

PROTECCIÓN DE CAUCES Y MÁRGENES DE RÍOS Y CANALES MEDIANTE MATERIAL GEOSINTÉTICO, GEOESTERA TIPO ENKAMAT A20.

Resumen: Aplicación y algunos conceptos para el diseño de geoesteras en la protección de cauces y márgenes de ríos. Este tipo de materiales permiten el crecimiento de la vegetación y el intercambio de organismos vivos entre el agua y la ribera. Este tratamiento puede ser empleado en combinación con otros tipos para alcanzar la protección idónea en cada punto del cauce. Se muestran algunas actuaciones realizadas

1. Introducción

La utilización de materiales geosintéticos, geoesteras principalmente, en protección de cauces y márgenes de ríos busca dar soluciones a varios problemas que se plantean al abordar un proyecto de este tipo:

- falta de disponibilidad o encarecimiento de materiales granulares,
- búsqueda de soluciones que perturben lo menos posible al entorno,
- solución económica aceptable, tanto en costes como en plazos de ejecución.

En todos los casos el empleo de este tipo de sistemas, siempre que las condiciones del cauce y del río así lo permitan, van a ofrecer una solución ecológica y económica aceptable.

Los materiales no dañan el medioambiente pues no son tóxicos. Permiten el crecimiento de la vegetación y el intercambio de organismos vivos entre riberas y agua, tan necesarios -vegetación y organismos vivos- para el desarrollo biológico de los ríos.

De esta forma se consigue una máxima adaptación al entorno y permite que se reestablezca el equilibrio ecológico dañado durante la ejecución de los trabajos de una manera eficaz y rápida.

La facilidad de manejo y los grandes rendimientos durante la instalación de los materiales reducen costes y plazos de ejecución frente a otro tipo de sistemas más convencionales.

Debemos considerar que la utilización de materiales geosintéticos es ya un hecho cotidiano en la mayoría de nuestras obras públicas. Su gran empleo se debe a causas semejantes a las aquí expuestas: materiales granulares escasos o caros, soluciones que no perturben al entorno y que reduzcan los vertederos necesarios y, costes limitados de los materiales y en los plazos de instalación de los mismos.

2. El Problema

La erosión debida a la velocidad de la corriente y el oleaje causa normalmente daños en el tiempo debido al arrastre del suelo del que se componen los cauces de los ríos y canales naturales.

Esta acción de las aguas en movimiento puede verse incrementada en algunas zonas puntuales debido al trazado caprichoso del cauce -sobre todo el de los ríos-, como estrechamientos y curvas, donde el agua aumenta de velocidad o choca contra la margen lo que además produce turbulencias.

Hoy en día hay que añadir la consideración por el entorno, que exige cada vez más el preservar lo máximo posible las condiciones iniciales, y si no fuera posible, reducir al máximo el impacto ambiental de la obra durante la ejecución de los trabajos y una vez concluidos los mismos.

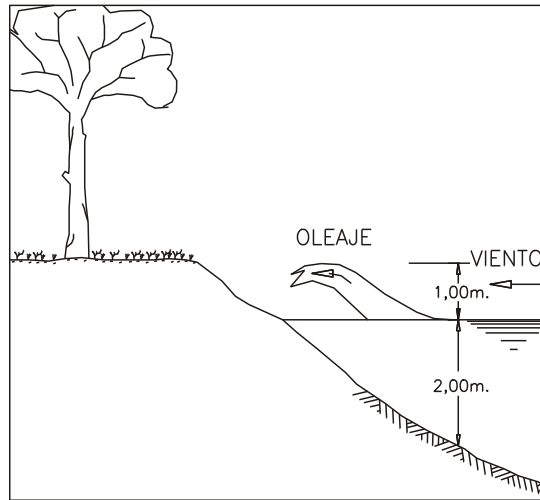


Figura 1: Erosión en el cauce debido a la acción de la corriente y del oleaje

3. La Solución

El diseño para controlar la erosión en los cauces depende de muchos factores que dan lugar a diferentes soluciones: encauzamientos con muros de hormigón, escolleras, cauces de avenidas, etc.

Una de las posibilidades, y en ciertas condiciones, es el empleo de geoesteras que permiten y refuerzan el crecimiento de la vegetación autóctona sobre los taludes, a la vez que no altera la interacción biológica entre márgenes y el agua, necesaria para el equilibrio ecológico del río.

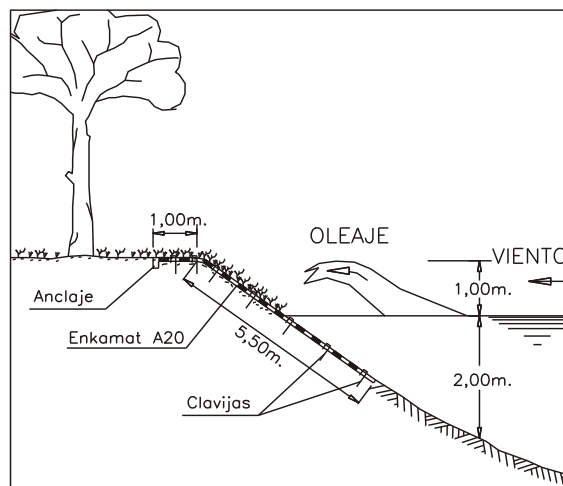


Figura 2: Colocación de geoestera sobre el talud del cauce para su protección

3.1. Condiciones para el Empleo de Geoesteras

El empleo con éxito de este tipo de sistemas para protección de cauces depende de diversos factores como:

- Cargas Hidráulicas: velocidad del agua; oleaje; nivel del agua
- Aspectos Geotécnicos: dimensiones y estabilidad de los taludes
- Crecimiento de la Vegetación: suelos; condiciones climáticas, tipos de plantas, etc.
- Otras: instalación; impacto ambiental; durabilidad; mantenimiento

3.2. Cargas Hidráulicas

Las cargas hidráulicas sobre el material instalado pueden ser de 3 tipos: la velocidad del agua, el oleaje y el nivel de agua o calado.

3.2.1. Velocidad del Agua

La velocidad del agua produce sobre el material una vez colocado dos efectos:

- esfuerzo cortante
- movimiento de partículas del terreno que intenta proteger

Se conoce como *velocidad crítica*, aquella para la cual se empiezan a producir el movimiento de partículas.

Generalmente se produce la erosión de las márgenes antes que la rotura del material, por lo que el *cortante crítico* no es aquel que produce la rotura del material, sino que está relacionado con la velocidad crítica, es decir, es el cortante que aparece a la velocidad crítica.

La velocidad crítica depende, entre otros factores, del tipo de suelo, de la geometría del talud, de la vegetación, etc.

La velocidad crítica es una función del tiempo de exposición del talud protegido a la misma, que alcanza un valor asintótico, para el cual cualquier velocidad inferior no produce perturbaciones sobre las partículas del terreno (Ver figura 3).

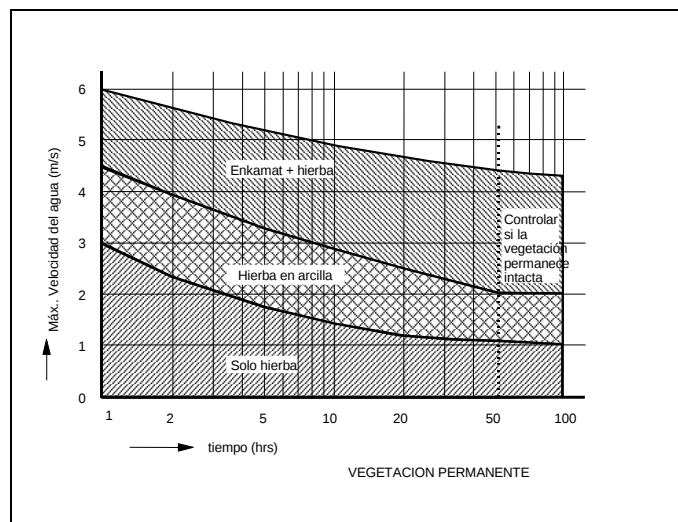
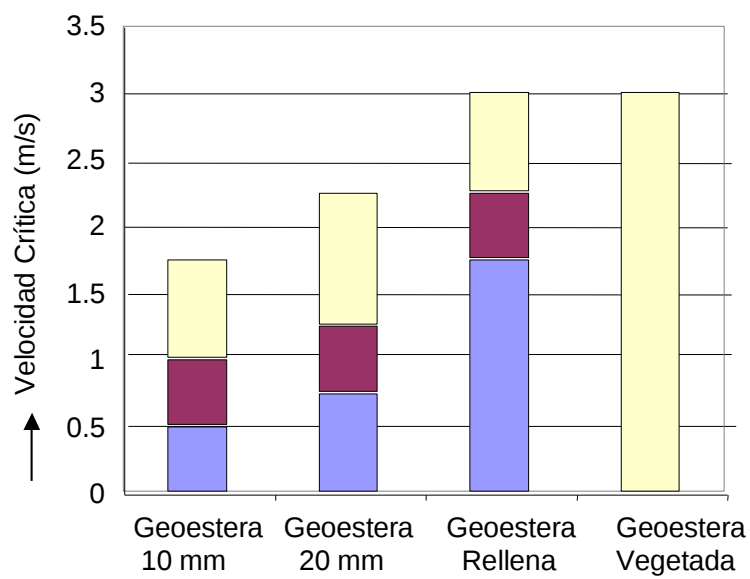


Figura 3: Velocidad Crítica en el Tiempo para un talud CON Vegetación

Si adoptamos como *velocidad crítica del material*, el valor asintótico para el cual el sistema se estabiliza, ésta va a depender principalmente del tipo de geoestera utilizada y de la vegetación existente (ver figura 4).



- Geoestera sin vegetación
- Geoestera con escasa vegetación (< 1 año)
- Geoestera con buena vegetación

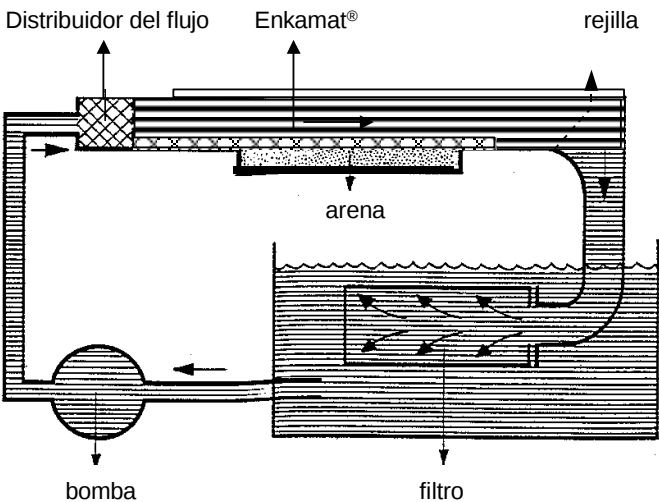
Figura 4: Velocidad Crítica en función del Material y de la Vegetación

Este tipo de datos sólo puede obtenerse mediante ensayos de laboratorio y de campo. Un ensayo tipo es el conocido como "Flume Test", cuyo esquema y resultados pueden verse en la figura 5.

Figura 5: Esquema del Aparato del Flume Test y Resultados para distintos tipos de Geoesteras

Sobre las muestras se hace pasar un flujo constante de agua, midiéndose la velocidad a la que la arena comienza a ser transportada.

Vemos a continuación un esquema del aparato de ensayo.



COLBOND
GEOSYNTHETICS

Capa de Protección	Velocidad Crítica en m/s	Cortante Crítico en N/m ²
Ninguno (Arenas d50 = 0,6 mm)	0,30	0,3
Enkamat® de 10 mm de espesor	0,60	2,3
Enkamat® de 20 mm de espesor	0,75	3,7
Enkamat® de 10 mm de espesor + gravilla (2/5 mm)	1,00	6,5
Enkamat® de 20 mm de espesor + gravilla (2/5 mm)	1,65	17,0
Enkamat® A20 (relleno de gravilla y ligante en planta)	2,50	24,0

3.2.2. Oleaje

El oleaje no suele ser un problema importante en los ríos y canales españoles al no ser ni lo suficientemente anchos ni ser navegable. Pero este tipo de soluciones puede ser empleado también en lagos naturales o artificiales de extensiones considerables y que pueden tener algo de navegación ligera, por lo que sí se verían afectados por pequeñas olas.

En este caso un talud con vegetación podrá soportar el oleaje de la siguiente forma (Waterloopkundig Laboratorium de Delft - Holanda, 1996):

Olas inferiores a 0,4 m

- hierba en buenas condiciones no sufre daños serios en un período de 1 a 2 días
- hierba en malas condiciones sufre daños apreciables de forma rápida. Hoyos de entre 0,2 y 0,4 metros de profundidad en 24 horas.
- hierba en condiciones aceptables sobre un subsuelo arenoso sufre daños severos en 24 horas, hoyos de hasta 0,3 metros de profundidad.

El estudio aporta datos sobre los daños sufridos para olas de hasta 1,4 metros de altura, pero basta esta muestra para ver la necesidad de protección de un talud sometido a un pequeño oleaje, aunque tenga una vegetación ligera.

Asimismo hay que considerar los daños producidos sobre las márgenes y el sistema cuando el agua sobrepasa la coronación del talud.

3.2.3. Altura del Nivel del Agua

Hay que tener en cuenta los distintos niveles de altura de agua y las velocidades alcanzadas en cada momento. Es importante estimar el tiempo al que va a estar sometido en cada régimen para no sobrepasar la velocidad crítica en cada momento.

Los niveles máximo y mínimo de proyecto determinan la zona efectiva de protección e influye en la instalación y coste total de la obra.

3.3. Otros Factores

Otros factores que influyen y limitan el empleo de estos materiales son las dimensiones y estabilidad del talud, así como la posibilidad o no de crecimiento de vegetación sobre el mismo. Estos sistemas están basados en que va a existir crecimiento de vegetación y su función principal es apoyar ese crecimiento y servir de protección mientras ésta se consolida sobre en el terreno.

3.4. Limitaciones de empleo

Las geoesteras tienen limitaciones en el empleo de acuerdo con lo dicho en los puntos anteriores. En la tabla representada en la figura 6, se evalúan estas limitaciones.

Como la mayoría de los datos que existen sobre este tipo de sistemas, lo expresado en esta tabla es fruto de ensayos de laboratorio y experiencias a tamaño natural o reales, llevadas a cabo desde hace más de 20 años.

CONCEPTO	LIMITACIÓN	COMENTARIOS
Velocidad	Velocidad Crítica	Depende del tiempo de exposición del talud a esa velocidad. Pueden aceptarse velocidades mayores si se está dispuesto a aceptar daños cuantificables
Oleaje	Tiempo de exposición pequeño	Las geoesteras no dan buenos resultados frente a grandes oleajes o de larga duración. En esos casos se recomienda hacer un ensayo a escala real en la zona que se quiere proteger para comprobar su funcionamiento. Puede ser aceptable su uso en condiciones que produzcan daños cuantificables
Nivel de la Aguas	Duración de las cargas hidráulicas, ya que afectan a la vegetación	Hasta 0,3 m por encima del nivel medio, la vegetación debe considerarse como pobre. La vegetación no se desarrolla en zona de oleaje. Zonas vegetadas que permanecen sumergidas varios días o semanas no desarrollan vegetación fuerte.
Talud	1V:1,5H geoestera sin reforzar	A partir de este ángulo debe calcularse el refuerzo de la geoestera
Vegetación	Calidad de la vegetación	En zonas donde no vaya a crecer vegetación, este sistema no es efectivo. La efectividad final depende de la calidad de la vegetación a largo plazo.
Durabilidad	Ninguna en zonas sin contaminación	En zonas donde exista contaminación industrial, agrícola o minera, hay que comprobar la durabilidad del polímero frente a los elementos que puedan encontrarse en contacto con la geoestera
Impacto Ambiental	Generalmente ninguna	Los polímeros empleados en este tipo de materiales (nylon, PP), en general no son tóxicos para la fauna y la flora, aunque se degraden en el tiempo debido a la radiación UV.

Figura 6: Limitaciones en el empleo de Geoesteras en la Protección de Márgenes de Ríos y Canales

Las limitaciones en el empleo dependen también del tipo de cauce que va a ser protegido. Un canal con velocidad constante sólo podrá ser protegido si la velocidad crítica del material (la asintótica) a emplear es inferior a la del agua en el canal.

En cambio, si lo que se pretende es proteger un cauce de avenidas, la velocidad crítica a considerar vendrá determinada por el tiempo de exposición o de duración de la crecida.

4. Características Técnicas de las Geoesteras

Aunque existen materiales de control de erosión naturales, las geoesteras empleadas en este tipo de obras son materiales poliméricos - generalmente poliamida (PA o nylon) o polipropileno (PP) -, con una estructura tridimensional de hilos entremezclados o fabricada mediante unión de 2 o más georredes.

Estos geoesteras pueden rellenarse con gravilla y aplicarles un ligante bituminoso para dotarlas de mayor peso y resistencia, a la vez que son lo suficientemente porosos para permitir el paso de la vegetación a través del conjunto.

Es este tipo de material pesado el que debe emplearse en las zonas que vayan a estar en contacto con el agua en algún momento.

En la página 10 (ver figura 8) se muestra una tabla de características técnicas representativa de este tipo de materiales rellenos.

5. Guía almacenamiento, manipulación e instalación de los Materiales

La colocación y fijación de las geoesteras sobre el talud del cauce es una operación sencilla pero a la vez delicada. Basta con seguir unos principios básicos y los manuales que generalmente aportan los fabricantes que son quienes actualmente disponen de más experiencia e información.

Los principios básicos a seguir para obtener una instalación con éxito son:

- Preparación de la base de apoyo: lisa, limpia y sin deformaciones u oquedades
- Dimensionamiento de los anclajes: zanjas superior e inferior, anclajes intermedios.
- Colocación de la geoestera: contacto íntimo con la base de apoyo, longitudes de anclaje según diseño, colocación de los anclajes intermedios, solapes adecuados.
- Solapes: mínimos de diseño, en dirección contrario a la corriente para evitar levantamientos en esa zona.
- Anclajes intermedios: nº suficiente (mínimo 1 m²), longitud adaptada al tipo de terreno para que no sean "expulsados" por el mismo.
- Utilización de la maquinaria de apoyo y útiles adecuados: grúa o retro que mueva rollos pesados, desenrollador, cortador, eslingas, etc.
- Personal adecuado.



Guia para el almacenamiento, la manipulacion y la colocación de Enkamat® - Enkamat® A20

Almacenamiento del Enkamat

Se recomienda almacenar el Enkamat con su embalaje de origen y cubrir los rollos almacenados a la intemperie para largos periodos.

Manipulación del Enkamat A20

Manguitos y un mandril suplementario se suministran para facilitar la colocación del Enkamat A20. Cadenas o cables metálicos deben colocarse de manera que ejerzan la tracción sobre los manguitos. No se aconseja emplear otros medios. Los manguitos y el mandril deberán devolverse después de la instalación del producto.

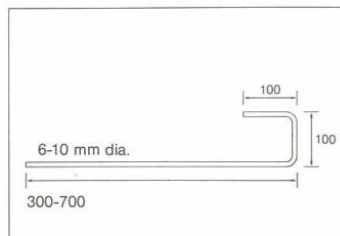
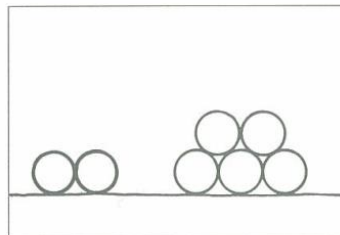
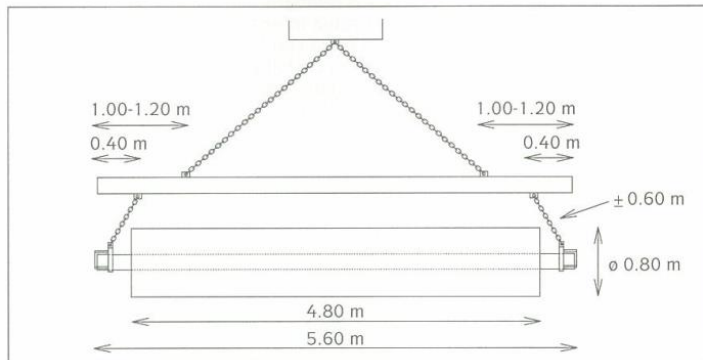
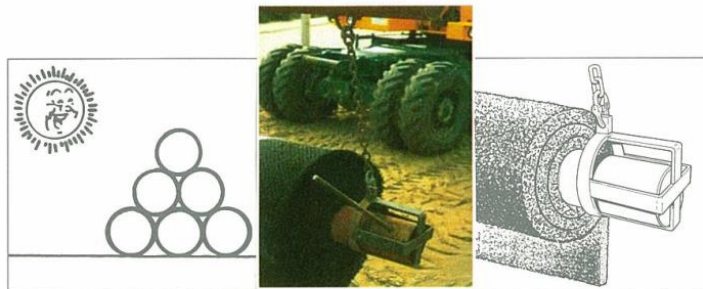
La empresa deberá proveerse de cadenas o cables que puedan soportar una carga de trabajo de 2,5 Tm. con toda seguridad. Manguitos abiertos (ver esquema) impiden el desenrollamiento accidental del Enkamat A20 durante el transporte o la instalación.

Almacenamiento del Enkamat A20

El Enkamat A20 no debe almacenarse sobrepasando dos rollos en altura. Con fuerte calor, los rollos deberán cubrirse para prevenir el reblandecimiento del bitumen.

Clavijas de fijación

El diametro y la longitud de las clavijas depende de las características del suelo. Las dimensiones mínimas son de 6 mm. de diametro y 300 mm. de longitud para Enkamat y 8 mm. de diametro y 400 mm. de longitud para Enkamat A20.



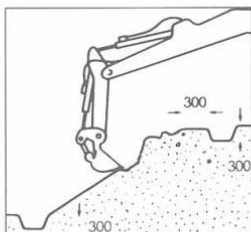
Nota:

Debido a que la vegetación forma parte integral del sistema antierosión con Enkamat, su establecimiento es una condición indispensable que nos conduce a precisar los siguientes puntos:

- El suelo, debajo del Enkamat, debe permitir el crecimiento de la vegetación.
- Las semillas deben escogerse en función de las características del suelo así como de las condiciones climatológicas.
- La utilización de abonos o materiales hidrófilos puede favorecer el crecimiento de la vegetación.

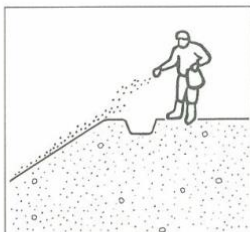


Instrucciones para la colocación del Enkamat A20



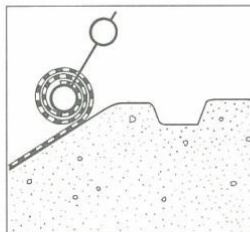
1. Nivelación

Igualar el talud de manera a obtener una superficie plana exenta de vegetación, raíces, piedras, etc. y rellenar los agujeros. El talud debe ser estable y correctamente compactado. Excavar arriba y en el pie de los taludes, zanjas de anclaje de 0,30 m. de profundidad. Si el terreno es de mediocre calidad, es aconsejable añadir tierra vegetal a la capa superficial.



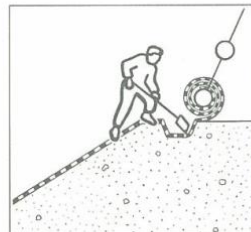
2. Siembra

Antes de poner el Enkamat A20, sembrar la superficie por encima del nivel normal de agua con 30 g/m² de semilla y plantar rizomas o plantas acuáticas por debajo del nivel de agua. Después de instalado el Enkamat A20 plantas acuáticas pueden insertarse en la napa.



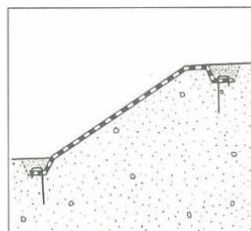
3. Colocación

Empezar la instalación por la parte alta del talud, a menos que las condiciones locales requieran un método alternativo. Desaconsejamos ponerlo en sentido longitudinal. Mantener el rollo en el suelo para evitar un desenrollamiento accidental del rollo. La instalación del Enkamat A20 no debe realizarse con temperaturas inferiores a 5 °C.



4. Cortado de las piezas

Cortar la napa a la longitud deseada con la ayuda de una cortadora de disco. El rollo debe situarse en el talud y asegurarse de evitar pueda desenrollarse hacia abajo.

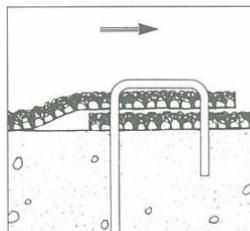


5. Rellenado de las zanjas

Fijar el Enkamat A20 a cada 1 m. en el centro de la zanja. Rellenar la zanja de anclaje y compactar.

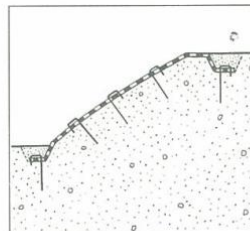
Importante:

La concentración de las aguas debe ser evitada formando montículos de tierra en la parte alta de los taludes o desviándolas.



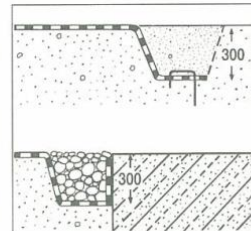
6. Fijación de los solapes

Solapes de 0,30 m. deben efectuarse entre las piezas sucesivas en instalaciones en seco y de 0,50 m. en las que se efectúan bajo agua. Los solapes se hacen en el sentido de la corriente y necesitan 1 clavija cada metro. En zonas turbulentas o de fuerte corriente se recomienda poner una clavija cada 0,50 m. Una precaución especial debe tenerse en cuenta en la colocación de las clavijas a nivel del agua, así como en las zonas sometidas a mareas.



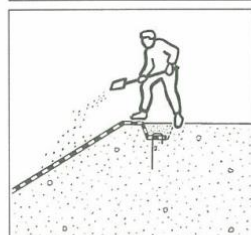
7. Clavijas intermedias

En condiciones difíciles, recomendamos la colocación de clavijas suplementarias a razón de 1 clavija por m²; en condiciones normales 1 clavija cada 3 o 4 m² es suficiente. En los agujeros u hoyos eventuales es necesario poner clavijas intermedias para asegurar el contacto del Enkamat A20, al terreno. De todas maneras es preferible evitar las irregularidades del terreno.



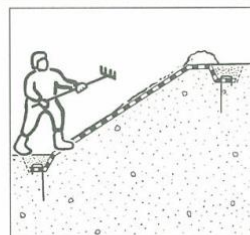
8. Fijación en los bordes laterales

Los bordes de la napa deben fijarse de forma adecuada; las uniones con estructuras rígidas solicitan una atención particular (ver pag. 4).



9. Pantalla

En casos de colocación durante el verano, es necesario poner una pantalla de algunos milímetros de arena o de tierra sobre Enkamat A20 para evitar la absorción de calor de la napa que correría el riesgo de dañar la semilla.

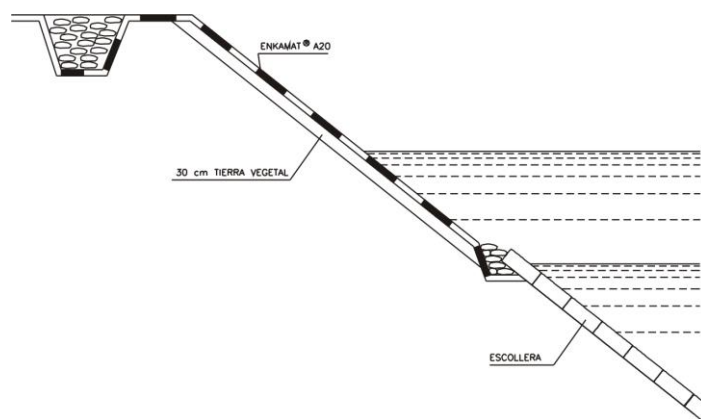


10. Enkamat A20 + Enkamat

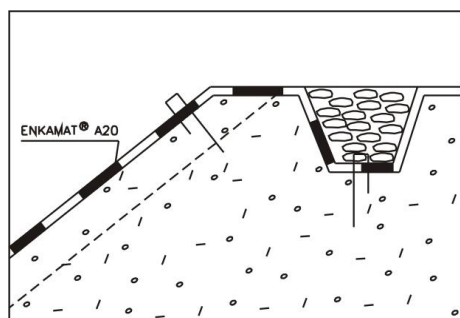
Cuando Enkamat A20 es utilizado combinado con

Enkamat, debe primero instalarse el Enkamat A20 fijando la parte superior en una zanja situada como mínimo a 0,50 m. del nivel del agua, rellenar y compactar (ver pag. 4). Prever un recubrimiento de Enkamat encima de la zanja y fijar con clavijas todos los 0,25 m. Rellenar de tierra de 10 a 20 mm. por encima de la napa de Enkamat.

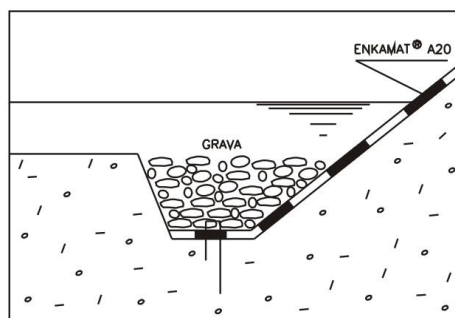




ZANJA SUPERIOR Y TALUD



ZANJA SUPERIOR



ZANJA INFERIOR

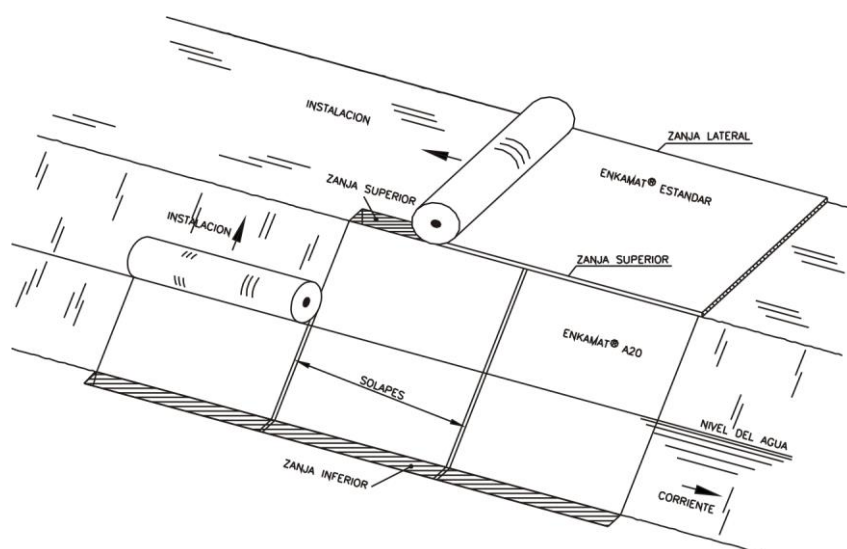


Figura 7: Guía de fabricante para la Instalación. Elementos necesarios: desenrollador, anclajes, etc.



Enkamat® A20

Información del producto

GEOESTERA RELLENA

Descripción del producto

Enkamat® A20 está basado en un Enkamat® tipo 7220 relleno de fábrica con bitumen ligado a una gravilla como material filtro. El Enkamat® es una malla flexible tridimensional, fabricado con monofilamentos de poliamida-6 termosoldados en sus puntos de contacto formando una estructura que posee más de un 90% de espacio libre. El Enkamat® tiene una cara lisa producida a base de monofilamentos en una estructura bi-dimensional e irregular que se encuentra térmicamente unida a la estructura tridimensional.

La estructura tridimensional de la manta permite realizar el relleno con asfalto con el fin de que las partículas de grava se adhieran a la estructura abierta formada por filamentos.

El betún ligador asfáltico y los filamentos que rodean la grava mantienen la capa de terraplen dentro mientras amortigua conservando buena flexibilidad.

Para asegurar una permeabilidad alta al agua y tener en cuenta el crecimiento de la vegetación, los filamentos del Enkamat® A20 deben quedar visibles después de rellenar con asfalto. El betún es un ligador asfáltico obtenido a partir de aceites minerales sin disolvente. El betún es modificado para obtener una mejor temperatura de comportamiento. El mineral es basalto aplastado. Enkamat® A20 no es tóxico y está aprobado y aceptado para su uso en depósitos de agua (potable).

Aplicaciones

Teniendo en cuenta su alta permeabilidad (20 Kg/m²) y la inmediata protección que ofrece con velocidades de aproximadamente 2,5-3,0 m/s, el Enkamat® A20 está siendo ampliamente utilizado en la protección de márgenes y fondos en ríos, arroyos, lagos, estanques, diques y canales frente a la erosión generada por el oleaje y las corrientes.

Características Técnicas

Composición material	: Poliamida-6
Densidad del polímero	: 1140 kg/m ³
Punto fusión	: 218 ° C
Color	: Negro
UV Estabilizador	: Carbón negro y otros
Peso de la malla	: 650 g/m ² (20° C, 65% RH)
Densidad de la malla	: aprox. 28 kg/m ³
Diámetro filamentos	: aprox. 0.54 mm
Toxicidad	: ninguna; aprobado por Hygiene Institute, Gelsenkirchen, BRD

Características y método de ensayo	Unidad	7220
Espesor EN ISO 9863-1	mm	22
Resistencia a Tracción EN ISO 10319	kN/m	2.4/2.5
Peso unitario EN 965	g/m ²	650

Dimensiones y pesos*

	Material				Rollos		
	Peso	Ancho	Longitud	Area	Diam.	Longitud	Peso Bruto
Tipo	Kg/m ²	m	m	m ²	m	m	kg
A20	20	4.80	20	96	0.80	5.60	2200

* Valores indicativos

Figura 8: Hoja de Características Técnicas Tipo para Geoesteras Rellenas en Fábrica de Gravilla y Betún

6. Algunas actuaciones en España

En España existen ya algunas actuaciones de cierta relevancia en con este tipo de materiales en los que se busca una solución que reduzca el impacto ambiental o que se integre en el medio.

6.1. Acondicionamiento del Río Matachel en Mérida (Badajoz)

A la salida de la presa de Alange se actúa sobre el río Matachel y se le dota de un amplio cauce de avenidas que pueda soportar sin peligro de inundaciones y fuertes erosiones, los desagües de la presa.

Esto significa que el cauce de avenidas va a ser empleado sólo algunos días al año. Además se buscó una solución lo más integrada en el entorno.

Para ello se utilizó sobre el talud una geoestera rellena tipo Enkamat A20. Por esta obra OHL ha sido galardonada con el Primer Premio Caminos Ambiente 2000



Foto 1: Colocación de la geoestera rellena el talud del cauce de avenidas del Río Matachel.



Foto 2: Situación al cabo de 2 meses de la instalación, en la zona inferior del talud (marcado en la foto) baja puede observarse el efecto que sobre la vegetación tuvo la primera avenida.

6.2. Tratamiento de taludes en el Ebro a su paso por Zaragoza

Se protege el talud superior del cauce del río Ebro mediante malla abierta tipo Enkamat 7010 con un espesor de 10 cm. De esta forma se refuerza la vegetación en previsión de reducir los daños sobre el talud en el caso de una crecida.



Foto 3: Colocación de la geoestera sobre el talud con su anclaje en la zanja situada en la berma del cauce de avenidas.



Foto 4: Situación al cabo de 1 mes de la terminación de la siembra.

6.3. Encauzamiento Saja-Besaya en Santander

Se encauzó el río Saja en la zona de su unión con el Besaya y se crea un cauce de avenidas con la pretensión de que sea una zona de ocio y paseo. Se empleó una geoestera abierta tipo Enkamat 7020 de 20 cm de grosor en la base del cauce para reforzar la vegetación durante las crecidas del río.



Foto 5

Preparación y compactación de la base del cauce de avenidas. La zona verde (marcada en la foto) de la margen opuesta es la zona de pruebas del material, en contraste con la zona no protegida.



Foto 6

Prueba in situ de la geoestera. Resultado después de una avenida. La zona con vegetación está protegida con la geoestera. La zona sin proteger se ha quedado sin vegetación.



Foto 7 Situación en Agosto.

6.4. Desvío del Río Llobregat-El Prat de Llobregat en Barcelona

Para el tratamiento y con el fin de evitar la erosión superficial de los márgenes del nuevo curso del río se opta por colocar una solución blanda a base de una geoestera rellena de grava y betún, tipo Enkamat A20. Dicha geoestera permite el paso de vegetación a través suya y será esta reforzada con el material lo que actúe contra la erosión evitando el arrastre de finos a lo largo del curso del río.

La velocidad del río está en el entorno de los 2 m/seg. en periodo de avenidas. El tratamiento esta combinado con una buena elección de la semilla que se deposita sobre el talud perfilado antes de la colocación de la geoestera Enkamat A20.



Foto 8
Colocación de la geoestera sobre el talud previamente semillado.



Foto 9
Geoestera sobre el talud recién instalada, anclada en zanja superior e inferior.

Desvío del Río Llobregat-El Prat de Llobregat en Barcelona



Foto 10
Geostera al poco tiempo de la instalación con establecimiento de cierta vegetación.



Foto 11
Situación al cabo de unos meses de la terminación de los trabajos.

Desvío del Río Llobregat-El Prat de Llobregat en Barcelona



Foto 12
Vista puntual de zona tratada y ya vegetada.



Foto 13
Vista aérea del río completo protegido.

6.5. Acondicionamiento de los márgenes del Rio Cabe-Monforte de Lemos en Lugo

Para el tratamiento y con el fin de evitar la erosión superficial de los márgenes del río se opta por colocar una solución blanda a base de una geoestera rellena de grava y betún, tipo Enkamat A20. Se realiza el sembrado en una época en la que no existía riesgo de sequía ni de heladas e inmediatamente después se coloca el material sobre el talud sembrado.

La geoestera tiene una estructura totalmente permeable y abierta por lo que permite el paso de agua y crecimiento de la vegetación autóctona a través suya.

El resultado final de la solución adoptada es un talud vegetado que protege de la erosión gracias al enraizamiento de las plantas y el refuerzo de las mismas al encontrarse enmarañadas entre la geoestera.

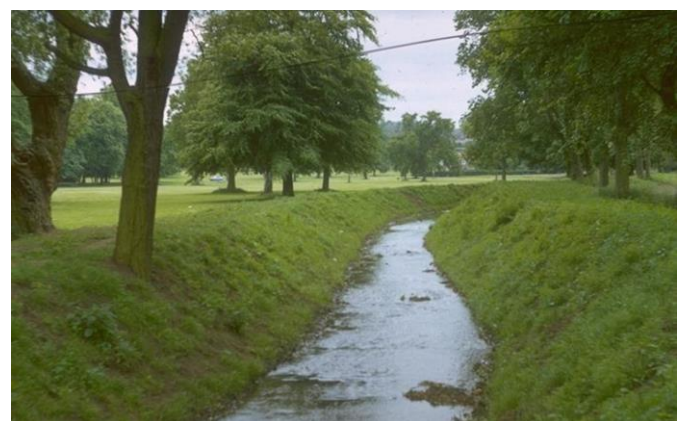
Al encontrarse el cauce dentro de una zona urbana, se consigue con esta técnica una perfecta adaptación al entorno así como una reducción del impacto medioambiental de la actuación realizada.



Foto 14
Vista general del cauce en zonas tratadas y ya vegetadas.

6.6. Acondicionamiento de canales y cauces

Control de la erosión en zonas normalmente inundadas, tales como, márgenes y lechos de canales con presencia continua de elevados niveles de agua. Enkamat A20 disminuye, en la fase agua-suelo, la velocidad de las partículas que transporta el agua y que son elementos que pueden producir erosiones. Enkamat A20 es permeable y deja crecer las plantas a través del producto.



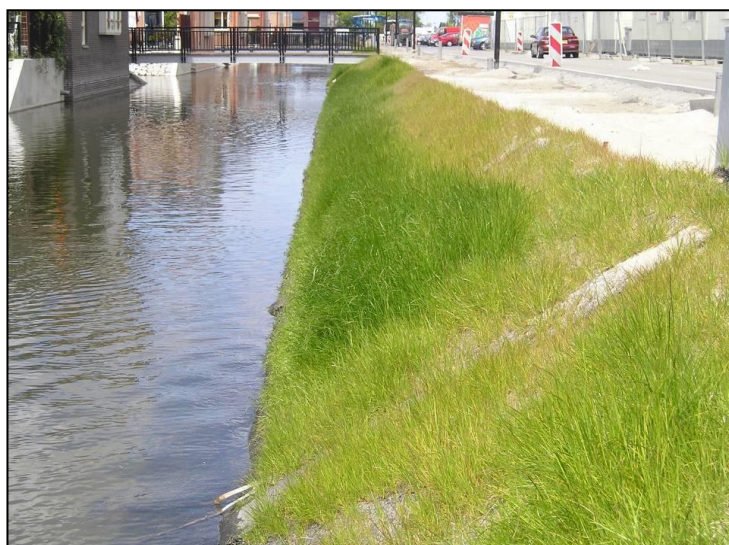
6.6. Acondicionamiento de canales y cauces



6.6. Acondicionamiento de canales y cauces



6.6. Acondicionamiento de canales y cauces



6.6. Acondicionamiento de canales y cauces

