

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN A LOS GEOTEXTILES

### 1.1 DEFINICIÓN

---

Dentro de la denominación genérica de los geosintéticos se encuentran aquellos materiales de deformabilidad apreciable, fabricados a base de materiales sintéticos, que poseen cualidades suficientes para proporcionar una mejora sustancial en una o varias propiedades que se requieren en las obras de ingeniería y geotecnia.

Dentro del grupo de los geosintéticos tenemos los Geotextiles que se definen como “Un material textil plano, permeable polimérico (sintético o natural) que puede ser no tejido, tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas”.

### 1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES

---

#### 1.2.1. Clasificación según su método de fabricación.

a. **Geotextiles tejidos** son aquellos formados por hilos entrecruzados en una máquina de tejer. Pueden ser tejidos de calada o tricotados.

Los tejidos de calada son los formados por hilos de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación) y puede ser muy elevada (según las características de los hilos empleados). Su estructura es plana.

Los tricotados están fabricados con hilo entrecruzado en máquinas de tejido de punto. Su resistencia a la tracción puede ser multiaxial o biaxial según estén fabricados en máquinas tricotosas y circulares, o Ketten y Raschel. Su estructura es tridimensional.

b. **Geotextiles no tejidos** están formados por fibras o filamentos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas según cual sea el sistema empleado para unir los filamentos o fibras. Los Geotextiles no tejidos se clasifican a su vez en:

- Geotextiles no tejidos ligados mecánicamente o agujados
- Geotextiles no tejidos ligados térmicamente o termosoldados
- Geotextiles no tejidos ligados químicamente o resinados

#### 1.2.2 Clasificación de los geotextiles según su composición.

Las fibras que más se emplean son las sintéticas, siendo por ello que siempre tendemos a asociar al Geotextil con fibras o filamentos sintéticos. Sin embargo al presentar gran diversidad de aplicaciones, también se fabrican con fibras naturales y artificiales.

##### a. Fibras naturales.

Pueden ser de origen animal (lana, seda, pelos...) vegetal (algodón, yute, coco, lino...) que se utilizan para la fabricación de Geotextiles biodegradables utilizados en la revegetación de taludes, por ejemplo, en márgenes de ríos etc.

**b. Fibras artificiales.**

Son las derivadas de la celulosa. Son el rayón, la viscosa y el acetato.

**c. Fibras sintéticas.**

Cuando al Geotextil se le exige durabilidad, se fabrica con fibras o filamentos obtenidos de polímeros sintéticos.

Los Geotextiles fabricados con estos polímeros son de gran durabilidad y resistentes a los ataques de microorganismos y bacterias.

Los más empleados son el polipropileno, poliéster, polietileno, poliamida y poli acrílico.

### 1.3 PROCESOS DE FABRICACIÓN

---

El papel de los fabricantes en la simulación y crecimiento del mercado de los geotextiles ha sido grande y positivo. Se han desarrollado muchos tipos de fibras y estilos de tejidos, tanto para uso general como para aplicaciones específicas.

Hay tres puntos que son importantes para los fabricantes: tipo de polímero, tipo de fibra y estilo de tejido.

**Tipo de polímero:** El polímero usado en la fabricación de fibras de Geotextil se hace de los siguientes materiales poliméricos, listados en orden decreciente de uso:

Polipropileno	~	85%
Poliéster	~	12%
Polietileno	~	2%
Poliamida (nylon)	~	1%

**Tipo de fibra:** Los polímeros apropiadamente formulados se hacen en fibras (o hebras, donde una hebra consiste de una ó más fibras), fundiéndolas y forzándolas a través de un carrete. Los filamentos de fibra resultantes son luego transformados por uno de tres métodos: seco, húmedo ó fundido. La mayor parte de fibras geotextiles se hacen por el proceso de fundido; ellas incluyen poliolefinas, poliéster y nylon. Aquí el endurecimiento es por enfriamiento y simultáneamente son estiradas, el estirado reduce el diámetro de la fibra y ocasiona que las moléculas en la fibra se acomoden en una disposición ordenada. De esta forma se incrementa la resistencia de las fibras, su elongación en la falla disminuye y su módulo se incrementa. Así se pueden alcanzar una gran variedad de respuestas de esfuerzos vs. deformaciones. Esos monofilamentos también se pueden trenzar juntos para formar una hebra multifilamento. El diámetro de la fibra esta caracterizado por su *denier*. El *denier* se define como el peso en gramos de 9000 m de hebras, El término *tex* relacionado a los textiles, es el peso en gramos de 1000 m de hebras.

Las fibras enhebradas son diferentes y se producen por filamentos continuos de un *denier* específico en un dispositivo llamado remolque. Un remolque puede contener miles de filamento continuos. Estos haces luego se pliegan y se cortan en longitudes cortas de hebras de 25 a 100 mm. Las fibras cortas ó hebras se giran ó rotan luego en estopas largas para la fabricación de geotextiles.

El último tipo de fibra a mencionarse son las llamadas películas ó cintas hendidas, las cuales se hacen de una lámina continua de polímero que se corta en fibras mediante navaja o son lanzadas por chorros de aire. Las fibras resultantes similares a cintas se denominan como fibras monofilamento de película hendida. Estos monofilamentos también se pueden torcer juntos para hacer multifilamentos de película hendida.

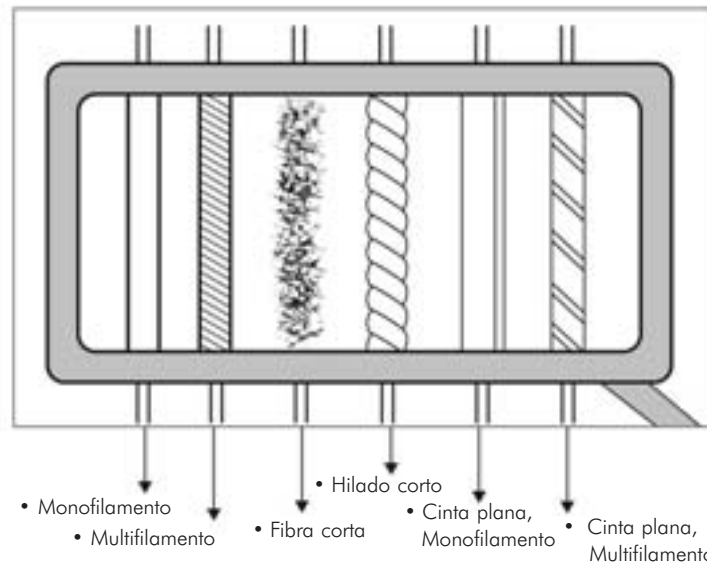
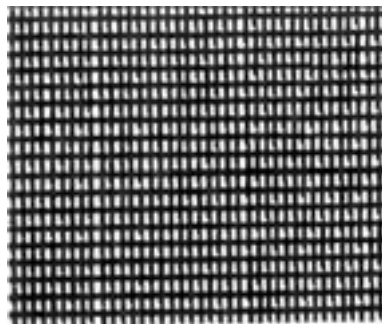


Figura No. 1 Tipos de fibras utilizadas en la construcción de geotextiles

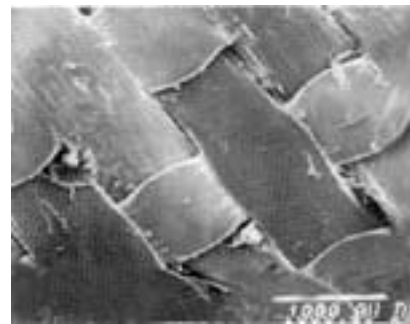
En resumen, las principales fibras usadas en la construcción de geotextiles son monofilamentos, multifilamento, hiladas enhebradas, monofilamento hendidos, multifilamentos hendidos y cinta plana. (Ver Figura 1)

#### Estilo de tejido

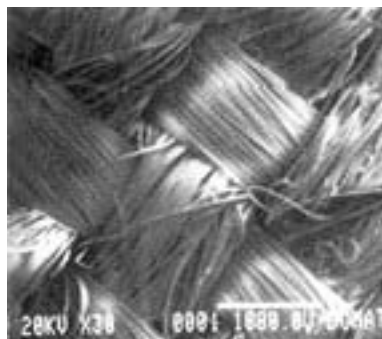
Una vez se han fabricado las hiladas, ellas se convierten en telas. Las opciones básicas de fabricación son tejidas, no tejidas, o de punto (rara vez utilizadas como geotextiles).



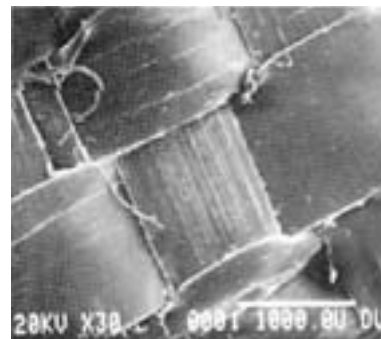
a. Monofilamento Tejido



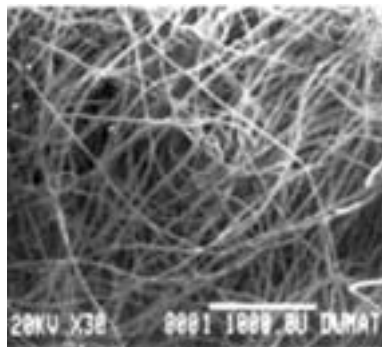
b. Monofilamento tejido calandrado



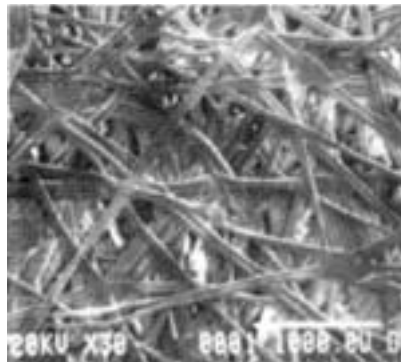
c. Multifilamento tejido



d. Lámina ranurada (hendida) tejida



e. No tejido punzonado por agujas



f. No tejido punzonado unido por calor

En la figura No. 2 se muestran diversos tipos de tejidos y no tejidos.

Para las telas industriales convencionales (de las cuales los geotextiles son un subproducto), los *tejidos* se mantienen generalmente relativamente simples. El modelo particular del tejido se determina por la secuencia en la cual los estambres de la urdimbre son hilados en el telar y la posición del equipo de urdimbre para cada elección de relleno.

Los peines dejan caer los estambres de la urdimbre, permitiendo a una lanzadera insertar el estambre de la trama. Los peines se dejan caer luego la trama hacia abajo, encapsulando el estambre de la trama y permitiendo el regreso de la lanzadera en la dirección opuesta con otro estambre de la trama.

Los peines luego se llevan hacia arriba de regreso, y el proceso continua en este ciclo. Esta acción da origen a la nomenclatura de la dirección del urdimbre (la dirección en que se hace el textil, o dirección larga), trama o dirección de relleno (la dirección transversal ó dirección corta), y orillo (bordes de la tela donde el estambre de la trama regresa de dirección y reúne los estambres de la trama exterior en cada lado de la tela). Esta acción da origen a los diversos tipos de tejidos comunes para la formación de telas para uso como geotextiles.

Dentro de los geotextiles tejidos se pueden especificar diferentes modalidades:

#### Geotextil tejido plano:

Fabricado mediante el hilado por un procedimiento textil de una película polimérica extruida. Es el tejido más simple y común, conocido también como “uno arriba y uno abajo”.

#### Geotextil tejido canasta:

Este tejido usa dos o más urdimbres y/o estambres de relleno como uno. Por ejemplo, un tejido canasta dos por dos toma dos urdimbres y dos estambres de trama actuando como unidades individuales.

#### Geotextil tejido cruzado:

Una línea diagonal o cruzada se mueve a través de la tela moviendo intersecciones de hilos un pico más alto en sucesivos hilos de urdimbre. También pueden formarse otros modelos relacionados, por ejemplo, cruzados profundos y cruzados quebrados.

#### Geotextil tejido raso:

Si el estambre de la urdimbre (o trama) se lleva sobre muchos estambres de trama (o urdimbre), resultará una superficie de tela lisa. Esto se llama un tejido satinado y es usualmente liso y brillante. Generalmente no se usa para telas de geotextiles.

La fabricación de telas *no tejidas* es muy diferente de las telas tejidas. Cada sistema de fabricación no tejido generalmente incluye cuatro pasos básicos: preparación de la fibra, formación del tejido, unión del tejido, y tratamiento posterior.

Los geotextiles no tejidos pueden ser de fibra corta ó filamento continuo, los de fibra corta se obtienen a partir de fibras ó filamentos de longitud comprendida entre 50 y 150 cm, y los de filamento continuo se obtienen por hilado directo de un polímero y posterior formación de la napa.

Existen básicamente tres clases de procesos de fabricación:

#### **Geotextiles punzonados por agujas:**

Se forman a partir de una superposición de fibras o filamentos ordenados aleatoriamente (napa) que se consolida al pasar por un campo de agujas en la máquina punzonadora. Dichas agujas se mueven en un solo sentido alternativo, subiendo y bajando muy rápidamente, penetrando en la napa y entrelazando las fibras, esto se consigue por que el perfil de las agujas no es regular, si no que están provistas de unas espigas o salientes en dirección a su sentido de penetración, lo cual hace penetrar a las fibras sin llevárselas en su movimiento de retroceso. La frecuencia de golpes o penetraciones de las agujas va consolidando el Geotextil No Tejido. Los Geotextiles fabricados por este proceso tienen buenas prestaciones mecánicas, manteniendo parte del espesor de la napa el cual les confiere mayor estructura tridimensional, gran elongación (pueden estirarse desde un 40% hasta un 120% o más, antes de entrar en carga de rotura) lo que les proporciona muy buena adaptabilidad a los terrenos, unas excelentes propiedades para protección, (suele denominarse efecto colchón) y muy buenas funciones de filtración y separación.

#### **Geotextiles no tejidos termosoldados:**

Se forman a partir de una napa en la que la unión de fibras y consolidación del Geotextil se logra por fusión de las fibras y soldadura en los puntos de intersección mediante un calandrado a temperatura elevada. Su espesor y su elongación son algo inferiores a la de los agujados, por lo cual su transmisividad y permeabilidad son menores, tienen buenas prestaciones mecánicas y poca adaptabilidad (son algo rígidos).

#### **Geotextiles no tejidos ligados químicamente:**

La unión entre sus filamentos se consigue incorporando ligantes químicos o resinas. Este sistema no se utiliza para la fabricación de Geotextiles de protección y separación, puesto que en su composición (de los de protección) deben de evitarse elementos químicos distintos a los polímeros, que pudiesen alterar sus propiedades y provocar incompatibilidades químicas con otros materiales con los que pudiese estar en contacto. Su empleo está muy poco extendido debido a su elevado costo.

## **1.4 FUNCIONES Y CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES**

---

El uso de los Geotextiles tejidos y no tejidos en los diferentes campos de aplicación pueden definirse mediante las funciones que va a desempeñar. En la mayoría de las aplicaciones el Geotextil puede cumplir simultáneamente varias funciones, aunque siempre existirá una principal que determine la elección del tipo de Geotextil que se debe utilizar.

A continuación se describen las distintas funciones y aplicaciones que pueden desempeñar los geotextiles, así como las exigencias mecánicas e hidráulicas necesarias para su desarrollo.

### **1.4.1 Función de separación**

Esta función, desempeñada por los geotextiles consiste en la separación de dos capas de suelo de diferentes propiedades físicas (granulometría, densidad, capacidad, etc.) evitando permanentemente la mezcla de material.

A continuación se referencian las aplicaciones de Robert M. Koerner en su libro "Designing with Geosynthetics"- III Edición.

- Entre la subrasante y la base de piedra en caminos y pistas de aterrizaje no pavimentados.
- Entre la subrasante y la base de piedra en caminos y pistas de aterrizaje pavimentados.
- Entre la subrasante y el balasto en vías férreas
- Entre rellenos y capas de base de piedra.
- Entre geomembranas y capas de drenaje de piedra
- Entre la cimentación y terraplenes de suelos como sobrecargas
- Entre la cimentación y terraplenes de suelos para rellenos de caminos
- Entre la cimentación y terraplenes de suelos para presas de tierra y roca
- Entre la cimentación y capas de suelo encapsuladas
- Entre los suelos de cimentación y muros de retención rígidos
- Entre los suelos de cimentación y muros de retención flexibles
- Entre los suelos de cimentación y pilas de almacenamiento
- Entre taludes y bermas de estabilidad aguas abajo
- Debajo de áreas de sardineles
- Debajo de áreas de estacionamiento
- Debajo de campos deportivos y de atletismo
- Debajo de bloques prefabricados y paneles para pavimentos estéticos
- Entre capas de drenaje en masas de filtro pobremente gradado
- Entre diversas zonas de presas en tierra
- Entre capas antiguas y nuevas de asfalto

#### 1.4.2 Función refuerzo

En esta función se aprovecha el comportamiento a tracción del Geotextil para mejorar las propiedades mecánicas de una capa de suelo, con el fin de controlar los esfuerzos tangenciales tanto en la fase de construcción como en la de servicio.

El Geotextil actúa como un elemento estructural y de confinamiento de los granos del suelo, permitiendo difundir y repartir las tensiones locales. Estas acciones mejoran la calidad de los suelos aumentando la capacidad portante y la estabilidad de la construcción.

A continuación se referencian las aplicaciones de Robert M. Koerner en su libro "Designing with Geosynthetics"- III Edición.

#### Refuerzo de suelos débiles y otros materiales

- Sobre suelos blandos para caminos no pavimentados
- Sobre suelos blandos para campos de aterrizaje
- Sobre suelos blandos para vías férreas
- Sobre suelos blandos para rellenos
- Sobre suelos blandos para en campos deportivos y de atletismo
- Sobre suelos heterogéneos
- Sobre rellenos inestables como sistemas de cerramiento
- Para confinamiento lateral de balasto en vías férreas

- Para envolver suelos en sistemas de telas encapsuladas
- Para construir muros en tela reforzada
- Para reforzar terraplenes
- Para ayudar en la construcción de taludes pronunciados
- Para reforzar presas de tierra y roca
- Para estabilización temporal de taludes
- Para detener o disminuir la reptación en taludes de suelo
- Para reforzar pavimentos flexibles con juntas
- Como refuerzo basal en áreas cársticas
- Como refuerzo basal entre cabezotes de pilotes de cimentación
- Para hacer un efecto de “puente” entre rocas agrietadas y diaclasadas
- Para mantener colchones de filtro de piedra gradada
- Como sustrato de bloques articulados de concreto
- Para estabilizar patios de almacenamiento no pavimentados y áreas de descanso
- Para anclar paneles frontales en muros de tierra reforzada
- Para anclar bloques de concreto en muros de retención pequeños
- Para prevenir el punzonamiento de geomembranas por suelos
- Para prevenir el punzonamiento de geomembranas por materiales de relleno o base de piedra
- Para crear taludes laterales más estables debido a la alta resistencia friccionante
- Para retener suelos blandos en la construcción de presas de tierra
- Como membranas en suelos encapsulados
- Para la compactación y consolidación in-situ de suelos marginales
- Para hacer un efecto de “puente” sobre rellenos irregulares durante el cerramiento del sitio
- Para ayudar en la capacidad portante de cimentaciones superficiales

#### 1.4.3 Función de drenaje

Consiste en la captación y conducción de fluidos y gases en el plano del Geotextil.

La efectividad del drenaje de un suelo dependerá de la capacidad de drenaje del Geotextil empleado y del gradiente de presiones a lo largo del camino de evacuación del fluido.

Para realizar el drenaje satisfactoriamente el espesor debe ser suficiente al aumentar la tensión normal al plano de conducción. Adicionalmente el Geotextil debe impedir el lavado ó transporte de partículas finas, las cuales al depositarse en él, reducen su permeabilidad horizontal. Además debe garantizar el transporte de agua en su plano sin ocasionar grandes pérdidas de presión.

A continuación se referencian las aplicaciones de Robert M. Koerner en su libro “Designing with Geosynthetics”- III Edición.

- Como un dren chimenea en una presa de tierra
- Como una galería de drenaje en una presa de tierra
- Como un interceptor de drenaje para flujo horizontal
- Como una cubierta de drenaje debajo de un relleno de sobrecarga

- Como un dren detrás de un muro de retención
- Como un dren detrás del balasto de vías férreas
- Como un dren de agua debajo de geomembranas
- Como un dren de gas debajo de geomembranas
- Como un dren debajo de campos deportivos
- Como un dren para jardines de techo
- Como un disipador de presión de poros en rellenos de tierra
- En reemplazo de drenes de arena
- Como una barrera capilar en áreas sensibles al congelamiento
- Como una barrera capilar para la migración de sales en áreas áridas
- Para disipar el agua de filtración de las superficies de suelo ó roca expuestas

#### 1.4.4 Función filtro

Esta función impide el paso a través del Geotextil de determinadas partículas del terreno (según sea el tamaño de dichas partículas y el del poro del Geotextil) sin impedir el paso de fluidos o gases. En la práctica se utiliza el Geotextil como filtro en muchos sistemas de drenaje. En los embalses con sistema de drenaje en la base, a fin de localizar posibles fugas, se utiliza como filtro en los tubos de drenaje a fin de evitar el taponamiento de los orificios de drenaje de dichos tubos.

A continuación se referencian las aplicaciones de Robert M. Koerner en su libro “Designing with Geosynthetics”- III Edición.

#### Filtración ( Flujo en el plano transversal)

- En lugar de filtro de suelo granular
- Debajo de base de piedras para caminos y pistas de aterrizaje no pavimentados
- Debajo de base de piedra para caminos y pistas de aterrizaje pavimentados
- Debajo de balasto en vías férreas
- Alrededor de piedra picada que rodea los subdrenes
- Alrededor de piedra picada sin subdrenes (Drenes franceses)
- Alrededor de piedra y tubería perforada en pisos de adoquines
- Debajo de rellenos sanitarios para los lixiviados
- Para filtrar rellenos hidráulicos
- Como protección contra los sedimentos
- Como cortina a los sedimentos
- Como barrera contra la nieve
- Como un encofrado flexible para contener arena, inyección o concreto en sistemas de control de erosión
- Como un encofrado flexible para reconstruir pilotes deteriorados
- Como un encofrado flexible para restaurar la integridad en la minería subterránea
- Como un encofrado flexible para restaurar la capacidad portante de pilares socavados de puentes
- Para proteger el material de drenaje en chimeneas



- Para proteger el material de drenaje en galerías
- Entre el suelo de relleno y vacíos en muros de retención
- Entre el suelo de relleno y muros de gaviones
- Alrededor de núcleos moldeados en geodrenes
- Alrededor de núcleos moldeados en drenes de zanja
- Contra georredes para prevenir la intrusión del suelo

#### 1.4.5 Función protección

Previene o limita un posible deterioro en un sistema geotécnico. En los embalses impermeabilizados este sistema geotécnico se denomina pantalla impermeabilizante y está formado por el Geotextil y la Geomembrana. El Geotextil protege a la Geomembrana de posibles perforaciones o roturas, al formar una barrera antipunzonante bajo la acción de la presión de la columna de agua durante la explotación del embalse, del paso de personal y maquinaria durante la construcción, mantenimiento, posibles reparaciones, etc. También evita las perforaciones que podría ocasionar el crecimiento de plantas debajo de la pantalla impermeabilizante.

De igual forma, protege a la Geomembrana del rozamiento con el soporte que se produce durante las sucesivas dilataciones y contracciones que experimenta por efecto de las variaciones térmicas. La lámina impermeabilizante se adapta a las irregularidades del terreno. Las irregularidades pronunciadas implican una tensión en la lámina la cual a su vez causa una pérdida de espesor en la misma dando origen a puntos débiles en los que se podrían producir posibles perforaciones o roturas causadas por objetos punzantes del terreno. La interposición del Geotextil evitará la pérdida de estanqueidad que se produciría por todas estas causas.

#### 1.4.6 Función de impermeabilización

Esta función se consigue desarrollar mediante la impregnación del Geotextil con asfalto u otro material impermeabilizante sintético.

El Geotextil debe tener la resistencia y rigidez necesaria para la colocación del mismo, así como la capacidad de deformación suficiente para compensar las tensiones térmicas.

### 1.5. USO DE GEOTEXILES EN NORTE AMERICA POR AREA DE APLICACION

Un estudio reciente y el más optimista que el Ing. Robert Koerner autor del libro "Design with Geosynthetics" haya visto, muestra que en el año 2.000 las ventas de geotextiles se ubicaron en 0.81 billones de metros cuadrados. lo cual indica que la proyección inicial de un crecimiento de 5 a 10% por año, pasó a una tasa de 15% de crecimiento anual.

En la siguiente tabla se especifica por campo de aplicación, el crecimiento en metros cuadrados del uso del geotextil en Estados Unidos.

Aplicaciones	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1995
Cubiertas asfálticas	75	84	90	88	88	88	77
Separación / Estabilización	65	73	85	85	85	87	115
Filtración / Drenaje	31	34	35	35	36	37	55
Protección de geomembranas	14	16	21	30	41	58	85
Control de erosión	12	13	14	15	16	17	20
Cortina para sedimentos	11	13	14	15	16	17	23
Refuerzo	12	13	15	16	17	18	25
Subrasante							
Muros y Taludes							
<b>Mercado total</b>	<b>221</b>	<b>246</b>	<b>270</b>	<b>284</b>	<b>299</b>	<b>321</b>	<b>400</b>

*En millones de metros cuadrados*

## 1.6. GEOCOMPUESTOS

---

Un geocompuesto consiste en la combinación de geotextil y geored; o de geomalla y geomembrana; o de geotextil, geomalla y geomembrana; o cualquiera de estos cuatro materiales geosintéticos con otro material. Esta área brinda los mejores esfuerzos creativos de la ingeniería, fabricantes y contratistas, Las áreas de aplicación son numerosas y constantemente crecientes. Las principales funciones cubren el rango entero de las funciones citadas anteriormente como separación, refuerzo, filtración, drenaje y contención (barrera impermeable)

La filosofía básica detrás de los materiales, es combinar los mejores rasgos de materiales diferentes, de tal manera que se resuelva un problema específico en forma óptima. Los geocompuestos generalmente se fabrican a partir de material sintético.

### BIBLIOGRAFÍA

KOERNER R.M., DESIGNING WITH GEOSYNTHETICS, 3 ED. U.S.A., 1994