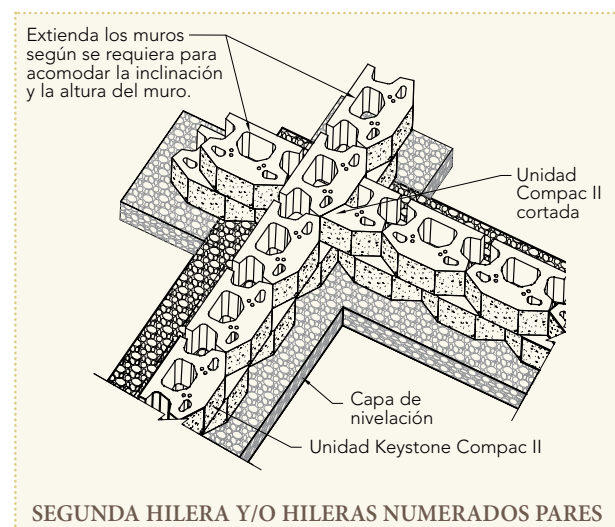
### Notas:

Agregue unidades completas o medias, niveladas y alineadas más allá de la esquina en ambas direcciones para darle soporte a las unidades completas o parciales que se colocarán sobre la hilera actual. Estas unidades deben proyectarse un mínimo de 1/2 unidad (9" [229 mm]) más allá del bloque de la fila adyacente.

Debido al retroceso perpendicular del muro en la esquina para cada hilera, para mantener la alineación de la hilera en la unión corriente, corte la unidad adyacente hasta la cara del muro perpendicular etiquetada como "Unidad Compac II Cortada" según sea necesario en ambas direcciones para una alineación apropiada de la junta del muro.



FIGURA C:8 - SEGUNDA HILERA TÍPICA (HILERAS PARES)



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



# Esquina interna de 90°: Detalles de instalación

**FIGURA C:9 - INSTALACIÓN TÍPICA DE GEOMALLA PARA ESQUINAS INTERIORES**

## Notas:

La zona de drenaje y los materiales de relleno deben colocarse compactados y hasta la elevación de la geomalla y los pasadores de las unidades Keystone deben estar en su lugar antes de la instalación de la geomalla.

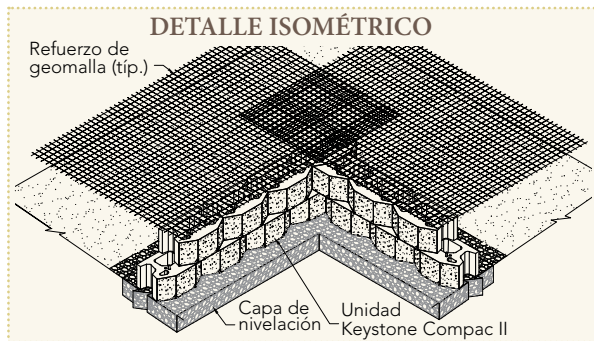
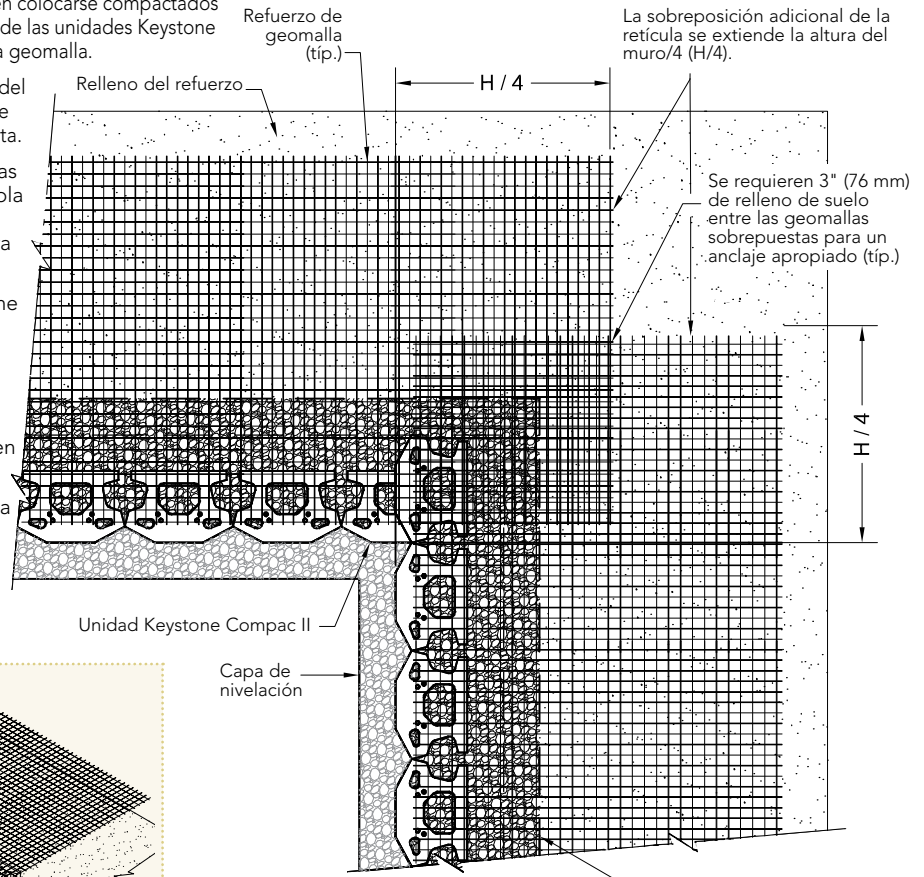
Mida, corte y oriente la geomalla según el diseño del ingeniero y/o las especificaciones del fabricante de la geomalla en la dirección de la resistencia correcta.

Coloque la geomalla sobre los pasadores de las unidades Keystone y tense la geomalla jalándola hacia atrás del muro. Coloque una estaca a través de la geomalla en la parte posterior para tensarla en su lugar.

Proceda con la colocación de unidades Keystone adicionales, las unidades para el drenaje de la zona y el material de relleno. Comenzando en el muro y alejándose de él, coloque la zona de drenaje y los materiales de relleno sobre la geomalla para mantenerla en su lugar bajo tensión. Después del proceso de relleno, pueden quitarse las estacas para volver a utilizarlas.

Luego, ponga los materiales de relleno hasta la siguiente elevación del muro donde se vaya a colocar una geomalla.

Extienda la geomalla a toda la altura del muro  $H/4$  más allá de la cara adyacente del muro en las esquinas interiores.



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.

## Esquina aguda: Detalles de instalación

En casos especiales, es necesaria la construcción de una esquina aguda. No se requieren unidades especiales para la construcción de esquinas agudas, sólo necesitará dividir o cortar en el campo las unidades de esquina. Todo lo que se necesita es una cinta métrica, una sierra de concreto, una hoja o cincel para dividir bloques y un nivel. El siguiente es el procedimiento de instalación recomendado para esquinas agudas.

FIGURA C:10 - BASE TÍPICA (HILERAS IMPARES)

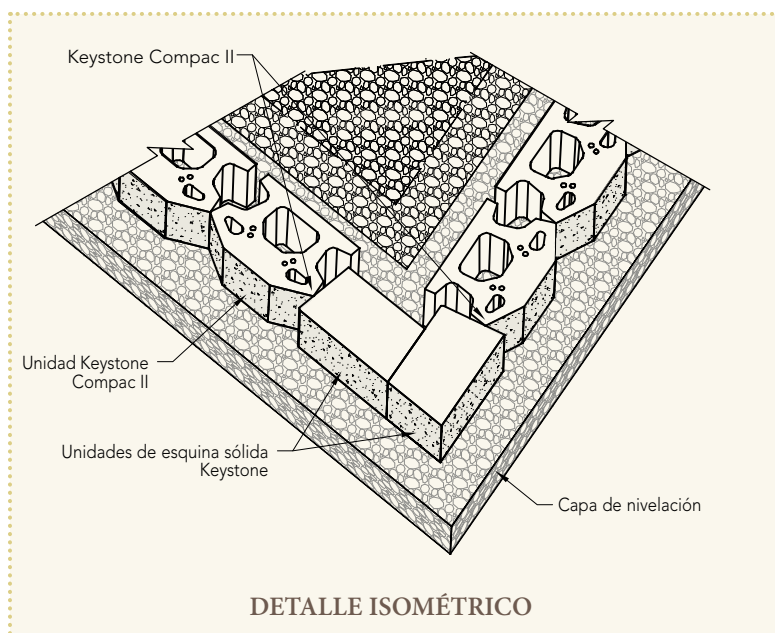
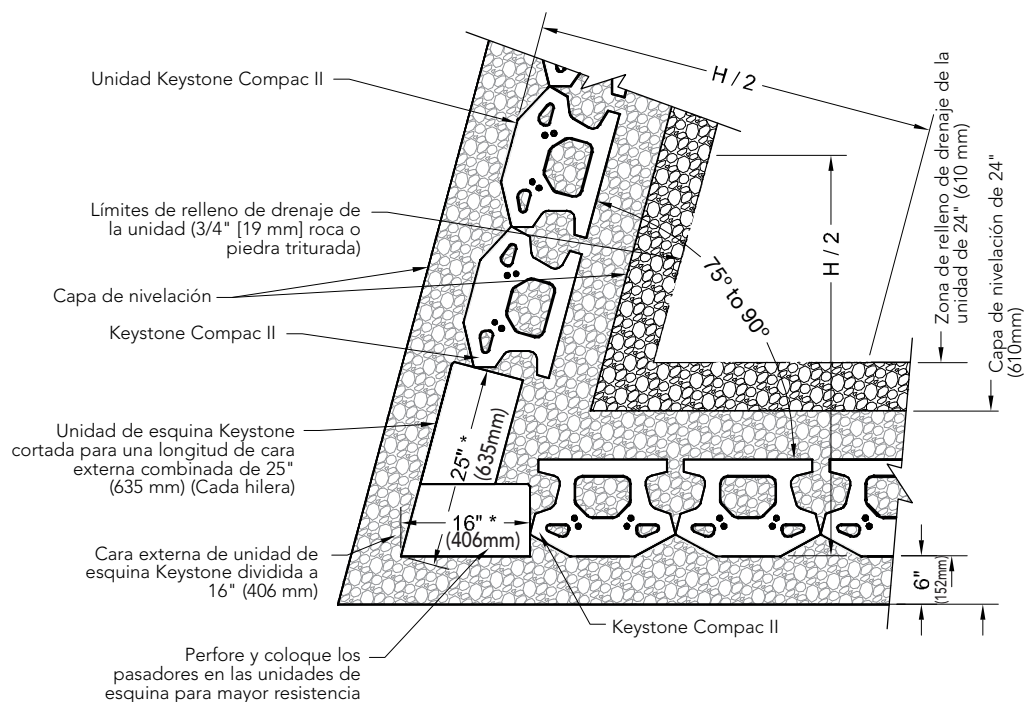
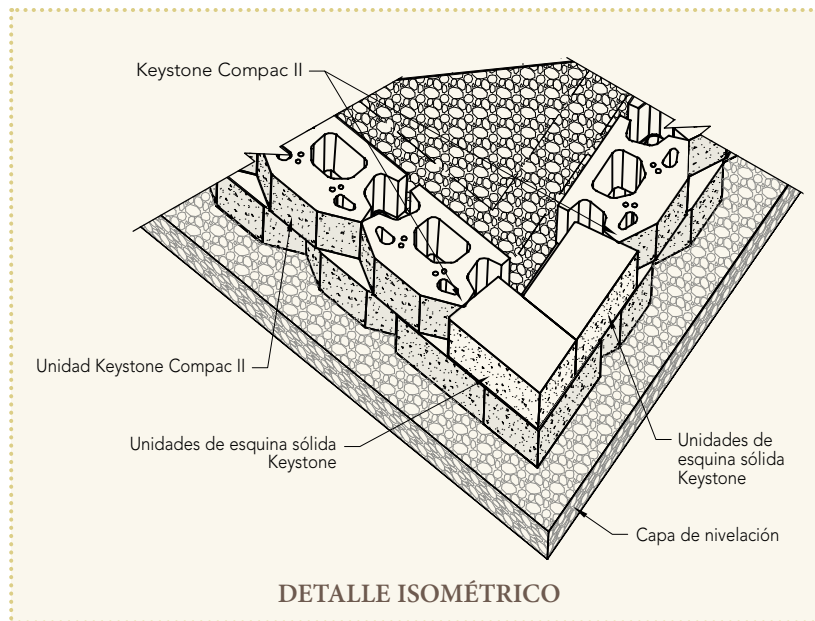
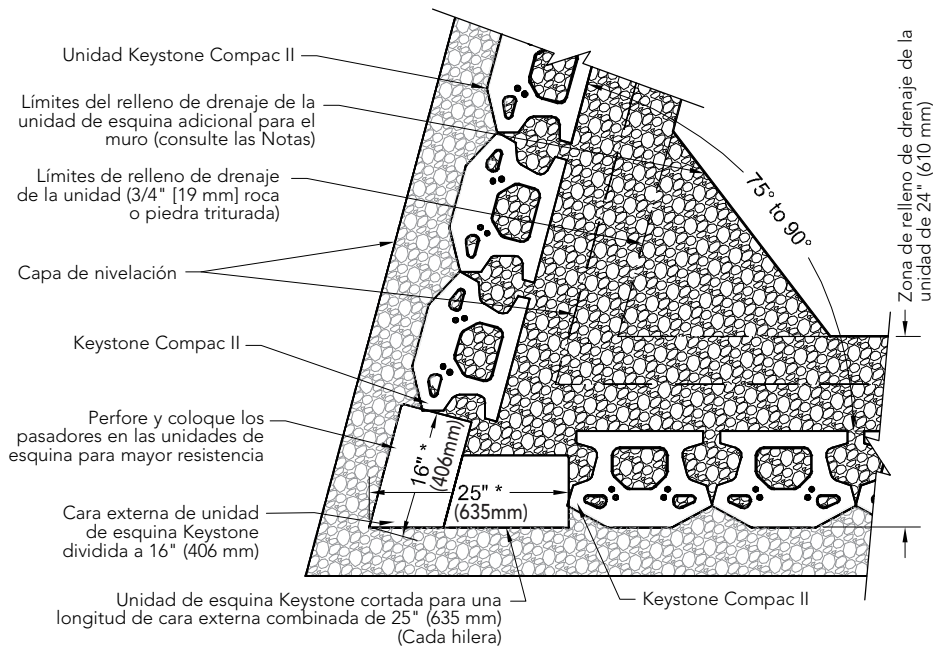




FIGURA C:11 - SEGUNDO HILERA TÍPICA (HILERAS PARES)



## Notas:

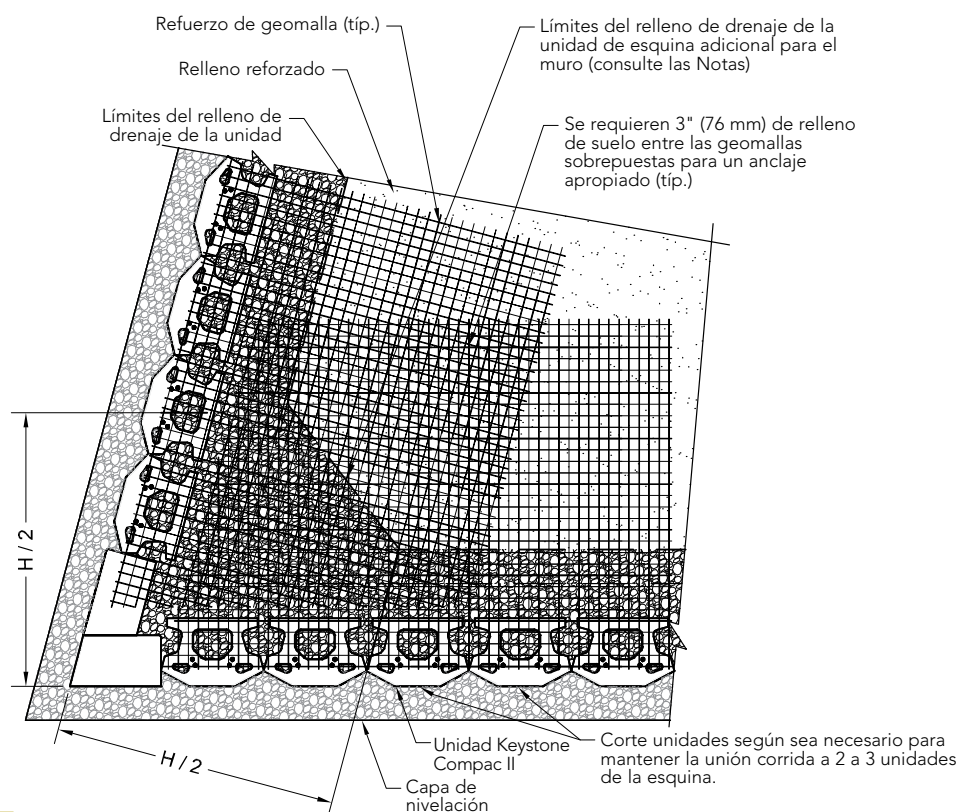
Corte las unidades de esquina que se van a utilizar para cada hilera impar o par. Unidades de esquina a cortar iguales para cada hilera par o impar alternada.

Coloque relleno de drenaje adicional en las esquinas exteriores del muro para que se extienda hacia atrás desde la cara del muro a ambos lados la altura del muro / 2 (H/2).

\* La distancia varía a medida que aumenta el ángulo.

# Esquina aguda: Detalles de instalación

FIGURA C:12 - INSTALACIÓN TÍPICA DE GEOMALLA PARA ESQUINAS EXTERIORES AGUDAS



## Notas:

El relleno de drenaje y los materiales de relleno deben colocarse compactados hasta la elevación de la geomalla y los pasadores de las unidades Keystone deben estar en su lugar antes de la instalación de la geomalla.

Coloque relleno de drenaje adicional en la esquina aguda del muro para que se extienda hacia atrás desde la cara del muro a ambos lados a una distancia igual a la altura del muro / 2 (H/2).

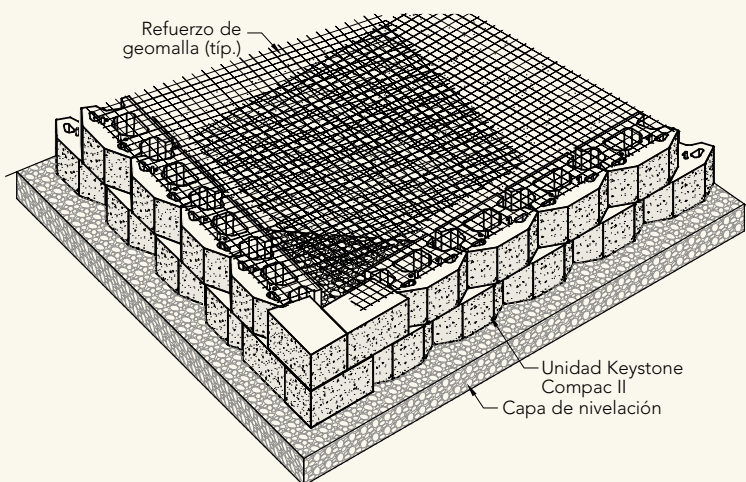
Mida, corte y oriente la geomalla según el diseño del ingeniero y/o las especificaciones del fabricante de la geomalla en la dirección de la resistencia correcta.

Coloque la geomalla sobre los pasadores de las unidades Keystone, coloque una hilera de unidades adicionales y tense la geomalla jalándola hacia atrás del muro. Coloque una estaca a través de la geomalla en la parte posterior para tensarla en su lugar.

Proceda con la colocación de unidades Keystone adicionales, las unidades para el drenaje y el material de relleno. Comience el relleno cerca de las unidades Keystone y luego aléjese del muro colocando los materiales de relleno sobre la geomalla mantenida en su lugar bajo tensión. Después del proceso de relleno, pueden quitarse las estacas para volver a utilizarlas.

Compacte los materiales de relleno en elevaciones de 8 pulgadas (203 mm) hasta la siguiente elevación de refuerzo, y repita.

## DETALLE ISOMÉTRICO



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



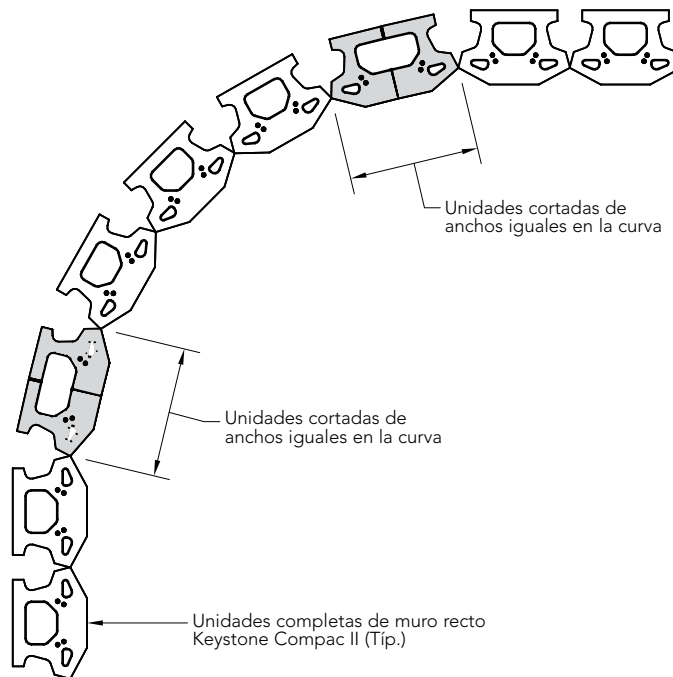
Las curvas interiores para muros Keystone moderadamente altos son más difíciles de construir que un muro recto debido a la compleja geometría resultante de la cara inclinada de un muro en una curva. Las curvas interiores permiten un buen acceso para la compactación y las unidades de la cara del muro tienden a soportarse entre ellas en forma de arco cuando se desarrolla la tensión del suelo asociada con las condiciones de presión activa de la tierra.

A medida que el muro crece, resultarán curvas interiores en la parte superior del muro que se hace más grande que la base. Para que los sistemas de muro mantengan la configuración de unión corrida deseada, tienden a formarse espacios entre las unidades. El espaciado es menos significativo para un muro en la posición del pasador casi vertical ( $<1^\circ$ ) que en un muro inclinado ( $8^\circ$ ).

La siguiente es una descripción de un proceso para construir curvas interiores en muros inclinados más altos mientras se ayuda a mantener la integridad del sistema de conexión del pasador de Keystone y la unión corrida. Consulte la ilustración a continuación y en la siguiente página.

1. Crear las piezas de relleno que serán necesarias. Por ejemplo, si puede construirse una hilera con pasadores contenidos en los agujeros para pasadores y se crea un espacio de 2" (51 mm), deje el agujero y una unidad adyacente fuera del muro, corte dos bloques de 10" (254 mm) de ancho ( $2" [51 \text{ mm}] + 18" [457 \text{ mm}] = 20" [508 \text{ mm}]$ ),  $20" [508 \text{ mm}] / 2 \text{ bloques} = 10" [254 \text{ mm}]$  cada uno) y coloque los dos bloques cortados 10" (254 mm) adyacentes entre ellos en el muro. Las unidades de muro cortadas no deben ser de menos de 6" (152 mm) de longitud. Todas las piezas cortadas deben pegarse en su lugar.
2. Eventualmente, una unidad entera llena el espacio y el proceso se repite.

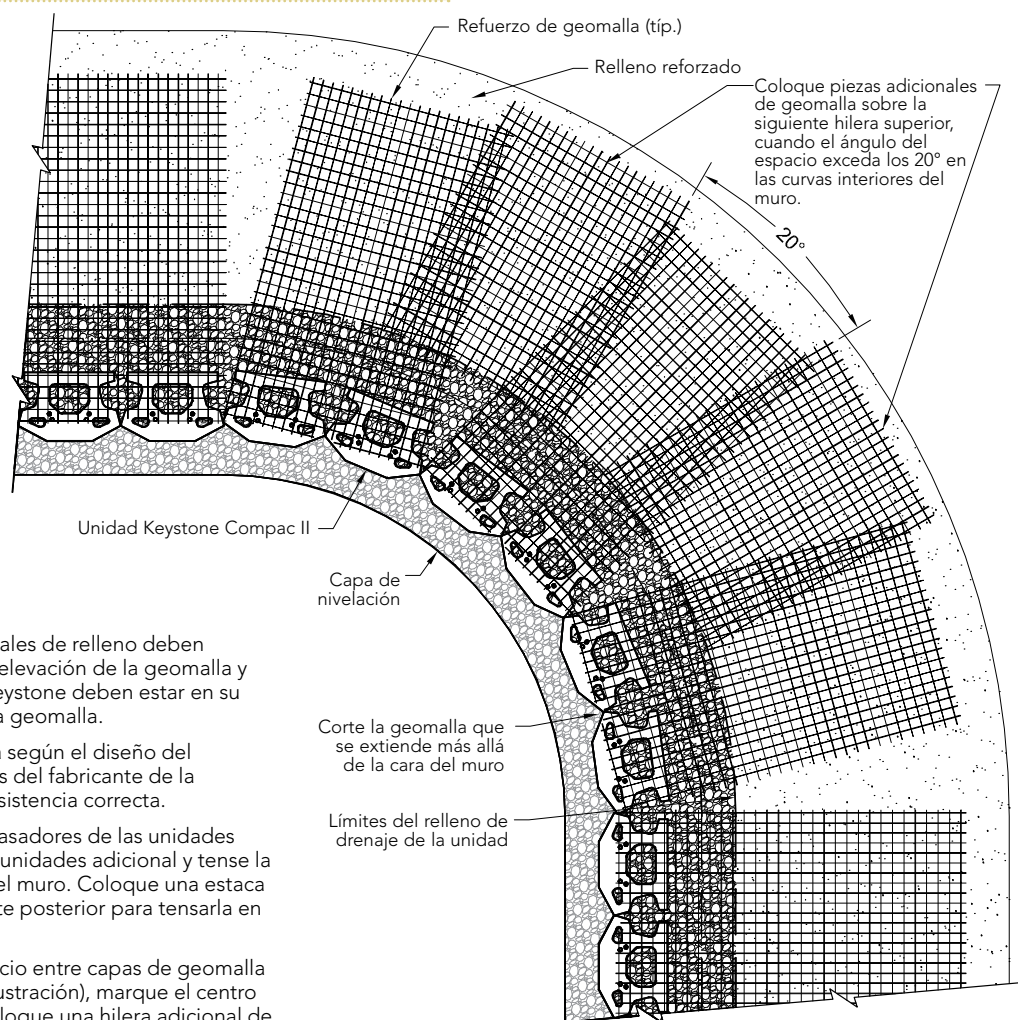
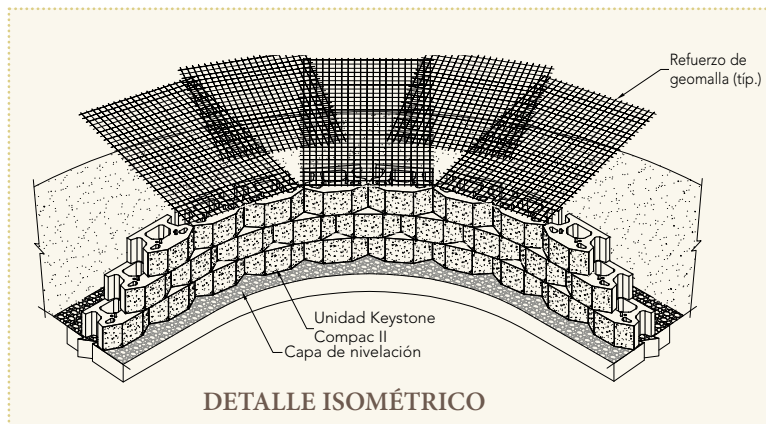
FIGURA C:13 - EJEMPLO DE HILERA CON UNIDADES CORTADAS EN CURVA



Ejemplo de hilera con unidades cortadas en curva

## Curvas cóncavas: Instalación

FIGURA C:14 - INSTALACIÓN DE LA GEOMALLA EN CURVAS CÓNCAVAS



### Notas:

El relleno de drenaje y los materiales de relleno deben colocarse compactados hasta la elevación de la geomalla y los pasadores de las unidades Keystone deben estar en su lugar antes de la instalación de la geomalla.

Mida, corte y oriente la geomalla según el diseño del ingeniero y/o las especificaciones del fabricante de la geomalla en la dirección de la resistencia correcta.

Coloque la geomalla sobre los pasadores de las unidades Keystone, coloque una hilera de unidades adicional y tense la geomalla jalándola hacia atrás del muro. Coloque una estaca a través de la geomalla en la parte posterior para tensarla en su lugar.

Si el radio del muro crea un espacio entre capas de geomalla adyacentes de más de 20° (ver ilustración), marque el centro del "espacio" en la geomalla, coloque una hilera adicional de unidades y luego coloque una capa adicional de geomalla, con la mitad de la pieza adicional de geomalla sobre la marca hecha en el centro de la geomalla con espacio por debajo.

Proceda con la colocación de unidades Keystone adicionales, las unidades para el drenaje y el material de relleno. Comience el relleno cerca de las unidades Keystone y luego aléjese del muro colocando los materiales de relleno sobre la geomalla mantenida en su lugar bajo tensión. Después del proceso de relleno, pueden quitarse las estacas para volver a utilizarlas.

Compacte los materiales de relleno en elevaciones de 8 pulgadas (203 mm) hasta la siguiente elevación de refuerzo, y repita.

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



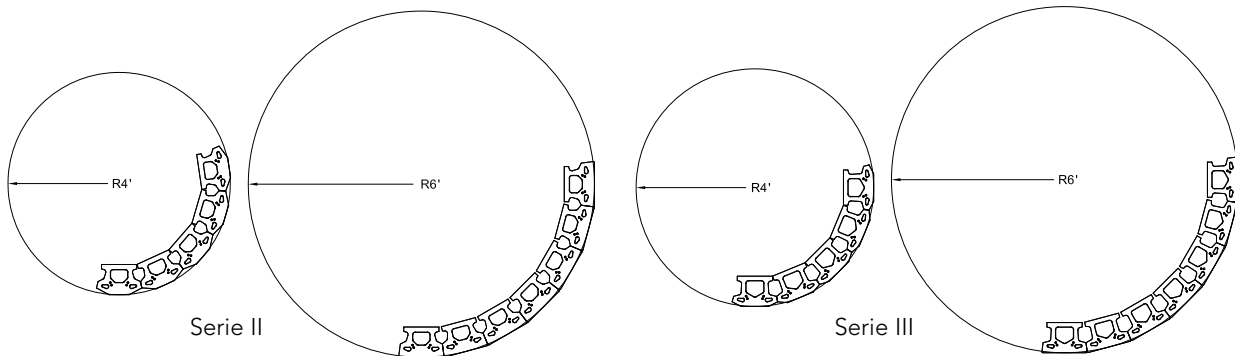
Las curvas convexas son una adición estéticamente agradable para cualquier muro de contención. Las unidades Keystone pueden integrarse fácilmente con múltiples curvas dentro del mismo muro. Sin embargo, las curvas convexas requieren atención al detalle durante la construcción. Cada sistema de muro tiene un radio mínimo que puede construirse antes de que las colas de las unidades entren en contacto entre ellas. Este radio mínimo es único para la forma de cada sistema de bloques individual. En curvas convexas con inclinación en el muro, el radio más estrecho siempre estará en la hilera superior del muro. Esto significa que el radio en la hilera de base de una curva convexa será más grande que el radio deseado en la parte superior del muro. Debe tenerse cuidado al disponer la ubicación horizontal de un muro en el campo dadas estas relaciones entre inclinación y radio. La siguiente es una tabla de radios mínimos para unidades Keystone Compac y Keystone Standard.

| Tabla de radios mínimos                      |       |                |                |
|----------------------------------------------|-------|----------------|----------------|
| Tipo de unidad                               | Serie | Estilo de cara |                |
|                                              |       | Triplano       | División recta |
| Keystone Compac II y III                     | II    | 4' (1.2 m)     | 6' (1.8 m)     |
|                                              | III   | 4' (1.2 m)     | 6' (1.8 m)     |
| Keystone Standard (18" [457 mm] profundidad) | I     | 5' (1.5 m)     | 6' (1.8 m)     |
|                                              | II    | 6' (1.8 m)     | 8' (2.4 m)     |
|                                              | III   | 5' (1.5 m)     | 6' (1.8 m)     |
| Keystone Standard (21" [533 mm] profundidad) | I     | 5' (1.5 m)     | 6' (1.8 m)     |
|                                              | III   | 5' (1.5 m)     | 6' (1.8 m)     |

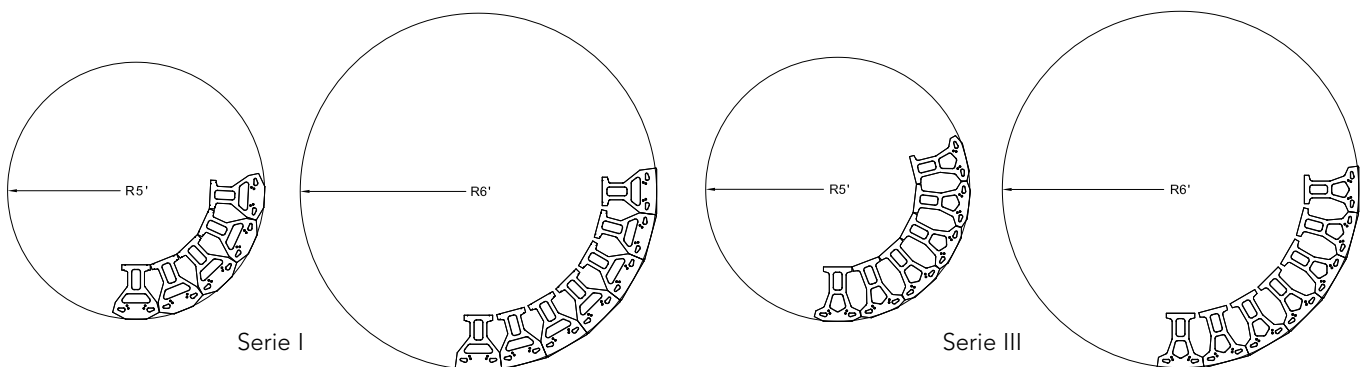
## Notas:

- 1) La tabla muestra el radio mínimo que pueden girar las unidades sin recortarlas.
- 2) El radio mínimo se determinó para poder completar un círculo completo con unidades.
- 3) A continuación se muestran diagramas de un cuarto de círculo.
- 4) El radio mínimo es para una hilera de unidades / o en la parte superior del muro. El radio en la base del muro deberá ser mayor para tener en cuenta la inclinación del muro.

**FIGURA C:15 - RADIO MÍNIMO - UNIDADES KEYSTONE COMPAC**



**Ejemplos de radio mínimo de unidades Keystone Compac**



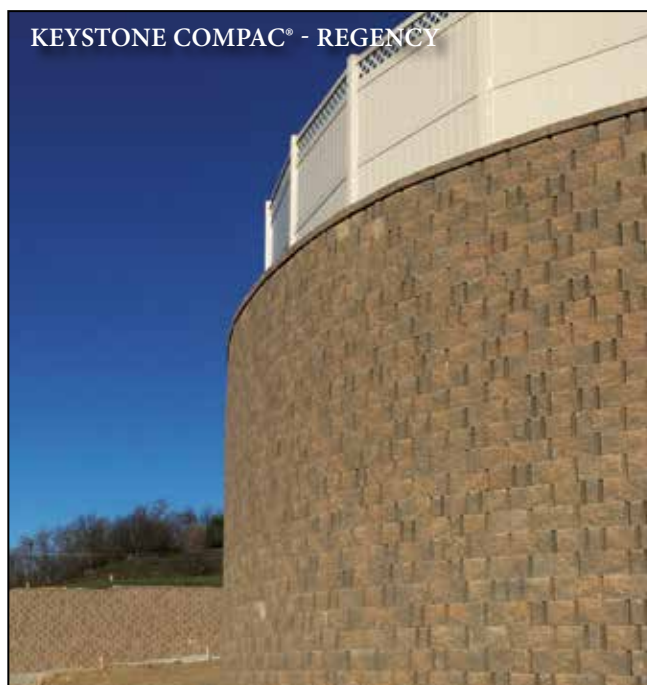
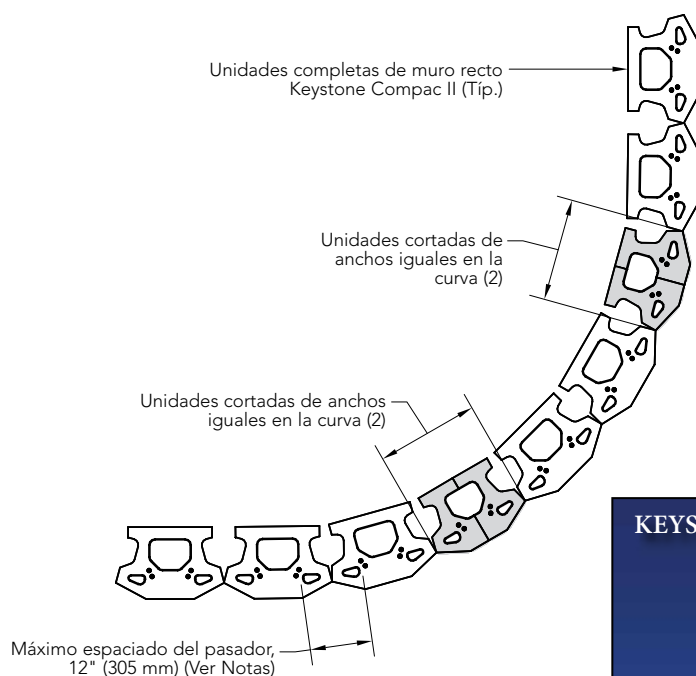
**Ejemplo de radio mínimo de unidades Keystone Standard (21 [533 mm] de profundidad)**

## Curvas convexas: Con retroceso

Una curva convexa inclinada con retroceso requiere algo de recorte de las unidades. Al construir una curva externa con inclinación, recomendamos llevar a cabo los siguientes pasos para mantener la integridad del pasador y la configuración de unión corrida. Se recomienda construir el muro dentro de la curva, manteniendo un patrón de unión corrida en las secciones rectas del muro a ambos lados de la curva. Consulte detalles adicionales en la Figura C:16.

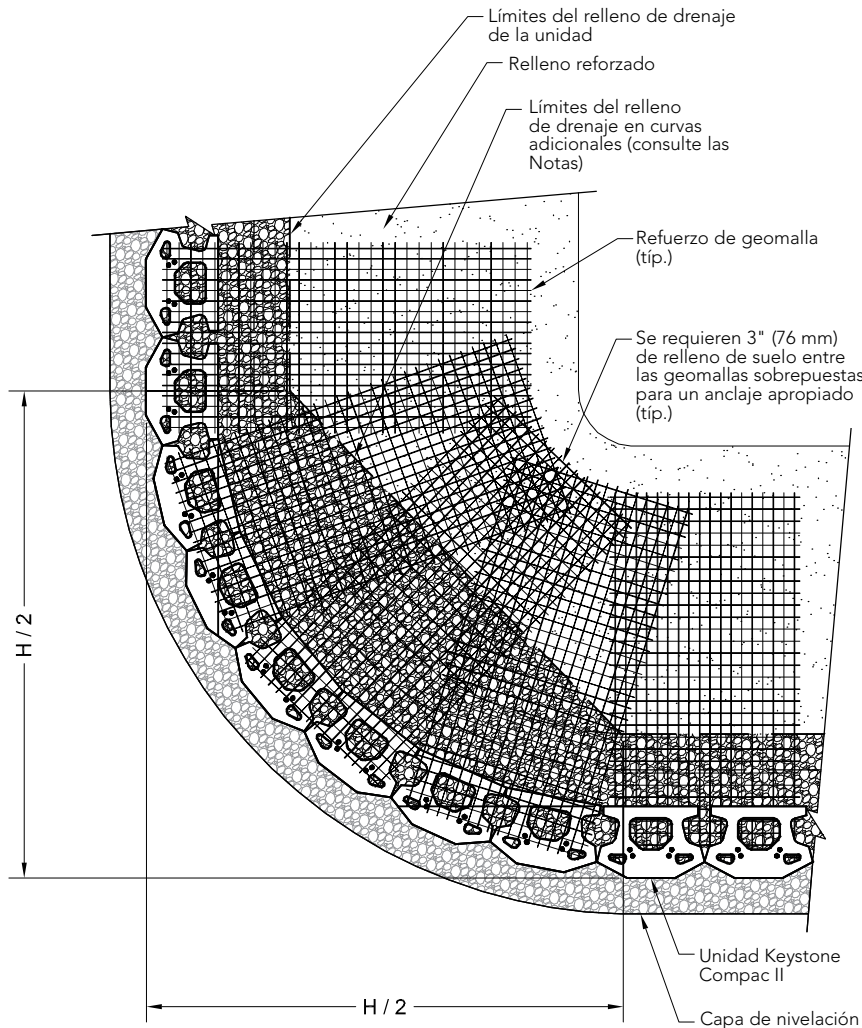
Al construir un muro inclinado en una curva con radio convexo o exterior, el radio de las hileras superiores será menor que el radio de cada hilera inferior debido a la inclinación o retroceso del muro. Esto causará que las unidades en las hileras superiores se separen y los pasadores migren al borde del agujero que recibe el pasador. Cuando esto ocurra, será necesario cortar un bloque la cantidad requerida para hacer que el pasador en el siguiente bloque adyacente se encuentre en el lado opuesto del agujero que recibe el pasador como en el bloque del otro lado del corte. Al salir del radio, puede ser necesario cortar otro bloque para mantener una unión corrida más precisa en el muro recto que se extiende lejos de la curva.

FIGURA C:16 - EJEMPLO DE HILERA CON UNIDADES CORTADAS EN CURVA





**FIGURA C:17 - INSTALACIÓN DE GEOMALLAS EN CURVAS CONVEXAS**



### Notas:

El relleno de drenaje y los materiales de relleno deben colocarse compactados hasta la elevación de la geomalla y los pasadores de las unidades Keystone deben estar en su lugar antes de la instalación de la geomalla.

Coloque relleno de drenaje adicional en la curva exterior del muro para que se extienda hacia atrás desde la cara del muro a ambos lados a una distancia igual a la altura del muro / 2 ( $H/2$ ).

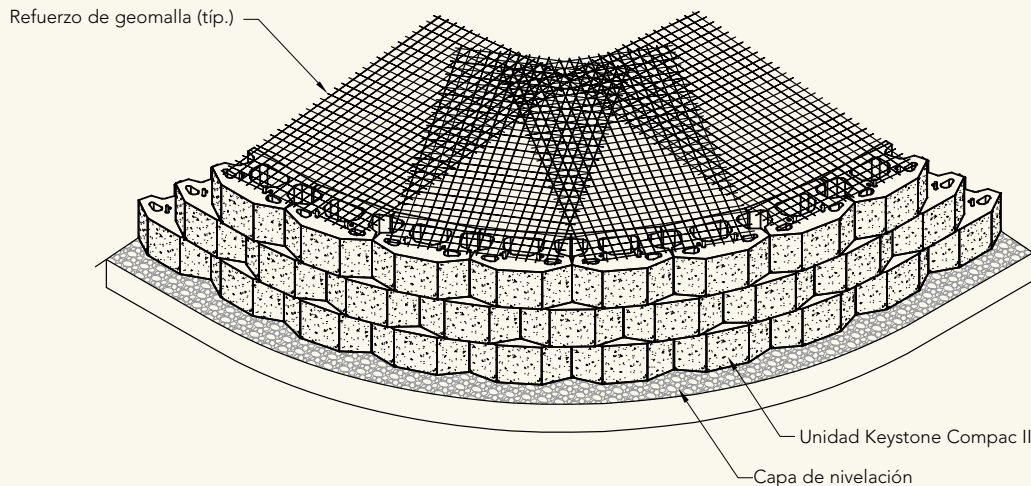
Mida, corte y oriente la geomalla según el diseño del ingeniero y/o las especificaciones del fabricante de la geomalla en la dirección de la resistencia correcta.

Coloque la geomalla sobre los pasadores de las unidades Keystone, coloque una hilera de unidades adicional y tense la geomalla jalándola hacia atrás del muro. Coloque una estaca a través de la geomalla en la parte posterior para tensarla en su lugar.

Proceda con la colocación de unidades Keystone adicionales, las unidades para el drenaje y el material de relleno. Comience el relleno cerca de las unidades Keystone y luego aléjese del muro colocando los materiales de relleno sobre la geomalla mantenida en su lugar bajo tensión. Después del proceso de relleno, pueden quitarse las estacas para volver a utilizarlas.

Compacte los materiales de relleno en elevaciones de 8 pulgadas hasta la siguiente elevación de refuerzo, y repita.

### DETALLE ISOMÉTRICO







## SECCIÓN D

# ACABADO DEL MURO/OPCIONES

Un muro no está completo sin el toque del acabado perfecto. La flexibilidad de las unidades Keystone crea una variedad de opciones para el acabado del muro. El acabado más común es cubrir el muro con una unidades de tapa Keystone. Las opciones de tapa varían según la región; por lo tanto, verifique con su productor local Keystone la disponibilidad en su área. Las unidades Keystone también pueden taparse con diferentes productos decorativos de concreto prefundido, o incluso con tapas de concreto CIP. Esta sección describe las técnicas y detalles de construcción para las diferentes opciones.

Herramientas y materiales que se requerirán:

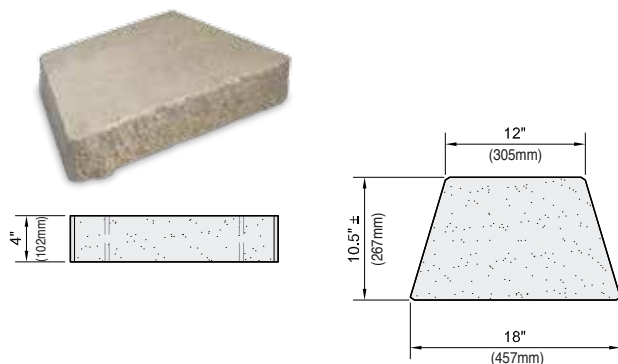
- Niveles de 12 pulgadas (305 mm) y 48 pulgadas (1.2 m)
- Cinta métrica
- Equipo de protección personal
- Tapas Keystone
- Material de acabado de jardinería
- Adhesivo de concreto de grado exterior

## Unidades de tapa: Introducción

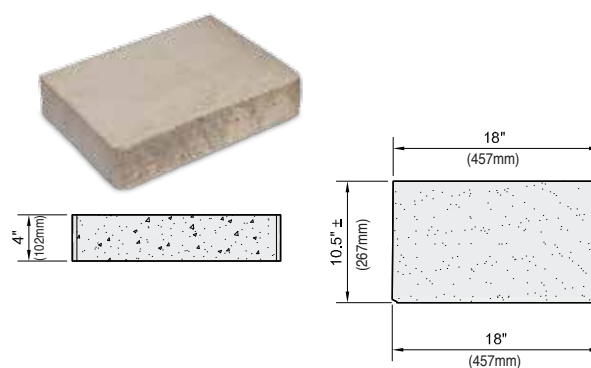
Un muro de contención Keystone no está completo hasta que haya sido acabado con la tapa correcta. Keystone ofrece diferentes diseños de tapa, disponibles en varias combinaciones de acabado y varios grados de lados angulados\*. La siguiente información explica claramente los usos de estas unidades y muestra diferentes técnicas de acabado. Usted también puede optar por acabar su muro con una opción de acabado en concreto decorativo prefundido. Consulte los detalles con su fabricante local.

### UNIDADES DE TAPA

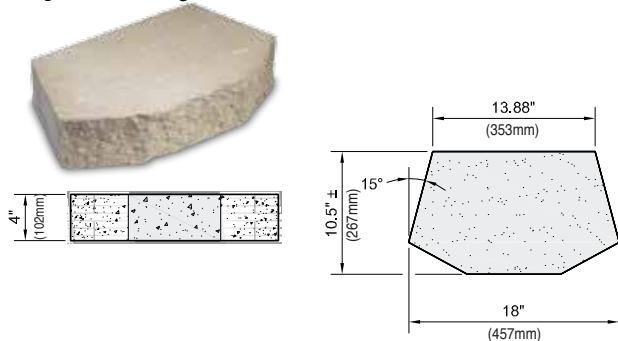
#### Tapa universal: Acabado en el frente y fondo



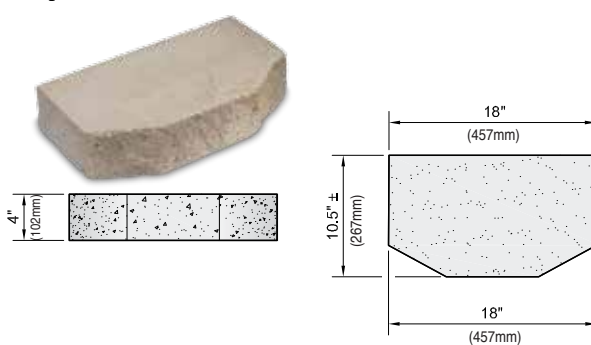
#### Cara recta: Lados rectos



#### Triplano Lados angulados

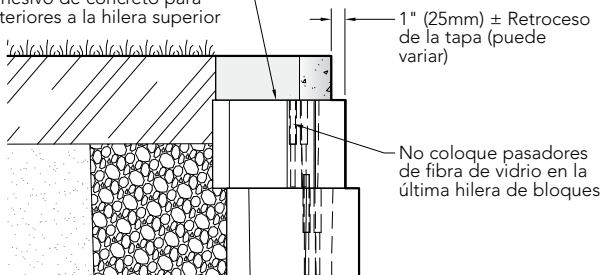


#### Triplano Lados rectos



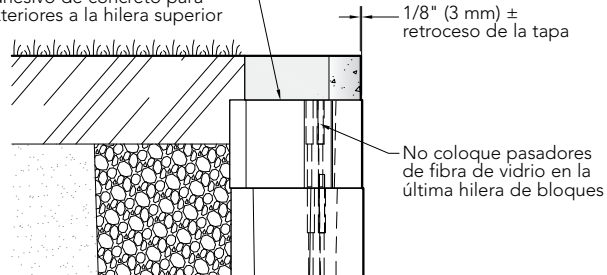
### FIGURA D:1 - OPCIONES DE RETROCESO DE LA TAPA

Unidad de tapa asegurada con adhesivo de concreto para exteriores a la hilera superior



Retroceso de la tapa - Sección con 1 pulgada de retroceso

Unidad de tapa asegurada con adhesivo de concreto para exteriores a la hilera superior



Retroceso de la tapa - Sección con retroceso casi vertical

#### NOTA:

\* No se muestra la opción de tapa de 8" (203 mm). Las opciones de tapa, los pesos, las dimensiones y los diseños del producto varían según el fabricante. Consulte la disponibilidad con su fabricante local. No se requieren las tapas para garantizar la estabilidad estructural; las tapas mejoran la estética del muro acabado.

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



Al igual que otras unidades Keystone, todas las unidades de tapa pueden usarse de forma intercambiable. Dependiendo del contorno del muro, algunas unidades de tapa funcionarán de forma más efectiva que otras (por ejemplo, unidades con lados angulados para curvas cóncavas). En cualquier instalación dada, si hay una unión entre las unidades, éstas pueden modificarse con una sierra para concreto, un cincel u otro dispositivo. Asegúrese de utilizar el equipo de protección personal apropiado cuando corte o divida.

La instalación de las unidades de tapa es una operación simple de un solo paso. Barra las unidades hasta que queden limpias y asegúrese de que estén secas; utilice un adhesivo para construcción sobre la superficie superior de la última hilera antes de aplicar las unidades de tapa. Consulte las instrucciones de instalación en la Figura A:10 (p. 19). Las siguientes ilustraciones demuestran los usos comunes de las unidades de tapa Keystone.

FIGURA D:2 - CURVAS CONVEXAS -  
TAPAS CON LADOS ANGULADOS

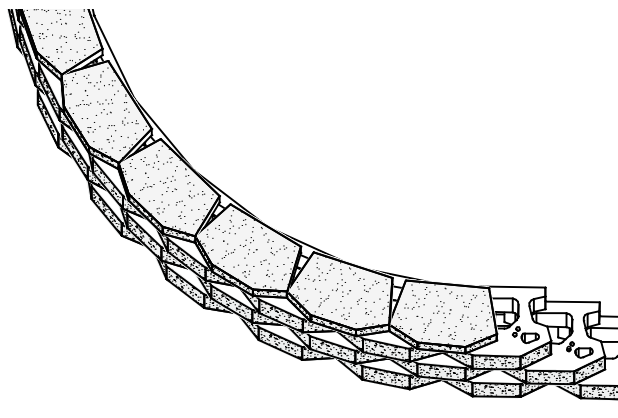


FIGURA D:3 - CURVAS CONVEXAS -  
TAPAS UNIVERSALES

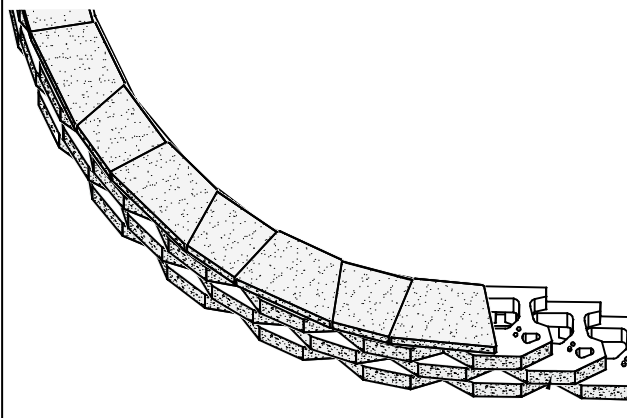


FIGURA D:4 - CURVAS CÓNCAVAS -  
TAPAS CON LADOS ANGULADOS

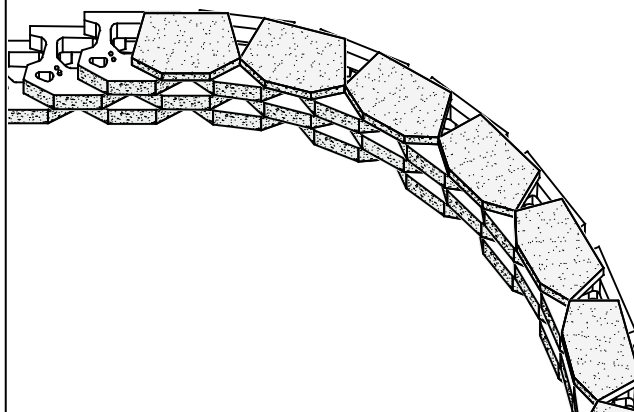


FIGURA D:5 - CURVAS CÓNCAVAS -  
TAPAS UNIVERSALES

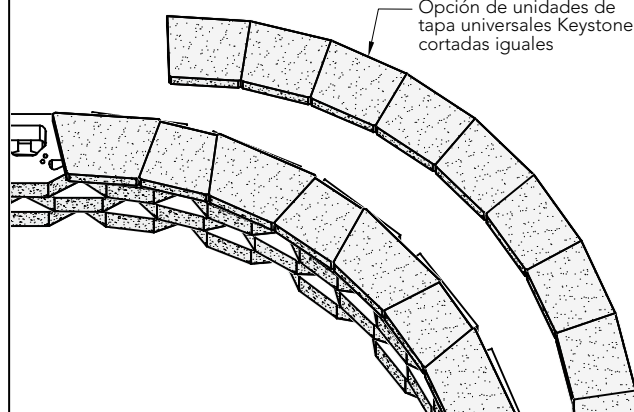
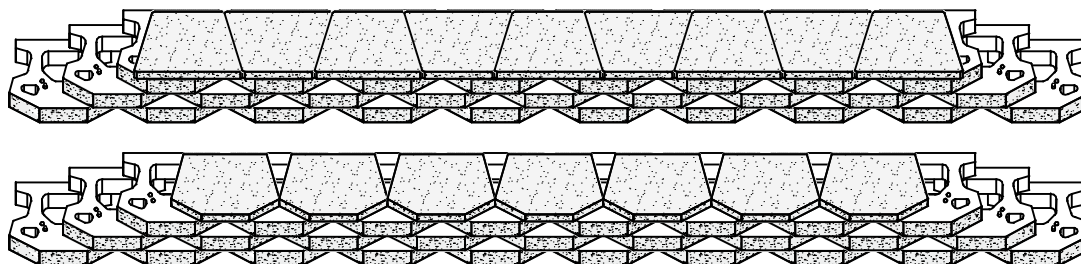


FIGURA D:6 - MURO RECTO - TAPAS UNIVERSALES Y TAPAS TRIPLANO Y CON LADOS ANGULADOS



## Instalación de las tapas: Instalación

El tamaño de cada unidad Keystone hace que este sistema sea muy adaptable a los cambios de nivel. La parte superior de un muro Keystone puede construirse con una parte superior para nivel del grado del muro, o con un escalado 1:1 desde la parte superior del muro. A medida que las unidades de la tapa del muro suben y bajan de nivel, se requiere un procedimiento de instalación adicional para fijar de forma firme algunas unidades de tapa en su posición. Para evitar que se muestre el lado de las unidades del muro en los cambios de nivel de un muro, pueden apilarse unidades de tapa de 4 pulgadas (102 mm) o puede colocarse una unidad de 8 pulgadas en cada cambio de nivel hacia abajo o hacia arriba, ver Figura A:3 (p. 14). Las tapas deben colocarse utilizando un material para el pegado. Utilice un adhesivo epóxico flexible diseñado para unir concreto o mampostería. Consulte los detalles completos en las instrucciones del fabricante. Aplique el adhesivo en áreas donde las unidades hagan contacto. Consulte las instrucciones de instalación en la Figura A:10 (p. 19).

FIGURA D:7 - MURO RECTO CON ESCALON DE TAPA DE APILADO DOBLE

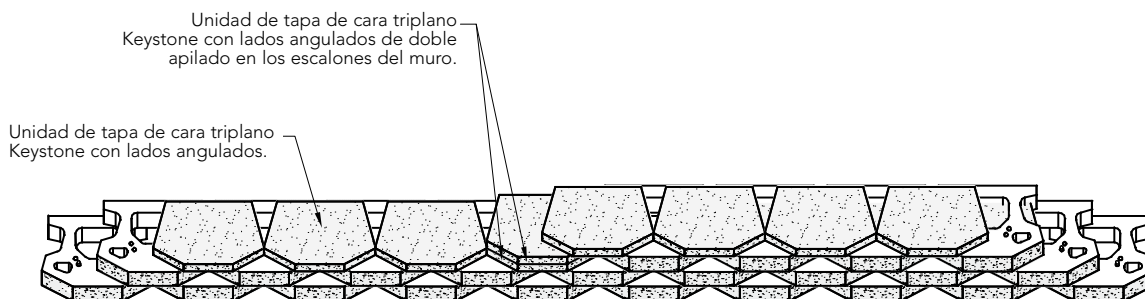
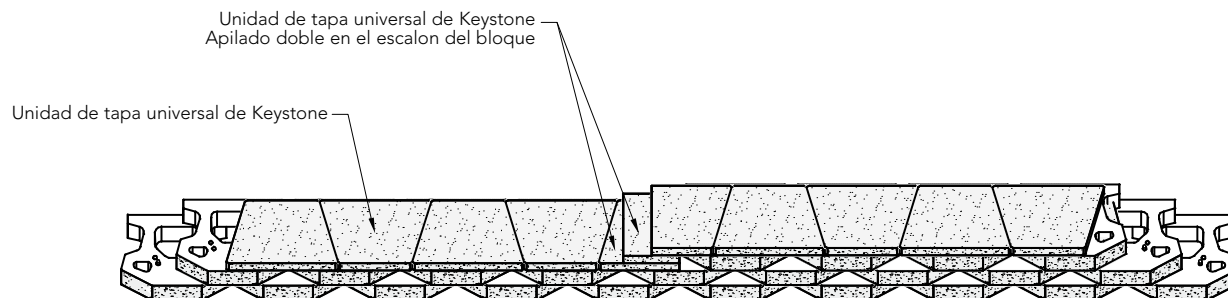


FIGURA D:8 - ESCALONES ALEATORIOS CON TAPAS UNIVERSALES DIVIDIDAS CON APILADO DOBLE

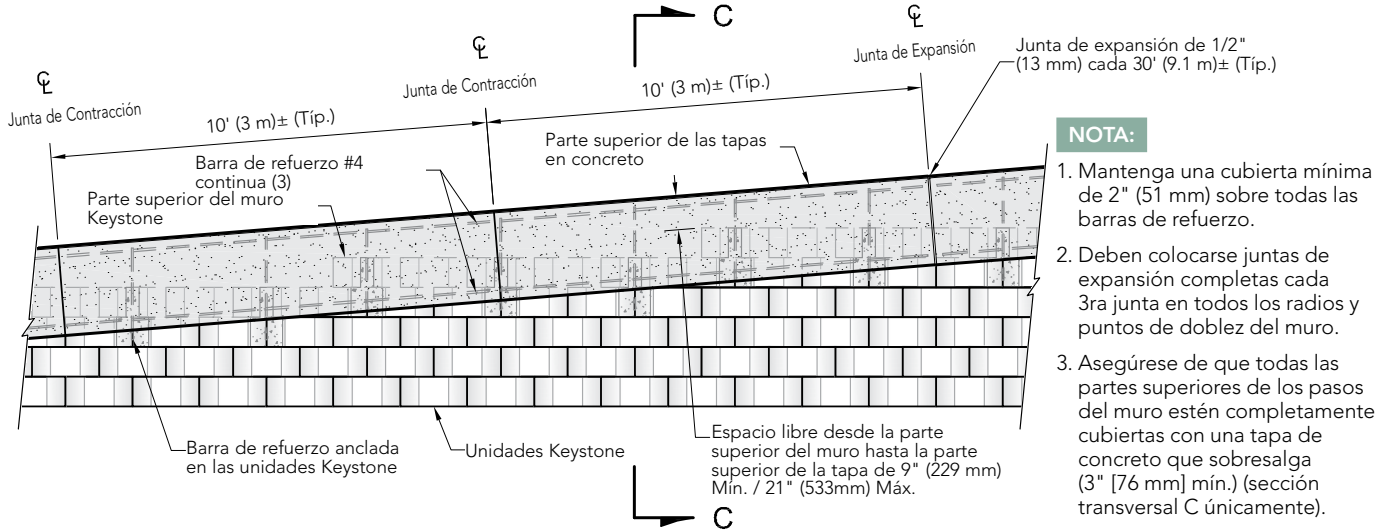


OPCIÓN DE TAPA DE LADOS RECTOS  
KEYSTONE COMPAC®

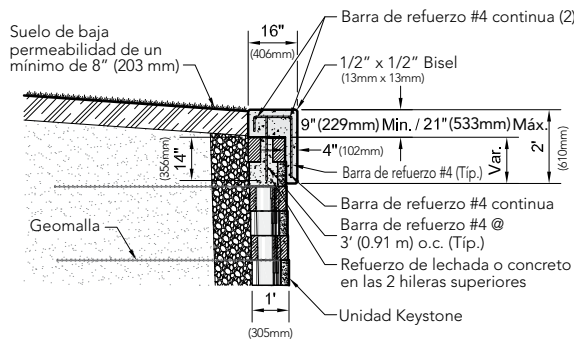


A veces, se requiere un tapa de concreto para el acabado de la parte superior del muro. Los siguientes detalles son para una opción de tapa CIP típica. Estas dos opciones de tapa de concreto se instalan con trabajo de formado apropiado y agregan una apariencia estética alterna a la parte superior del muro que puede seguir inclinaciones de perfil con los pasos.

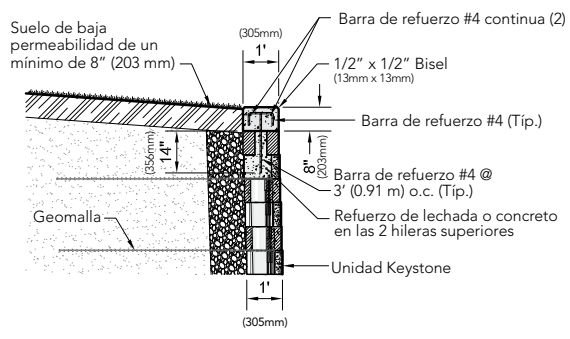
**FIGURA D:9 - TAPAS DE CONCRETO PARCIALMENTE FUNDIDAS EN EL LUGAR**



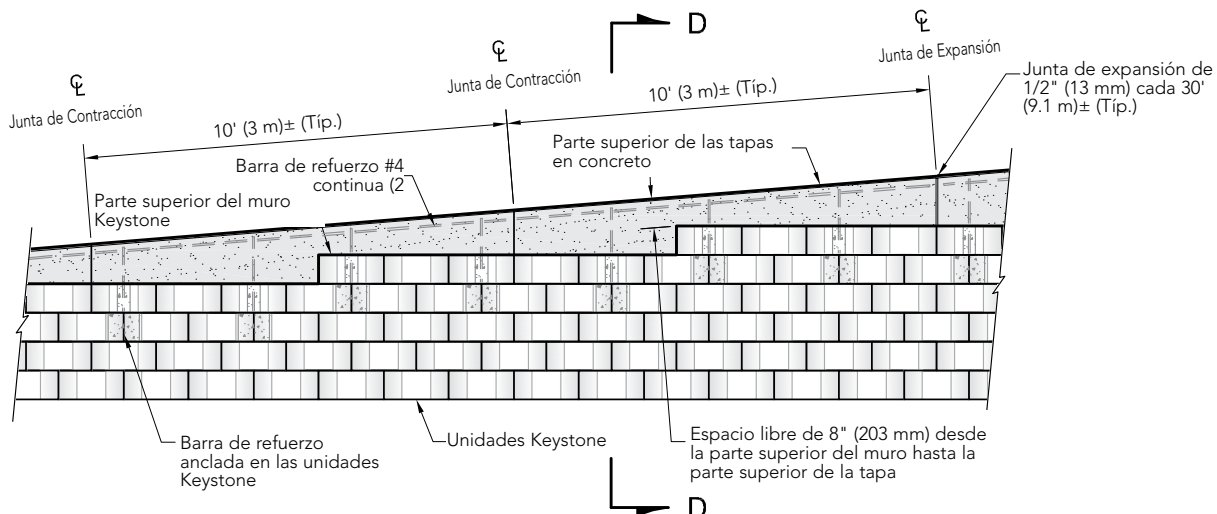
**C-C: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA FIGURA D:9**



**D-D: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA FIGURA D:10**



**FIGURA D:10 - DETALLE DE TAPA DE CONCRETO SUPERIOR FUNDIDA EN EL SITIO**







## SECCIÓN E

# CONSTRUCCIÓN

## DETALLES ESPECIALES DE MUROS

---

**D**esde su aparición en 1986, Keystone ha sido el líder en el diseño de muros de contención segmentados. Esta sección cubre varios de los detalles de muro más comunes que pueden encontrarse al construir un muro Keystone. Algunos de los detalles que se presentan en esta sección han sido desarrollados específicamente con base en estándares de diseño de la industria. Se han desarrollado otros detalles durante los años de experiencia en la industria de muros de contención segmentados.

Elementos cubiertos en esta sección:

- Drenaje del muro de contención
- Aplicaciones de agua
- Barreras
- Cercados
- Parapetos
- Escalones y escaleras
- Terraceado y aplicaciones de muros
- Reparación de muros
- Normas para el plantado de árboles
- Opciones creativas



# Opciones de drenaje del muro de contención

Un drenaje deficiente es la causa principal de los problemas de desempeño de los muros de contención. La presión hidrostática puede acumularse detrás de un muro y añadir un aumento de carga sobre el muro si no se instalan provisiones de drenaje, que sean adecuadas para las condiciones. El sistema Keystone tiene características de drenaje superiores. Deben considerarse las siguientes técnicas cuando se presenten problemas de drenaje específicos.

## 1. Drenaje básico/Relleno con unidades de drenaje

Sistema de trabas sin mortero Keystone con zona de drenaje en gravilla de drenaje libre y relleno de núcleos. Ver la figura a continuación, notas 1 y 4. Esto permite un drenaje apropiado bajo la mayoría de las circunstancias. Las tejas de drenaje deben dirigirse a un sistema de drenaje de aguas de lluvias o al exterior por debajo o a través del muro en cada punto bajo y a 50 a 75 pies (15.2 a 22.9 m) en centro.

## 2. Escurrimiento en la superficie

Desvíe el drenaje en la superficie en la parte superior del muro de contención poniendo una tapa de tierra impermeable (por ejemplo, arcilla) o un canal de riego (por ejemplo, tierra o concreto) a lo largo de la superficie posterior de las unidades Keystone. Esto ayudará a dirigir el escurrimiento lejos del muro de contención.

## 3. Flujo del terraplén

Cuando es probable que el agua del terraplén fluya detrás del muro, coloque un compuesto de drenaje o un drenaje de chimenea sobre el suelo cortado (ver proveedores de productos para la cobertura recomendada e instrucciones de instalación o compuesto de drenaje). El compuesto de drenaje o el drenaje de chimenea deben drenar a un tubo de salida (por ejemplo, tejas de drenaje) para remover el agua. Existen numerosos productos costo efectivos que sirven para este propósito.

## 4. Flujo del agua subterránea

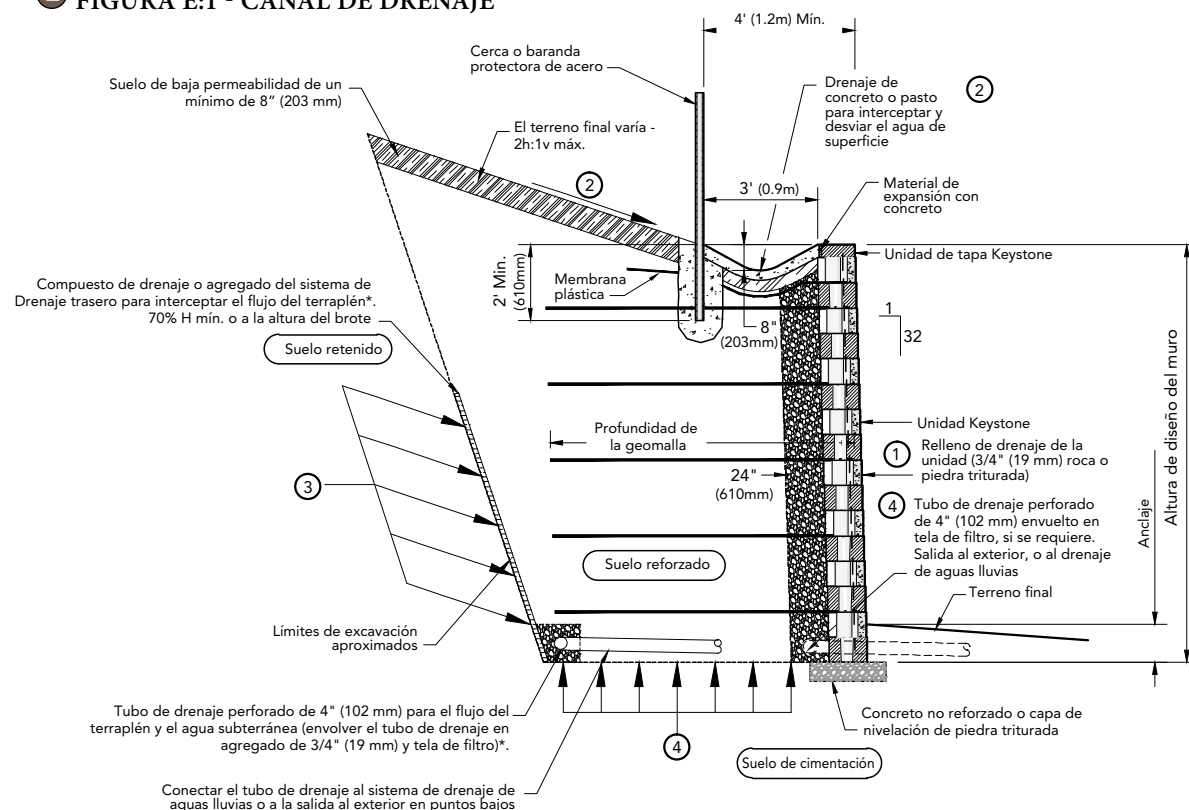
Los efectos del agua subterránea que fluctúa de forma estacional pueden compensarse colocando un tubo de salida (por ejemplo, teja de drenaje) detrás de la unidad más baja, junto con un drenaje detrás del relleno reforzado.

### NOTAS generales:

Debe incluirse un tubo de drenaje trasero cuando:

- » El agua subterránea o las filtraciones se presentan en los suelos contenidos.
- » El informe geotécnico menciona brotes o filtraciones estacionales o potenciales.
- » Tierra reforzada de permeabilidad más baja que los suelos contenidos.
- » En general, se utiliza material de drenaje adicional como agregado de drenaje y telas y/o redes de drenaje compuestas en conjunto con el tubo de drenaje trasero según lo indicado.
- » Cuando las condiciones anteriores no estén presentes, o las condiciones de agua subterránea no sean un factor, puede omitirse el tubo de drenaje trasero, o ubicarse de forma alternativa detrás de las unidades en la base del relleno de drenaje.

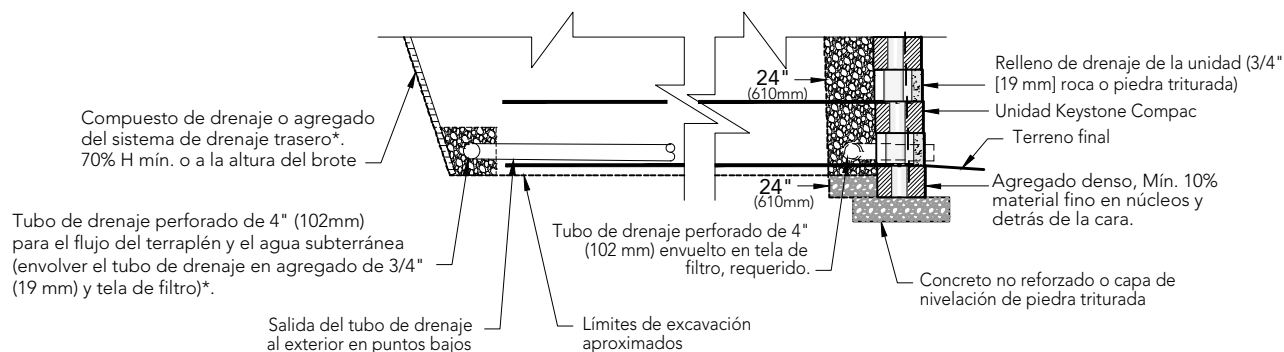
FIGURA E:1 - CANAL DE DRENAJE



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



**FIGURA E:2 - UBICACIONES DE TUBO DE DRENAJE ELEVADOS ALTERNOS**



**NOTA:**

Sólo pueden utilizarse ubicaciones alternas de tubos de drenaje elevados cuando:

- » El nivel enfrente del muro es liso y no permite una salida por gravedad de un tubo por detrás del muro o a través de la hilera base del bloque.
- » No hay un sistema de drenaje de aguas lluvias donde sacar el tubo directamente.

Sólo se utiliza cuando la geometría del sitio requiera elevar el tubo de drenaje para la salida en la cara.

\* Consulte los requerimientos de drenaje en las Notas Generales (p. 62).



KEYSTONE COMPAC®

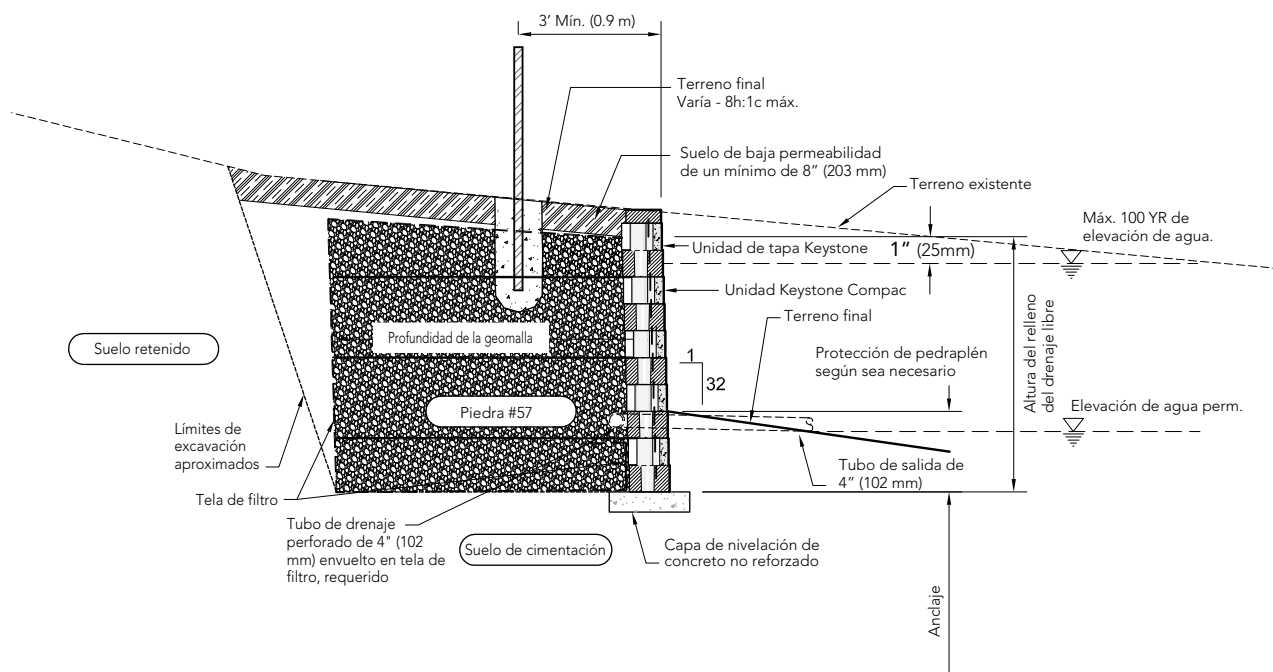
## Aplicaciones de agua

Al considerar una aplicación de agua para el sistema de muro Keystone, deben analizarse y diseñarse las siguientes áreas para mantener la integridad estructural del muro bajo condiciones normales, de olas altas y de inundación por agua:

- » Comience por analizar el muro bajo los criterios de diseño normales (es decir, altura del muro, condiciones de la base, sobrecargas, datos del suelo, requerimientos de refuerzo, drenaje, etc.)
- » Determine el nivel de agua sobre el muro bajo condiciones normales y adversas.
- » Determine la tasa de flujo para quebradas, canales, etc.
- » Determine el grado de acción del oleaje, menor, mayor o inundación.
- » Determine el potencial de inundación del muro.
- » Deben tenerse en cuenta las anteriores condiciones en el diseño del muro.

Siempre póngase en contacto con un ingeniero profesional para ayudarle en el diseño de su aplicación para agua. Como mínimo, los suelos de la zona reforzada con el muro, hasta 1' (305 mm) por encima de la elevación del agua alta deben ser de arena o grava de drenaje libre, envuelta en una tela de filtro apropiada.

FIGURA E:3 - APLICACIÓN DE AGUA

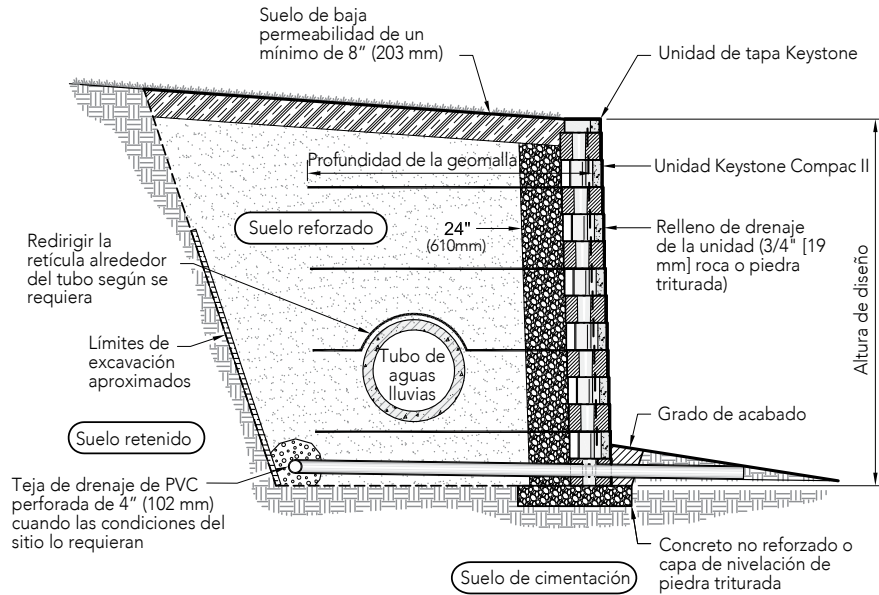


KEYSTONE COMPAC®



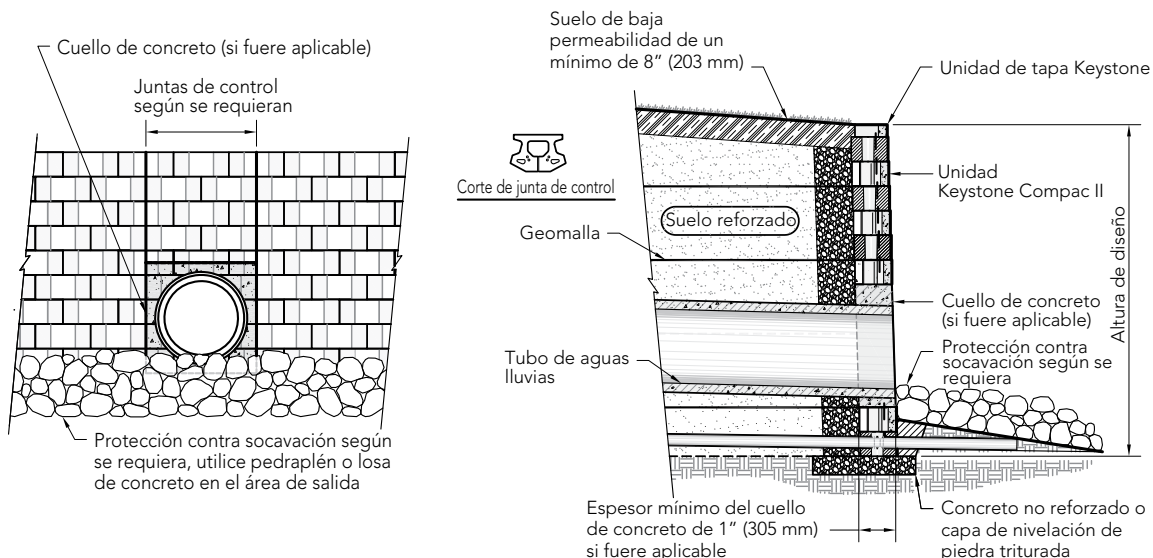
En general, debe evitarse la ubicación de los drenajes de aguas lluvias, paralelos al muro, dentro de la zona de suelo reforzado. Cualquier mantenimiento al sistema de aguas lluvias, diferente de un revestimiento de línea, requerirá derribar el muro hasta la elevación del tubo de manera que pueda volverse a instalar una geomalla intacta durante el relleno. Además, será necesaria la coordinación de los contratistas de servicios públicos y los contratistas del muro durante la construcción inicial del mismo para evitar la excavación a través de la geomalla, después de la construcción del muro para colocar el drenaje de aguas lluvias.

FIGURA E:4 - TUBO EN LA ZONA REFORZADA



La colocación de drenajes de aguas lluvias perpendiculares al muro y que salen a través de la cara del muro es común. Ya que no es posible cortar el bloque en una curva para que se ajuste estrechamente alrededor del tubo, se recomienda construir un cuello fundido en el lugar alrededor del tubo. Las unidades del muro pueden cortarse ahora a la longitud apropiada y unirse estrechamente a los lados del cuello. Debe tenerse cuidado de colocar la parte superior del cuello dentro de  $\frac{1}{2}$ " a 1" (13 mm a 25 mm) por debajo de la junta horizontal del bloque de arriba. Esta acción permitirá colocar la siguiente hilera de unidades sobre una cama de mortero húmedo para lograr una alineación horizontal del muro.

FIGURA E:5 - SALIDA TÍPICA DEL TUBO



# Aplicación de muro de cabezal

Los muros de contención Keystone son un sistema de muro de cabezal económico y efectivo para muchos tipos de arcos multiplaca, arcos en paneles de concreto pre fundido y varios tipos de alcantarillas:

## NOTA:

El ancho total de la cara del cabezal debe hacerse en incrementos de una unidad completa o de media unidad a lo ancho.

La placa de la fascia que se muestra es de ángulo de acero enrollado en caliente (acabado galvanizado) de 6"x4"x5/16" (152 x 102 x 8 mm), o según lo especificado. Utilícelo si desea ocultar los bordes de unidades cortadas de forma basta para una apariencia estética.

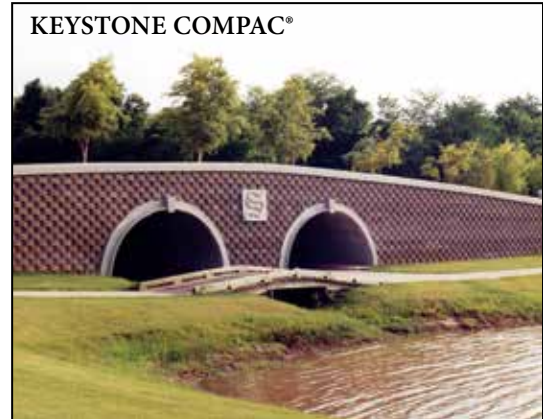
Corte las unidades Keystone para que se ajusten al arco o a la caja de la alcantarilla. Aplique una lechada entre los bloques y la placa utilizando lechada que no encoja y que conforme con ASTM C1107. Debe cubrirse con lechada que no encoja a un espacio máximo de 3/4 pulg. (19 mm).

Al construir el muro Keystone, lleve a cabo el relleno en elevaciones iguales a cada lado de la alcantarilla. Mida la altura exacta de la hilera y el patrón de la unión corrida a cada lado del arco o de la caja de la alcantarilla, de manera que se unan correctamente en la parte superior de la alcantarilla.

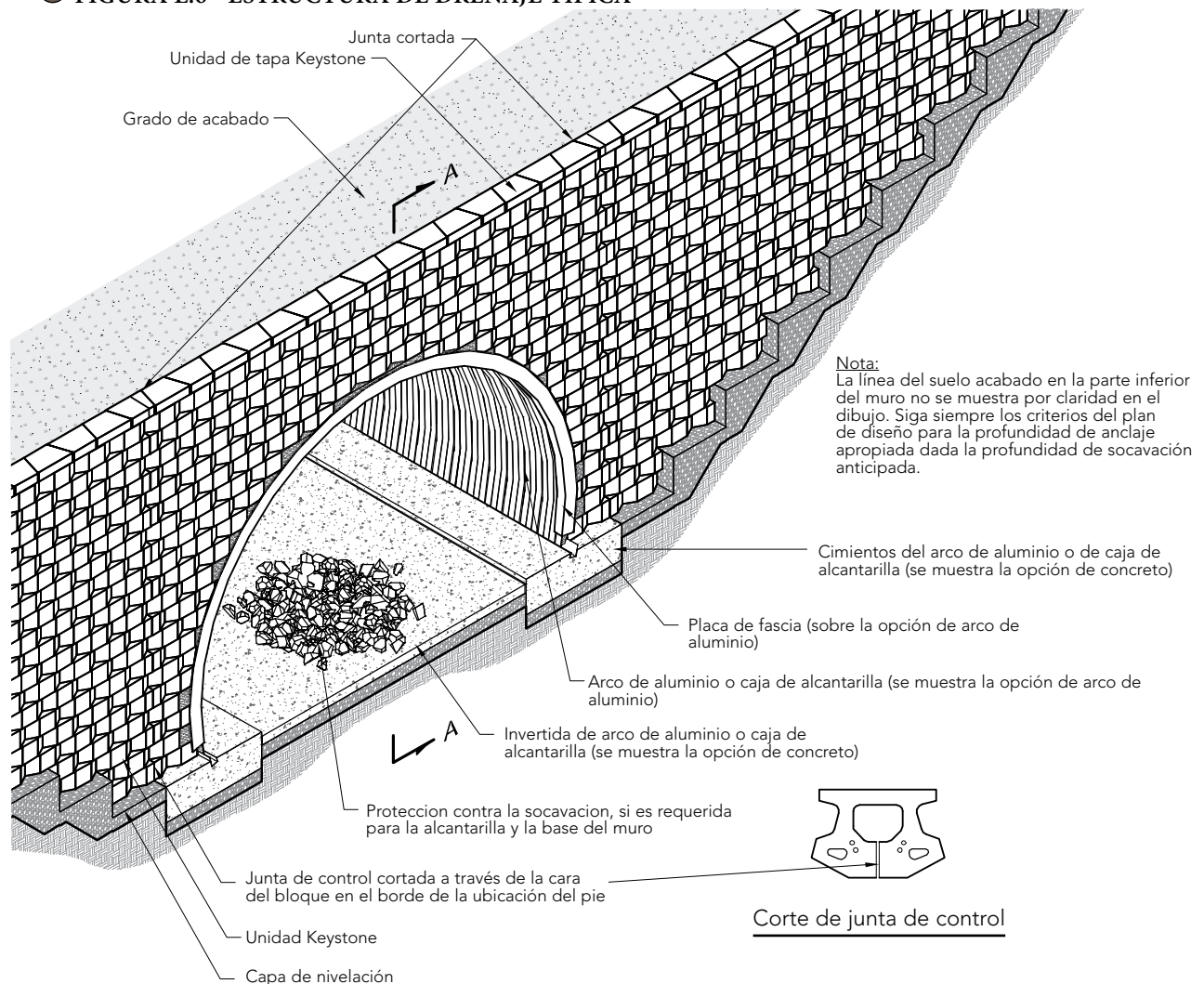
## Notas sobre la separación de la zona de tubería:

1. El relleno de agregado de drenaje en la zona de la tubería es piedra triturada de 3/8 de pulgada a 3/4 de pulgada (10 - 19 mm).
2. La tela de filtro geotextil debe colocarse a lo largo del arco y luego extenderse detrás de las unidades. Ver Figura E:7.

## KEYSTONE COMPAC®



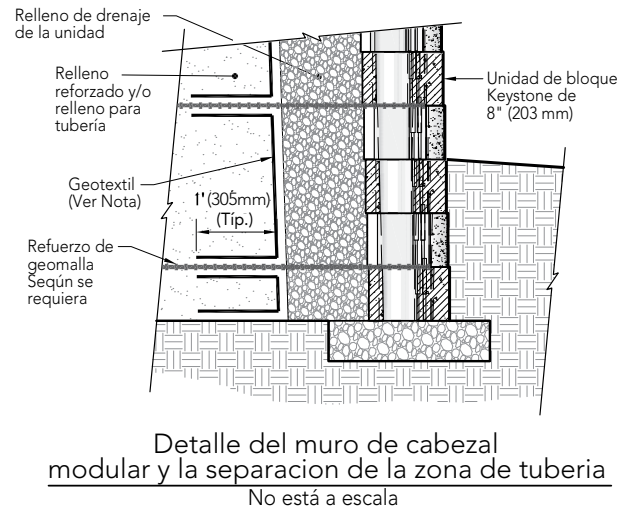
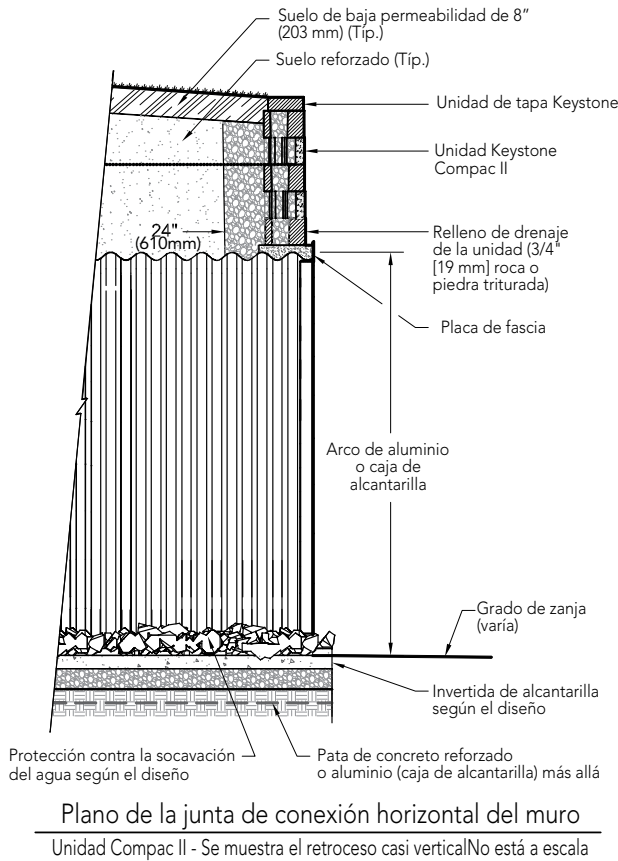
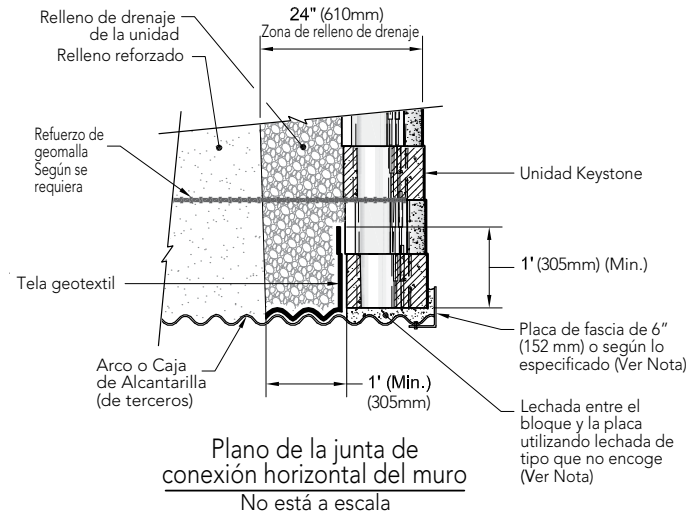
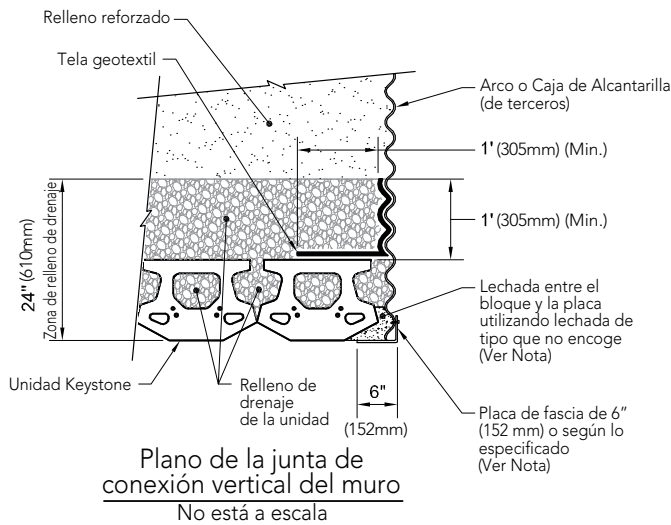
## FIGURA E:6 - ESTRUCTURA DE DRENAJE TÍPICA



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



**FIGURA E:7 - DETALLES DE LA ESTRUCTURA DE DRENAJE TÍPICA**



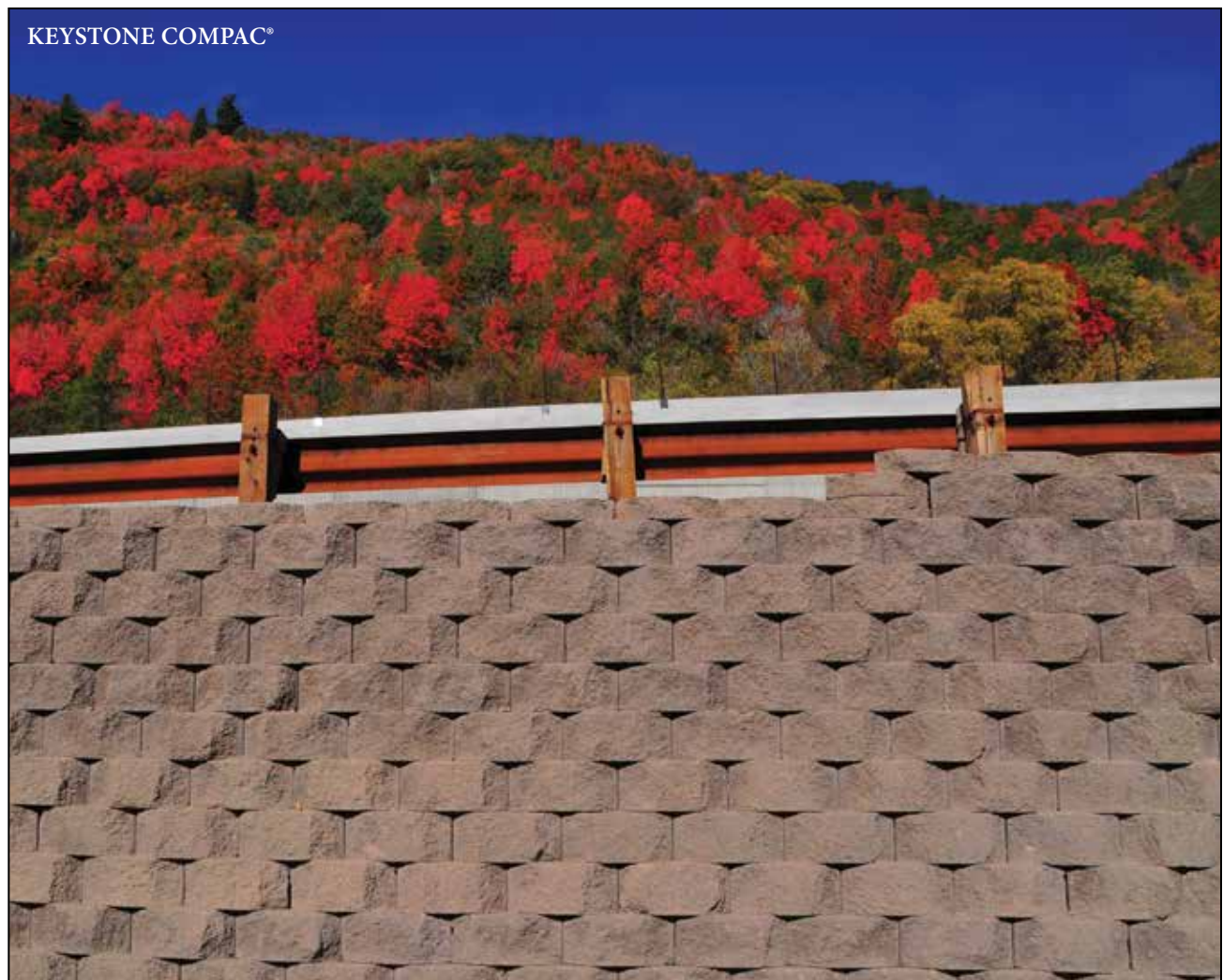
## Barreras: Introducción

Los muros Keystone pueden instalarse fácilmente con muchos tipos de sistemas de barrera. Hay dos tipos principales de barrera: dispositivos de protección de caídas para peatones y barreras de impacto vehicular.

Los dispositivos de protección de caídas para peatones vienen en varias formas como barandas, cercas o parapetos. La mayoría de los códigos de diseño públicos requieren alguna forma de protección para caídas cuando el muro de contención llega a una altura específica. Por favor, póngase en contacto con los funcionarios de construcción locales en su área para determinar si su muro de contención requiere un dispositivo de protección. Keystone recomienda instalar protección para caídas para todos los muros de más de 3 pies (0.9 m) de alto.

Los dispositivos de barrera vehicular típicamente caen dentro de dos categorías, flexibles y rígidos. Las barreras flexibles son el dispositivo de barrera de impacto de tráfico más común debido a la simplicidad de instalación y al hecho de que típicamente son más costo-efectivos que una opción rígida.

Cuando una barrera flexible no es una opción, típicamente debido al espacio insuficiente para instalar una valla de contención en la parte superior de un muro, la mejor solución es a menudo una barrera para tráfico de concreto fundido en el sitio (CIP). Las barreras para tráfico de concreto CIP se utilizan más comúnmente en aplicaciones del DOT, pero también pueden estar especificadas para aplicaciones de calles privadas con áreas de tráfico pesado. Las barreras de tráfico de concreto CIP pueden variar en gran medida, dependiendo del tipo de aplicación, la ubicación o los códigos de diseño. Consulte los detalles específicos en relación con las barreras de tráfico y los muros MSE con las agencias estatales del DOT.



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



Al instalar una baranda protectora con un muro Keystone hay tres normas importantes que deben cumplirse según lo ordenado por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway Transportation Officials, AASHTO).

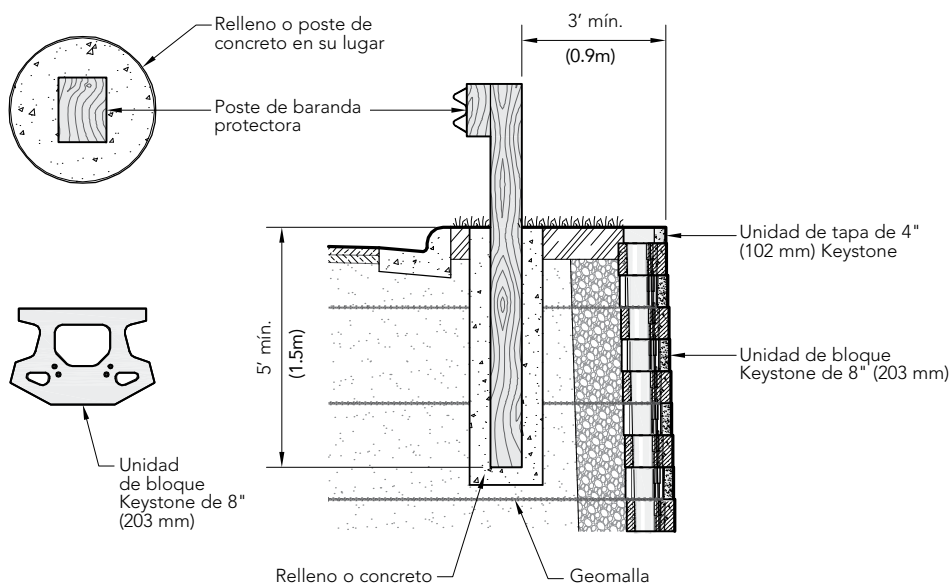
1. La baranda protectora debe colocarse a un mínimo de 3 pies (0.9 m) de la parte frontal del muro.
2. El poste de la baranda protectora debe enterrarse un mínimo de 5 pies (1.5 m) dentro del suelo.
3. La baranda protectora debe extenderse a través de un mínimo de dos capas de geomalla.

Hay diferentes métodos de instalación para una baranda protectora con un muro Keystone. Remítase siempre a los planos de ingeniería del proyecto para el método de instalación preferido.

1. Pueden instalarse mangas protectoras durante la construcción del muro para los postes de la cimentación de la baranda protectora.
2. Pueden instalarse postes de madera en el suelo taladrando después de la construcción del muro (instalar mangas protectoras durante la construcción del muro es el método preferido).
3. Pueden introducirse postes de acero en el suelo después de la construcción del muro.



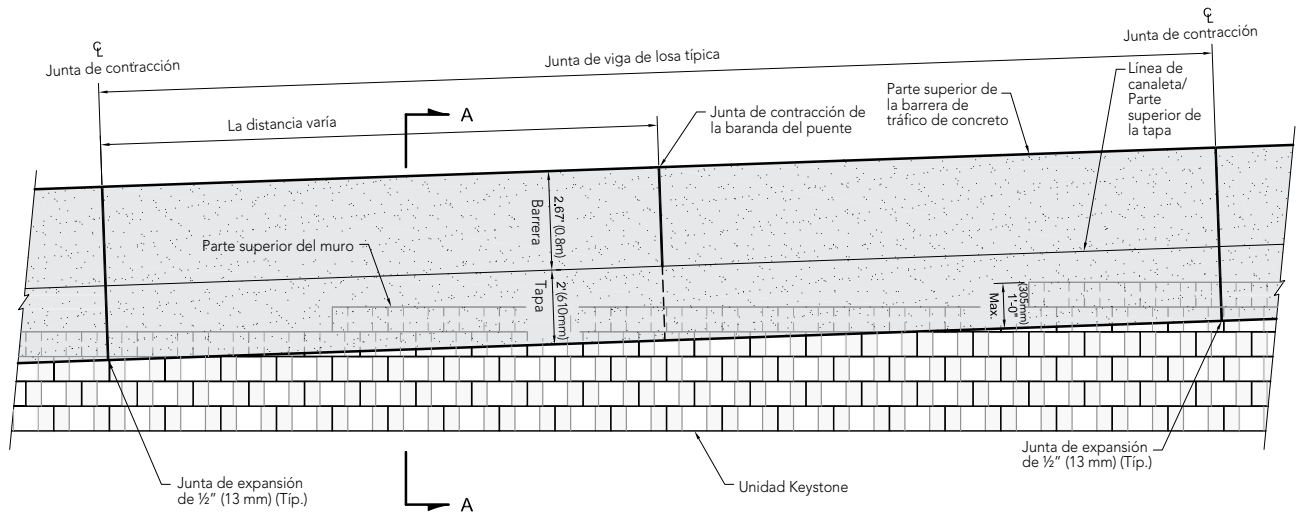
FIGURA E:8 - SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LA BARANDA PROTECTORA



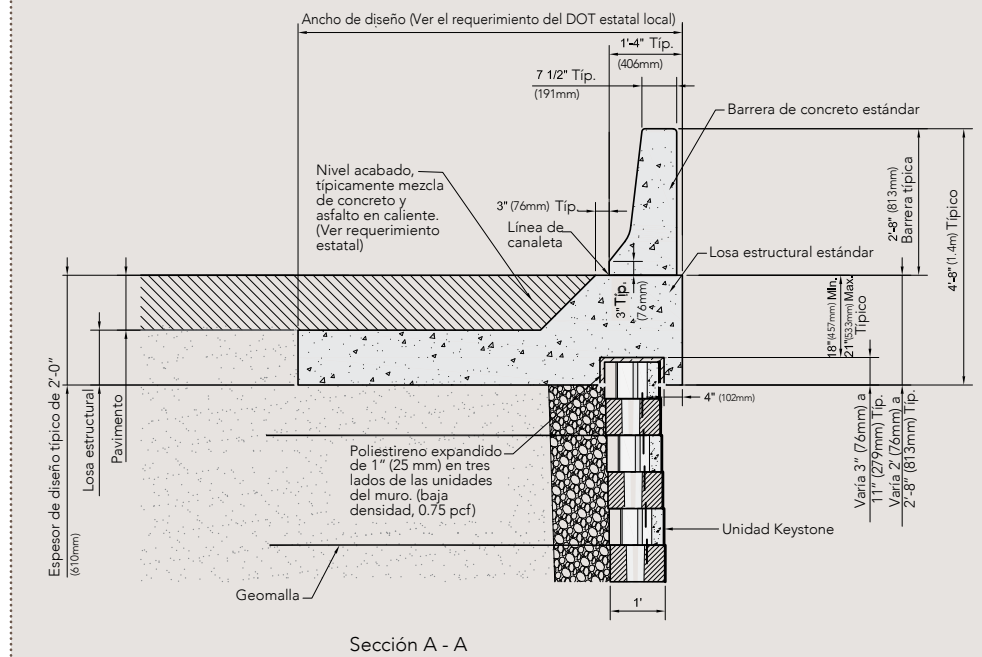
## Barreras: Barrera para tráfico en concreto fundido en el sitio

Los sistemas de barrera de tráfico en concreto sobre muros MSE son los más comúnmente utilizados en aplicaciones de autopistas. Estos sistemas de barrera constan de una barrera de tráfico colocada sobre un cimiento continuo o una losa estructural. En años recientes, la industria de los muros MSE ha visto considerables avances en la investigación y el desarrollo, un mejor entendimiento de la compleja naturaleza de la distribución de las cargas desde la barrera a través de los sistemas de muros. Como resultado de estos nuevos estudios y desarrollos, agencias estatales individuales han comenzado a desarrollar y diseñar barreras específicas y losas para cumplir con condiciones y códigos de diseño locales. Subsecuentemente, ya no hay un enfoque de "una talla para todos" en cuanto a los sistemas de barreras de tráfico sino, en cambio, más como una base de diseño general que cada estado utiliza para desarrollar detalles. Los detalles que se encuentran en esta sección pretenden mostrar el concepto básico de una interacción entre un muro MSE Keystone y una barrera. Para detalles más en profundo, por favor, visite o póngase en contacto con su agencia estatal del DOT.

**FIGURA E:9 - BARRERA DE TRÁFICO DE CONCRETO PARCIALMENTE FUNDIDAS EN EL LUGAR**



### SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA FIGURA E:9



#### NOTAS:

1. La losa de concreto y la barrera se muestran sólo para propósitos de concepto general. No se incluye el refuerzo de acero como parte de estos planos. Póngase en contacto con su DOT estatal para los detalles de barrera específicos de su estado.
2. Proporcione los materiales y lleve a cabo toda la obra de conformidad con las Especificaciones Estatales Estándar vigentes para la construcción.
3. Las dimensiones se proporcionan sólo con propósitos de referencia. Consulte los detalles del DOT estatal para las dimensiones específicas.



## Barreras: Barrera para tráfico en concreto fundido en el sitio



## Barreras: Opciones de cercados

Las cercas pueden colocarse en la parte superior de un muro Keystone con postes para cerca colocados detrás de las unidades Keystone. La elección, ubicación y cumplimiento de los códigos locales del sistema de protección de caídas apropiado es responsabilidad del propietario y del ingeniero del sitio. Siga estos procedimientos para la instalación apropiada de postes para cercas con muros Keystone.

1. Instale el muro Keystone según las instrucciones de instalación generales.
2. Los postes para cercas colocados detrás de las unidades Keystone pueden instalarse y anclarse utilizando diferentes métodos de instalación.
3. Estos detalles también pueden utilizarse para las unidades Keystone Standard.

FIGURA E:10 - DESPLAZAMIENTO TÍPICO DEL POSTE DE LA CERCA

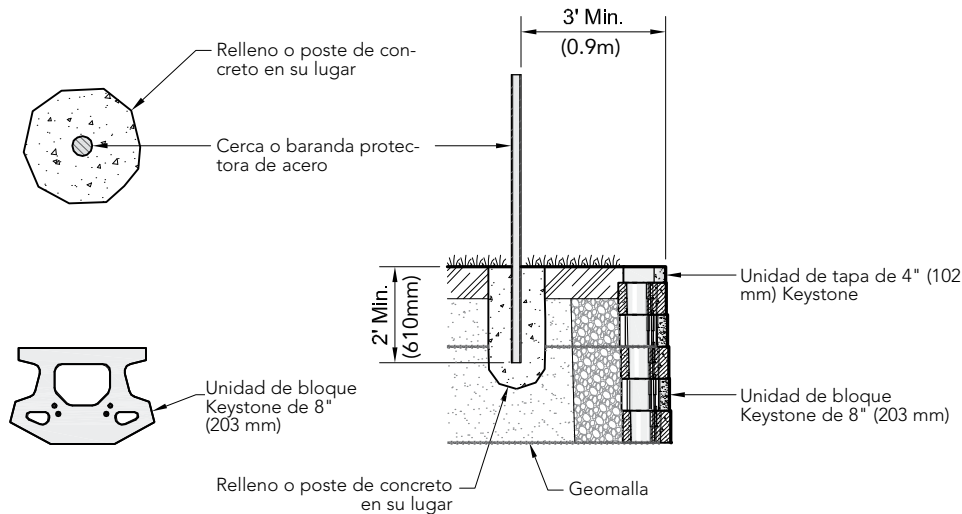


FIGURA E:11 - PASARELA Y CERCA INTEGRADA

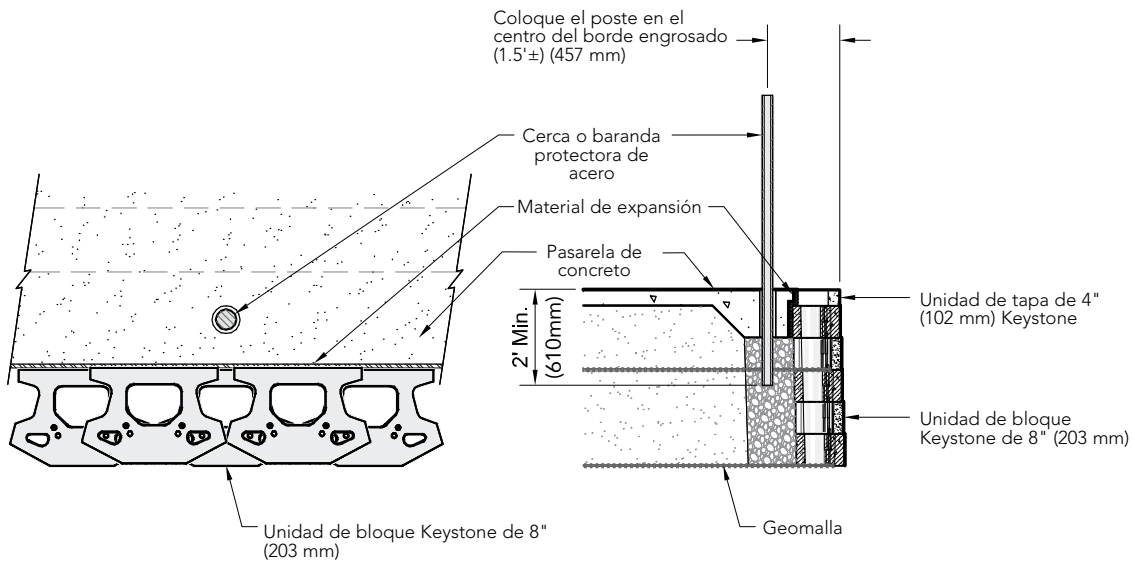
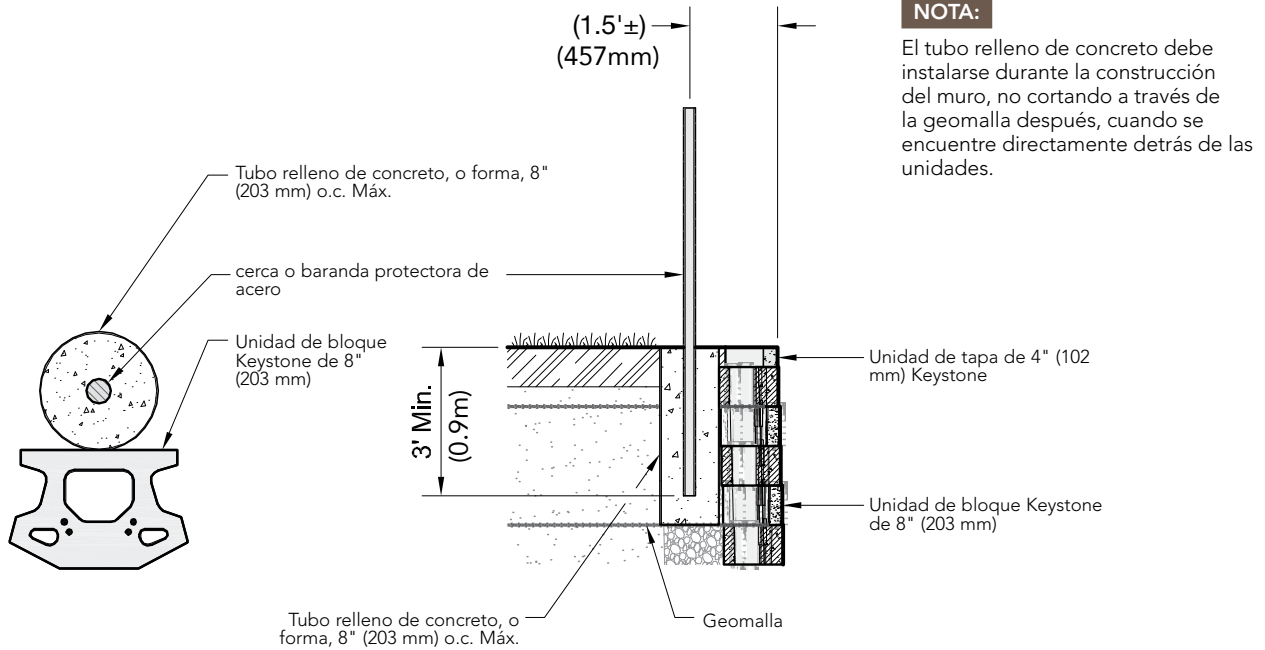




FIGURA E:12 - DESPLAZAMIENTO MÍNIMO DE LA CERCA



## Barreras: Instalación de cercas especiales - Sólo unidad estándar

Las unidades Keystone Standard se recomiendan siempre en situaciones donde se consideren barandas protectoras para montaje directo sobre el sistema del muro. La unidad Keystone Standard típicamente es lo suficientemente grande como para satisfacer una carga IBC mínima en el poste de 20 plf o 200 lbs (91 kg), siempre y cuando el poste esté cementado en las tres hileras superiores como se muestra a continuación. La resistencia al cortante de las unidades Standard (> 1000 plf) excede las fuerzas de impulso (20 plf) por un amplio margen en una aplicación de muro por gravedad y no es una evaluación crítica. La baranda protectora no debe exceder la altura máxima de 42 pulgadas (1.1 m) por encima de las unidades.

FIGURA E:13 - BARANDA PROTECTORA MONTADA DE FORMA DIRECTA EN UN MURO DE UNIDADES STANDARD - CASI VERTICAL

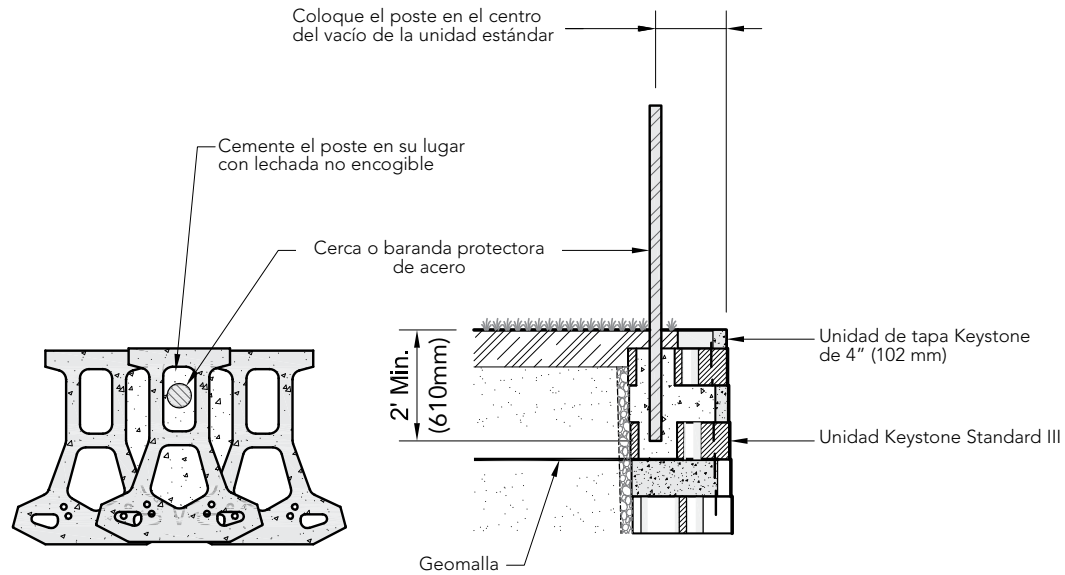
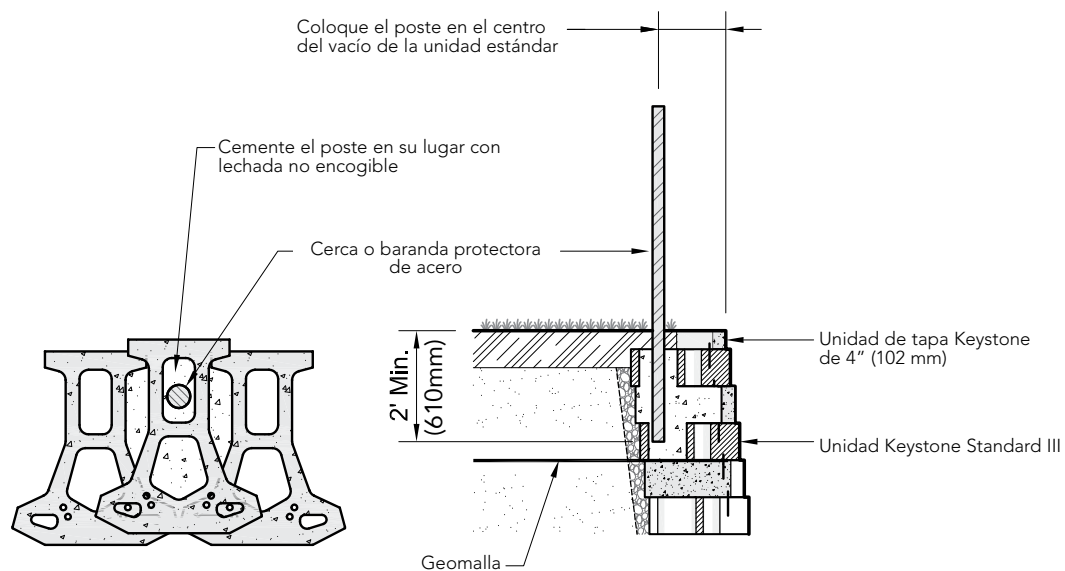


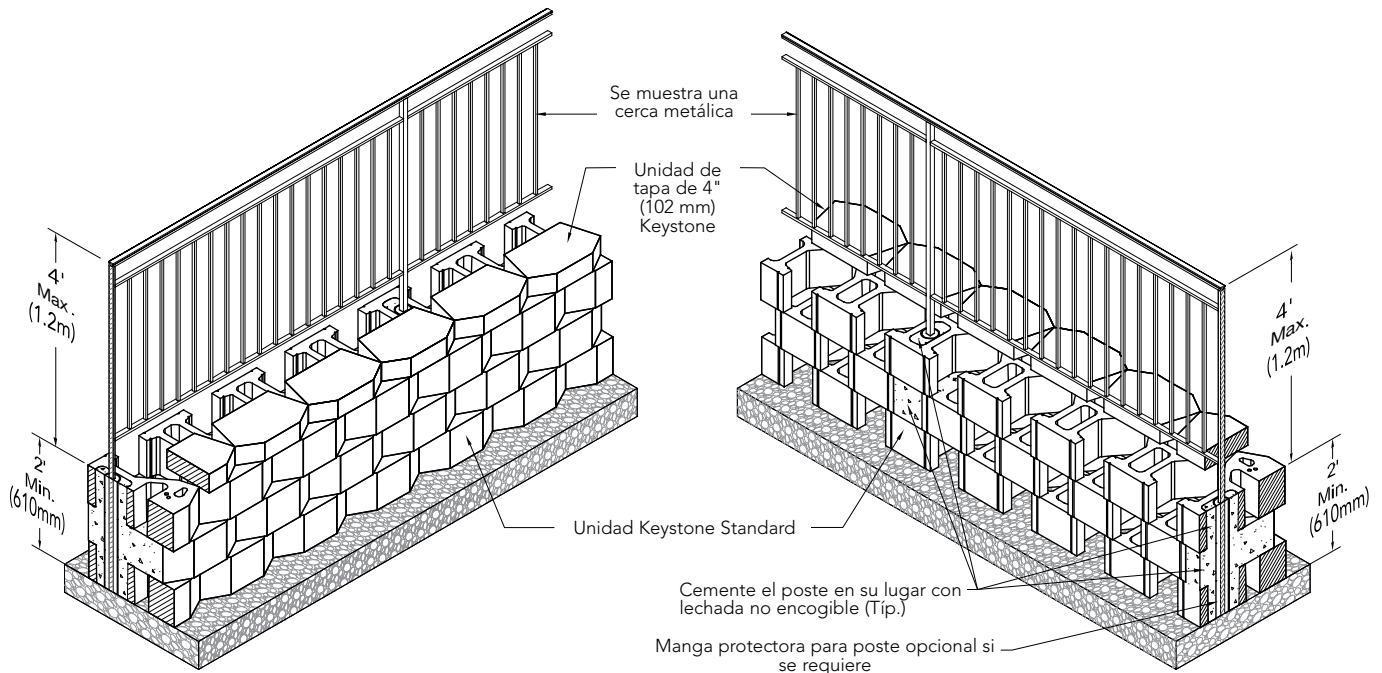
FIGURA E:14 - BARANDA PROTECTORA MONTADA DE FORMA DIRECTA EN UN MURO DE UNIDADES STANDARD - 1" DE RETROCESO



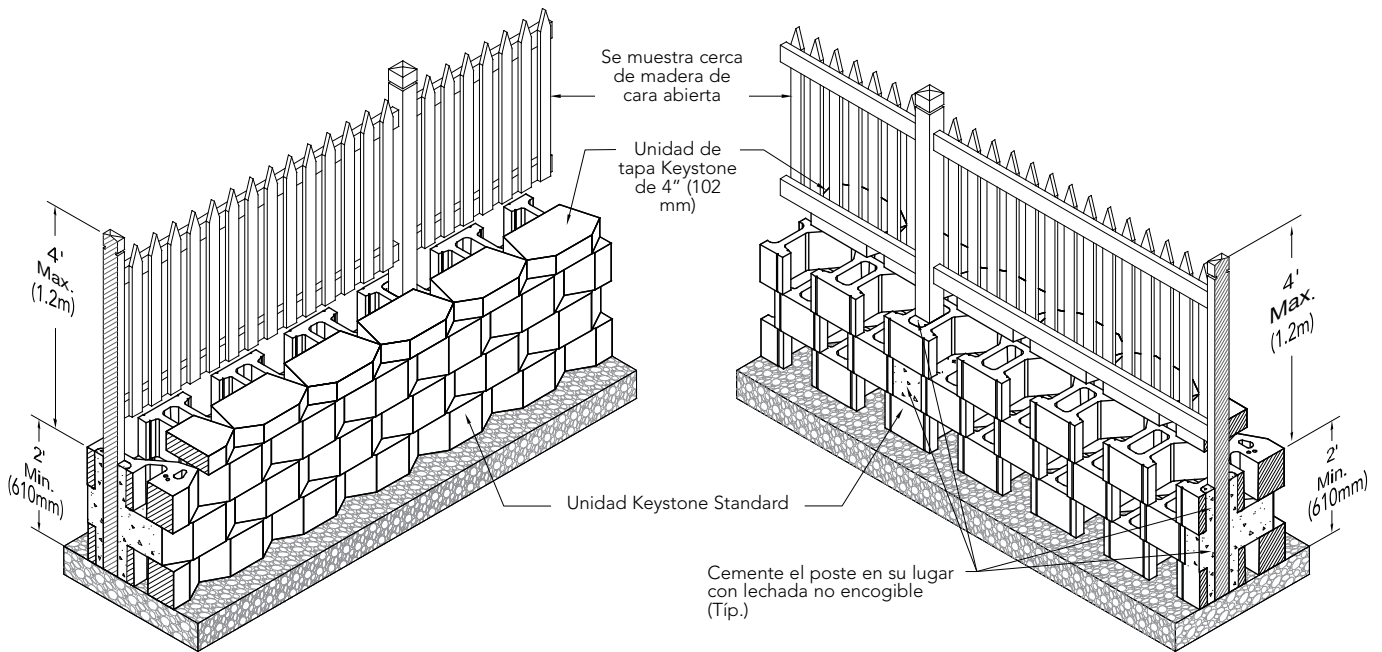


## Barreras: Instalación de cercas especiales - Sólo unidad estándar

**FIGURA E:15 - POSTE REDONDO**  
(El tamaño del poste no debe exceder las 3" [76 mm] de diámetro)



**FIGURA E:16 - POSTE CUADRADO**  
(El tamaño del poste incrustado en las unidades no debe exceder 3" x 3" [76 mm x 76 mm])



## Barreras: Parapeto

Los muros de parapeto, espalda contra espalda, se colocan algunas veces sobre los muros Keystone. Las figuras E:17 a E:20 ilustran el concepto de disposición y diseño del muro de parapeto. Debe tenerse cuidado de compactar apropiadamente el relleno del muro y la columna de drenaje de 24" (610 mm) detrás del muro para minimizar el asentamiento y la inclinación del parapeto.

FIGURA E:17 - DIBUJOS TÍPICOS DE LAS HILERAS CON PARAPETO

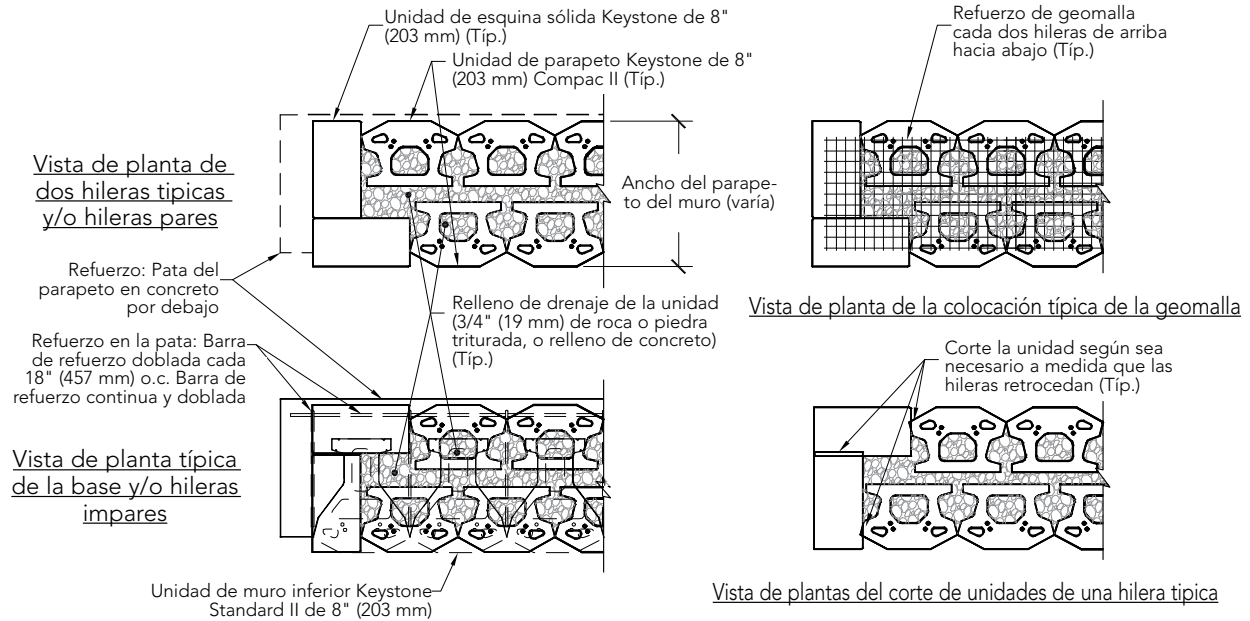
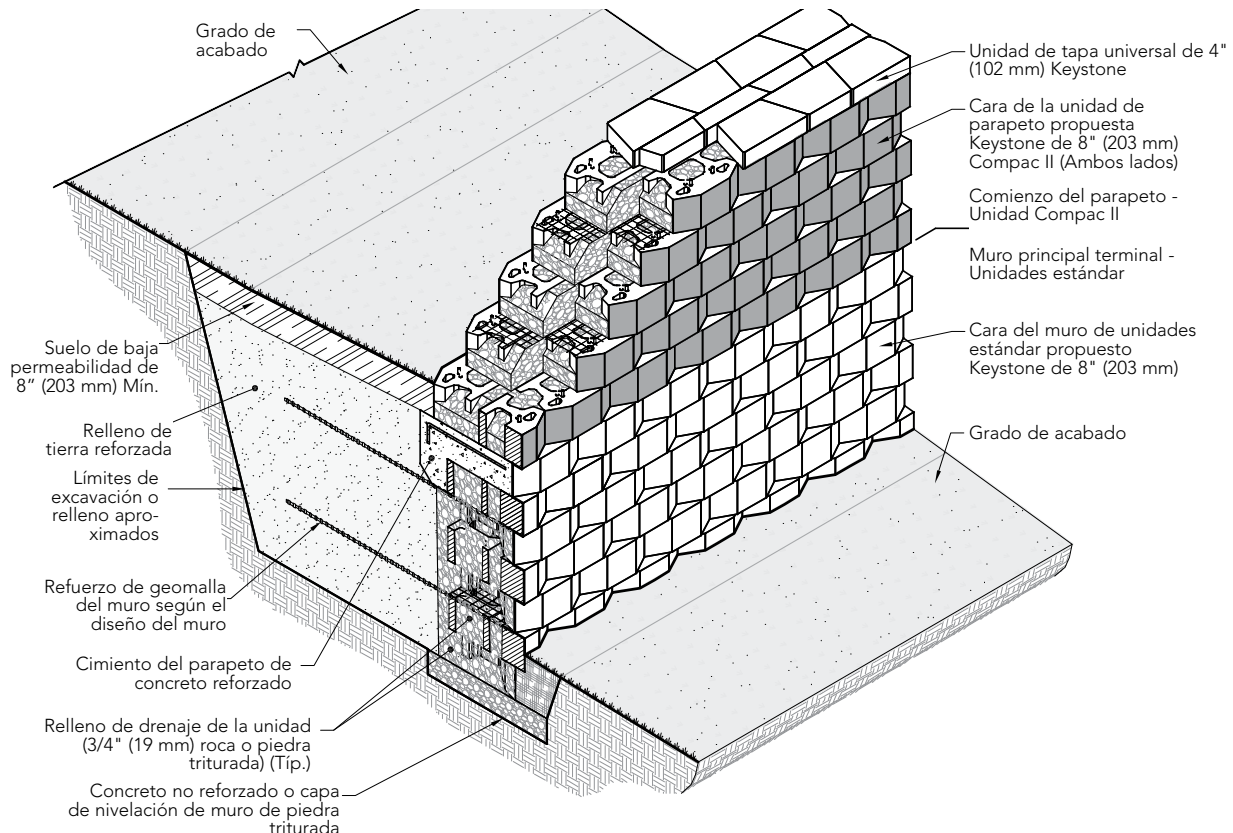


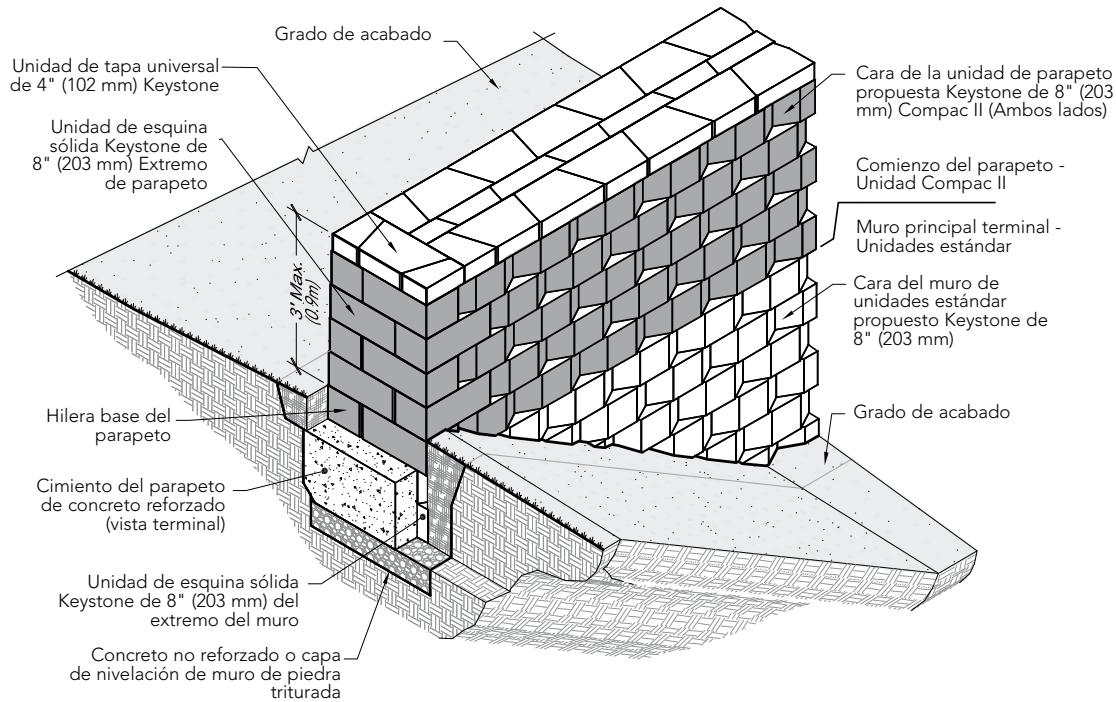
FIGURA E:18 - VISTA DE LA SECCIÓN DEL MURO/PARAPETO (UNIDADES STANDARD Y COMPAC)



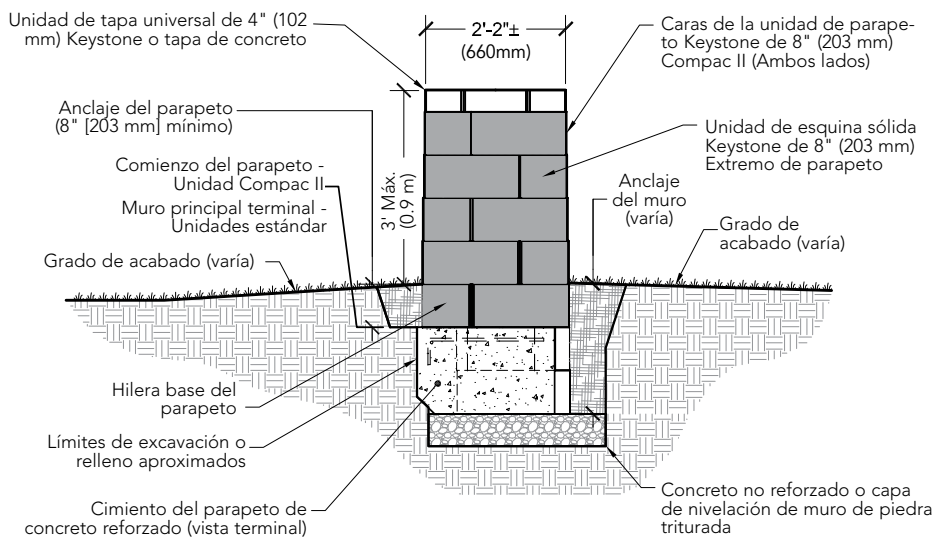
La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



**FIGURA E:19 - TAPA DEL MURO/PARAPETO Y VISTA DE LA SECCIÓN TERMINAL (UNIDADES STANDARD Y COMPAC)**



**FIGURA E:20 - VISTA DE LA SECCIÓN FINAL DEL PARAPETO**



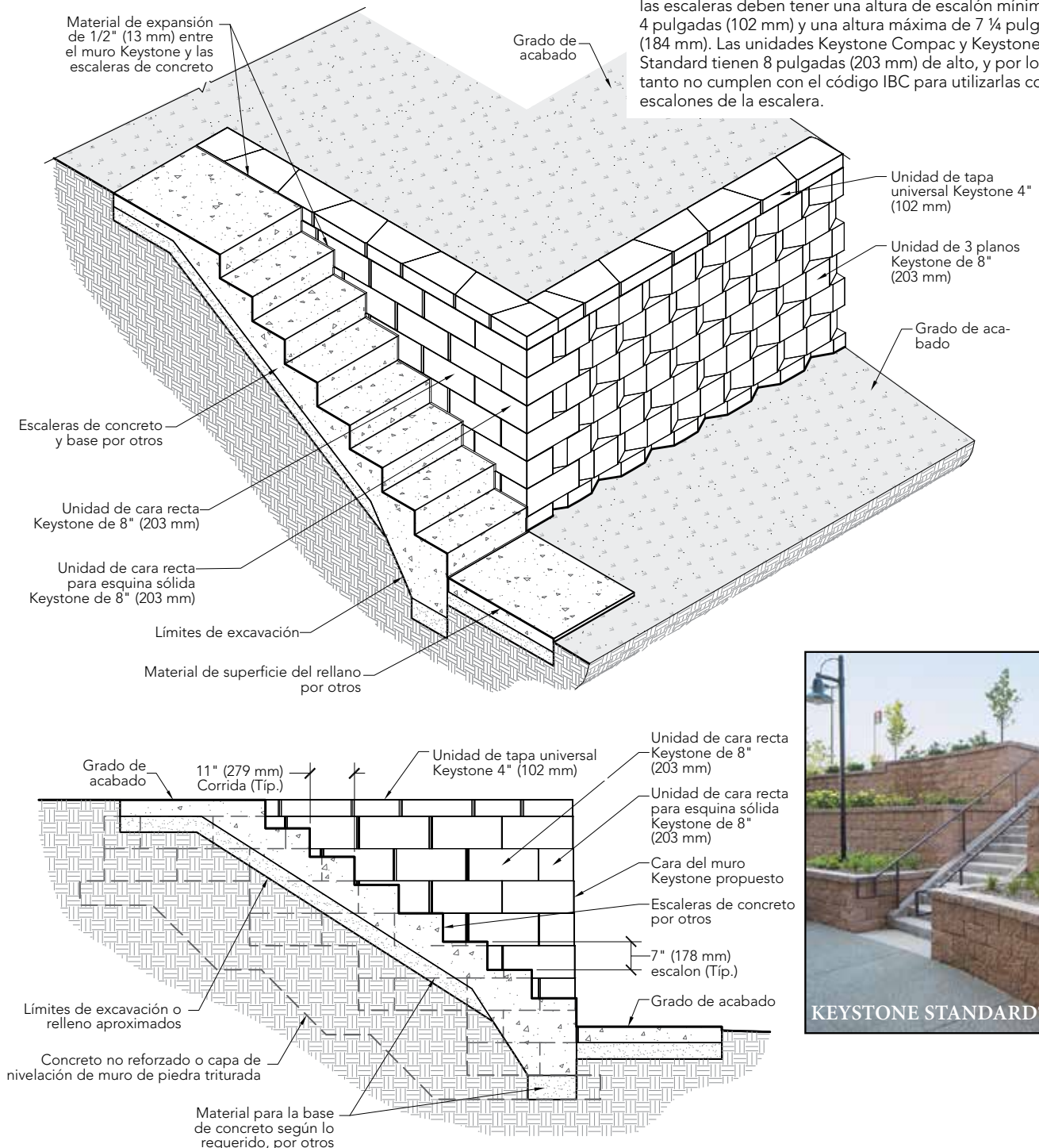
# Instalación de escalones y escaleras

Los muros de Keystone pueden construirse con facilidad para incorporar escaleras de concreto CIP dentro de los sistemas de muro. Las escaleras pueden diseñarse para incorporarse en un retorno de muro de 90 grados (ver Figura E:21), o para proyectarse de la cara del muro (ver Figura E:24). Construya el muro Keystone según el diseño. Cuando se proponga una escalera, cree una esquina externa de 90° con unidades de cara recta y esquina Keystone. Construya las escaleras de concreto CIP según los planos del proyecto, asegurándose de incluir una junta de expansión de ½ pulgada (13 mm) entre las escaleras y las unidades Keystone.

## NOTA:

El Código Internacional de Construcción (IBC) indica que las escaleras deben tener una altura de escalón mínima de 4 pulgadas (102 mm) y una altura máxima de 7 ¼ pulgadas (184 mm). Las unidades Keystone Compac y Keystone Standard tienen 8 pulgadas (203 mm) de alto, y por lo tanto no cumplen con el código IBC para utilizarlas como escalones de la escalera.

**FIGURA E:21 - DETALLES DE ESCALERA INCRUSTADA**



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



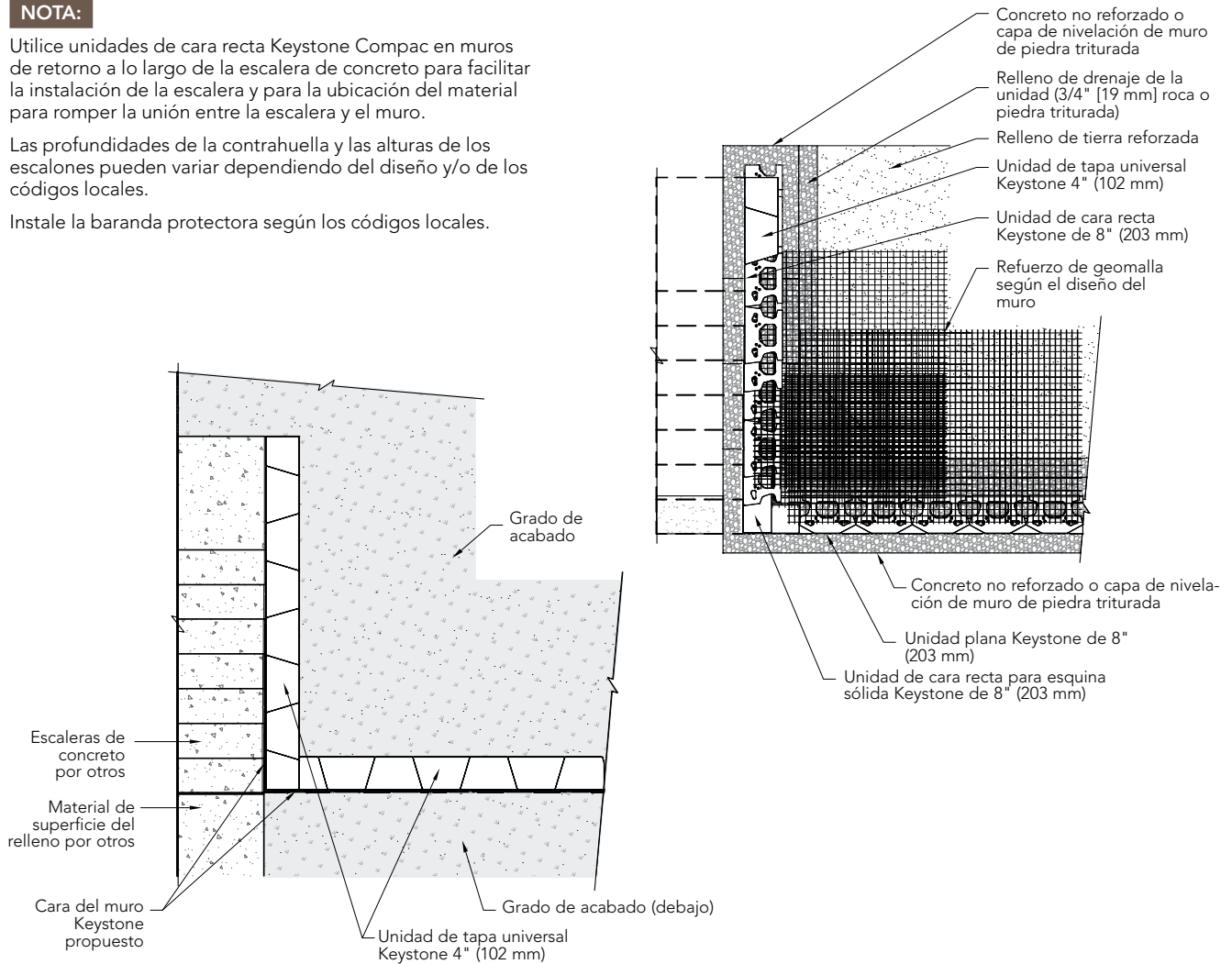
**FIGURA E:22 - ESCALERA EN LAS VISTAS DE PLANTA DE DETALLE DEL MURO**

**NOTA:**

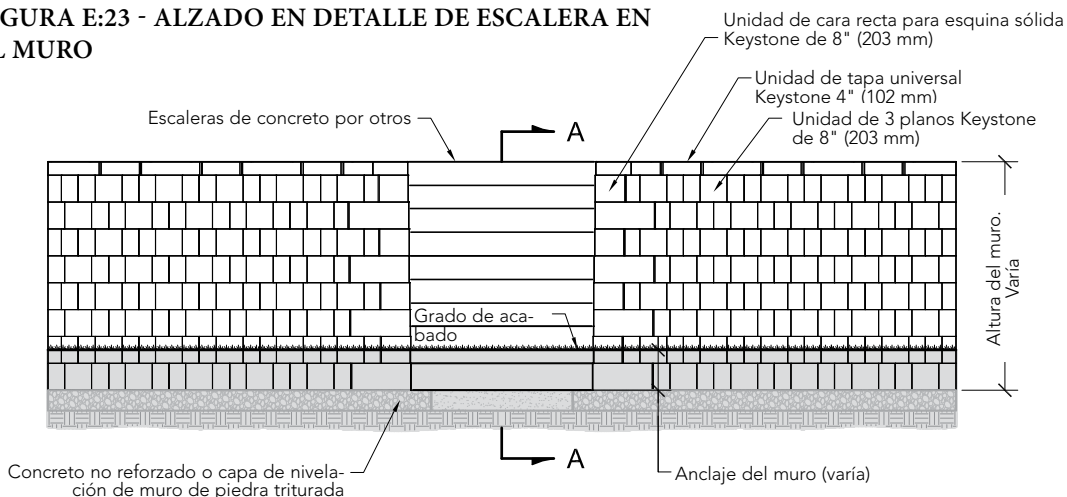
Utilice unidades de cara recta Keystone Compac en muros de retorno a lo largo de la escalera de concreto para facilitar la instalación de la escalera y para la ubicación del material para romper la unión entre la escalera y el muro.

Las profundidades de la contrahuella y las alturas de los escalones pueden variar dependiendo del diseño y/o de los códigos locales.

Instale la baranda protectora según los códigos locales.

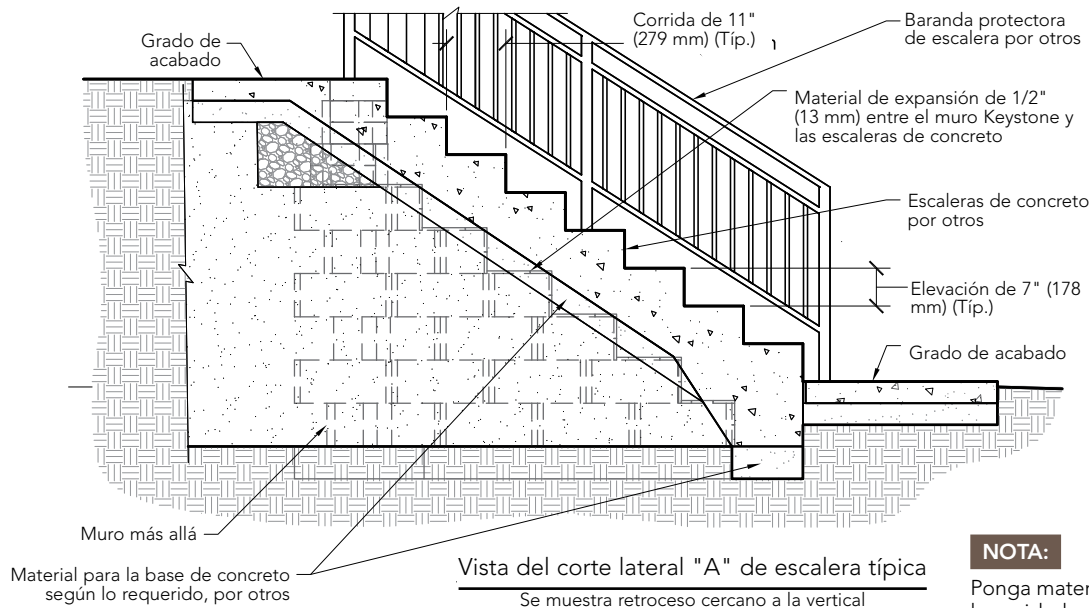


**FIGURA E:23 - ALZADO EN DETALLE DE ESCALERA EN EL MURO**



# Instalación de escalones y escaleras

**FIGURA E:24 - DETALLES DE ESCALERA PROYECTADA**

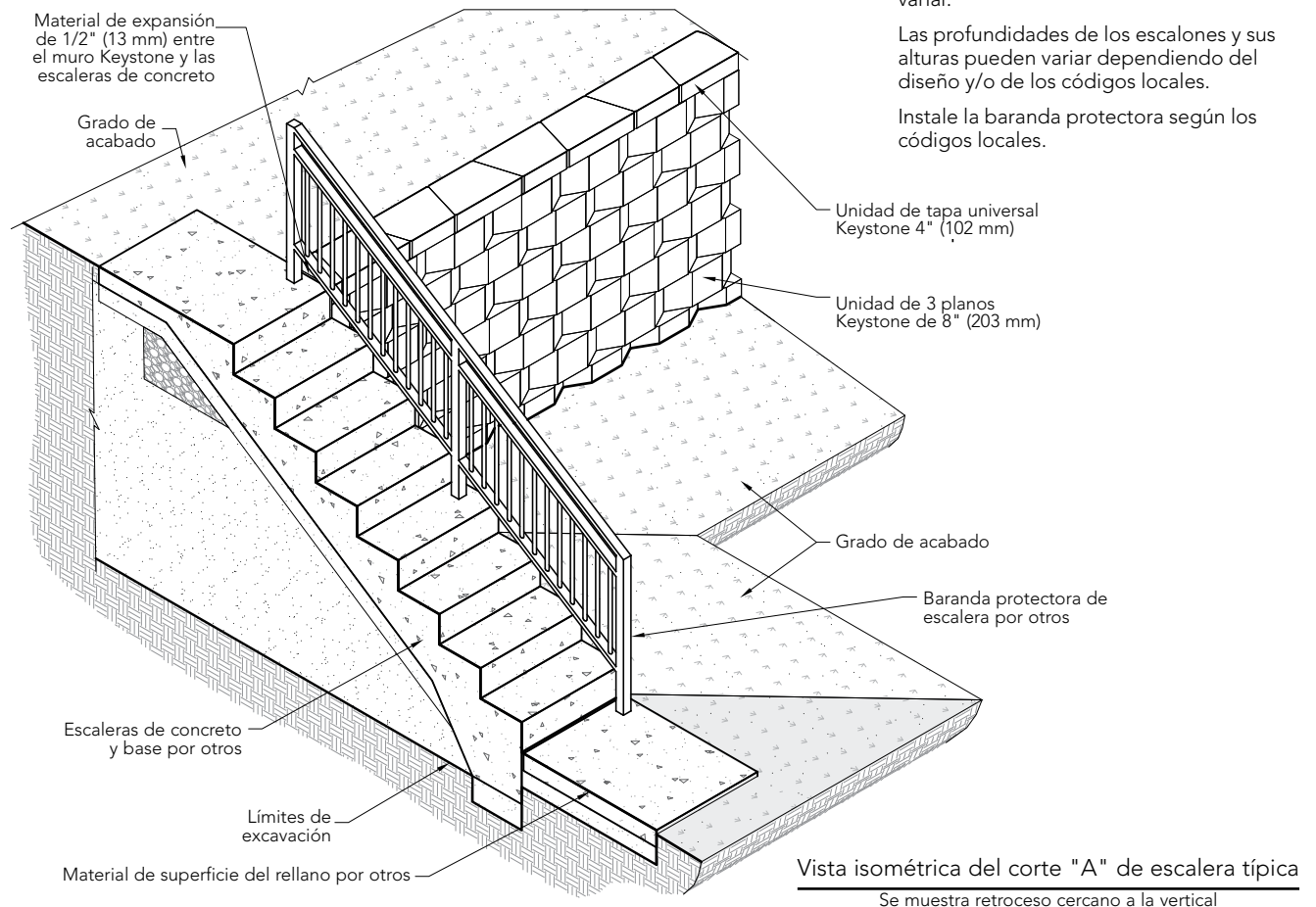


**NOTA:**

Ponga material para cortar la unión entre las unidades Keystone y la escalera de concreto. El diseño de la escalera puede variar.

Las profundidades de los escalones y sus alturas pueden variar dependiendo del diseño y/o de los códigos locales.

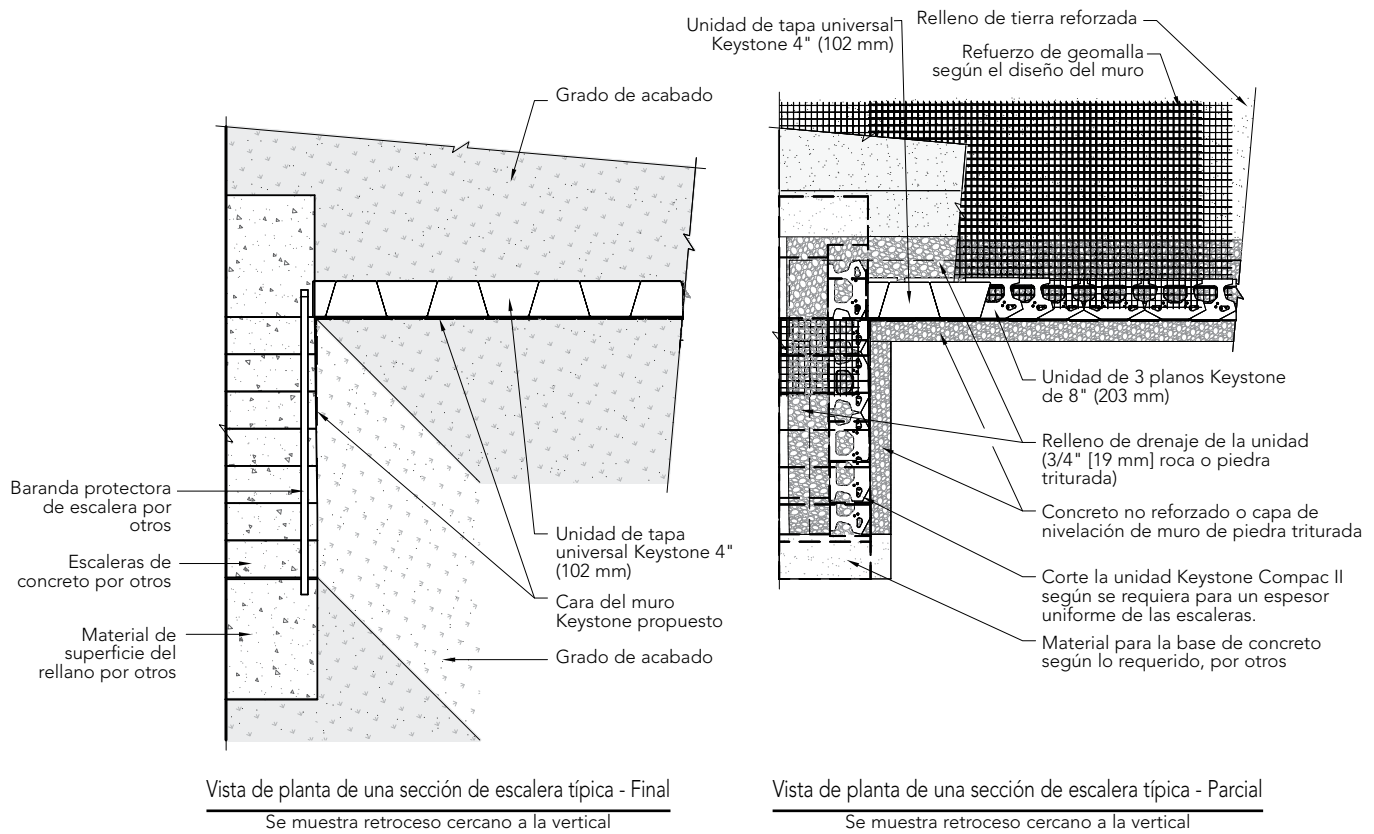
Instale la baranda protectora según los códigos locales.



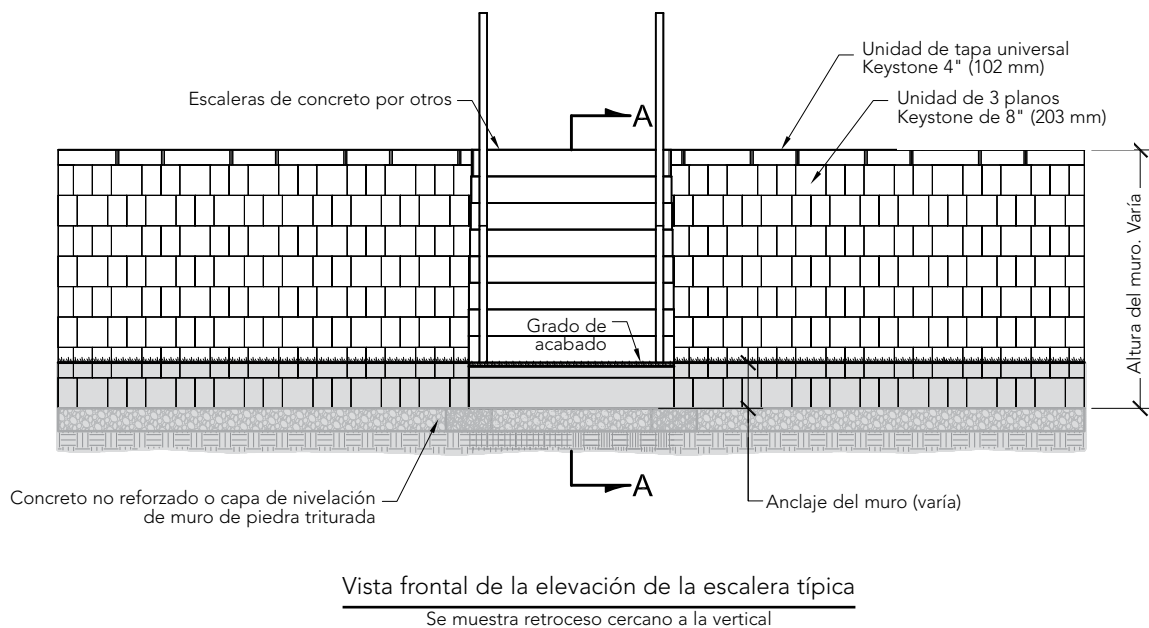
La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



**FIGURA E:25 - VISTAS DE DETALLE DE PLANTA DE ESCALERA ENFRENTÉ DEL MURO**



**FIGURA E:26 - ALZADO EN DETALLE DE ESCALERA EN FRENTE DEL MURO**

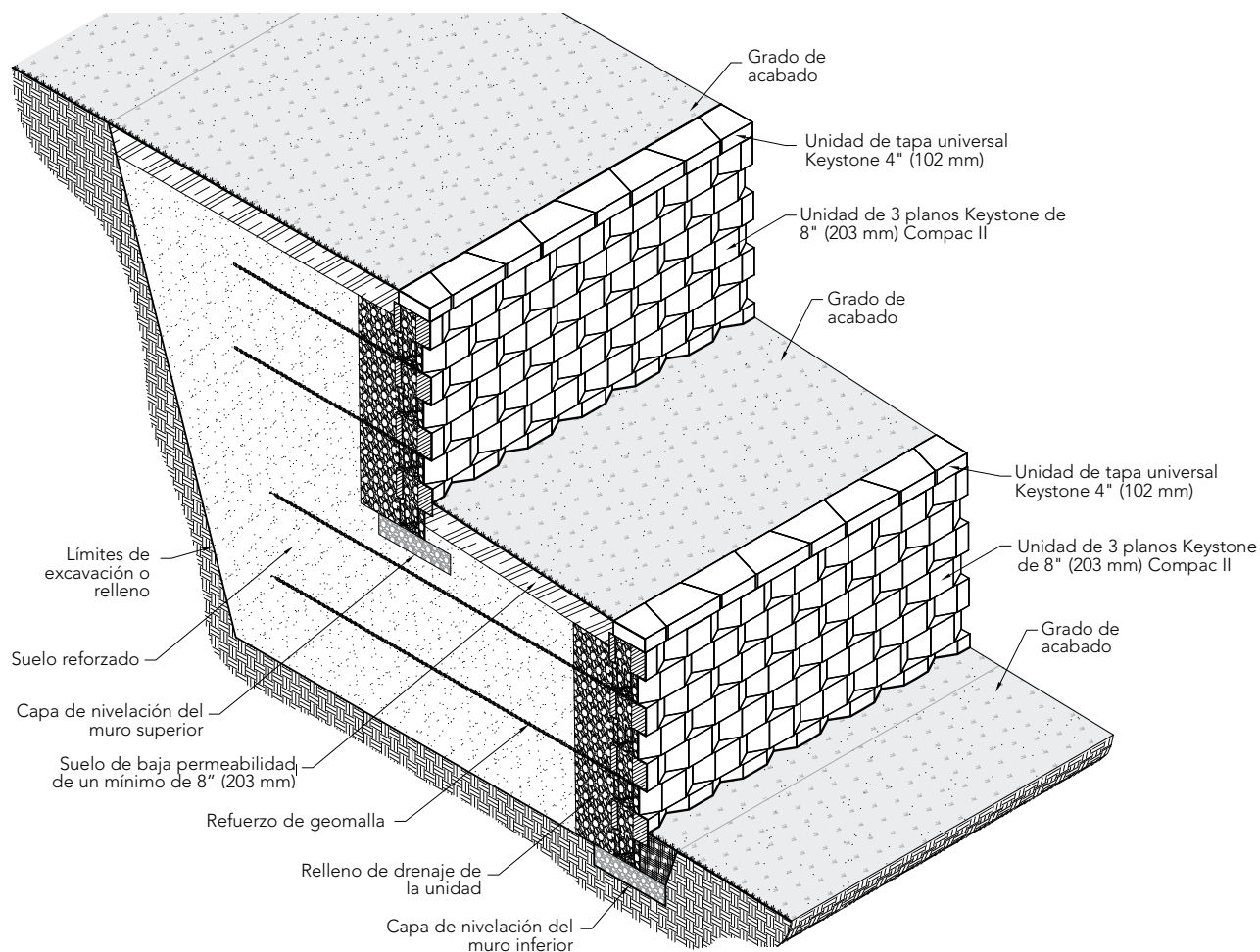


## Aplicación de muro en terrazas

Los muros en terrazas Keystone pueden proporcionar una solución visualmente atractiva a los cambios de nivel. Las condiciones de pendiente por debajo, entre y por encima de los muros, las condiciones del suelo y la distancia horizontal entre los muros tienen un impacto sobre el diseño de los muros en terraza. En muchos casos, las longitudes de geomalla del muro inferior serán mayores de lo típico para satisfacer los requisitos de estabilidad. Consulte siempre con un profesional de diseño calificado para asistencia con los muros en terraza.



FIGURA E:27 - ISOMÉTRICO DE UN MURO EN TERRAZA TÍPICO.



La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.





# Reparación de muros

**PROBLEMA:** Unidad dañada o agrietada en el muro.

**SOLUCIÓN:** Para grietas menores, rellene la abertura con material epóxico para construcción y utilice un poco de polvo de concreto o de color similar. Utilice una pieza triturada de otra unidad Keystone.

Para muros de baja altura, desmantele las unidades hasta la(s) unidad(es) rota(s) y reemplace con unidades nuevas. Vuelva a construir el muro colocando relleno en el núcleo y relleno con la compactación necesaria hasta cubrir el muro como se muestra en el detalle anterior.

Para muros más altos, o donde no sea práctico desmantelarlos, siga los pasos que se muestran en los detalles a continuación. (Ver Figura E:29)

FIGURA E:28 - REEMPLACE LA UNIDAD AGRIETADA

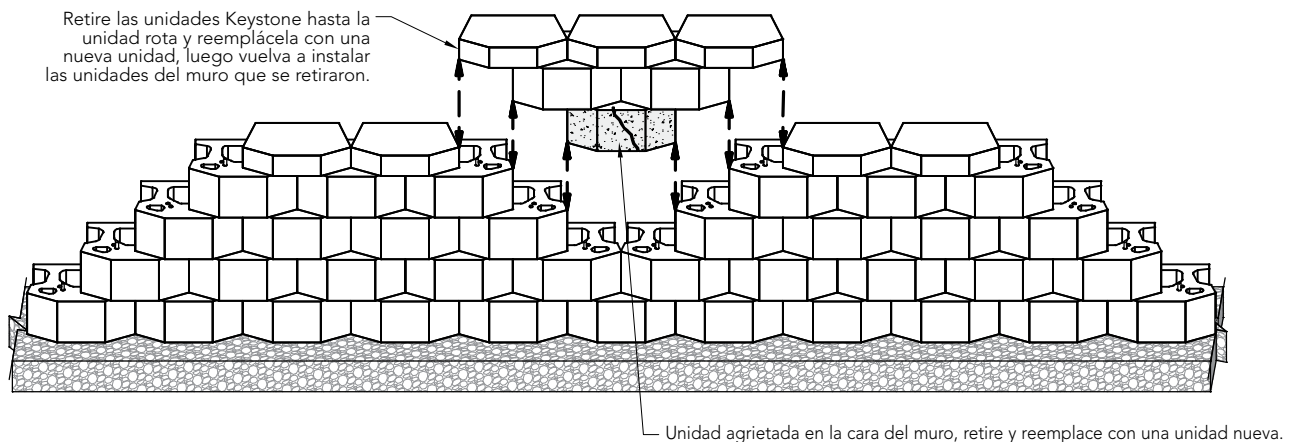
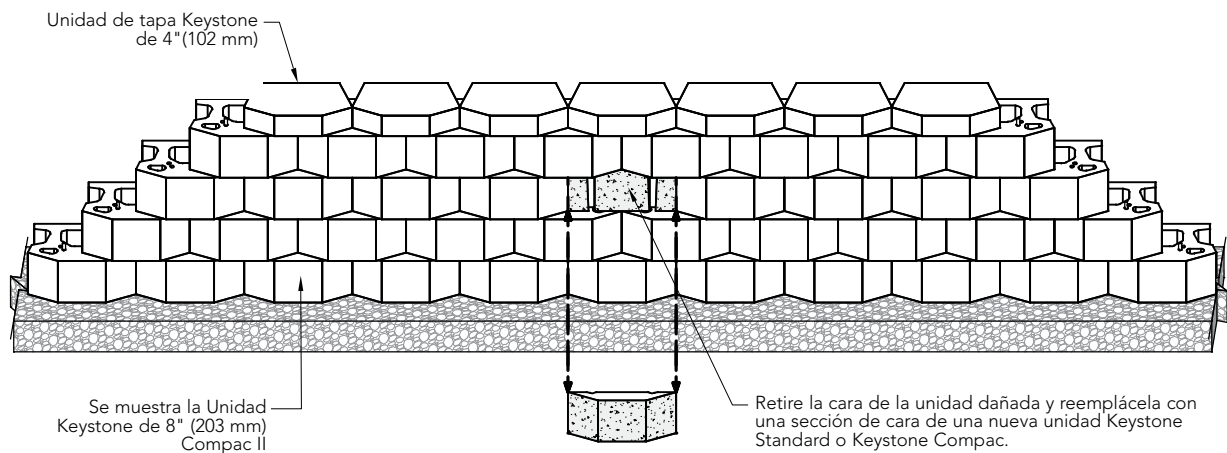
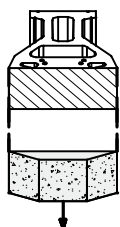


FIGURA E:29 - REEMPLACE SÓLO LA CARA DE LA UNIDAD - PARA MUROS MÁS ALTOS

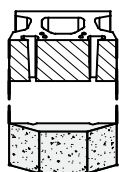


Unidad  
Keystone  
Standard

Unidad  
Keystone  
Compac



o



## NOTAS:

La solución permite que el muro permanezca intacto. No se interrumpe la estructura del muro con tierra reforzada con geomalla.

Corte la sección de la cara de una unidad Keystone Standard o Keystone Compac para utilizarla como cara de reemplazo e insertarla en el espacio que se retiró. Adhiera la sección de la cara a la unidad cortada con adhesivo de concreto para exteriores.

La información contenida aquí ha sido compilada por Keystone Retaining Wall Systems® LLC y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario. Un ingeniero calificado debe llevar a cabo el diseño y el análisis estructural.



FIGURA E:30 - LÍMITES TÍPICOS DE PLANTACIÓN

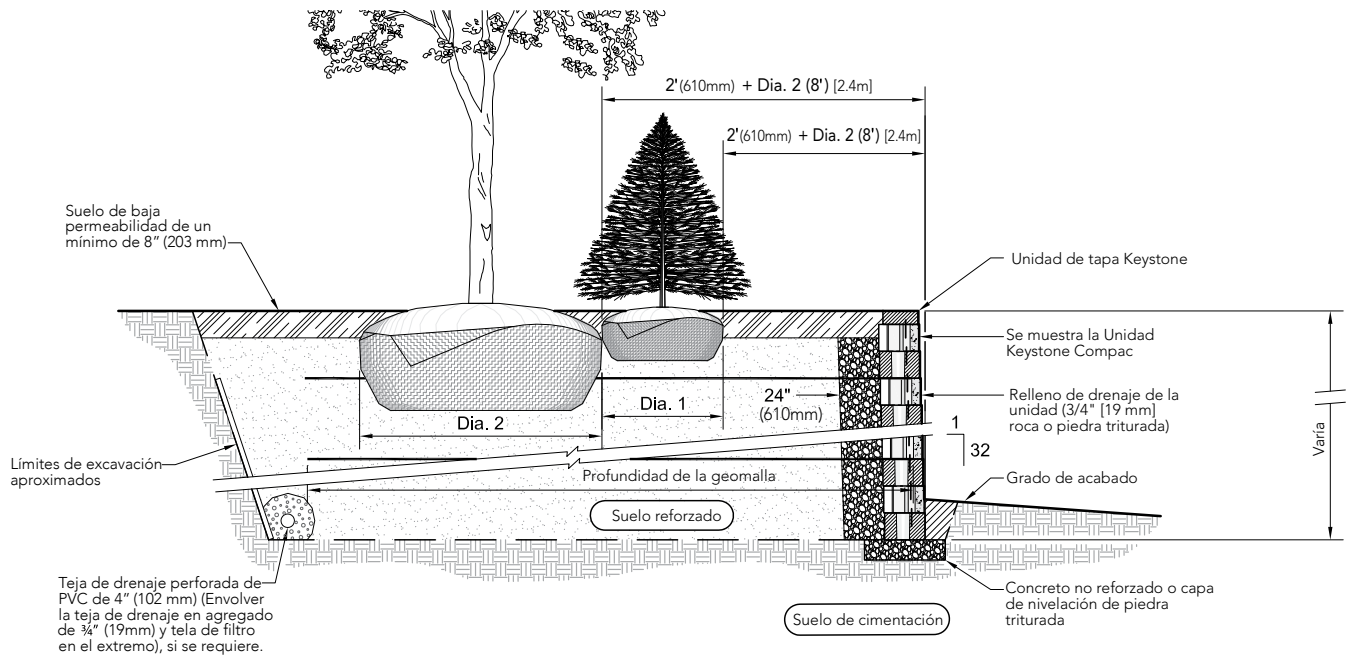
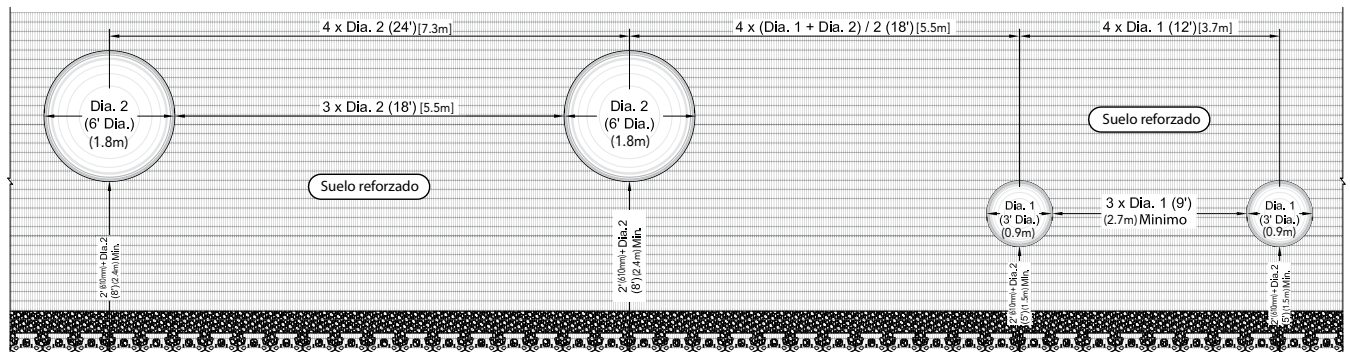


FIGURA E:31 - LÍMITES TÍPICOS DE PLANTACIÓN



## NOTAS:

Todos los desplazamientos de plantación serán de un mínimo de 2 pies (610 mm) + el diámetro de la abertura para la raíz, medidos desde la cara del muro.

El espacio lateral entre aberturas será de un mínimo de 3 x el diámetro de la abertura.

Sólo pueden cortarse las dos capas superiores de geomalla para permitir la plantación de un árbol. Evite perturbar el refuerzo adyacente.

Si los árboles se dejan cerca entre ellos y el corte de la geomalla se vuelve excesivo, consulte con su representante Keystone.

Debe tenerse extrema precaución si se instalan sistemas de irrigación directamente detrás del muro para no dañar el refuerzo del suelo durante la instalación, o tener fugas potenciales en el sistema del muro de contención. Las líneas de irrigación que tienen fugas pueden saturar el relleno y crear presión hidrostática y movimiento del muro.

Utilice una barrera de control de raíces según lo requerido para evitar presiones causadas por las raíces o su crecimiento a través de las unidades de concreto Keystone.

Los números en paréntesis son sólo como ejemplo.

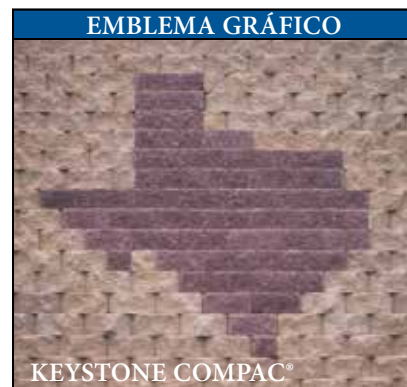
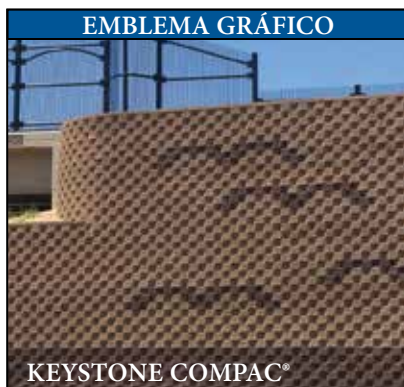
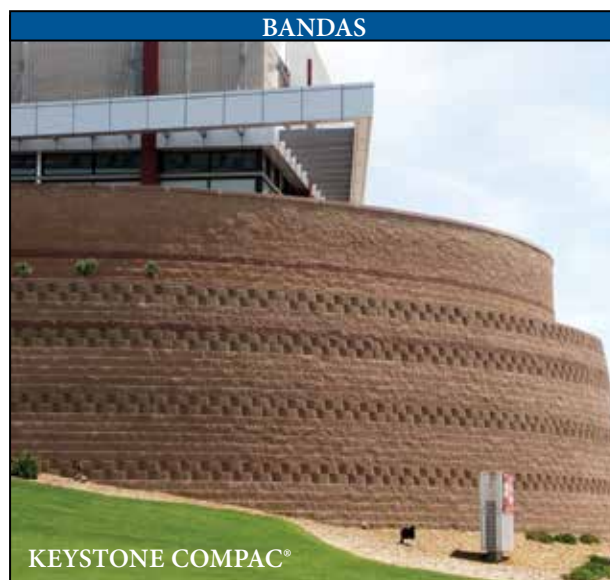
## Opciones creativas

Añada detalles distintivos a cualquier muro de contención Keystone. Para acentos de diseño sutiles, varíe la textura de las unidades en patrones geométricos mientras mantiene el color elegido en las unidades Keystone. Las combinaciones de textura pueden esculpirse en tres planos mezcladas con unidades rectas divididas. Pueden ocurrir acentos dramáticos cuando se combinan unidades con esquemas de color complementarios y/o contrastantes. Consulte con su fabricante/distribuidor local los colores estándar, la disponibilidad de colores personalizados, los precios y las opciones de textura de unidades disponibles por región.

### Opciones adicionales

- » Emblema gráfico específico (por ejemplo, un logotipo, la forma de un estado, una imagen, etc.).
- » Varias uniones (por ejemplo, Flamenco), barras diagonales, figuras geométricas repetidas, bandas horizontales, bandas en forma de escalera, etc.

Utilice estas características para coordinar los muros de contención de jardinería con acentos en la arquitectura del edificio (por ejemplo, hileras en forma de cintas, bandas y detalles geométricos).





El muro de contención segmentado (SRW, por su sigla en inglés) se construye a partir de unidades de mampostería en concreto, tela de refuerzo de suelos de geomalla y relleno compactado. El desempeño de la estructura pudiera ser alterado por cualquier actividad posterior a la construcción que pueda dañar los componentes, aumentar las condiciones de carga y/o reducir la estabilidad general. La siguiente lista se diseñó para proporcionar una guía para el cuidado apropiado de un SRW.

1. El área detrás del muro que contiene el refuerzo de suelo de geomalla (zona reforzada) es el componente estructural principal del sistema del muro. Bajo ninguna circunstancia, excave, perforo o dañe de otra forma esta tela de refuerzo sin aprobación por escrito del ingeniero de diseño registrado.
2. La línea de drenaje en la base del muro (si se requiere y se instala) debe salir a la luz para conexión final con los sistemas de drenaje de aguas de lluvias construidos por otros. Asegúrese de que se hagan todas las conexiones a las salidas de drenaje apropiadas y que no se entierre ninguna salida de drenaje al exterior.
3. El muro Keystone se construye normalmente sobre una base de piedra molida. No debe hacerse ninguna excavación dentro de los 3 pies (0.9 m) horizontalmente desde la cara inferior del muro, o a una profundidad tal que comprometa la integridad de la cimentación del muro.
4. Toda el agua debe desviarse de la base del muro para evitar la erosión y evitar socavar los cimientos después de la instalación. Esto incluye la nivelación temporal del sitio durante la construcción y la nivelación final del sitio.
5. El drenaje del sistema de riego y de superficie sobre el muro debe diseñarse consultando con el ingeniero civil y el ingeniero geotécnico y debe hacerse de tal forma que se evite el agua estancada, cascadas de agua sobre el muro e infiltración (saturación) de la zona reforzada.
6. No aumente la altura de un muro existente como se construyó con más unidades de bloques sin la aprobación por escrito del ingeniero de diseño cuyo nombre consta en los registros.
7. No añada una pendiente ni aumente la pendiente más allá de lo que se consideró en el plano de nivelación original y en el diseño del muro sin la aprobación por escrito del ingeniero de diseño mencionado en los registros.
8. No agregue sobrecargas adicionales dentro de una distancia lateral de dos veces la altura general de la estructura sin la aprobación por escrito del ingeniero de diseño cuyo nombre consta en los registros, a menos que esto haya sido considerado en el diseño original del muro. Esto incluye cercas, muros atenuadores de ruidos, muros para paisajismo, piscinas, edificios, garajes, etc.
9. No opere equipo pesado dentro de los cuatro pies siguientes a la parte superior de la cara del muro. La sobrecarga del peso del equipo puede empujar la parte superior de las unidades del muro dando como resultado una desalineación.
10. Los muros de contención segmentados son estructuras flexibles (no son rígidas como en los muros CMU) y pueden experimentar algún movimiento posterior a la construcción. Todas las estructuras (por ejemplo, banquetas, zonas pavimentadas, bordillos, cerramientos para basuras, líneas de servicios públicos, etc.) deben diseñarse para recibir algún movimiento del terreno y no deben conectarse directamente a las unidades del muro.
11. Los muros de contención deben inspeccionarse periódicamente para verificar que las medidas de drenaje estén funcionando de forma apropiada y que no haya ocurrido erosión a lo largo de la parte superior, los extremos o la parte inferior del muro. Cualquier movimiento o deflexión no anticipada del sistema del muro debe ser observado y evaluado por un ingeniero calificado.
12. A lo largo del tiempo, la cara del muro puede comenzar a mostrar un material blanco escamoso que puede ser especialmente visible después de la construcción. Este material se llama eflorescencia. La eflorescencia ocurre cuando la humedad se evapora en la cara del muro y las sales y bases solubles de ocurrencia natural, o carbonato de calcio (hidróxido de calcio en las mezclas de cemento con dióxido de carbono en el aire) quedan sobre la cara del muro. Esta eflorescencia es únicamente un asunto estético y no afectará el desempeño estructural del muro. La eflorescencia puede removerse mediante cepillado en seco seguido de un enjuague con agua limpia. En casos más difíciles, el lavado a presión con agua limpia mezclada con una solución de ácido muriático también ayuda en la remoción de la eflorescencia.



Distribuido por:

Nos reservamos el derecho a mejorar nuestros productos y hacer cambios en las especificaciones y el diseño sin previo aviso. La información contenida aquí ha sido compilada por KEYSTONE y según nuestro mejor saber y entender, representa el uso del producto Keystone en las aplicaciones que se ilustran. La determinación final de la idoneidad para el uso contemplado y su forma de uso son responsabilidad exclusiva del usuario.

Keystone Retaining Wall Systems LLC  
4444 West 78th Street • Minneapolis, MN 55435  
(952) 897-1040 • [www.keystonewalls.com](http://www.keystonewalls.com)



©2016 Keystone Retaining Wall Systems LLC - Patentes pendientes • TE-DC16

