

**Título:** "AVANCES EN LA CARACTERIZACION Y NORMALIZACION DEL USO DE GEOSINTETICOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES"

**Autores:** Botasso, H.G., Fensel, E.A.

**1º Autor:** Ing. Hugo Gerardo Botasso.

Director del LEMaC - Centro de Investigaciones Viales

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata

Calle 60 y 124. La Plata (1900) – Pcia. Buenos Aires – Argentina

Email: gbotasso@frlp.utn.edu.ar

**2º Autor:** Enrique Fensel

Responsable Area Medio Ambiente y Obras Civiles

LEMaC - Centro de Investigaciones Viales

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata

Calle 60 y 124. La Plata (1900) –

**Título: “AVANCES EN LA CARACTERIZACION Y NORMALIZACION DEL USO DE GEOSINTETICOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES”**

**Autores:** Botasso H.G., Fensel E.A.

**1º Autor:** Ing. Hugo Gerardo Botasso.

Director del LEMaC - Centro de Investigaciones Viales

**2º Autor:** Fensel, E.A.

Responsable Area Medio Ambiente y Obras Civiles –LEMaC

## **1. RESUMEN**

La utilización de los Geosintéticos en la Ingeniería Vial se ha visto incrementada en una forma sostenida en los últimos años. Estos productos presentan una serie de ventajas que son la principal causa del aumento del empleo de los mismos en todo el mundo. Entre estas ventajas cabe destacar: facilidad de puesta en obra, es un producto económico, permite ahorros de tiempos de ejecución, posibilita soluciones medioambientales correctas con empleo de mano de obra no calificada y utilización de materiales de calidad verificable.

Por esta razón, estos materiales están tomando cada vez más protagonismo en la construcción de las vías de comunicación. Este protagonismo no sólo se debe al aumento que este rubro representa en el presupuesto total de las obras, sino también a la importancia de las responsabilidades técnicas para las cuales son diseñados. Por ello, este trabajo plantea la caracterización de los productos con un perfil netamente vial para valorar las prestaciones que en esta disciplina se ponen de manifiesto, teniendo como objetivo dar una herramienta al constructor vial con la cual pueda establecer un control de calidad adecuado a la necesidad planteada en el uso del producto.

Se realiza un análisis del marco normativo y de las principales determinaciones a realizar para una adecuada caracterización de geosintéticos para su empleo en pavimentos flexibles.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Existen varios campos de aplicación de los Geosintéticos dentro del mundo de la construcción y la edificación: obras viales, obras hidráulicas, sistemas de control de erosión, aplicaciones medioambientales, entre otras. Los Geosintéticos comprenden productos manufacturados a partir de procedimientos principalmente de extrusión (geoplásticos), productos que incluyen en su fabricación tecnología textil (geotextiles) y productos formados por ambas tecnologías: textil y plástica. El término genérico Geosintético designa un producto en el que, por lo menos, uno

de sus componentes es a base de polímero sintético o natural, y se presenta en forma de fieltro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la geotecnia o de la ingeniería civil.

Dentro de este grupo de textiles técnicos se pueden encontrar diferentes productos en función de determinadas características:

#### **Geotextiles:**

Fieltro o manto fabricado con fibras sintéticas cuyas funciones se basan en la capacidad de filtración y en sus altas resistencias mecánicas, siendo éstas: separar, filtrar, drenar, reforzar y proteger. Pueden fabricarse de diferentes formas y sus aplicaciones abarcan prácticamente todos los campos de la ingeniería civil en donde se esté en contacto con el terreno.

El geotextil es un material textil (tejido) permeable, a base de polímero (natural o sintético), pudiendo ser no tejido (de fibra cortada o filamento continuo) o tejido, usado en contacto con el suelo o con otros materiales.

#### **Geomembranas**

Las geomembranas son láminas de impermeabilización, cuya función principal es evitar el paso de líquidos y se emplean en sistemas de impermeabilización tales como: túneles, rellenos sanitarios, depósitos, almacenamiento de agua o cubiertas planas de edificación. Estas pueden ser de PVC, HDPE, Polipropileno, asfálticas, etc.

### **3. CARACTERIZACIÓN**

#### **Principales ensayos a realizar sobre un Geosintético:**

El Centro de Investigaciones Viales forma parte del subcomité de Geosintéticos de IRAM, en el cual se discuten y establecen las normas argentinas al respecto. El IRAM (Instituto Argentino de Normalización) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas y la aplicación de la normalización como base de la calidad.

Debido a la experiencia obtenida con esta participación y sumado a un profundo análisis que se ha realizado de las normativas tanto americanas como europeas y basados en el criterio de evaluar las características del Geosintético que respondan a un uso, se ha confeccionado el

presente listado de ensayos que son ineludibles a la hora de caracterizar estos materiales. Ver tabla 3.

Tabla 1

<i>Ensayo</i>		<i>Norma</i>
<b><i>Ensayos para determinar las características físicas y mecánicas</i></b>		
<b>A</b>	“Método estándar para determinar la masa por unidad de área en Geotextiles”	ASTM D5261 IRAM 78002
<b>B</b>	“Método estándar para medir el espesor nominal de Geotextiles y Geomembranas”	ASTM D5199 IRAM 78004
<b>C</b>	“Método estándar para determinar la carga de rotura y elongación de Geotextiles” (GRAB BREAKING TEST)	ASTM D4632
<b>D</b>	Método estándar para determinar el comportamiento resistente de Geomembranas a través del método de tracción de la banda ancha	ASTM D4885
<b>E</b>	“Método estándar para evaluar la resistencia al desgarro trapezoidal en Geotextiles” (TRAPEZOIDAL TEAR TEST)	ASTM D4533
<b>F</b>	“Método estándar para determinar la abertura aparente de poros en Geotextiles”	ASTM D4751
<b>G</b>	“Método estándar para evaluar el índice de resistencia a la penetración estática de Geotextiles, Geomembranas y productos relacionados”	ASTM D4833 IRAM 78011
<b>H</b>	“Ensayo de perforación dinámica (ensayo por caída de un cono)”	IRAM 78009
<b><i>Ensayos para determinar las características hidráulicas y geotécnicas</i></b>		
<b>I</b>	“Método estándar para evaluar la permeabilidad al agua de Geotextiles”	ASTM D4491
<b>J</b>	“Método estándar para determinar permeabilidad (en corriente plana) de Geotextiles y productos relacionados”	ASTM D4716 IRAM 78010
<b>K</b>	“Determinación de las características de permeabilidad al agua normal al plano, sin carga”	IRAM 78007
<b><i>Ensayos para determinar las características de durabilidad</i></b>		
<b>L</b>	“Método estándar para valuar el deterioro de Geotextiles expuestos a la luz ultravioleta y agua (Aparato tipo arco de Xenón)”	ASTM D4355

#### **A) Masa por unidad de área:**

**La masa por unidad de superficie se relaciona con la uniformidad del Geosintético e indirectamente con el resto de las características del mismo.**

El peso o la masa por unidad de superficie de un Geosintético puede obtenerse mediante las recomendaciones, por ejemplo, de las normas ASTM D1910 e IRAM 78002. El peso de un Geosintético se expresa por unidad de área pesando pequeñas probetas de ensayo circulares o cuadradas, de dimensiones conocidas, cortadas de distintas posiciones y distribuidas por todo el ancho y largo de la muestra, Ej. : gramos por metro cuadrado (gramaje), o también en metros por kilogramo, en cuyo caso se debe especificar también el ancho de la tela.

#### **B) Ensayo de Espesores a presiones prefijadas (IRAM 78004-1)**

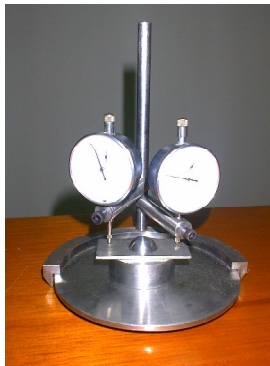
Espesor: Distancia tomada entre dos placas paralelas de referencia, que se mide al aplicar una presión en un tiempo determinado sobre la probeta.

Espesor nominal: Espesor determinado cuando se aplica una presión de  $2,00 \pm 0,001$  KPa sobre la probeta de ensayo.

Los aparatos necesarios para la ejecución del ensayo son:

**Pie de presión:** El pie de presión debe tener una superficie lisa, plana y circular, con un área de  $25 \text{ cm}^2 \pm 0,2 \text{ cm}^2$ . Este debe ser apto para ejercer presiones de 2 KPa, 20 KPa y 200 KPa (0,5 Kg/cm<sup>2</sup>, 5 Kg/cm<sup>2</sup> y 50 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente), en forma perpendicular al plano de la probeta. **Placa de referencia:** La placa de referencia tendrá una superficie plana cuya medida será superior a 1,75 veces el diámetro de la superficie del pie de presión. En nuestras experiencias se ha utilizado una placa de referencia de  $d=16\text{cm}$ . La precisión del aparato medidor del espesor deberá ser: 1 % para productos de espesor  $\geq 1\text{mm}$ . 0,01 mm para los productos de espesor  $< 1\text{mm}$

En nuestro caso el aparato que registra el espesor consta de una placa base de acero



*Vista del aparato medidor de espesores*



*Placa de referencia, pie de presión con tetón, porta flexímetros, flexímetros y geotextil*

Figura 1

inoxidable a la cual se le adosó un porta flexímetro, que permite la colocación de dos flexímetros diametralmente opuestos, los cuales registran las medidas con una precisión de 0,01 mm. El pie de presión está formado por un tocho de acero inoxidable del diámetro que requiere la norma. El mismo fue provisto de un tetón en su parte superior para que al aplicar carga ésta sea centrada y se distribuya de manera correcta. También está provisto de una placa de referencia en la cual apoyan los vástagos de los flexímetros.

El peso del pie mas el tetón y la placa de referencia es de 500 gr., con lo cual queda aplicada en su área el primer rango de presiones ( 2 KPa o 0,5 kg/cm<sup>2</sup>).

Para el registro del espesor se toman ambas lecturas, una por cada flexímetro, para cada estado de carga y se calcula el promedio de ambas determinaciones. Desterrando de este modo cualquier desviación por falta de paralelismo entre la placa de referencia y el pie de presión.

### **C) Ensayo de tracción (Grab Test)**

También llamado de resistencia a la tracción en carga concentrada, se diferencia del ensayo de tracción en tiras, en que el ancho de las probetas es mayor que la impronta de las mordazas de la máquina que tracciona la muestra. Figura 3. Mediante este artificio, una parte del espécimen provee anclaje a los filamentos sin ser específicamente sometida a esfuerzo.

Algunas de las normas para este ensayo son: DIN 53858; EFG 07-120; ASTM D1682-4632; IRAM 78012. Las mismas difieren, entre otras características dimensionales de la máquina y probetas, en los valores de velocidad de ensayo, lo que se expone en la tabla 4:

Norma de Ensayo	Velocidad de Ensayo
DIN 53858	100mm/min
NFG 07-120	20s
ASTM D 1682-4632	30s ó 300mm/min

*Tabla 2*

Este ensayo es la mayor simulación de las condiciones reales cuando sobre un Geosintético se presiona un elemento punzante (piedra) en forma descendente, o se ejerce un esfuerzo lateral sobre el elemento (aun presionado).

Una sollicitación como la descrita se presenta en operación cuando: un vehículo frena, acelera o dobla sobre la superficie del camino (las tensiones se transmiten paralelamente a la superficie); cuando se compacta el agregado en una trinchera de drenaje (se presiona la piedra contra los laterales y se vibra en forma descendente). Esta propiedad será de importancia crítica en todas las aplicaciones en que, durante la etapa de construcción, transite equipo pesado sobre agregado de grueso calibre.

#### **D) Ensayo de Tracción en probetas anchas**

La distinción básica entre este método y los métodos para medir las propiedades de tracción en los Geosintéticos es el ancho de la probeta.

En este método, el ancho es mayor que el largo de la probeta, ya que algunos Geosintéticos tienen tendencia a encogerse (curvarse) bajo carga en el largo de la probeta. El mayor ancho reduce el efecto de encogimiento de tales materiales y proporciona una relación más próxima al comportamiento esperado del mismo sobre el terreno, así como un procedimiento para la comparación de Geosintéticos entre sí.

Las normas que siguen el principio de este método aunque con algunas variantes en el procedimiento son ISO 10319:1993, AENOR UNE-EN ISO 10319:1996 e IRAM 78012:2001.

Según la normativa Argentina el resumen del procedimiento es el siguiente: se mantiene una probeta de ensayo, entre todo su ancho, en las mordazas de una maquina de tracción que se desplaza a una determinada velocidad, mientras aplica una fuerza longitudinal a la probeta hasta que la misma rompe. El valor de la carga máxima medida en el dial de la maquina de tracción constituirá la resistencia a tracción del producto. Este ensayo utiliza probetas de 200mm de ancho y 100mm de largo.

### **E) Ensayo de Desgarramiento**

El ensayo consiste en ejercer un esfuerzo de corte en dirección normal a una lámina de Geosintético sobre la que se ha practicado un corte en "V".

Se conforma así un concentrador de tensiones a partir del cual se propagará la rotura.

El procedimiento de ensayo es el siguiente: se prepara una muestra del Geosintético, cortada en forma trapezoidal o de manera que entre las improntas de la mordaza quede una figura trapezoidal.

En el centro de dicho espacio se efectúa un corte de 25 mm de largo, sobre el cual se inducirá el desgarramiento.

### **F) Ensayo de Abertura Eficaz de Poros (AOS) (ASTM D4751-99):**

Abertura aparente de poros (AOS), para un Geotextil: Propiedad que indica el tamaño aproximado de partículas que pasan efectivamente través de un Geotextil.

Resumen del método:

Una muestra de Geotextil es colocada en un marco de tamiz, y esferas de vidrio graduadas son colocadas en la superficie del Geotextil. El Geotextil y el marco son sacudidos lateralmente para que el vibrado induzca a las esferas a pasar a través de la muestra de ensayo. El procedimiento es repetido en la misma muestra para diferentes tamaños de esferas hasta que la abertura aparente de poros haya sido determinada.

Aparatos:

Tamizador mecánico: Debería ser usado un tamizador mecánico el cual imparte movimientos laterales y verticales al tamiz, haciendo que las partículas reboten y se acomoden con respecto a la superficie del tamiz. El agitador del tamiz debe ser un dispositivo de frecuencia constante con un brazo que le dé a aquél el movimiento adecuado para las esferas de vidrio.

Taza (o platillo), cobertura (o tapa), y tamices de 200 mm de diámetro (8").

Esferas esféricas de vidrio, en granulometrías acordes con la tabla 1. Sólo es necesario tener a mano la cantidad de fracciones de tamaño necesarias para el rango de geotextiles para el cual se va a hacer el ensayo. La puesta a punto del tamaño de las micro esferas debe ser verificada antes de cada uso por tamizado sobre el par de tamices mostrado en Tabla 3. Prepare por lo menos 50 g de cada fracción de tamaño a usar, antes de comenzar el ensayo.

Granulometría de las esferas				Designación del tamaño de la esfera	
Pasa		Retenida		mm	Tamiz #
mm	Tamiz #	mm	Tamiz #	mm	Tamiz #
2,000	10	1,700	12	1,700	12
1,400	14	1,180	16	1,180	16
1,000	18	0.850	20	0.850	20
0.710	25	0.600	30	0.600	30
0.500	35	0.425	40	0.425	40
0.355	45	0.300	50	0.300	50
0.250	60	0.212	70	0.212	70
0.180	80	0.150	100	0.150	100
0.125	120	0.106	140	0.106	140
0.090	170	0.075	200	0.075	200

Tabla 3

Balanza, con una capacidad adecuada a la masa de muestras prevista, y una precisión de  $\pm$  0,05 g.

Eliminador de electricidad estática, para prevenir la acumulación de la misma cuando las partículas están siendo sacudidas sobre la superficie del geotextil. Son aceptables los dispositivos antiestáticos que se consiguen comercialmente, como así también los “sprays” antiestáticos.

Horno secador.

Cacerola, tacho, platillo (para recoger las esferas tamizadas).

Método de la U.S. Corps of Engineers:

Este método se basa en la norma ASTM D4751 y define a la abertura eficaz o abertura equivalente de poros, AOS, como el número de la serie normaliza de tamices cuya abertura coincide con las del geotextil.

El principal inconveniente de esta metodología es conseguir bolillas de cristal con determinada granulometría. Y es aquí donde se tiene la mayor diferencia con la norma, utilizándose en este procedimiento la siguiente granulometría:

- 1) N° 120 a 100 (125  $\square$  a 149  $\square$ )
- 2) N° 100 a 80 (149  $\square$  a 177  $\square$ )

3) N° 80 a 70 (177  $\square$  a 210  $\square$ )

4) N° 70 a 60 (210  $\square$  a 250  $\square$ )

Se ha optado por utilizar este procedimiento de ensayo salvando la diferencia al incorporar en el informe esta variante. Consiguientemente se han clasificado y acopiado fracciones de microesferas con las descripciones de esta granulometría.

Resulta muy importante aclarar que este método solo es aplicable a Geotextiles no tejidos donde la abertura de malla a determinar es pequeña en relación a las fracciones de microesferas consideradas.

Consideraciones sobre el tamizado:

Del proceso de clasificación de las microesferas, se ha comprobado que durante su tamizado, se han obtenido notables diferencias en las granulometrías que se realizan sobre muestras de distinto tamaño.

Se supone que esta dispersión se debe a que, en porciones muy grandes, el proceso de tamizado no es del todo efectivo.

Es por ello, que se ha decidido y se recomienda tamizar porciones del material que no excedan un peso aproximado de 50 gr. durante el lapso de 15 min. y mediante la implementación del tamizador mecánico.



*Geotextil preparado para ser ensayado*



*Tamizador mecánico MACOTEST*

### **G) Ensayo de resistencia a la Penetración estática de Geotextiles según normativa Argentina**

Este ensayo ha sido tomado del ámbito de la ingeniería vial y es una imitación del ensayo CBR. Y cuantifica la dificultad con que un Geosintético podrá ser perforado por un elemento punzante que, soportado estáticamente sobre la tela, sea presionado enérgicamente sobre la misma.

**La importancia del ensayo de penetración estática:**

La creciente utilización de productos Geotextiles en la Obra Vial hace tener en cuenta la necesidad de evaluar las propiedades de dichos materiales. Dentro de los estudios comenzados en nuestro Centro uno de los primeros ensayos a desarrollar fue la determinación de Penetración Estática. Para lo cual se procedió al estudio de la normativa Argentina (IRAM 78011) y la de los EEUU (ASTM D4833).

En resumen el procedimiento de ensayo descrito por ambas normas es muy similar; el cual plantea penetrar la muestra de Geotextil mediante un pistón, con una velocidad de desplazamiento constante, midiendo la carga y el hundimiento.

Del estudio surge que las principales diferencias se encontraron en el instrumental utilizado y se optó por la norma IRAM 78011 debido a las razones que a continuación se describen:

- Es una norma vigente en nuestro país.
- Los elementos utilizados son, en su mayoría, instrumental que se encuentra en un laboratorio vial o que se puede adaptar.

Creemos que este ensayo es de vital importancia para la caracterización de un Geotextil, como así también que evalúa en forma directa las condiciones de uso.

Este ensayo cuantifica la dificultad con que un Geotextil podría ser perforado por un elemento punzante que, soportado estáticamente sobre la tela, es presionado enérgicamente sobre la misma.

Esta propiedad será de relevancia crítica en sistemas de control de erosión en que la protección se realice con elementos punzantes y de gran peso (como gaviones) o, por la naturaleza misma en la aplicación del geotextil como protección. La resistencia al punzonamiento estático deberá ser a sí mismo considerada en los casos en que sobre una capa de agregado punzante transite maquinaria de gran porte.

La importancia del ensayo reside en el hecho que ante cualquiera de las situaciones antes mencionadas el Geotextil podrá fallar, y si lo hace perderá la mayoría de las funciones para las cuales fue colocado. Dejando de esta manera inutilizado el material, con la pérdida del mismo y los costos que ello conlleva.

#### **Primeros ensayos de resistencia a la penetración:**

Con el instrumental desarrollado en el Centro se realizaron las primeras experiencias de penetración estática en Geotextiles.

La obtención y acondicionamiento de las probetas se realizó según la norma tratada (IRAM 78011). Procediendo a la perforación de las mismas (con sacabocado de igual diámetro al del tornillo pasante) para posibilitar su colocación en los anillos de sujeción. Se ensayó un material

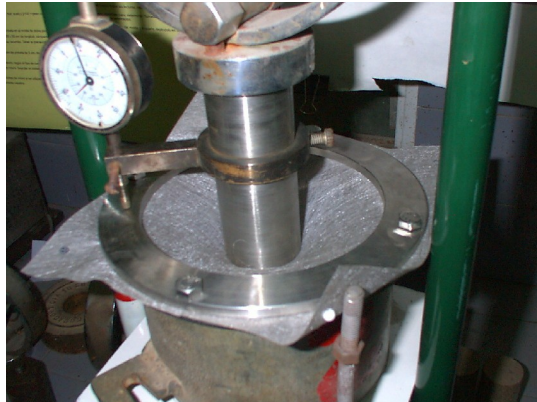
constituido por un polímero estabilizado, no tejido y soldado térmicamente de reconocida marca comercial. Cuya cartilla técnica especifica un valor de 1550 N (158,16 Kg) de resistencia a la penetración estática para el gramaje de 150 gr/m<sup>2</sup>. Los ensayos se realizaron en tres formas diferentes; las cuales consistieron en:

**Carga directa en un solo proceso de carga, con la velocidad de norma (50mm/min), hasta alcanzar el máximo recorrido del vástago del flexímetro.** Registrándose únicamente la penetración máxima alcanzada y la carga para dicha penetración. Procedimiento éste recomendable para aquellas determinaciones en las que no se exigen las gráficas de curva-hundimiento. Estas experiencias sirvieron también, para observar atentamente las velocidades con que giraban las agujas de los instrumentos de precisión; utilizando ésta como base para determinar los intervalos, que ha posterior se utilizaron para tomar las lecturas y graficar la curva carga-hundimiento. Recomendamos este último paso para aquellas instituciones que comienzan con este tipo de ensayos. Se han fijado los siguientes intervalos de penetración 5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm; dejando un casillero en blanco para la máxima penetración y carga de rotura.

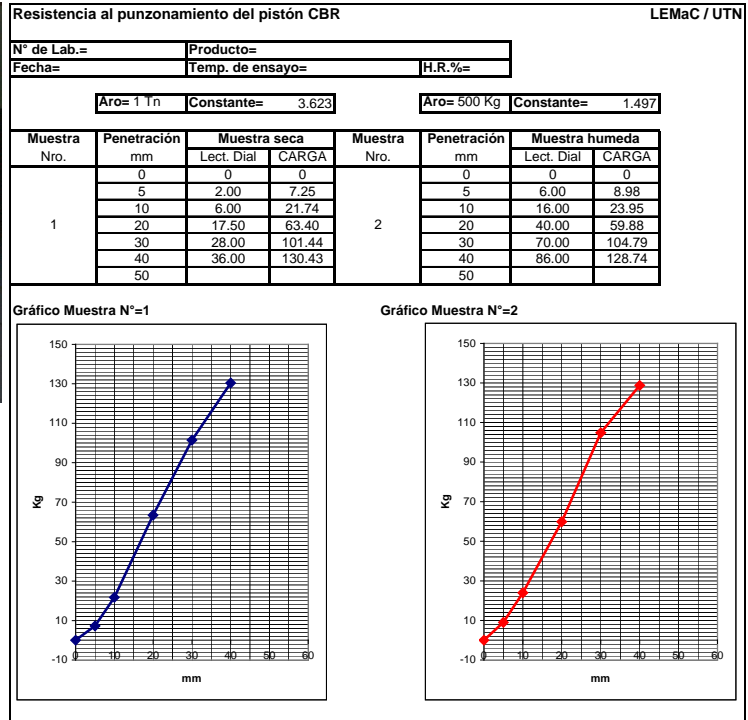
**Carga directa con la velocidad normal de ensayo (50mm/min) en 2 etapas de carga hasta llegar a la rotura.** Registrándose valores de penetración (mm) y carga (kg) para los distintos intervalos fijados en el procedimiento anterior. Dicho registro posibilitó el trazado de la curva carga-hundimiento. Pero este procedimiento no es recomendable ya que se observa un aumento en la resistencia a la penetración debido, posiblemente, a una relajación o recuperación elástica del material a partir de la naturaleza plástica de su constituyente.

**Carga directa con la velocidad normal de ensayo (50mm/min), en una sola etapa, hasta llegar a la rotura.** Registrándose valores de penetración (mm) y carga (kg) para los distintos intervalos fijados. Este es el procedimiento más recomendable para ejecutar un ensayo de estas características, ya que a partir de la curva carga-hundimiento se pueden realizar otras conclusiones (módulo de elasticidad, tenacidad), dejadas de lado en un procedimiento que solo registra carga y hundimiento final.

Se puede observar una planilla tipo en la cual se registran las cargas para los distintos valores de penetración prefijados, ya sea que la muestra se encuentre en condición seca o húmeda. Pudiendo graficarse, en un mismo esquema, ambas curvas para una adecuada comparación.



Momento del ensayo



## H) Ensayo de Penetración Dinámica

El ensayo se basa en el grado de penetración que sufre el Geosintético al recibir el impacto de un cono de acero que suelta en caída libre desde una altura determinada.

Las normas NT Build 243, UNE EN 918 e IRAM 78009 siguen el principio del ensayo aunque presentan ciertas diferencias en el método.

En la norma IRAM 78009 se mantiene la probeta del Geosintético colocada horizontalmente entre dos anillos de acero de 150 mm de diámetro interno (molde CBR). Se suelta en caída libre un cono de acero inoxidable de 1000 gr de masa con la punta hacia delante, desde una altura de 50 cm sobre el centro de la probeta. Una vez que el mismo penetró la probeta se mide el grado de penetración por la introducción de un cono afilado graduado dentro del orificio. Esta medición constituye la magnitud de la resistencia dinámica que provee el Geosintético.

Una de las diferencias más notorias entre los métodos de las diferentes normativas es la que expone la norma finlandesa NT Build 243 en la cual el Geosintético se coloca sobre una cama de agua amarrado al anillo de acero (Fig. 4). La ventaja de este método de ensayo es que el Geosintético interactúa con el agua,

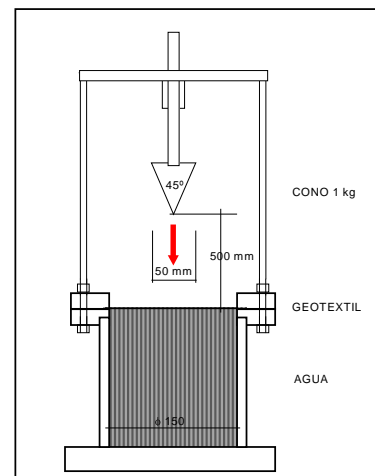


Figura 4

la cual provee un efecto de amortiguamiento que ocurre en la práctica.

En términos generales el principio de ensayo simula la situación que se puede producir durante la instalación del Geosintético en la que el mismo es impactado por piedras volcadas desde una altura considerable.

La experiencia ha demostrado que aquellos Geosintéticos con un módulo de deformación que se incremente desde valores iniciales bajos presentan mejores resultados que los que poseen altos valores de dicho parámetro desde el principio.

En la tabla 7 se expone los datos correspondientes a una tela no tejida:

Masa	Método de Fabricación	Polímero	Índice de Penetración
200	Agujeteado	Poliéster	1,7
300	Agujeteado	Poliéster	1,3
400	Agujeteado	Poliéster	0,8

Tabla 4

#### **h) Permeabilidad Planar**

Alguna de las normas con las que se puede cuantificar esta propiedad en geotextiles y productos relacionados son UNE-EN ISO 12958 e IRAM 78010: 2002.

Las mismas establecen un método para determinar la permeabilidad al flujo de agua bajo carga hidráulica constante dentro del plano de un geotextil o de un producto relacionado. Figura 5.

Según la normativa Argentina el procedimiento consiste en colocar probetas del material de cómo mínimo 0.3 m en la dirección del flujo y 0.2 m de ancho, libres de burbujas de aire y saturadas, entre 2 placas de espuma las cuales deben cumplir con requerimientos específicos según las características y/o función inherente al material en estudio.

El conjunto espuma-geotextil-espuma se somete a un esfuerzo normal de 20 Kpa aplicado sobre una placa de carga de 0.3m x 0.2m y se mantiene la presión durante 360 seg. Según la norma IRAM 78010:2002 la apreciación del ensayo esta ligada al comportamiento de la fluencia por compresión a largo plazo, es por lo anterior que para los materiales que presentan fluencia ala compresión, el esfuerzo puede tener tendencia a decrecer durante el ensayo. En este caso, se debe reajustar continuamente el esfuerzo durante el mismo.

Posteriormente, se llena el depósito del equipo hidráulico hasta el nivel correspondiente al gradiente hidráulico de 0.1 y se deja que el agua atraviese la probeta durante 120 seg.

El agua que ha atravesado el sistema se recoge en el recipiente de medición durante el intervalo de tiempo determinado, se anota el volumen recogido y la temperatura del agua.

Se repite el procedimiento realizando todas las combinaciones posibles entre los gradientes hidráulicos predeterminados 0.1 y 1.0 y los esfuerzos normales de compresión 20 Kpa, 100Kpa y 200Kpa.

Por último se calcula la permeabilidad al flujo de agua en el plano  $Q_{\text{esf/grad}}$ , a 20° C para cada gradiente hidráulico y cada esfuerzo de compresión normal con la siguiente formula:

$$Q_{\text{esf}} = \frac{V \cdot R_t}{W \cdot T}$$

siendo:

$Q_{\text{esf}}$ : permeabilidad al flujo de agua en el plano por unidad de ancho en m<sup>2</sup>/seg

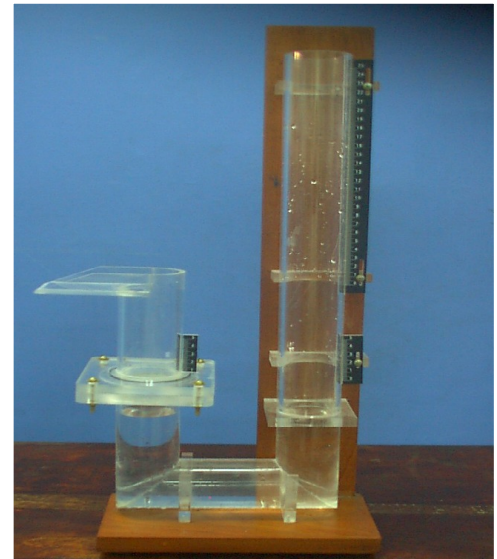
V: volumen medido en m<sup>3</sup>

Rt: factor de corrección a una temperatura de agua distinta de 20°C.

W: ancho de probeta, en m

T: tiempo en segundos

Los resultados se expresan como la representación gráfica de la permeabilidad en el plano, en función del esfuerzo normal de compresión para los dos gradientes hidráulicos definidos.



## 5. CONCLUSIONES:

- Se ha participado en el diseño de una metodología sintética en IRAM para la caracterización de geosintéticos.
- La misma resulta de sencilla implementación y valora las principales propiedades del geosintético aplicado a la obra civil.

- Gran parte de los ensayos pueden desarrollarse con equipamiento existente en los laboratorios viales.

### **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

- Guía Técnica sobre Geosintéticos. Rocap de Dupont.
- Norma IRAM 78011. Ensayo de penetración estática (pistón CBR). IRAM. 2002. República Argentina.
- Norma IRAM 78004-1. Ensayo de Espesores a presiones prefijadas. IRAM. 2002. República Argentina.
- Norma ASTM D4833-00 Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomebranes, and Related Products. ASTM. 2000. United States.
- Norma ASTM D4751-99. ASTM. 1999. United States.
- Guidelines for the Certification of Geomembranes as a Component of Composite Liners for Municipal and Hazardous Waste Landfills and for Lining Contaminated Land. Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM). 1994. Alemania.
- Análisis del Uso de los Geotextiles en la Ingeniería Civil. Sociedad Argentina de Mecánica de Suelos. 1991. República Argentina.
- Engineering use of geotextiles. Departments of The Army and The Air Force. 1995. United States.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. Orden FOM/1382/02. 2002. España. Nota Técnica sobre funciones de los geosintéticos, Amoco Fabrics and Fibers Company.
- Criteria for Geosintéticos, Chemie Linz AG.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.