



KBE Fortrac® Natur S

Manual de instalación



Manual de instalación

Suelo reforzado (KBE) con geomallas Fortrac®



Contenido

1.	Generalidades	3
2.	Descripción abreviada	3
3.	Componentes del sistema	3
	3.1 Refuerzo	
	3.2 Encofrado	
	3.3 Protección contra erosión	
4.	Entrega y almacenamiento	4
5.	Ejecución	4-5
	5.1 Seguridad	
	5.2 Dispositivos de construcción y equipamiento	
	5.3 Preparación del suelo en el nivel de cimentación	
	5.4 Geomalla	
	5.5 Material de relleno	
	5.6 Configuración de los extremos	
	5.7 Drenaje	
	5.8 Cobertura vegetal	
6.	Referencias	6
7.	Pasos de instalación	7

1. Generalidades

El presente documento describe el proceso de instalación del sistema de muros y taludes en suelo reforzado KBE Fortrac Natur S con el objeto de lograr su exitosa aplicación. Se trata en este caso de indicaciones generales que no puede abarcar completamente todos los casos específicos, las diversas posibilidades de aplicación, ni las condiciones de borde locales de cada proyecto que involucre estructuras de contención reforzadas con geosintéticos Fortrac. Debido a que las condiciones locales, condiciones de borde y otras influencias pueden requerir adaptaciones del proceso constructivo, este documento no puede sustituir los documentos de ingeniería de detalle para ejecución, requeridos para cada proyecto. Los pasos recomendados para el proceso de instalación están representados y descritos gráficamente. Los valores de referencia aquí indicados son solamente recomendaciones que el caso necesario deben ser adaptadas específicamente para las condiciones específicas de cada proyecto. Para más información y en caso de consultas, le sugerimos entrar en contacto con nosotros. HUESKER le asesorará con gusto desde la planificación hasta la ejecución de su proyecto de construcción.

2. Descripción abreviada

KBE Fortrac Natur S es sistema vegetalizable para la construcción de estructuras de contención y/o taludes reforzados con geosintéticos. El paquete suministrado se compone de la geomalla Fortrac ángulos de malla de acero doblado y un geosintético de protección contra erosión.

La estabilidad de la estructura está garantizada por la geomalla Fortrac y el material de relleno compactado. El refuerzo geosintético se instala por capas y se repliegan en la cara frontal de la estructura. Los ángulos de malla de acero doblada sirven como encofrado o formaleta perdida y no tienen ninguna función estática durante la fase de operación de la estructura. El geosintético de protección contra erosión se coloca detrás de los ángulos de malla de acero para impedir el lavado o salida del material de relleno por las aberturas de la malla de refuerzo. El sistema KBE Fortrac Natur S puede ser empleado para construcciones con diferentes alturas e inclinaciones de 45° a 90°. Una duradera y libre de mantenimiento de la cara frontal de la estructura es normalmente posible hasta una inclinación frontal de 70°.

3. Componentes de sistema

3.1 Refuerzo

Fortrac es una geomalla flexible y de alto módulo de rigidez a la elongación, la cual está fabricada de diferentes fibras sintéticas durables y que está disponible en diferentes aberturas de malla y resistencias a la tracción. El tipo de producto que puede ser aplicado en cada caso, así como las distancias verticales y longitudes de anclaje de cada capa de refuerzo deben ser determinadas durante la etapa de diseño por medio de análisis de estabilidad conformes a la normativa vigente local, como por ejemplo el Eurocódigo 7 [1] en combinación con la norma DIN 1054 [2] y DIN 4084 [3] así como las EBGE [4]. Las geomallas Fortrac se suministran como estándar en rollos de 5 m de ancho. Durante el proceso de corte e instalación de cada capa de refuerzo se debe observar la alineación correcta de las geomallas. La dirección de tracción principal de la geomalla corresponde por regla general a la

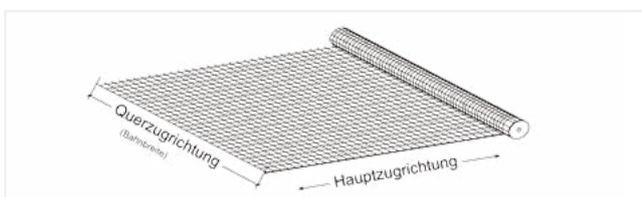


Figura 1: Dirección de tracción longitudinal y transversa

dirección de desenrollado (Figura 1).

De la denominación de los diferentes tipos de Fortrac pueden deducirse la resistencia a la tracción última en dirección longitudinal y transversal, así como la abertura de malla:

Fortrac 110/30-20 T: Resistencia a la tracción última en dirección longitudinal 110 kN/m
Resistencia a la tracción última en dirección transversal 30 kN/m abertura de malla aprox. 20 mm

3.2 Encofrado

Como encofrado o formaleta perdida se emplean ángulos de malla de acero doblada sin galvanizar. Una protección anticorrosiva no es necesaria debido a que tras la culminación de la obra, éstas no asumen ninguna función estática. Para alcanzar la inclinación deseada de la estructura, el ángulo de doblado puede ser ajustado (Figura 2).

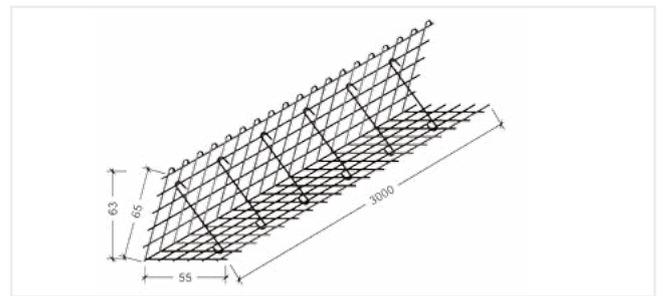


Figura 2: Ejemplo de dimensionamiento para el elemento de ángulo de rejilla de acero con bucles.

Como complemento, se puede alcanzar la inclinación del talud previniendo un desplazamiento horizontal consecutivo de los elementos de encofrado con respecto a la capa inmediatamente anterior (Figura 3). En todo caso se recomienda desplazamiento

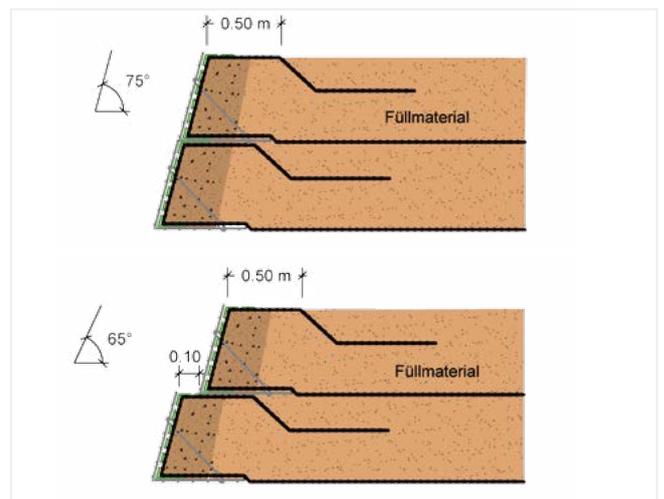


Figura 3: Inclinación variable del talud por desplazamiento

mínimo del para evitar que fuerzas verticales se transmitan de los elementos superiores de encofrado a los inferiores en la parte frontal. Los elementos del encofrado se suministran juntamente



Figura 4: Tejido enrejado HaTe 23.142/GR como protección contra la erosión

con los ganchos de amarre (espaciadores) necesarios. Para evitar un peligro de lesiones por extremos de varillas salientes, se recomienda que las mallas de acero utilizadas tengan los extremos doblados en forma de U.

3.3 Protección contra erosión

El geosintético de protección contra erosión a ser prevista en la zona frontal puede estar constituida fundamentalmente de diferentes materiales. Éste debe ser anclado suficientemente entre las capas de refuerzo. En caso de que esté prevista la vegetalización por hidrosiembra, se debe emplear una geomalla (p.ej. Fortrac 3D o HaTe 23.142/GR) (Figura 4). Alternativamente la vegetalización también puede ser realizada mediante un geomanto de fibra de coco con semillas incorporadas. En el caso de muros o taludes reforzados que no van a ser vegetalizados se ofrece la elección de un geotextil no tejido (p.ej. BS12).

4. Entrega y almacenaje

Las geomallas Fortrac se suministran como rollos embalados en una lámina de protección. Cada rollo de geomalla es identificable de forma unívoca de acuerdo a lo estipulado en la norma DIN EN ISO 10320 [5] y de este modo trazable en el marco de los sistemas



Figura 5: Ejemplo de etiqueta Fortrac 110/30-20 T

de aseguramiento de calidad (Figura 5). Además de debe observar, que el material suministrado corresponda a las especificaciones del proyecto. Las geomallas Fortrac suministrados por HUESKER llevan la certificación CE y poseen el correspondiente certificado ivg. Este último reemplaza la verificación de entrada a obra que es necesaria según la ZTV E-StB [6].

La descarga puede ser efectuada mediante carretilla elevadora (con punta) o montacargas, autodescargador o un equipo de construcción adecuado, p.ej. auxiliar de elevación / colocación. (Figura 6). Se debe evitar imprescindiblemente dañar los rollos. Los rollos de geomalla deben ser almacenadas aisladas de las zonas de tráfico de la obra sobre una superficie nivelada, seca y limpia. Los rollos pueden ser apilados y deben ser aseguradas para evitar que rueden se desenrollen. Los rollos sin el embalaje o lámina de protección no deben estar expuestos más de un mes sin protección a la radiación UV. Se deben cumplir las recomendaciones de la M Geok E" [7].



Figura 6: Almacenaje de las bobinas en la obra y empleo de auxiliares de elevación/tendido

Los ángulos de malla de acero y los gesintéticos de protección contra erosión asimismo deben ser almacenados secos y seguros. Para evitar la germinación de las semillas previo a la colocación, los geomantos de fibra de coco se deben proteger adicionalmente de la luz.

5. Ejecución

5.1 Seguridad

En la construcción de proyectos de estructuras de suelo reforzado con geosintéticos deben cumplirse las disposiciones legales y otras normativas de seguridad en la obra.

5.2 Equipos y maquinaria de construcción

Una estructura de suelo reforzado con geosintéticos puede ser construida mediante maquinaria convencional para movimiento de tierras. Adicionalmente son de ayuda durante el desarrollo de la construcción entre otros, cúter o bisturí/ cuchillo eléctrico, cinta métrica, aerosol, alambre para ataduras, tenazas de corte, así como un tubo plástico ranurado.

5.3 Nivel de cimentación

La preparación del suelo en el nivel de cimentación debe ser realizada de acuerdo a ZTV E-StB [6]. En caso de existir un talud, éste debe ser estable y protegido previamente contra la erosión. Se recomienda un módulo de deformación EV2 de mínimo 45MN/m² (CBR ~ 14XX% en el caso de suelos cohesivos y CBR ~5.5 % en el caso de suelos no cohesivos) en el nivel de cimentación siempre que no se especifique nada en contrario. Además, se deben cumplir los requisitos a la compactación dependiendo del tipo de suelo existente conforme a ZTV E-StB [6]. En el caso de suelos blandos en el nivel de cimentación, cuando no se cumplen los requisitos mínimos de capacidad portante, se deben prever medidas especiales (p.ej. una mejoramiento del suelo o un refuerzo geosintético de base).

5.4 Geomalla

Los geomallas Fortrac se deben recortar de acuerdo a las longitudes determinadas por el diseño en adición a la las

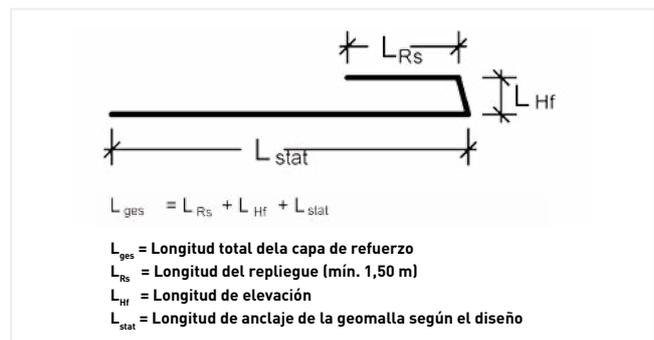


Figura 7: Longitud total del geoenrejado Fortrac

longitudes necesarias para el guiado hacia arriba y el repliegue (Figura 7).

El recorte del producto puede realizarse con cúter o bisturí convencionales. El proceso de corte puede ser facilitado mediante



Figura 8: Un caballete de desenrollado facilita el recorte de las bandas



Figura 9: Georenjados recortados y almacenados con ahorro de espacio

el empleo de un caballete de desenrollado (Figura 8). Puede ser conveniente para la logística de la obra, preparar un lugar central de recorte en el cual las capas de refuerzo geosintético sean cortadas en las longitudes previstas, reunidas y almacenadas ordenadamente (Figura 9) La dirección de tracción principal de las geomallas corresponde por regla general a la dirección de desenrollado y debe ser identificado mediante marcación de color. Por regla general, a menos que el diseño lo prevea de manera diferente, las geomallas de refuerzo previamente recortadas deben ser instaladas horizontalmente y con su dirección de tracción principal perpendicular a la cara frontal de la estructura. Durante la instalación se debe observar la alineación correcta de la geomalla. En dirección de tracción principal no pueden ser ejecutados traslapos o solapes, salvo si se ha realizado un cálculo de la longitud de traslapo necesaria comprobación de cálculo. Se recomienda por razones constructivas una traslapo o solape lateral mínimo de 10 cm.

La geomalla debe ser instalada libre de pliegues de manera que sea posible una inmediata absorción de cargas. Un pretensado explícito sin embargo no es necesario. Para impedir la formación de pliegues la compactación del suelo de relleno inmediatamente sobre la geomalla se realiza comenzando desde el frente de la estructura en dirección al extremo de la geomalla. Los geomallas no deben ser transitados directamente con los equipos de construcción, para esto se debe disponer de una cobertura de suelo mínima de 20 cm. Por esta razón el suelo de relleno debe ser instalado por capas compactado con el "procedimiento de cabezal previo" (la maquinaria siempre está transitando sobre material ya compactado).

Ante una interrupción de la obra se deben cubrir las geomallas ya instaladas.

5.5 Material de relleno

El material de relleno debe ser bien gradado (buenas características de compactación) y preferiblemente no cohesivo, así como presentar las propiedades mínimas requeridas por el diseño (p.ej. resistencia al corte, peso específico, granulometría, etc.). En casos específicos, suelos cohesivos pueden ser utilizados, si se adecúan apropiadamente para este propósito y/o su uso ha sido contemplado o aprobado por el ingeniero proyectista. Esto debe ser verificado mediante ensayos de laboratorio conforme a ZTV E-StB [6]. Según EBGE0 [4] vn los tipos de suelos mencionados en DIN 18196 [8] pueden asumirse como fundamentalmente utilizables, siempre que se pueda comprobar la idoneidad específica para la aplicación o bien se pueden tener en cuenta las propiedades del suelo específicas para la aplicación.

A saber:

- tipos de suelos de grano grande del grupo SW, SI, SW, GW, GI, GE
- tipos de suelo de grano mixto del grupo SU, ST, GU, GT, SU*, GT*, GU*, ST*
- tipos de suelo de grano fino del grupo UL, UM, TL, TM

El material de relleno debe ser instalado y compactado en capas.

El tamaño máximo del agregado debe ser restringido a $2/3$ del grosor de la capa de compactación. Además, se deben cumplir las instrucciones y requisitos especiales para construcciones de suelo reforzado conforme a ZTV E-StB [6] Si no se realiza ninguna especificación se recomienda alcanzar un grado de compactación de mínimo $DPr = 97\%$. En estructuras altamente solicitadas se deben asegurar en caso necesario mayores grados de compactación de $DPr = 100-103\%$ (por ej. Estructuras de apoyo para puentes).

5.6 Configuración del Borde

Las adaptaciones eventuales de la estructura de suelo reforzado a obras existentes o taludes adyacentes deben ser considerados en cada caso particular y en caso de ser necesario tenerlos en cuenta en la fase de ingeniería de detalle para ejecución.

5.7 Drenaje

Durante la fase de diseño para ejecución se debe prever un drenaje suficientemente dimensionado. El agua de escorrentía debe ser debidamente encauzada y conducida a través de sumideros. Debe evitarse el flujo de aguas descontrolado dentro de la estructura de suelo reforzado.

5.8 Cobertura vegetal

En la zona frontal de cada capa de compactación se debe incorporar una mezcla de material de relleno y suelo con capacidad de vegetación con un espesor de aprox. 20–30 cm (Figura 10–11). Para garantizar una cobertura vegetal de superficie completa y adecuada a las condiciones locales, que proteja la superficie visible contra radiación UV, se debe solicitar la presencia de un especialista. La elección de una mezcla adecuada de semillas y/o tipo de vegetación debe ser adaptado a las condiciones locales. Preferentemente recomendamos una plantación extensiva o bien cercana a las especies endémicas. El mantenimiento de la cobertura vegetal durante y tras la fase de crecimiento debe ser planificada y ejecutada por una empresa especializada.

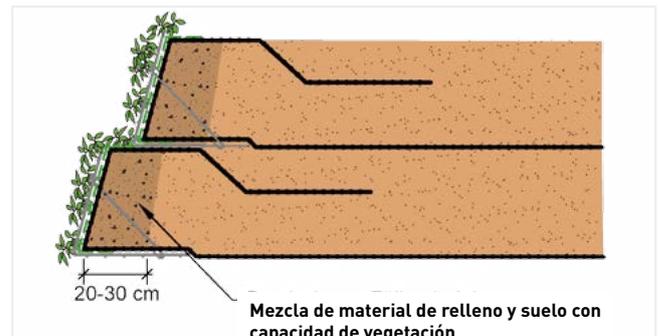


Figura 10: La zona posibilita un ajardinado duradero en el suelo delantero con capacidad de vegetación



Figura 11: Sistema ajardinado KBE Fortrac Natur S



Referencias

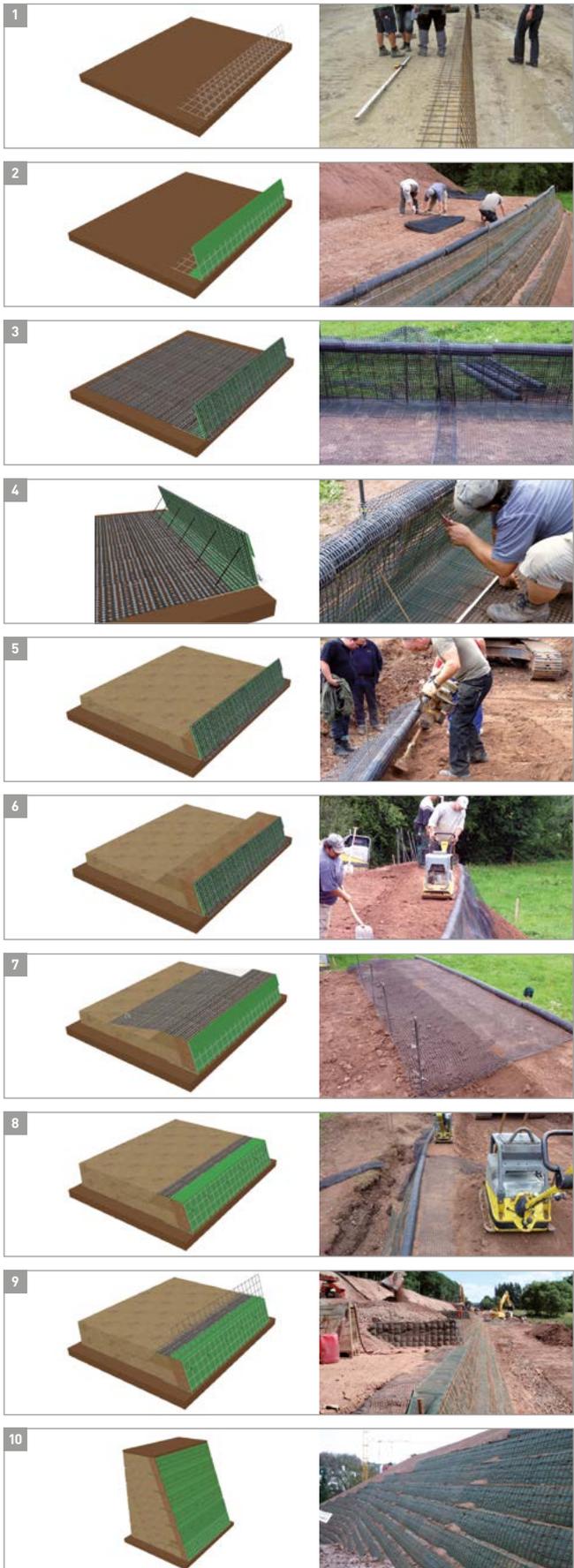


- [1] DIN EN 1997-1: 2009-09, Eurocode 7: Proyecto, cálculo y dimensionamiento en la geotécnica – Parte 1: Reglas generales.
- [2] DIN 1054: 2005 Terreno edificable – Comprobantes de seguridad en movimiento de tierra y fundaciones.
- [3] DIN 4084: 2009 Terreno edificable – Cálculos de rotura del terreno
- [4] Recomendaciones para el proyecto y el cálculo de cuerpos de tierra con refuerzos de geoplásticos (EBGEO), edición 2010 Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.
- [5] DIN EN ISO 10320: 1999 Geotextiles y productos emparentados con geotextiles – Identificación en la obra.
- [6] Condiciones técnicas de contrato adicionales y directivas para movimientos de tierra en la construcción de carreteras, edición 2009 Sociedad de investigación para carreteras y tránsito, grupo de trabajo movimiento de tierras y fundaciones, Colonia, FGSV Cuaderno n° 599.
- [7] Hoja técnica sobre el empleo de geoplásticos en movimientos de tierra de la construcción de carreteras, edición 2005 Sociedad de investigación para carreteras y tránsito, grupo de trabajo movimiento de tierras y fundaciones, Colonia, FGSV Cuaderno n° 535.
- [8] DIN 18196: 2011-05 Movimiento de tierras y fundaciones – Clasificación de suelos para finalidades de técnica de construcción.





Pasos de montaje



- 1) Tras la preparación del nivel de cimentación se instala y alinea la primera fila de ángulos de malla de acero doblada o encofrado. Los elementos de encofrado deben tener un traslapeo o solape lateral de 10 cm (1 abertura de malla). En caso necesario los elementos deben ser unidos y fijados p.ej. con alambre de atadura.
- 2) El geosintético de protección contra erosión se fija longitudinalmente a los elementos de encofrado en un ancho de aprox. 1,20 m y fijado en la reja de acero. Arriba y abajo debe ser doblado en dirección a la estructura en una longitud de aprox. 25 cm. Para evitar que la geomalla se enrede posteriormente en las varillas de acero salientes y para mejor fijación del geosintético de protección contra erosión se puede insertar un tubo ranurado como ayuda de montaje sobre la reja frontal.
- 3) La geomalla Fortrac previamente cortada debe ser instalada horizontalmente sin pliegues y con la dirección de tracción principal perpendicular a la cara frontal de la estructura. Para el doblado (repliegue frontal) se recomienda como mínimo una longitud de 1,50 m, siempre que estáticamente no sean necesarias longitudes mayores. Las geomallas adyacentes se deben traslapar 10 cm aproximadamente. Se debe evitar imprescindiblemente el tránsito directo de equipos de construcción sobre la geomalla. Además, las geomallas no pueden ser traslapadas en la dirección de tracción principal sieste traslapeo no ha sido diseñado en la etapa de ingeniería de detalle para construcción.
- 4) Los ganchos de amarre o espaciadores se instalan a distancias uniformes (aprox. 40-50 cm) en los elementos de encofrado, así como en los extremos o esquinas de la estructura. Los ganchos de amarre se colocan en los puntos de cruce de la varilla longitudinal y transversal de la malla de acero de suelo y frontal. El geosintético de protección contra erosión y los elementos o hilos transversales de la geomalla deben ser recortados para esto.
- 5) El suelo apto para vegetación en la zona frontal y el material de relleno se colocan y compactan en la primera capa con un espesor de 20-30 cm, evitando transitar sobre la geomalla directamente con los equipos pesados de construcción. La compactación debe realizarse desde el frente hacia atrás. En la zona frontal del talud se debe emplear un equipo de compactación ligero. Se debe observar que el elemento de encofrado con sus ganchos de amarre no se deformen durante la compactación. En una distancia mayor a 1,50 m desde el elemento de encofrado se pueden emplear compactadores derodillo ($\leq 12,5$ t).
- 6) A continuación, se introduce y compacta la segunda capa de material de relleno únicamente en la zona frontal y en un ancho de 50 cm, hasta haber alcanzado el espesor de capa previsto (normalmente entre 40-60 cm). De esta manera se conforma un escalonamiento de suelo en la zona del frente
- 7) La geomalla se repliega y fija con clavos de acero o el material de relleno de tal manera que se mantenga estirado en el escalonamiento..
- 8) El geosintético de protección contra erosión debe ser repliegada. El resto de material de relleno debe ser compactado hasta alcanzar uniformemente el nivel de capa previsto
- 9) Los elementos de encofrado de la siguiente capa de compactación son instalados sin ser colocados directamente uno sobre otro. Éstos deben ser colocados con distancia mínima de acuerdo a la inclinación del talud deseada.
- 10) Repetición de los pasos de 1 a 9.

Fortrac® y HaTe® son marcas registradas de HUESKER Synthetic GmbH.
HUESKER Synthetic es certificada ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001.



HUESKER Synthetic GmbH

Fabrikstrasse 13-15
D-48712 Gescher, Germany
Phone: +49 (0) 25 42 / 7 01-0
Fax: +49 (0) 25 42 / 7 01-499
Mail: info@HUESKER.de
Web: www.HUESKER.com

HUESKER S.A.

Pol. Industrial Talluntxe II · Calle O, Nave 8
31110 Noain (Navarra)
Tel.: 948 198606
Fax: 948 198157
Mail: huesker@HUESKER.es
Web: www.huesker.es



HUESKER

Ideen. Ingenieure. Innovationen.