

HOJA DE DATOS TÉCNICA

BENTOMAT[®]

BARRERA GEOSINTETICA DE BENTONITA

Esta directriz está destinada para su empleo como pauta general en el desarrollo del pliego de condiciones dentro de un proyecto determinado. No debe ser entendida como un sustituto de una especificación detallada, sino que ésta debe ser desarrollada teniendo en cuenta las condiciones concretas del lugar. Las zonas que aparecen sombreadas en el texto dentro de la directriz, indican los artículos que típicamente son considerados como específicos para determinadas aplicaciones.

1.0 GENERALIDADES.

1.1 Ámbito de aplicación.

Esta especificación cubre las exigencias técnicas para la instalación de la barrera geosintética de bentonita aquí descrito. Todos los materiales usados cumplirán las exigencias indicadas en dicha especificación y los diferentes trabajos serán realizados conforme a los procedimientos y esquemas aquí proporcionados.

1.2 Definiciones.

Para comprender el contenido de estas directrices es necesario definir los siguientes términos:

Barrera geosintética (GBR). Material geosintético de baja permeabilidad usado en aplicaciones geosintéticas o de ingeniería civil para reducir o prevenir el flujo de fluidos a través de una estructura.

Barrera de arcilla geosintética (GBR-C). Estructura agrupada en factoría constituida por materiales geosintéticos con forma de una lámina que actúa como barrera hidráulica. La función de barrera es esencialmente cumplida por la arcilla. Se usa en contacto con el suelo y/u otros materiales en aplicaciones geotécnicas o de ingeniería civil.

Geomembrana. Geosintético impermeable compuesto por una o varias capas de geosintético.

Geotextil (GTX). Material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser no tejido, tricotado o tejido, y que se emplea en contacto tanto con suelos como con otros materiales, en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil.

Valor Mínimo de Rollo Medio. Para geosintéticos, el valor resultante de restar el valor típico menos dos desviaciones típicas, obtenido de los resultados documentados del control de calidad para una población definida en un método específico de prueba asociado a una característica concreta.

Valor Típico. El valor significativo obtenido a partir de los resultados del control de calidad de producción, para una población definida obtenida para un método de prueba asociado con una característica concreta.

1.3 Precios Unitarios.

La medición será calculada tanto a partir del área total de superficie cubierta por el GBR-C como por lo mostrado sobre planos de proyecto. Las cantidades finales estarán basadas en las características de la instalación. Se incluirán como medición la cantidad de GBR-C instalado en zanjas de anclaje y de drenaje pero no el desperdicio o los solapes. La cantidad de GBR-C instalado, una vez aceptado, será pagado de acuerdo al precio unitario acordado en el cuadro de precios del contrato.

1.4 Aportaciones.

- A. Con la oferta, el Contratista aportará la información siguiente:
 - 1. Descripción conceptual del plan propuesto para colocación de los paños GBR-C sobre el área de instalación.
 - 2. Plan de MQC del fabricante de GBR-C para documentar el cumplimiento de las Secciones 2.1 y 2.2 de estas pautas.
 - 3. Datos del fabricante del GBR-C del ensayo de corte para la sección de proyecto durante 10.000 horas según la Sección 2.1D.

- B. A petición del Ingeniero Director o Propiedad, el Contratista aportará:
 - 1. Una muestra representativa de los GBR-C.
 - 2. Una lista de obras de referencia para obras con GBR-C consistente en los principales detalles de al menos diez proyectos que juntos sumen al menos 1 millón de metros cuadrados en tamaño de obra.

- C. Al envío, el Contratista aportará Certificados de Control de Calidad del fabricante de GBR-C para verificar que los materiales suministrados para el proyecto están conforme a las exigencias de esta especificación.

- D. Como procedimientos de instalación, el Contratista presentará los certificados de aceptación, firmados por el Contratista y el Control de Calidad (ver la Sección 1.7) para cada zona cubierta con GBR-C.

1.5 Calificaciones.

- A. El Fabricante de GBR-C debe haber producido al menos 1 millón de metros cuadrados de GBR-C.
- B. El Instalador de GBR-C debe haber instalado al menos 1 millón de metros cuadrados de GBR-C, o debe proporcionar al Ingeniero pruebas satisfactorias relativas a la experiencia en la instalación de otros tipos de geosintéticos similares, de tal modo que garantice que el GBR-C será instalado de forma profesional y competente.

1.6 Control de calidad de Construcción (CQA).

- A. La Propiedad y el Ingeniero Director aportarán un inspector para controlar el de la instalación del GBR-C. El inspector será independiente o parte de una empresa independiente al fabricante y al instalador, y será responsable de la supervisión de la documentación relativa a actividades relacionadas con el control de calidad del GBR-C, en todas las áreas de instalación. El inspector deberá haber proporcionado servicios CQA para la instalación del GBR-C propuesto o similar para al menos 5 proyectos completos que juntos sumen no menos de 100.000 metros cuadrados.
- B. Las pruebas del GBR-C, necesarias para corroborar el control de calidad, serán realizadas por un laboratorio pagado por el Contratista e independiente del fabricante e instalador de GBR-C. El laboratorio deberá haber proporcionado pruebas CQA del GBR-C propuesto o similar para al menos 5 proyectos concluidos que sumen más de 100.000 metros cuadrados.
- C. El Control de calidad será entregado conforme al Manual de Control de Calidad de GBR-C proporcionado por la dirección facultativa.

2.0 PRODUCTOS

- A. El GBR-C consistirá en una capa de bentonita de sodio natural encapsulado entre dos geotextiles y cumplirá con todos los criterios especificados en esta sección. Antes de la utilización de un GBR-C alternativo, el contratista debe aportar los resultados de pruebas independientes demostrando que este material propuesto como alternativa cumple con todas las exigencias de esta especificación.

El contratista también debe obtener la aprobación previa del GBR-C alternativo por parte de la dirección facultativa.

- B. Por motivos de resistencia, comportamiento e integridad, el GBR-C será fabricado mecánicamente uniendo los geotextiles mediante un proceso de agujado entretejido.

2.1 Materiales.

- A. El GBR-C y sus componentes tendrán las propiedades mostradas en la Tabla 1.
- B. El GBR-C habrá sido analizado en el ensayo de corte a gran escala durante 10.000 horas en húmedo. La carga cortante será de 0.56 kN y la normal será 1.1 kN.
- C. El tamaño mínimo aceptable de los rollos de GBR-C será de unas dimensiones de 40 m. de longitud y 5 m de ancho.
- D. Ambos bordes del geotextil superior e inferior del GBR-C presentarán una marca de solape de 150 mm impresa como medio para proporcionar garantía de calidad en la dimensión del solape. Las líneas serán imprimidas en tinta fácilmente visible, no tóxica.

2.2 Documentación de Calidad de Producto.

El fabricante del GBR-C proporcionará al Contratista las certificaciones de control de Calidad y marcado CE de fabricación para cada envío de GBR-C. Las certificaciones serán firmadas por un responsable del fabricante de GBR-C e incluirá:

- A. Los certificados de análisis para la bentonita usada en la producción del GBR-C que demuestre el cumplimiento de los parámetros de Hinchamiento y Pérdida por filtrado mostrada en la Tabla 1TR404-ss.
- B. Los datos de prueba del fabricante para cada producto(s) tipo GBR-C terminado en cuanto a masa por área de bentonita, el límite de resistencia a la tracción del GBR-C y resistencia al pelado del GBR-C demostrando el cumplimiento con el índice de parámetros mostrados en la tabla TR404-ss.

C. Números de lote y de rollo suministrados para el proyecto (con albarán de transporte).

Los datos de prueba del fabricante para el producto(s) GBR-C terminado, que incluyen un índice de flujo, la permeabilidad y grado de hidratación interna en cumplimiento de los parámetros mostrados en la tabla TR404-ss, están disponibles bajo petición al fabricante.

▪ **TABLA TR 404ss**
CETCO GBR-C

Propiedades	Unidades	Norma	Frecuencia	Especificación
Masa de bentonita por unidad de área ⁽¹⁾	g/m ²	UNE EN 14196	5000 m ²	5000
Contenido de Montmorillonita	%	XRD ⁽²⁾		>80
Resistencia a la tracción (MD/CD)	kN/m	UNE EN ISO 10319	5000 m ²	>10
Coefficiente de hinchamiento	ml / 2g	ASTM D 5890	5000 m ²	≥24
Pérdida por filtrado	ml	ASTM D 5891	5000 m ²	<18
Alargamiento	%	UNE EN ISO 10319	5000 m ²	10<L<30 6<T<30
Punzonado estático (CBR)	N	UNE EN ISO 12236	10000 m ²	>2000
Permeabilidad, k	m/s	ASTM D 5887	75000 m ²	≤ 1 x 10 ⁻¹¹
Resistencia al pelado	N	ASTM D 6496	5000 m ²	65

(1) 15% humedad

(2) XRD: X-Ray Difrraction

2.3 Etiquetado de Producto (Marcado CE).

- A. Antes del envío, el fabricante de GBR-C etiquetará cada rollo según la Norma Europea EN ISO 10320, incluyendo:
 1. Información de identificación del producto (nombre y dirección del Fabricante, marca del código de producto).
 2. Número de lote y número de rollo.
 3. Longitud de rollo, anchura y peso.

2.4 Embalaje.

- A. El GBR-C será enrollado alrededor de un núcleo rígido cuyo diámetro sea suficiente para facilitar su manejo. El núcleo no está necesariamente destinado a soportar el levantamiento del rollo, pero será lo suficientemente fuerte como para prevenir su caída durante el transporte.
- B. Todos los rollos serán etiquetados y empaquetados en un embalaje resistente a la fotodegradación por luz ultravioleta (UV).

2.5 Bentonita Granular.

- A. La bentonita granular impermeabilizante usada para uniones de solapes o la usada para reparación de fugas será la misma bentonita de sodio natural que la usada en el GBR-C, como recomendará el fabricante del GBR-C.

3.0 EJECUCIÓN

3.1 Transporte y Manejo.

- A. El fabricante asume la responsabilidad de la carga inicial del GBR-C. El transporte será responsabilidad de la parte que paga la carga. Descarga, transporte local y el almacenaje del GBR-C es responsabilidad del Contratista, el Instalador u otro parte designada.
- B. Se inspeccionará visualmente cada rollo durante la descarga para identificar si algún embalaje ha sido dañado. Los rollos con el embalaje dañado deberán ser marcados y apartados para una inspección posterior. El embalaje será reparado antes de su almacenamiento.
- C. La parte responsable de descargar el GBR-C se deberá poner en contacto con el Fabricante antes del envío para informarse sobre el método y equipo adecuado de descarga.

3.2 Almacenaje.

- A. El almacenaje de los rollos de GBR-C será responsabilidad del contratista. El área dedicada al almacenaje será seleccionada en el lugar de trabajo, debiendo estar lejos de zonas de tráfico denso, ser un terreno llano, seco y con buen drenaje.
- B. Los rollos deberán ser almacenados de manera que se pueda prevenir deslizamientos de los montones mediante el empleo de cuñas. Los rollos deberán ser apilados hasta una altura no superior a la altura máxima de manejo de la maquinaria de levantamiento (no más alto de 5 alturas).
- C. Todos los materiales almacenados, tanto GBR-Cs como bentonita granular, deben ser cubiertos con un plástico o lona hasta su instalación.
- D. La integridad y la legibilidad de las etiquetas serán conservadas durante el almacenaje.

3.3 Superficie de trabajo.

- A. Cualquier superficie de tierra sobre la cual el GBR-C sea instalado estará preparada y compactada conforme a los datos específicos de proyecto y planos. La superficie será lisa, firme y compacta, y sin:
 - 1. Vegetación.
 - 2. Restos de residuos de construcción.
 - 3. Palos o madera.
 - 4. Rocas agudas.
 - 5. Huecos o agujeros.
 - 6. Hielo.
 - 7. Cambios de rasante abruptos.
 - 8. Charcos.
 - 9. Grietas de más de 6 mm de ancho.
 - 10. Cualquier otra materia extraña que podría ponerse en contacto con el GBR-C.
- B. Las superficies de apoyo que consistan en suelos granulares o grava no pueden ser aceptables debido su gran vacío de fracción y su potencial de perforación. En otras aplicaciones, como charcas y lagunas de aguas negras, los suelos de apoyo deberían ser predominantemente de grano fino.
- C. Inmediatamente antes del desenrollo del GBR-C, la superficie de apoyo será examinada para rellenar totalmente huecos o grietas, para que una vez lisa, se pueda proporcionar la mejor superficie posible para el GBR-C.

Para completar esta actividad, no pueden existir en la superficie surcos de rueda, huellas u otras irregularidades. Además, todos los salientes que superen 12 mm sobre la superficie serán quitados, aplastados o empujados en la superficie con un compactador liso.

- D. El control de calidad o dirección facultativa certificará la aceptación de la superficie de apoyo antes de la colocación del GBR-C.
- E. A partir de entonces, la responsabilidad será del instalador para indicar a Dirección de Obra cualquier cambio en la condición de la superficie de apoyo que pudiera hacer que las condiciones estuvieran fuera del cumplimiento de cualquiera de las exigencias catalogadas en esta Sección.
- F. En la zona más alta de los taludes del lugar de trabajo, será excavada una zanja de anclaje. La zanja de anclaje será excavada según diseño y aprobada por la Dirección de Obra previo a la colocación del GBR-C. No se permitirá un suelo suelto en el fondo de la zanja y no existirán esquinas agudas o salientes dentro de la zanja.

3.4 Instalación del GBR-C.

- A. Los rollos de GBR-C deberán ser entregados en la zona de trabajo en su embalaje original.

Inmediatamente antes de desenrollar, se quitará el embalaje con cuidado de no dañar el GBR-C.

- B. No se permitirá que la maquinaria circule directamente sobre el GBR-C ya que podría dañarlo. Si el equipo de instalación causa daños en la superficie de apoyo, esta debe ser restaurada a su estado original aprobado antes de continuar con la instalación.
- C. El cuidado debe ser máximo para reducir el grado de arrastramiento del GBR-C a través de la superficie para evitar daños en la superficie inferior del mismo. Un geosintético temporal en la superficie de apoyo puede ser una solución sólida para reducir la fricción y los daños durante la colocación.
- D. Los paños GBR-C serán colocados de forma paralela a la dirección de la pendiente.

- E. Todos los paños GBR-C deberán extenderse sobre la superficie subyacente, sin arrugas o pliegues, sobre todo en los bordes expuestos de los paneles.
- F. Se recomienda que el GBR-C sea cubierto cuanto antes después de la instalación. Para ello se consultará las recomendaciones del fabricante.

3.5 Anclaje.

- A. Tal y como se refleja en el plano de proyecto y en los datos específicos, el final del rollo de GBR-C será fijado en una zanja de anclaje en lo alto del talud. Cuando se utilice una zanja de anclaje, el borde superior de la zanja deberá ser rebajado para eliminar cualquier esquina aguda. El suelo suelto deberá ser quitado del fondo de la zanja. El GBR-C deberá cubrir por completo el fondo de la zanja, pero no la pared contraria.

3.6 Unión.

- A. Las uniones del GBR-C se ejecutan solapando sus bordes adyacentes. Debe de asegurarse que la zona de solape se encuentra limpia de partículas del suelo u otros restos de materiales.
- B. La dimensión mínima del solape longitudinal debería ser 150 mm. Las uniones de final de rollo deben ser solapadas de modo similar, pero el solape mínimo tendrá una medida de 600 mm.
- C. Las uniones al final de los paños deberán ser ejecutadas de tal modo que los rollos sean dispuestos en la misma dirección de la pendiente para prevenir el potencial flujo de entrada dentro de la zona del solape.
- D. Las uniones de GBR-C entre paneles adyacentes pueden ser mejoradas. Para ello, el borde subyacente del solape longitudinal se descubre, aplicando una cantidad continua de bentonita de sodio granular a lo largo de la zona definida entre el borde del panel subyacente y la línea de 150 mm. La misma operación se repetirá en el solape de final de rollo. La bentonita granular será aplicada en una cantidad mínima de 400g por metro lineal.
Este recebo no es necesario si los rollos poseen material extra de bentonita en la zona de solape.

3.7 Trabajo de Detalle

- A. La aplicación de GBR-C en el sellado de penetraciones y en posibles encajes en las diferentes estructuras se realizará de acuerdo a los planos de diseño y a las recomendaciones del fabricante GBR-C.
- B. Los recortes de GBR-C deberán ser realizados usando un cuchillo bien afilado. Es recomendable un cambio frecuente de cuchillas durante el proceso de recorte para evitar posibles daños en los geotextiles que forman parte del GBR-C.

3.8 Reparación de Daños

- A. Si el GBR-C es dañado (rasgado, pinchado, perforado, etc.) durante la instalación, puede repararse mediante la aplicación de una pieza de GBR-C sobre el área dañada. El pedazo será obtenido de un rollo nuevo de GBR-C y será cortado con unas dimensiones tales que se pueda colocar quedando un solape mínimo de 300 mm. alrededor de toda el área dañada. La bentonita granular o masilla de bentonita debería ser aplicada alrededor del área dañada antes de la colocación del recorte.

3.9 Colocación de Material de cubrición.

- A. El material de cubrición no presentará piedras angulares u otros materiales extraños que pudieran dañar el GBR-C. Los suelos de cubrición deberían ser aprobados por la dirección facultativa en lo que concierne al tamaño de partícula, uniformidad y compatibilidad química. Los suelos de cubrición con altas concentraciones de calcio (por ejemplo, la caliza, la dolomía) no pueden ser aceptados.
- B. El material de cubrición será colocado sobre el GBR-C mediante la utilización de maquinaria de construcción que reduzca al mínimo las rodadas sobre el GBR-C. Se deberá mantener un espesor mínimo de 300 mm de material entre las ruedas de la máquina y el GBR-C durante el proceso de extendido. Esta recomendación de espesor no es aplicable a zonas con alta frecuencia de tránsito de vehículos o calzadas, para las cuales se requiere un espesor mínimo de 600 mm.
- C. El suelo de cubrición deberá ser colocado de manera que se impida la entrada de material a las zonas de solape del GBR-C. El extendido del material será realizado avanzando pendiente arriba, no descendiendo la pendiente, para minimizar fuerzas de tensión sobre el GBR-C.

- D. Aunque el contacto directo del automóvil con el GBR-C debe ser evitado, con un peso ligero, los vehículos que ejercen una presión repartida hacia el suelo (como vehículos todo terreno de 4 ruedas) pueden ser usados para facilitar la instalación de cualquier material geosintético colocado sobre el GBR-C. El proveedor del GBR-C o la dirección facultativa deberán comunicar las recomendaciones específicas sobre los procedimientos apropiados para estas situaciones.
- E. Cuando una geomembrana texturizada es instalada sobre el GBR-C, deberá ser usado un geosintético temporal a modo de capa de protección para reducir la fricción durante la instalación y permitir que la geomembrana texturizada pueda ser desplazada más fácilmente hasta su posición final.

Será conveniente fijar el CBR-C en los solapes mediante clavos en "U" al terreno para evitar su movimiento con las dilataciones de la geomembrana.