

Clasificación de productos en rollo para el control de erosión: una perspectiva actual

Por Tim Lancaster y Deron N. Austin

Resumen

La estricta legislación sobre calidad de agua local, estatal y federal de los Estados Unidos ha hecho que ingenieros, arquitectos, contratistas y dueños de tierras sean más conscientes de sus responsabilidades al emplear prácticas de control de erosión y sedimentos más efectivas y económicas. La reciente implementación de la Fase II del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES) ha hecho que esta necesidad sea aún más importante. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA) informó que en el año fiscal 2003, se evaluaron multas y medidas cautelares por u\$s 2.900 millones. Estos fondos se destinarán a la limpieza de sitios contaminados y a la protección contra mayores daños ambientales.

En la mayoría de las obras en construcción, el control de la erosión (proceso por el cual se evita el movimiento inicial de partículas de suelo por acción del viento y la lluvia) es el modo más proactivo y rentable de cumplir con las regulaciones. Los estudios exhaustivos de laboratorio y las investigaciones de campo a gran escala han verificado que la protección "balanceada" de la superficie del suelo utilizando vegetación permanente es una forma de control de erosión eficiente y estéticamente agradable.

Esta toma de conciencia ha generado una industria dedicada a la fabricación de productos para el control de la erosión (RECPs) diseñados para ayudar a mitigar problemas inmediatos y otorgar una estabilización del suelo a largo plazo por medio de la implementación y mantenimiento de la cubierta de vegetación.

Terminología utilizada para estos productos

Durante los últimos 10 años, se han utilizado términos como "cubierta orgánica de protección", "revestimiento para el control de la erosión" y "mantas para reforzar la vegetación", aun de manera intercambiable, para definir varios tipos de productos para el control de la erosión.

Aunque estos términos pueden ser comprendidos por especialistas en control de erosión con amplia experiencia, muchos ingenieros, diseñadores e instaladores se pueden confundir en cuanto a la jerarquía que éstos tienen en las clasificaciones y su modo de aplicación.

Se requiere una comprensión básica de las distintas categorías de productos que han sufrido una reingeniería, para asegurar el buen rendimiento de los mismos en lo que respecta a especificaciones y utilización. Debido a que las clasificaciones genéricas abarcan una gran variedad de materiales para el control de la erosión, es razonable que cada categoría cuente con una gama funcional de aplicaciones para control de erosión y/o revegetación.

Cubiertas Orgánicas Convencionales

Se han utilizado por miles de años distintos tipos de cubiertas orgánicas para proteger a las semillas y suelo de las fuerzas erosivas y acelerar la fijación de la vegetación. Los beneficios de las mismas incluyen:

- Ayudar en la estabilización del suelo, reduciendo inmediatamente la erosión producida por el viento y el agua.
- Reducir las fluctuaciones en las temperaturas del suelo, para fomentar una rápida germinación de las semillas y un menor estrés por temperatura sobre las plántulas.
- Retener la humedad del almácigo para obtener una rápida germinación de las semillas y crecimiento de las plantas.

- Retener la nieve para incrementar el efecto aislante de las precipitaciones invernales y mantener los niveles de humedad del suelo en primavera.
- Transformar estas cubiertas en materia orgánica valiosa que se incorpora al suelo para otorgar humedad a largo plazo y brindar, al mismo tiempo, buena retención de nutrientes a la planta.

Revestimiento Orgánico suelto

La paja y el heno son los materiales más utilizados como revestimiento orgánico. La paja suelta y las fibras de heno, sin embargo, deben tener la longitud suficiente, de 10 a 20 centímetros, para entrelazarse y poder así ofrecer el efecto máximo deseado. Cuanto mayor es la longitud de la fibra del residuo orgánico, más efectivo es el mismo para brindar estos beneficios. En terrenos que van de llanura a pendiente suave, se aplica generalmente una cubierta orgánica seca, a máquina, a una tasa de 3370 a 4490 kg/ha (1,5 – 2,0 toneladas/acre) y se la incorpora al suelo utilizando discos de cuchilla de arado desafilados que se conocen como crimpers.

Fijadores (Tackifiers)

A medida que aumenta el ángulo de la pendiente, las técnicas de disqueado se remplazan por la utilización de sprays viscosos que se usan para fijar las fibras de residuo orgánico a sí mismas y al suelo. Estos sprays, que se llaman fijadores (tackifiers) están generalmente compuestos por emulsiones asfálticas, destilados de guar, psyllium y alginato de sodio. La cantidad de fijador aplicado varía en relación con el tipo de producto, la severidad de las condiciones del lugar, el clima y la duración deseada de la aplicación.

Revestimiento Orgánico Hidráulico

En los años sesenta se desarrollaron aplicaciones hidráulicas de revestimientos orgánicos formados por madera, celulosa de madera, pulpa de papel, papel de diario reciclado y/o fibras de cartón como alternativa a las técnicas convencionales de cubiertas orgánicas secas. Este tipo de cobertura brinda la posibilidad de aplicaciones de un solo paso en el cual se puede sembrar y aplicar la semilla, el fertilizante, los mejoradores de suelo, y el residuo orgánico de una sola vez con la sembradora/mullidora hidráulica.

Sin embargo, los residuos orgánicos tienen una limitación importante. Las fibras deben ser generalmente menores a 1,27 cm (1/2 pulgada) de longitud para poder atravesar las bombas de la sembradora/mullidora hidráulica. Esto disminuye significativamente su efecto de cobertura, aún compensándolo con tasas de aplicación que sobrepasan a las de los revestimientos orgánicos sueltos. Con el paso de los años, la investigación exhaustiva y las experiencias de campo han probado que los residuos orgánicos sueltos, de fibras largas, son superiores a los hidráulicos para la protección contra la erosión y la fijación de la vegetación.

Sin embargo, los revestimientos orgánicos hidráulicos tienen algunas ventajas. Las fibras cortas, junto a su capacidad para absorber el agua durante las aplicaciones, les permite adherirse fácilmente a pendientes empinadas. El agregado de fijadores a las suspensiones hidráulicas puede fortalecer la dureza de las fibras. Las aplicaciones de residuos orgánicos hidráulicos son más limpias que las de otros recubrimientos que suelen ser más secos y polvorientos. La humedad que retiene el revestimiento orgánico durante la aplicación hasta puede estimular el crecimiento de la semilla. Sin embargo, el rápido crecimiento de la semilla puede convertirse en un problema serio si el suelo no recibe la suficiente cantidad de precipitaciones como para sostener el desarrollo de las plántulas. Por estas razones, los revestimientos orgánicos hidráulicos son más recomendables para suelos cercanos al agua o inaccesibles para los ventiladores de residuos orgánicos secos. También pueden ser la mejor opción para sitios más cuidados donde la estética en el corto plazo es una consideración importante a tener en cuenta.

Se desarrollaron fijadores mejorados, sustancias aglutinantes y aditivos de fibras especiales que se adhieren con fuerza a las fibras de los residuos orgánicos. Estos aglutinantes de fibras adheridas, nuevos y mejorados, han mostrado buenos resultados en el laboratorio y cuentan con mucha aceptación en algunas aplicaciones generalmente consideradas demasiado severas para los revestimientos orgánicos hidráulicos convencionales.

La duración de todos los revestimientos orgánicos está limitada por la retención de la fuerza de adhesión del aglutinante, que generalmente sólo dura de 1 a 4 meses. Dependiendo del tipo de agente adhesivo o fibra que se utilice, la fuerza de adhesión del residuo orgánico hidráulico, puede no desarrollarse si el suelo recibe abundante lluvia o está expuesto a heladas dentro de las 24 a 48 horas después de su aplicación. Las condiciones inclementes de tiempo pueden inhibir el fraguado de los agentes fijadores haciendo que éstos sean inefectivos aun en condiciones más favorables. Por otra parte, los revestimientos orgánicos hidráulicos que contienen fibras especiales para adherir el aglutinante en forma mecánica logran un desarrollo máximo sin necesidad de fraguar. Sin embargo, es importante destacar que la fuerza de adhesión de todos los revestimientos orgánicos hidráulicos es limitada y puede ser superada en condiciones de mayor escorrentía en pendientes y áreas de flujo concentrado de agua (canales, depresiones pantanosas, desvíos). Una vez que se pierde la fuerza interna del residuo orgánico, la efectividad del producto depende de la fuerza limitada de las fibras cortas y dimensionalmente inestables. En la mayoría de los casos, los revestimientos orgánicos hidráulicos pueden no brindar el mismo rendimiento que los de fibras largas como la paja o el heno. Debido a que no tienen una buena resistencia a la tracción, al esfuerzo cortante y un período de vida largo, su uso generalmente está limitado a pendientes más planas y cortas con hidrogramas muy bajos.

Productos en rollo para el control de la erosión

A fines de los años 60, los fabricantes, enfrentados con la limitación de las técnicas de revestimientos orgánicos convencionales, iniciaron el desarrollo de lo que se ha transformado en un diverso grupo de productos conocidos como RECPs (Productos en Rollo para el Control de la Erosión). Esta categoría está compuesta por productos prefabricados, tales como: redes para la retención de residuos orgánicos, geotextiles de malla abierta, revestimientos para el control de la erosión, y mantas de refuerzo de la vegetación. El uso de esta creciente familia de materiales, fabricados con viruta de madera, paja, yute, fibra de coco, poliolefinas, PVC y nylon, permite a los diseñadores incorporar la superioridad de los revestimientos orgánicos de fibra larga con la resistencia a la tracción de las mallas y geotextiles dimensionalmente estables. El ECTC (Consejo de Tecnología y Control de la Erosión) ha desarrollado una terminología estándar para estos productos, la cual se presenta a continuación.

- **Red para el Control de Revestimientos Orgánicos (Mulch-control netting, MCN)**

La definición oficial del ECTC es: “una fibra tejida plana, natural o de malla geosintética extrusada utilizada como RECP temporario y degradable, para anclar cubiertas orgánicas sueltas”. Este producto está formado por fibras bidimensionales tejidas o mallas con un proceso geosintético, de orientación biaxial, utilizadas para sujetar una cubierta orgánica de fibra suelta del tipo de la paja o el heno. Las redes para el control de revestimientos orgánicos (MCN) se despliegan sobre el área sembrada y cubierta de residuos orgánicos y se fijan con grapas o estacas. Debido a que no están adheridas o cosidas al residuo orgánico, estas mallas no brindan el mismo grado de integridad estructural que ofrecen los revestimientos prefabricados para el control de la erosión.

Sin embargo, los MCN utilizados con materia orgánica suelta, generalmente brindan un mayor rendimiento si se los compara con los residuos orgánicos convencionales que se aplican hidráulicamente. Esto hace que las mallas para el control de residuos orgánicos sean convenientes en condiciones de suelo moderadas, donde los residuos orgánicos convencionales aplicados en forma hidráulica pueden no ser estables, pero donde los geotextiles y revestimientos de trama abierta no son necesarios.

- **Telas de trama abierta (Open-weave textile, OWT)**

La definición oficial del ECTC es: “Un RECP temporario y degradable, compuesto por hilos naturales procesados o de polímeros, entrelazados con un aglutinante que se utiliza en el control de la erosión y facilita el arraigo de la vegetación”.

Las telas de trama abierta son hilos de poliolefina procesados y moldeados en una matriz 2-D. El tejido tupido de estos materiales les permite brindar un control de la erosión con o sin la utilización de una capa subyacente de revestimiento orgánico. Además, estas mallas típicamente despliegan una mayor resistencia a la tracción que la mayoría de las mencionadas anteriormente. Las OWT se emplean generalmente en lugares donde se requiere una mayor tracción, como por ejemplo pendientes empinadas o como capa de refuerzo para el césped. Las OWT también se indican como posibilidad de revestimiento protector en pendientes reforzadas con geosintéticos en instalaciones de bioingeniería, especialmente en lugares donde se utilizan plantas de tallo duro como material estabilizador natural.

- **Revestimientos para el Control de la Erosión (Erosion-control blankets, ECB)**

La definición oficial de ECTC: “un RECP temporario y degradable, formado por fibras procesadas naturales o de polímeros, ligadas mecánica, estructural o químicamente para formar un aglutinante continuo para el control de la erosión y la agilización del proceso de fijación de la vegetación.”

Los revestimientos para el control de la erosión están formados por varias fibras orgánicas/sintéticas degradables tejidas, pegadas o estructuralmente adheridas con mallas. Los revestimientos para el control de la erosión más utilizados están hechos de paja, virutas de madera, coco, polipropileno o una combinación de los mismos cosidos o pegados, dentro o entre las mallas procesadas con orientación biaxial o en mallas de fibra natural tejida.

Figura 1. Los revestimientos para el control de la erosión más utilizados están formados por fibras del tipo de la paja, virutas de madera, coco, polipropileno o una combinación de las mismas cosidas o pegadas a mallas geosintéticas BOP (producto de orientación biaxial) o a mallas de fibras naturales tejidas.

Esta clasificación incluye una amplia gama de aplicaciones, debido a que los ciclos en la fibra, las mallas y los compuestos adhesivos pueden brindar distintos grados de efectividad, durabilidad y vida funcional al revestimiento. Estos materiales, algunos con la semilla pre-incorporada en su estructura, se despliegan en contacto directo con la superficie del suelo y se fijan con grapas, estacas y/o zanjas de anclaje.

Los ECB se aplican en sitios que necesitan una protección contra la erosión más duradera y/o constante.

Estas aplicaciones incluyen pendientes que van de progresivas a empinadas, canales de circulación de baja a moderada velocidad, y revestimientos de bajo impacto para áreas costeras. Debido a que estos materiales degradables están diseñados para brindar una protección temporaria contra la erosión, su utilización se limita generalmente a zonas donde la vegetación natural otorgará al suelo una estabilización a largo plazo.

La duración funcional de los ECB puede ser modificada para poder así adaptarse a los requerimientos específicos del lugar. Algunos ECB están diseñados para durar menos de tres meses en lugares con mucho mantenimiento que se cortan inmediatamente después de que el césped se ha arraigado, mientras que otros están diseñados para brindar una protección mas duradera en aplicaciones que requieran una protección contra la erosión de hasta tres años.

- **Manto de Refuerzo de la Vegetación (Turf Reinforcement Mat, TRM)**

La definición oficial del ECTC es: “Un RECP permanente, compuesto por fibras sintéticas no degradables, filamentos, redes y/o mallas metálicas, procesadas en una matriz tridimensional permanente. Los TRMs pueden suplementarse con componentes degradables y están diseñados para proveer una protección inmediata contra la erosión, favorecer el establecimiento de la vegetación y proporcionar una larga vida útil, reforzando la vegetación durante y después de su maduración. Los TRMs se usan habitualmente en aplicaciones hidráulicas, como canales de alto flujo, pendientes empinadas, diques y costas, donde las fuerzas erosivas pueden exceder los límites de la vegetación natural no reforzada o donde se prevén limitaciones para el establecimiento de la vegetación.

Aunque algunos TRM también contienen componentes degradables para suplementar su estructura permanente, todos los TRM deben tener una estructura tridimensional permanente con características de gran resistencia a la tracción para funcionar como aglutinante con cualidades elásticas para que las raíces, tallos y suelo de la planta se enreden en el mismo. Juntos, forman un compuesto continuo – una manta viva, unificada. Este sinergismo aumenta la fuerza lateral de los sistemas de la raíz, al reducir las posibilidades de que la planta se desprenda en condiciones de alta velocidad y flujos intensos de esfuerzo cortante. La estructura permanente de los TRM también funciona para consolidar y proteger los suelos en los que las plantas se fijan, previniendo que se desprendan las plantas que lo cubren con el consiguiente debilitamiento del soporte que constituye la raíz. El refuerzo de la vegetación con TRM es una alternativa aceptable, de probado rendimiento, rentable y amigable para el medio ambiente, frente al enrocado y a otras formas de revestimientos no vegetalizables. Los TRM se utilizan a menudo en situaciones donde la alternativa “verde” se prefiere a estructuras armadas más rígidas.

Los TRM se instalan generalmente de modo de optimizar la interacción del tallo y/o raíz de la planta con la estructura de la manta. Las instalaciones tradicionales implican el despliegue y sujeción del TRM en contacto cercano con la superficie del suelo. Existen dos métodos de colocación y su utilización depende del tipo de manta que se use. Un método es desplegar directamente el TRM sobre una superficie recién sembrada para permitir que la vegetación crezca a través de la estructura de la manta. En este escenario, el TRM actúa inicialmente para evitar el lavado de los suelos que fijan las estructuras de la raíz de la planta y el desprendimiento de plantas de la superficie del suelo. Este tipo de instalación generalmente produce un refuerzo de la raíz de la vegetación ya que el proceso natural de sedimentación rellena la manta y crecen sucesivas capas de vegetación dentro y a través de la estructura de la misma. El segundo método para instalar TRM es desplegar el producto, luego rellenarlo con suelo de buena calidad y una mezcla de semillas prescritas a este fin (figura 2). En este tipo de instalación, la vegetación enraíza inmediatamente dentro y/o a través de la estructura de la manta generando un refuerzo inicial pero permanente.

Figura 2. Los TRM, a diferencia de los revestimientos de control de erosión, se colocan de modo tal de optimizar la interacción de la raíz de la planta con la estructura de la manta.

Esfuerzos de la Industria para la Estandarización de Aplicaciones.

El ECTC, una organización formada por fabricantes de RECPs, ha desarrollado un sistema detallado de clasificación de MCN, OWT, ECB y TRM. Debido a que estos productos se utilizan para una gran variedad de aplicaciones de control de erosión, tanto temporarias como permanentes, es imprescindible contar con un sistema de clasificación basado en las aplicaciones. Por lo tanto, el ECTC ha establecido un sistema de clasificación con orientación al rendimiento, basado en las propiedades físicas y de rendimiento de RECP, parámetros de aplicación, y requerimientos de duración funcional. El sistema del ECTC utiliza las siguientes categorías:

Productos de Muy Corto Plazo

Los productos de muy corto plazo están diseñados para durar tres meses o menos. Se utilizan en áreas donde la vegetación se establece rápidamente y se corta enseguida después de la colocación. Las mallas y los adhesivos (por ejemplo los hilos para costuras) en los productos de muy corta duración se degradan rápidamente para evitar que se enreden con el equipo de corte.

Productos de Corto Plazo

Están diseñados para brindar protección contra la erosión por períodos superiores a tres meses y hasta 12 meses. Esto implica básicamente una estación de crecimiento para el establecimiento de la vegetación.

Productos de Plazo Extendido

Están diseñados para brindar protección contra la erosión por períodos de 12 a 24 meses. Se utilizan en áreas donde el establecimiento de la vegetación puede durar hasta dos estaciones de crecimiento. Se utilizan a menudo en zonas semiáridas.

Productos de Largo Plazo

Están diseñados para brindar protección contra la erosión por períodos de entre 24 y 36 meses.

Productos Permanentes

Están diseñados para durar más de 36 meses. Los TRM pertenecen a esta categoría.

Ver adjuntos 1 y 2 de Tablas de Especificaciones Estándar de ECTM

Tabla 1. Especificaciones Estándar para Productos Temporarios de control de Erosión en Rollo

Tabla 2 Especificaciones Estándar para productos Permanentes de control de Erosión en Rollo.

IECA/ASTM

Otras organizaciones relacionadas a la industria están involucradas en el desarrollo de la clasificación de productos. Los subcomités ASTM D-35 y D-18 están focalizados en el desarrollo de estándares para materiales geosintéticos y métodos de prueba para productos para el control de erosión. Mientras, la Asociación Internacional para el control de Erosión (IECA) está desarrollando productos estándar para cubiertas orgánicas, fijadores, enrocado y gaviones.

Conclusión: la importancia de la clasificación estandarizada de productos para la industria de control de erosión crece con la introducción y utilización de nuevos productos. Las organizaciones líderes están actuando para desarrollar estándares lo más rápido posible. Para implementar estándares prácticos de trabajo, estas organizaciones necesitan información de los profesionales que determinan las especificaciones y usuarios finales de materiales para el control de erosión.

La versión original en inglés puede encontrarse en <http://www.ectc.org/resources/ClassRECP04.pdf>.
Traducción a español realizada por Ing. Laura Martínez Quijano, Oficina Técnica – Coripa S.A.

Tabla 1**Especificaciones Estándar del ECTC para Productos de Control de Erosión en Rollo**

Para utilizar en lugares donde la vegetación natural brindará una protección permanente contra la erosión.

MUY CORTO PLAZO - 3 MESES DE DURACION FUNCIONAL						
Tipo	Descripción del Producto	Composición del Material	Aplicaciones en Pendientes*		Aplicaciones en Canales	Resistencia a la Tracción Mínima ¹
			Gradiente Máximo	Factor C ^{2,5}	Máximo esfuerzo admisible ^{3,4,6}	
1.A	Mallas de control de revestimiento orgánico	Malla sintética fotodegradable o malla de fibra natural tejida biodegradable	5:1 (H:V)	≤0,10 @ 5:1	0,25 lbs/ft ² (12 Pa)	5 lbs/ft (0,073 kN/m)
1.B	Revestimiento para control de Erosión sin malla en rollo	Fibras naturales y/o de polímero mecánicamente entrelazadas y/o químicamente adheridas para formar un RECP	4:1 (H:V)	≤0,10 @ 4:1	0,5 lbs/ft ² (24 Pa)	5 lbs/ft (0,073 kN/m)
1.C	Revestimiento para control de Erosión de malla simple y telas de trama abierta	Fibras degradables procesadas naturales y/o de polímero mecánicamente adheridas por una malla simple de degradación rápida, sintética o natural, o una tela de trama abierta de hilado procesado de degradación rápida natural o de polímeros o hilos tejidos en forma de manta geosintética continua.	3:1 (H:V)	≤0,15 @ 3:1	1,5 lbs/ft ² (72 Pa)	50 lbs/ft (0,73 kN/m)
1.D	Revestimiento para control de Erosión de malla doble	Fibras degradables procesadas naturales y/o de polímero mecánicamente adheridas entre dos mallas de fibras naturales o sintéticas de degradación rápida	2:1 (H:V)	≤0,20 @ 2:1	1,75 lbs/ft ² (84 Pa)	75 lbs/ft (1,09 kN/m)

CORTO PLAZO - 12 MESES DURACION FUNCIONAL

Tipo	Descripción del Producto	Composición del Material	Aplicaciones en Pendientes		Aplicaciones en Canales	Resistencia a la Tracción Mínima ¹
			Gradiente Máximo	Factor C ^{2,5}	Esfuerzo cortante admisible ^{3,4,6}	
2.A	Redes para control de Revestimientos Orgánicos	Malla sintética fotodegradable o malla de fibra natural tejida biodegradable	5:1 (H:V)	≤0,10 @ 5:1	0,25 lbs/ft ² (12 Pa)	5 lbs/ft (0,073 kN/m)
2.B	Revestimiento para control de Erosión sin malla, en rollo	Fibras naturales y/o de polímero mecánicamente entrelazadas y/o químicamente adheridas para formar un RECP	4:1 (H:V)	≤0,10 @ 4:1	0,5 lbs/ft ² (24 Pa)	5 lbs/ft (0,073 kN/m)
2.C	Revestimiento para control de Erosión de malla simple y telas de trama abierta	Revestimiento para control de Erosión formado por fibras procesadas degradables naturales o de polímero mecánicamente adheridas por una malla simple de fibra sintética degradable o natural que forma una malla geosintética continua o una tela de trama abierta compuesta por hilos degradables procesados naturales o de polímero o hilado tejido que forma una malla geosintética continua.	3:1 (H:V)	≤0,15 @ 3:1	1,5 lbs/ft ² (72 Pa)	50 lbs/ft (0,73 kN/m)
2.D	Revestimiento para control de Erosión de malla doble	Fibras procesadas naturales o de polímero mecánicamente adheridas entre dos mallas degradables de fibra sintética o natural	2:1 (H:V)	≤0,20 @ 2:1	1,75 lbs/ft ² (84 Pa)	75 lbs/ft (1,09 kN/m)

PERIODO PROLONGADO - 24 MESES DURACION FUNCIONAL

Tipo	Descripción del Producto	Composición del Material	Aplicaciones en Pendientes		Aplicaciones en Canales	Resistencia a la Tracción Mínima ¹
			Gradiente Máximo	Factor C ^{2,5}	Esfuerzo cortante admisible ^{3,4,6}	
3.A	Redes para control de Revestimientos Orgánicos	Malla sintética de degradación lenta o malla de fibra natural tejida	5:1 (H:V)	≤ 0,10 @ 5:1	0,25 lbs/ft ² (12 Pa)	25 lbs/ft (0,36 kN/m)
3.B	Revestimiento Para Control de Erosión y Tela de Malla Abierta	Revestimiento para control de erosión formado por fibras naturales o de polímero procesadas de degradación lenta mecánicamente adheridas entre dos mallas de fibras naturales o sintéticas de degradación lenta que forman una matriz continua o una tela de malla abierta compuesta por hilos naturales o de polímero de degradación lenta o hilado tejido en forma de malla geosintética continua	1,5:1 (H:V)	≤ 0,25 @ 1,5:1	2.00 lbs/ft ² (96 Pa)	100 lbs/ft (1,45 kN/m)

LARGO PLAZO - 36 MESES DURACION FUNCIONAL						
Tipo	Descripción del Producto	Composición del Material	Aplicaciones en Pendientes		Aplicaciones en Canales	Resistencia a la Tracción Mínima ¹
			Gradiente Máximo	Factor C ^{2,5}	Esfuerzo cortante admisible ^{3,4,6}	
4	Revestimiento para Control de Erosión y Tela de Malla Abierta	Revestimiento para control de erosión formado por fibras procesadas naturales o de polímero de degradación lenta mecánicamente adheridas entre dos mallas de fibras naturales o sintéticas de degradación lenta que forman una matriz continua o una tela de trama abierta formada por hilos procesados naturales o de polímeros de degradación lenta o hilado tejido en forma de matriz continua	1:1 (H:V)	≤0,25 @ 1:1	2,25 lbs/ft ² (108 Pa)	125 lbs/ft (1,82 kN/m)

Notas:

*El factor "C" y el esfuerzo cortante para las redes de control de cubiertas orgánicas tipos 1A, 2A, y 3A se debe obtener con las redes utilizadas junto con material orgánico pre aplicado.

1 Valores de enrollamiento promedio mínimo cuando se prueban en la dirección de la maquina utilizando un ECTC modificado ASTM D 5035.

2 Factor "C" calculado como parámetro de perdida de suelo de la pendiente protegida con RECP (probado a un gradiente especificado o a uno mayor, h:v) comparado con el parámetro de perdida de suelo en lotes no protegidos en pruebas a gran escala. Estos valores de prueba de rendimiento deben estar sustentados por pruebas de banco periódicas en condiciones de prueba y criterios de falla similares utilizando el método de prueba para ECTC #2.

3 Esfuerzo cortante mínimo que un RECP (sin vegetación) puede sostener sin daño físico o erosión excesiva [>12.7mm (0.5in.) de perdida de suelo] durante un episodio de flujo de 30 minutos en pruebas a gran escala. Estos valores de prueba de rendimiento deben estar sustentados por pruebas periódicas de banco en condiciones de prueba y criterios de falla similares utilizando el método de prueba #3 para ECTC.

4 Los niveles admisibles de esfuerzo cortante establecidos para cada categoría de rendimiento se basan en experiencias históricas con productos que se caracterizan por los coeficientes de aspereza de Manning en el rango de 0.01 – 0.05.

5 Los métodos de prueba a gran escala admisibles pueden incluir ASTM D 6459 u otra prueba independiente que el ingeniero considere aceptable.

6 El protocolo de prueba a gran escala admisible puede incluir ASTM D 6460 u otra prueba independiente que el ingeniero considere aceptable.

Tabla 2.**Especificaciones Estándar del ECTC para Productos Permanentes en Rollo para el Control de Erosión**

Especificaciones Estándar del ECTC para Productos Permanentes en Rollo para Control de Erosión						
Para aplicaciones en canales y en pendientes que no excedan 0,5:1 (H:V) donde la vegetación por sí misma no soportará las condiciones de flujo esperadas y/o brindará suficiente protección contra la erosión en el largo plazo						
Tipo¹	Descripción del Producto	Composición del Material	Resistencia a la Tracción Mínima^{2,3}	Espesor Mínimo (ASTM D 6525)	Estabilidad UV (ASTM D 4355 @ 500 horas)	Aplicaciones en Canales Esfuerzo cortante admisible^{4,5}
5.A	Manta de refuerzo de la vegetación	Producto en rollo para el control de la erosión, no degradable, de largo plazo formado por fibras sintéticas no degradables, estabilizadas a UV, filamentos, mallas y/o mallas metálicas procesadas en matrices de refuerzo tridimensionales diseñadas para aplicaciones hidráulicas permanentes y críticas donde el diseño desestima las velocidades de ejecución y el esfuerzo cortante que excedan los límites de la vegetación natural, madura. Las mantas de refuerzo de la Pradera Cespitosa brindan suficiente espesor, fuerza y huecos para permitir el rellenado del suelo y/o la retención y desarrollo de vegetación dentro de la matriz.	125 lbs/ft (1,82 kN/m)	0,25 inches (6,35 mm)	80%	= 6,0 lbs/ft ² (288 Pa)
5.B	Manta de refuerzo de la vegetación		150 lbs/ft (2,19 kN/m)	0,25 inches (6,35 mm)	80%	= 8,0 lbs/ft ² (384 Pa)
5.C	Manta de refuerzo de la vegetación		175 lbs/ft (2,55 kN/m)	0,25 inches (6,35 mm)	80%	= 10,0 lbs/ft ² (480 Pa)

Notas:

- 1 En el caso de TRM que contengan componentes degradables, todos los valores de sus propiedades se obtendrán solo de la porción no degradable del revestimiento.
- 2 Los valores mínimos de enrollamiento promedio, en dirección maquina/dirección de fabricación solo para determinar la resistencia a la tracción utilizando ASTM D 6818 (Superpone Mod. ASTM D5035 para RECP)
3. Las condiciones de campo con requisitos de alta utilización y/o gran capacidad de supervivencia pueden garantizar el uso de un TRM con una resistencia a la tracción de 44KN/m (3.000lb/ft.) o mayor.
- 4 Esfuerzo cortante que un TRM con vegetación completa puede sostener sin daño físico o exceso de erosión [$>12.7\text{mm}$ (0.5 in.) de pérdida de suelo] durante un episodio de flujo de 30 minutos en pruebas a gran escala.
5. Un protocolo de prueba a gran escala admisible puede incluir ASTM D6460 u otro sistema de prueba que el ingeniero considere aceptable.