

GUÍA DE SELECCIÓN DE  
PRODUCTO, APLICACIÓN Y  
DISEÑO DE FILTRO CON  
GEOTEXTIL



## INTRODUCCION Y EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

### **Drenaje**

Las trincheras con agregados y las mantas de drenaje son comúnmente usadas para drenar el agua de suelos o materiales de desecho. Estos drenes son usualmente instalados con menos de tres pies de profundidad, pero pueden existir profundidades mayores en caso de que se necesite disminuir del nivel freático o drenar lixiviados.

En suelos sueltos, el flujo de aguas subterráneas puede llevar partículas de suelo hacia el dren. Dicha migración de partículas puede obstruir el sistema de drenaje.

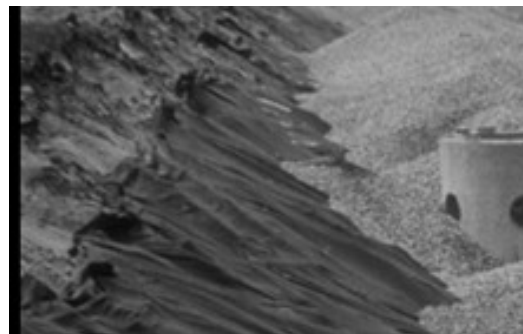
### **Control de erosión**

Los revestimientos de concreto o roca son generalmente usados en los taludes de canales para evitar la erosión del suelo. Estos sistemas de protección no previenen suficientemente la erosión cuando se colocan directamente en el suelo. La variación en los niveles de agua causan filtración dentro y fuera de las pendientes de los taludes, lo que conduce al desplazamiento de partículas finas. Esta acción lleva finalmente al debilitamiento del sistema de protección.

### **Soluciones típicas**

El material de relleno bien graduado, el cual actuará como un filtro, es frecuentemente colocado entre el suelo y el dren ó el revestimiento para lograr una protección. Este filtro es a menudo difícil de obtener, llega a ser muy costoso, consume demasiado tiempo al instalarse y puede segregar materiales durante su colocación, características que comprometen su habilidad de filtración.

### **Drenaje**



*Los filtros con Geotextil retienen partículas de suelo al mismo tiempo que permiten el flujo del agua. Además se previene que las partículas finas obstruyan el sistema de drenaje.*

**Control de Erosión**

*Los filtros de Geotextil retienen partículas de suelo al mismo tiempo que permiten el paso libre del agua. Esto hace que se prevengan presiones hidrostáticas debido a la mejora en la estabilidad.*

**SOLUCIÓN**

***Los filtros de Geotextil proveen alternativas para filtros de material graduado.***

**Diseño con filtros de Geotextil**

Los Geotextiles son usados frecuentemente en protección y/o control de erosión y para aplicaciones de drenaje. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen taludes, embalses de presas, playas con escolleras, bloques flexibles y sistemas fabricados con relleno de concreto. Las aplicaciones de drenaje incluyen drenes en pavimentos, dren francés, paneles prefabricados de drenaje y sistemas de recolección de lixiviados.

En todas las aplicaciones expuestas arriba, los Geotextiles son usados para retener las partículas del suelo permitiendo el paso libre del agua. Pero a pesar de que éste material sea ampliamente usado cuando su función principal es la filtración, aún existe mucha confusión acerca de un proceso de diseño adecuado.

Por esta razón, TenCate Mirafi comisionó “*Geosyntec Consultants, Inc.*” Para desarrollar un Manual de diseño para Filtro con Geotextil. El manual ofrece una aproximación sistemática para resolver los problemas más comunes en el diseño de filtración. Está disponible para diseñadores exclusivamente a través de TC Mirafi.

**Mecanismos de filtración**

Un filtro debe prevenir la migración excesiva de las partículas del suelo al mismo tiempo que permite que el líquido fluya a través de la capa filtrante. Es así que los requerimientos de filtración se resumen en dos aspectos importantes:

- El filtro debe retener el suelo, lo que implica que el tamaño de poro ó abertura debe ser más pequeño que el valor máximos especificado.
- El filtro debe ser lo suficientemente permeable para permitir una fluidez confiable a través del mismo, lo que implica que el tamaño de poro del filtro y número de aberturas será más grande que el valor mínimo especificado.

**Requerimientos del filtro con Geotextil**

Antes de la introducción de Geotextiles, los materiales granulares eran ampliamente usados como filtros en aplicaciones de ingeniería Geotécnica. El criterio para filtros con Geotextil es en su mayoría derivado de estos suelos granulares. El criterio para ambos es por lo tanto similar.

Además del criterio de retención y permeabilidad, existen muchas otras consideraciones para el diseño de un filtro con Geotextil. Algunas de las cuales se exponen a continuación:

- **Retención:** Asegure que las aberturas del Geotextil sean lo suficientemente pequeñas para prevenir la migración excesiva de las partículas del suelo.
- **Permeabilidad:** Asegure que el Geotextil es lo suficientemente permeable para permitir que los líquidos pasen a través del material sin causar presiones significativas.
- **Anti-obstrucción:** Asegure que el Geotextil tenga aberturas adecuadas, previniendo así que el suelo obstruya el filtro y afecte la permeabilidad.
- **Supervivencia:** Asegure que el Geotextil sea lo suficientemente fuerte para resistir daños durante la instalación.
- **Durabilidad:** Asegure que el Geotextil sea resistente a la exposición química, biológica y luz ultravioleta (UV) durante el período de vida del diseño.

El criterio numérico especificado en los requerimientos del filtro con Geotextil depende de la aplicación del mismo, condiciones de unión del filtro, propiedades del suelo a ser filtrado y método de construcción usados en la instalación del filtro. Estos factores son discutidos en la siguiente metodología “*paso a paso*” del diseño con Geotextil.

## **APROXIMACIÓN SISTEMÁTICA DE DISEÑO**

### **Metodología de diseño**

La metodología de diseño representa años de investigación y experiencia en el ámbito de diseño de filtros con Geotextil. Lo siguiente presenta una progresión lógica de siete pasos:

- **Paso 1:** Defina los requerimientos de la aplicación del filtro.
- **Paso 2:** Defina las condiciones del sistema.
- **Paso 3:** Determine los requerimientos de retención del suelo.
- **Paso 4:** Determine los requerimientos de permeabilidad.
- **Paso 5:** Determine los requerimiento anti-obstrucción.
- **Paso 6:** Determine los requerimientos en cuanto a vida útil.
- **Paso 7:** Determine los requerimiento de durabilidad.

## **PASO 1: DEFINA LOS REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN DEL FILTRO**

Los filtros con Geotextil son usados entre el suelo y el medio de drenaje o armado. El drenaje típico incluye materiales naturales como grava, así como materiales Geosintéticos tales como Geomallas. Los materiales que actuarán como armadura o protección son usualmente escolleras y bloques de concreto. Por lo general, estos sistemas de protección incluyen un tendido de arena debajo de la superficie de bloques. Este sistema puede esperarse a actuar como un dren para el agua que se filtrará por el talud protegido.

### **Identificación del material drenante.**

El medio drenante adyacente al Geotextil debe ser identificado. Las razones por las cuales se recomienda esta acción son:

- Vacíos grandes o altos volúmenes de poro pueden influenciar en la selección de criterio de retención.
- Puntos de contacto semi-filosos como son las gravas angulosas o rocas influenciarán los requerimientos de vida útil del Geosintético.

### **Compensación de Retención vs. Permeabilidad**

El medio drenante adyacente al Geotextil generalmente afecta la selección del criterio de retención. Debido a la naturaleza conflictiva o requerimientos del filtro, es necesario decidir entre retención y permeabilidad para ser considerada como característica principal del filtro.

Por ejemplo, un material drenante que tiene volúmenes de vacíos relativamente pequeños (una Geomalla o Geodren) requiere un alto grado de retención por parte del filtro. Contrariamente, cuando el volumen de vacíos del material drenante es grande (grava, trinchera o capa de escollera), el criterio de permeabilidad y anti-obstrucción son su característica principal.

## **PASO 2: DEFINA LAS CONDICIONES DEL SISTEMA**

### **Evalúe esfuerzos de confinamiento**

La presión de confinamiento es importante por diversas razones:

- Altas presiones de confinamiento tienden a incrementar la densidad relativa del suelo, incrementando la resistencia del suelo a los movimientos de partículas. Este afecta la selección del criterio de retención.
- Altas presiones de confinamiento decrecen la conductividad hidráulica de suelos finos, incrementando el potencial del suelo a extruir dentro o a través del filtro de Geotextil.
- Para todas las condiciones del suelo, las altas presiones de confinamiento incrementan el potencial del Geotextil y masa de suelo a encajarse dentro del flujo. Esto puede reducir la capacidad de flujo en el medio drenante, especialmente cuando se usan núcleos drenantes de Geosintéticos.

### **Defina condiciones de Flujo**

Las condiciones de flujo pueden ser estados estáticos o dinámicos. Es importante definir estas condiciones debido a que el criterio de retención es diferente.

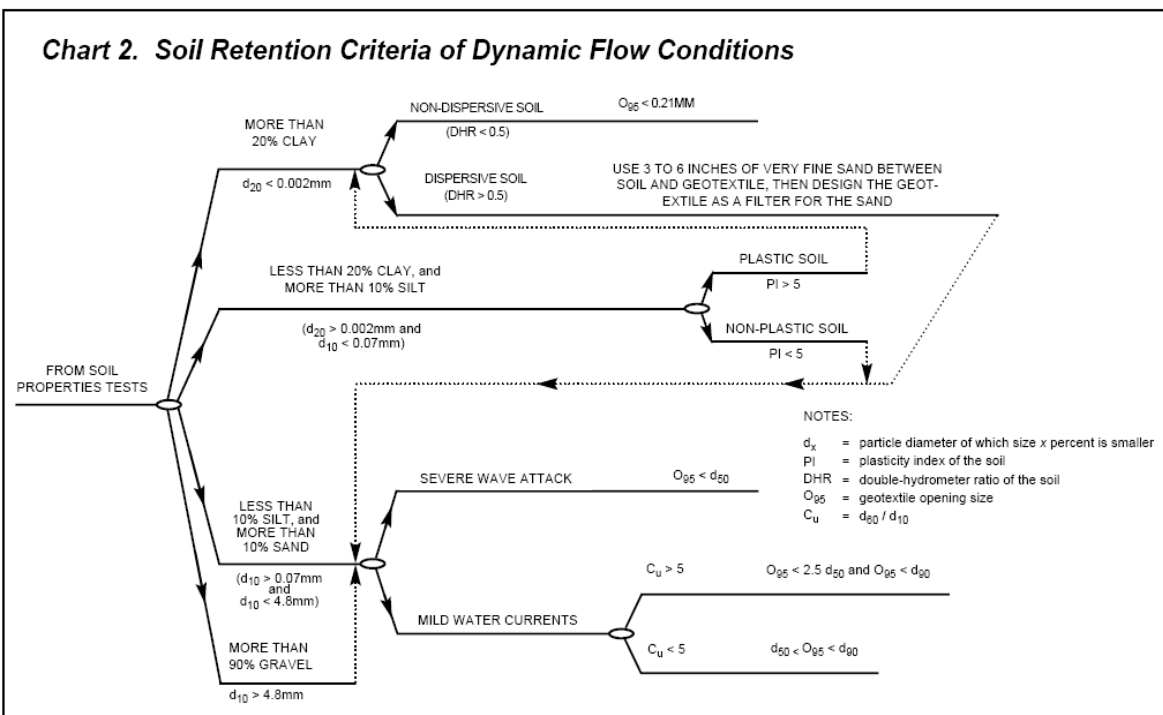
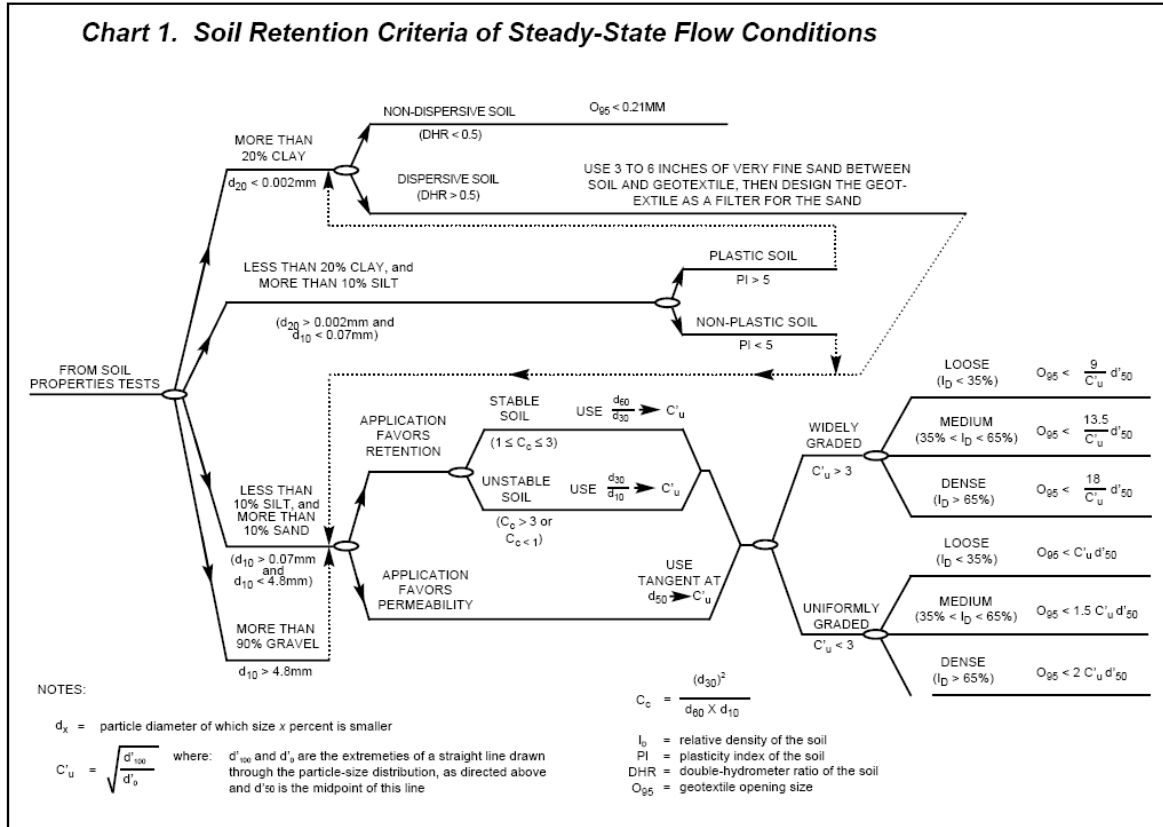
Algunos ejemplos de aplicaciones con estados de flujo estáticos incluyen drenes de deshidratación estándar, drenes de muros y drenes colectores de lixiviados.

Los cursos de agua internos y protecciones en playas son ejemplos típicos de aplicaciones en donde las olas o corrientes de agua causan condiciones de flujo dinámicas.

## **PASO 3: DETERMINE LOS REQUERIMIENTOS DE RETENCIÓN DEL SUELO.**

El gráfico 1 y 2 indican el uso de acuerdo al parámetro de tamaño de partícula en la determinación del criterio de retención. Estos gráficos muestran que la cantidad de grava, arena, limo y arcilla afectan el proceso de selección del criterio de retención. El gráfico 1 muestra el criterio de retención numérico para condiciones de flujo estático; el gráfico 2 es para condiciones de flujo dinámicas.

Para suelo mayormente granulares, la curva de distribución del tamaño del grano es usada para calcular parámetros específicos como  $C_u$ ,  $C'_u$ ,  $C_c$ , que gobiernan el criterio de retención.



***Un correcto análisis del suelo que será protegido es importante para un apropiado diseño de filtración.***

### **Defina la distribución del tamaño de partícula del Suelo**

La distribución granulométrica del suelo a proteger debe ser determinada usando el método de testeo ASTM D 422. La granulometría es usada para determinar los parámetros necesarios en la selección de un criterio numérico.

### **Defina los límites de Atterberg del Suelo**

Para suelos con granos finos, el índice de plasticidad (PI) deberá ser determinado usando el procedimiento de límites de Atterberg (ASTM D 4318). En el gráfico 1 y 2 se muestra cómo usar el valor PI en la apropiada selección del criterio de retención.

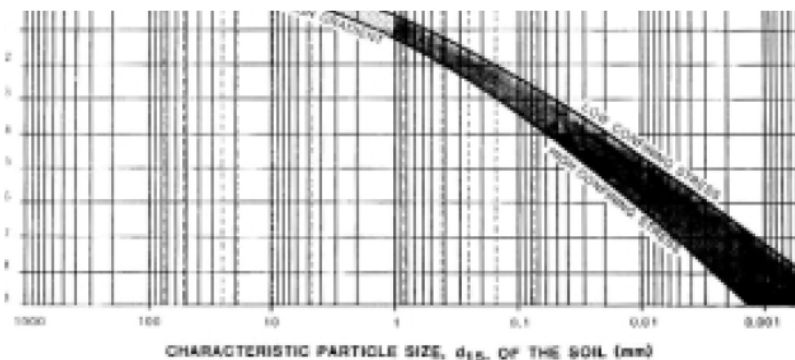
### **Determine el tamaño máximo de abertura permisible del Geotextil ( $O_{95}$ )**

El último paso para determinar los requerimientos de retención de suelo es evaluar la abertura máxima permisible ( $O_{95}$ ) del Geotextil que va a proveer la adecuada retención. El  $O_{95}$  es también conocido como el tamaño de apertura aparente del Geotextil (AOS) y es obtenido del procedimiento ASTM D 4751. El valor AOS puede ser generalmente obtenido de la literatura del fabricante.

## **PASO 4: DETERMINE LOS REQUERIMIENTOS DE PERMEABILIDAD DEL GEOTEXTIL.**

Determine la conductividad hidráulica del suelo, continuamente referida como permeabilidad, usando uno de los siguientes métodos:

- Para aplicaciones críticas, como presas de tierra, la permeabilidad del suelo debe ser medida en el laboratorio usando condiciones representativas de campo de acuerdo con el procedimiento ASTM D 5084.
- Para aplicaciones no críticas, la conductividad hidráulica se estimará usando el diámetros característico de suelo  $d_{15}$  (ver Figura 2).



*Figura 2.- Valores típicos de conductividad hidráulica*



## Defina el gradiente hidráulico para la aplicación ( $i_s$ )

El gradiente hidráulico va a variar dependiendo de la aplicación en filtración. Los gradientes hidráulicos anticipados para diversas aplicaciones pueden ser estimados utilizando la Tabla 1.

**Table 1. Typical Hydraulic Gradients<sup>(a)</sup>**

Drainage Applications	Typical Hydraulic Gradient
Channel Lining	1.0
Standard Dewatering Trench	1.0
Vertical Wall Drain	1.5
Pavement Edge Drain	1.0
Landfill LCDRS	1.5
Landfill LCRS	1.5
Landfill SWCRS	1.5
Shoreline Protection	
Current Exposure	1.0 <sup>(b)</sup>
Wave Exposure	10 <sup>(b)</sup>
Dams	10 <sup>(b)</sup>
Liquid Impoundments	10 <sup>(b)</sup>

(a) Tabla desarrollada después de Giroud, 1988.

(b) Aplicaciones críticas pueden requerir un diseño con gradientes más grandes que los dados.

## Determine la permeabilidad mínima permisible del Geotextil ( $k_g$ )

El requerimiento de permeabilidad del Geotextil puede ser afectado por la aplicación del filtro, condiciones de flujo y tipo de suelo. La ecuación mostrada a continuación puede ser utilizada en todas las condiciones de flujo para determinar la permeabilidad mínima permisible (Giroud, 1988)

$$K_g \geq i_s k_s$$

La permeabilidad del Geotextil puede ser calculada por medio del test de permeabilidad ASTM D 4491. Este valor está generalmente disponible en la literatura del fabricante. La permeabilidad del Geotextil es definida como el producto de permisividad,  $\psi$ , y el espesor del Geotextil,  $t_g$ :

$$K_g = \psi t_g$$

## PASO 5: DETERMINE LOS REQUERIMIENTOS CONTRA OCLUSIÓN

Para minimizar el riesgo de obstrucción se recomienda seguir éste criterio:

- Use el tamaño de abertura más grande ( $O_{95}$ ) que satisfaga el criterio de retención.
- Para Geotextiles no tejidos, use la porosidad disponible más grande, nunca menos del 30%.
- Para Geotextiles tejidos, use el porcentaje más grande de área de vacíos disponible, nunca menos del 4%.

NOTA: Para suelos y aplicaciones críticas, se recomienda determinar por medio de un test de laboratorio la resistencia a la obstrucción.

## PASO 6: DETERMINE LOS REQUERIMIENTOS DE VIDA ÚTIL.

Los tipos de drenaje o material de protección colocado adyacentemente al Geotextil y las técnicas de construcción usadas en la colocación de estos materiales, puede dar como resultados daños del mismo. Para asegurar que el Geotextil no sufra estos daños durante la construcción, especifique las propiedades de resistencia mínima que se ajusten a la severidad de la instalación. Use la Tabla 2 como guía en la selección de la resistencia del Geotextil para asegurar que el material esté bien en varios grados de condiciones de instalación.

**Table 2. Survivability Strength Requirements (after AASHTO, 1996)**

	GRAB STRENGTH (LBS)	ELONGATION (%)	SEWN SEAM STRENGTH (LBS)	PUNCTURE STRENGTH (LBS)	BURST STRENGTH (LBS)	TRAPEZOID TEAR (LBS)	
SUBSURFACE DRAINAGE	HIGH CONTACT STRESSES	247	< 50% *	222	90	392	56
	(ANGULAR DRAINAGE MEDIA) (HEAVY COMPACTION) or (HEAVY CONFINING STRESSES)	157	≥ 50%	142	56	189	56
	LOW CONTACT STRESSES	180	< 50% *	162	67	305	56
	(ROUNDED DRAINAGE MEDIA) (LIGHT COMPACTION) or (LIGHT CONFINING STRESSES)	112	≥ 50%	101	40	138	40
ARMORED EROSION CONTROL	HIGH CONTACT STRESSES	247	< 50% *	222	90	392	56
	(DIRECT STONE PLACEMENT) (DROP HEIGHT > 3 FT)	202	≥ 50%	182	79	247	79
	LOW CONTACT STRESSES	247	< 50% *	222	90	292	56
	(SAND OR GEOTEXTILE CUSHION) and (DROP HEIGHT < 3 FT)	157	≥ 50%	142	56	189	56

\* Only woven monofilament geotextiles are acceptable as < 50% elongation filtration geotextiles. No woven slit film geotextiles permitted.

## **PASO 7: DETERMINE LOS REQUERIMIENTOS DE DURABILIDAD.**

Durante la instalación, si el filtro de Geotextil está expuesto a la luz del sol por largos periodos de tiempo, se recomienda un alto contenido de carbono negro y estabilizador UV para agregar resistencia a la degradación. Los Geotextiles de Polipropilenos son uno de los más durables actualmente. Es inerte a la mayoría de los sucesos químicos dentro de las aplicaciones de Ingeniería Civil.

Sin embargo, si se sabe que el Geotextil estará expuesto a acciones químicas (cómo en aplicaciones de contención de residuos), use el método de testeo ASTM D5322 para determinar su compatibilidad.

## **REFERENCIAS**

- Giroud, J.P., "Review of Geotextile Filter Design Criteria." Proceedings of First Indian Conference on Reinforced Soil and Geotextiles, Calcutta, India, 1988.
- Heerten, G., "Dimensioning the Filtration Properties of Geotextiles Considering Long-Term Conditions." Proceedings of Second International Conference on Geotextiles, Las Vegas, Nevada, 1982.
- AASHTO, "Standard Specification for Geotextile Specification for Highway Applications", M288-96

## GEOTEXTILE FILTER FABRIC SELECTION GUIDE

SOIL PROPERTIES	Silty Gravel w/Sand (GM)	Well-Graded Sand (SW) #1	Well-Graded Silty Sand (SW) #2	Silty Sand (SM)
	$k_s = .005\text{cm/s}$ $PI = 0$ $C_c = 2.8$ $C'_u = 34$ $d'_{50} = 3.5\text{mm}$ $C_u = 211$ $d_{50} = 5.0\text{mm}$ $d_{90} = 22\text{mm}$	$k_s = .005\text{cm/s}$ $PI = 0$ $C_c = 1.0$ $C'_u = 9.1$ $d'_{50} = .52\text{mm}$ $C_u = 8.4$ $d_{50} = .60\text{mm}$ $d_{90} = 2.7\text{mm}$	$k_s = .001\text{cm/s}$ $PI = 0$ $C_c = 2.1$ $C'_u = 5.3$ $d'_{50} = .28\text{mm}$ $C_u = 6.6$ $d_{50} = .28\text{mm}$ $d_{90} = 1.6\text{mm}$	$k_s = .00005\text{cm/s}$ $PI = 0$ $C_c = 3.0$ $C'_u = 16.2$ $d'_{50} = .21$ $C_u = 67$ $d_{50} = .22\text{mm}$ $d_{90} = .95\text{mm}$ (Note: Moderate to Heavy Compaction Required)

SUBSURFACE DRAINAGE <sup>(2)</sup>	Soil Retention <sup>(1)</sup>	1.85 mm	1.03 mm	.95 mm	.18 mm
	Permeability	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-5}$
	Clogging Resistance	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	n > 30%
	Survivability Req't	LOW	LOW	LOW	LOW
	Gradation	Widely Graded	Widely Graded	Widely Graded	Widely Graded
	Relative Soil Density	Dense	Dense	Dense	Medium
	RECOMMENDED FABRIC	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>MIRAFI 180N</b>
	Soil Retention <sup>(1)</sup>	.93 mm	.51 mm	.48 mm	.18 mm
	Permeability	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-5}$
	Clogging Resistance	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	n > 30%
Survivability Req't	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	
Gradation	Widely Graded	Widely Graded	Widely Graded	Widely Graded	
Relative Soil Density	Loose	Loose	Loose	Medium	
RECOMMENDED FABRIC	<b>FILTERWEAVE 404</b>	<b>FILTERWEAVE 404</b>	<b>FILTERWEAVE 404</b>	<b>MIRAFI 180N</b>	

ARMORED EROSION CONTROL <sup>(3)</sup>	Mild Current Exposure, Minimal Drawdown Potential, Non-Vegetated	Soil Retention <sup>(1)</sup>	12.5 mm	1.5 mm	0.7 mm	0.55 mm
		Permeability	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-5}$
		Clogging Resistance	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%
		Flow Conditions	Mild Currents	Mild Currents	Mild Currents	Mild Currents
		RECOMMENDED FABRIC	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>FILTERWEAVE 400</b>	<b>FILTERWEAVE 400</b>
	Wave Exposure, High Velocity Channel Lining, Spillway Overtopping	Soil Retention <sup>(1)</sup>	5.0 mm	0.60 mm	0.28 mm	0.22 mm
		Permeability	$.5 \times 10^{-2}$	$.5 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-4}$
		Clogging Resistance	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%	P.O.A. > 6%
		Flow Conditions	Severe Wave Attack	Severe Wave Attack	Severe Wave Attack	Severe Wave Attack
		RECOMMENDED FABRIC	<b>FILTERWEAVE 404</b>	<b>FILTERWEAVE 404</b>	<b>FILTERWEAVE 500</b>	<b>FILTERWEAVE 700</b>

<sup>1</sup> Maximum opening size of geotextile ( $O_{95}$ ) to retain soil.

<sup>2</sup> Steady state flow condition.

<sup>3</sup> Dynamic Flow Conditions

## TYPICAL SECTIONS AND APPLICATIONS:

	Clayey Sand (SC)	Sandy Silt (ML)	Lean Clay (CL)
	$k_s = .00001 \text{cm/s}$ PI = 16.0 $C_c = 20$ $C_u = n/a$ $d_{50} = n/a$ $C_u = 345$ $d_{50} = .55 \text{mm}$ $d_{90} = 5.8 \text{mm}$ > 10% silt < 20% clay	$k_s = .00005 \text{cm/s}$ PI = 0 $C_c = 2.9$ $C_u = 1.7$ $d_{50} = .07$ $C_u = 10.8$ $d_{50} = .072 \text{mm}$ $d_{90} = .13 \text{mm}$	$k_s = .0000001 \text{cm/s}$ PI = 16.7 $C_c = 3.3$ $C_u = n/a$ $d_{50} = n/a$ $C_u = 36$ $d_{50} = .014 \text{mm}$ $d_{90} = .05 \text{mm}$ > 16% silt < 20% clay

	.21 mm $1 \times 10^{-5}$ $n > 30\%$ LOW Non-dispersive	.24 mm $5 \times 10^{-5}$ $n > 30\%$ LOW Uniformly Graded Dense	.21 mm $1 \times 10^{-7}$ $n > 30\%$ LOW Non-dispersive
	MIRAFI 140N Series	MIRAFI 140N Series	MIRAFI 140N Series

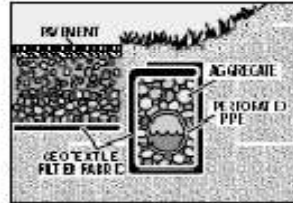
	.21 mm $1 \times 10^{-5}$ $n > 30\%$ HIGH Non-dispersive	.18 mm $5 \times 10^{-5}$ $n > 30\%$ HIGH Uniformly Graded Medium	.21 mm $1 \times 10^{-7}$ $n > 30\%$ HIGH Non-dispersive
	MIRAFI 160N	MIRAFI 180N	MIRAFI 160N

	1.4 mm $1 \times 10^{-5}$ P.O.A. > 6% Mild Currents	0.13 mm $5 \times 10^{-5}$ $n > 30\%$ Mild Currents	0.035 mm $1 \times 10^{-7}$ $n > 30\%$ Mild Currents
	FILTERWEAVE 400	MIRAFI 1100N	MIRAFI 1160N

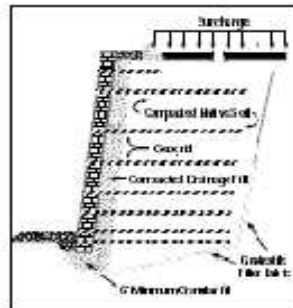
	0.55 mm $1 \times 10^{-4}$ P.O.A. > 6% Severe Wave Attack	0.07 mm $5 \times 10^{-4}$ P.O.A. > 6% Severe Wave Attack	0.014 mm $1 \times 10^{-6}$ $n > 30\%$ Severe Wave Attack
	FILTERWEAVE 404	MIRAFI 1160N	MIRAFI 1160N

## TYPICAL SECTIONS AND APPLICATIONS:

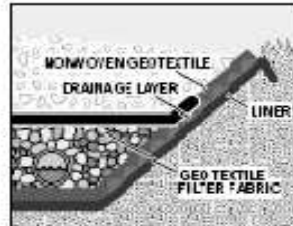
### DRAINAGE



- Seepage Cut-off
- Pavement Edge Drains
- Slope Seepage Cut-off
- Surface Water Recharge
- Trench or "French" Drains

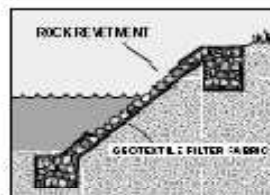


- Structure Pressure Relief
- Foundation Wall Drains
- Retaining Wall Drains
- Bridge Abutment Drains
- Planter Drains



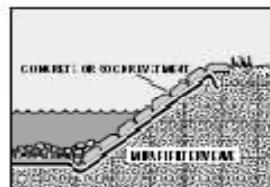
- Leachate Collection and Removal
- Blanket Drains
- Subsurface Gas Collection

### ARMORED EROSION CONTROL



- River and Streambed Lining
- Culvert Inlet and Discharge Aprons
- Abutment Scour Protection
- Access Ramps

Proper installation of filtration geotextiles includes anchoring the geotextile in key trenches at the top and bottom of slopes.



- Coastal Slope Protection
- Shoreline Slope Protection
- Pier Scour Protection
- Sand Dune Protection

Underwater geotextile placement is common and must include anchorage of the toe to resist scour.