

INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO CON INFORMCIÓN
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATRIO CON
GEOTEXTILES

CARLOS ALBERTO NIÑO CARVAJAL
LINDAURA ALEXANDRA QUINTANA FUENTES



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2013

INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO CON INFORMCIÓN
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATRIO CON
GEOTEXTILES

CARLOS ALBERTO NIÑO CARVAJAL
LINDAURA ALEXANDRA QUINTANA FUENTES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:

Ing. Civil. M. Sc. MARIO HERNAN RAMIREZ CARRERO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2013

DEDICATORIA

*A Dios por llevarnos de su mano y darnos la sabiduría necesaria para lograr
nuestros propósitos y objetivos.*

*A nuestros padres por ser nuestro apoyo, guía y por brindarnos
su comprensión y paciencia en este proceso.*

*A nuestros hermanos y hermanas quienes
Siempre han creído en nosotros y han
Estado en nuestras vidas día a día.*

*A los compañeros y amigos
por su compañía y apoyo.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecerle a Dios por permitirnos avanzar un escalón más en este largo camino de la vida y darnos la sabiduría necesaria para enfrentar los retos diarios que ésta nos presenta, tanto en lo personal como en lo académico.

A nuestros padres y hermanos, que siempre creyeron en nosotros y han sido el mayor apoyo para poder llevar a buen término este sueño que hoy se ve un poco más cerca y a nuestros amigos que de una u otra forma han sido parte fundamental de este proceso.

De la misma manera queremos dar agradecimientos a nuestro director de tesis ing. Civil. MARIO HERNAN RAMIREZ CARRERO que de manera voluntaria nos guió y ayudo en este proceso de manera intelectual y económica.

Terminando damos gracias PAVCO S.A. particularmente al Coordinador Calidad-Gestión ASNED GALÍNDEZ ARENAS quien fue de gran ayuda para resolver todas nuestras inquietudes referentes a la parte de los ensayos de laboratorio.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN:	14
1. INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES.....	16
1.1 CLASIFICACIÓN DE GEOTEXTILES.....	16
1.1.1 Según su fabricación	16
1.1.2 egún su composición	17
1.2 FUNCIONES.....	17
1.3 APLICACIONES Y USOS DE LOS GEOTEXTILES	18
2. LABORATORIOS DE GEOTEXTILES EN UNIVERSIDADES DE COLOMBIA ..	19
2.1 SONDEO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS GEOTEXTILES	21
3. VISITA PAVCO	22
4. ENSAYO REALIZADO (METODO GRAB)	23
5. INFRAESTRUCTURA BASICA.....	28
5.1 MAQUINA DE TRACCIÓN.....	28
CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	30
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	30
BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aplicación y uso de los geotextiles.[9].....	19
Tabla 2. Universidades acreditadas por CNA	20
Tabla 3. Ensayos de laboratorios.....	21
Tabla 4. Proveedores que cuentan con laboratorios para ensayos con geotextiles.	21
Tabla 5. Resultados del ensayo método GRAB.....	27
Tabla 6. Especificaciones serie 3367.....	28
Tabla 7. Especificaciones serie 5967.....	28
Tabla 8. Infraestructura requerida.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de geotextiles.....	16
Figura 2. Clasificación según su método de fabricación.	17
Figura 3. Geotextil como separador de las capas del suelo.	17
Figura 4. Geotextil como material filtrante.	17
Figura 5. Geotextil como material drenante.	18
Figura 6. Geotextil como material de refuerzo.	18
Figura 7. Geotextil como material de protección.....	18
Figura 8. Laboratorios con los que se cuentan.	20
Figura 9. Universidades que cuentan con ensayos de laboratorio con geotextiles.	20
Figura 10. Resultados de la encuesta.....	22
Figura 12. Muestra de material tejido.....	24
Figura 13. Mordaza corrugada.....	24
Figura 14. Maquina TINIUS OLSEN (H25KS).....	24
Figura 15. Cabezote de la maquina TINIUS OLSEN (H25KS).	25
Figura 16. Comportamiento de la muestra no tejida en dirección trama fuerza vs elongación.	25
Figura 17. Comportamiento de la muestra no tejida en dirección urdimbre fuerza vs elongación	25
Figura 18. Comparativo entre resultados de PAVCO y los obtenidos en laboratorio	26

RESUMEN

TITULO:

INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO CON INFORMACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO CON GEOTEXTILES*.

AUTORES:

NIÑO Carvajal Carlos Alberto
QUINTANA Fuentes Lindaura Alexandra **

PALABRAS CLAVES:

Geosintéticos, geotextil, trama, urdimbre, pavco.

DESCRIPCIÓN:

En este trabajo se presenta la investigación y estudio para implementar ensayos de geotextiles (Grab, rasgado trapezoidal, punzonamiento, espesor nominal y tamaño de abertura aparente) en la Universidad Industrial de Santander. Este procedimiento se llevó a cabo en tres etapas que sirvieron de apoyo para visualizar el alcance que tiene un proyecto de este tipo. La primera etapa consiste en un sondeo de las universidades en Colombia que cuentan con este tipo de laboratorios en sus programas de ingeniería civil y de la importancia de estos en la facultad, respaldado por una serie de encuestas realizadas a varios profesionales en la rama. Seguido de una visita al departamento de ingeniería-Geosistemas PAVCO, que cuenta con la implementación, procedimientos e instrumentos requeridos para los ensayos. La segunda fue una revisión de recursos e instrumentos que posee la escuela y por último elaboración del manual Ensayos de laboratorio con geotextiles.

La UIS no ha implementado un laboratorio que permita comprobar mediante experimentación la veracidad y capacidad en las ventajas de los geotextiles, es necesario adoptar laboratorios que estén acorde a la competencia y acreditación ante las demás universidades del país.

Adelantar este proceso investigativo significa proporcionar nuevas herramientas que sirvan de inicio en un proceso de búsqueda a la implementación de laboratorios con infraestructura básica, para la UIS enriqueciendo los futuros ingenieros con la oportunidad de ser más competitivos y líderes en este campo, siendo de vital importancia que la academia de comienzo y apoyo a la innovación.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería civil, Director. Ing. Mario Hernan Ramirez Carrero.

ABSTRACT

TITLE:

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A DOCUMENT WITH THE IMPLEMENTATION INFORMACION TESTING WITH GEOTEXTILES LABORATRIO*.

AUTHORS:

NIÑO Carvajal Carlos Alberto
QUINTANA Fuentes Lindaura Alexandra **

KEYWORDS:

Geosynthetics, geotextile, plot, warp, pavco.

DESCRIPTION:

This paper presents the research and study to implement testing geotextiles (Grab, trapezoidal tear, puncture, nominal thickness and apparent opening size) in the Industrial University of Santander. This procedure was carried out in three stages that supported to display the extent you have a project of this type. The first stage consists of a survey of universities in Colombia that have this kind of laboratory in civil engineering programs and the importance of these in college, backed by a series of surveys of various professionals in the field. Followed by a visit to the engineering department-Geosystems PAVCO, with the implementation, procedures and instruments required for testing. The second was a review of resources and tools that owns the school and finally developing the manual laboratory testing geotextiles.

The UIS has not implemented a laboratory that allows to check the veracity through experimentation and capacity advantages of geotextiles, laboratories need to be taken that are consistent with accreditation to competition and other universities.

Forward this investigative process means providing new tools that will start in a search process to implementing laboratories with basic infrastructure for enriching UIS future engineers with the opportunity to be more competitive and leaders in this field, it is of vital importance academy to start and support innovation.

* Grade Project

** Physical- Mechanical Engineering's Faculty, Civil Engineering School, Director: Ramirez Carrero, Mario Hernan

INTRODUCCIÓN

El conocimiento y la innovación tecnológica es fuente de desarrollo económico, por supuesto, en el crecimiento de las naciones. En el nuevo marco de la globalización económica se busca dinamizar las infraestructuras en Colombia, que no han estado al mismo ritmo de otros países. Por tal razón se buscan diferentes formas en la implementación de nuevas tecnologías que permitan el adelanto de estudios y fomenten la utilización de nuevos materiales como los geosintéticos en el área de la ingeniería.

En los últimos años, se ha destacado los sistemas que combinan diferentes materiales con el fin de aumentar la estabilidad interna y externa de las estructuras.

En la actualidad, los geosintéticos proveen características que garantizan un comportamiento uniforme y gran durabilidad, lo que lo

convierte en materiales ideales para distintas aplicaciones en obras ingenieriles. (Guía uso de geosintéticos IDU).

Una de las soluciones novedosas para suelos no competentes es el uso de geosintéticos por su bajo precio, flexibilidad, resistencia, aumento de la vida útil de la estructura y la capacidad portante, entre otros.

Los geotextiles ahorran una gran cantidad de concreto, así como en costos de transporte y mano de obra. (TP)

En el país son pocos los fabricantes, entre ellos dos de los más importantes son PAVCO y GEOMATRIX, que fabrican y proveen de estos materiales a los diferentes distribuidores que se encuentran en el mercado, así mismo son pocos los laboratorios que existen y que garantizan el debido proceso y resistencia que estas empresas proporcionan en las diferentes guías de sus productos; casi se puede decir

que los únicos laboratorios que certifican las propiedades de los materiales son los mismos que poseen las empresas fabricantes.

Esto ha dado lugar a que, a falta de criterios técnicos, se anteponga el factor económico. Parece oportuno, pues, ahondar en el estudio de estos materiales, a efectos de poder definirlos en los pliegos con similar precisión que, por ejemplo, el cemento, los áridos o el acero. (E. Asanza)

El propósito de esta investigación es aportar un documento guía para el desarrollo de los principales ensayos con geotextiles (Grab, rasgado trapezoidal, punzonamiento, espesor nominal y tamaño de abertura aparente), basados en las normas INVIAS y NTC, estado de arte de los laboratorios y equipos que permiten evaluar cada ensayo e implementar métodos de desarrollo del tema en la facultad de ingeniería en la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Hoy en día es indiscutible la relevancia e interés de los geosintéticos dentro de las publicaciones técnicas internacionales. Así por ejemplo, la *32nd Terzaghi Lecture* de 1996 (publicado en ASCE en abril de 2000), corrió a cargo de R. M. Koerner, coautor del primer libro dedicado a los geosintéticos, fechado en 1980. Además, la revista *Ground Engineering* ha subrayado reiteradamente en sus editoriales (oct. 2000, oct. 2001) que, aunque el empleo de geosintéticos crece a pasos agigantados, su estudio y conocimiento no está avanzando al mismo ritmo. Mención especial merecen las revistas especializadas *Geotextiles & Geomembranes* y *Geosynthetics International*, auspiciadas por la Sociedad Internacional de Geosintéticos (IGS). (E. Asanza)

1. INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES

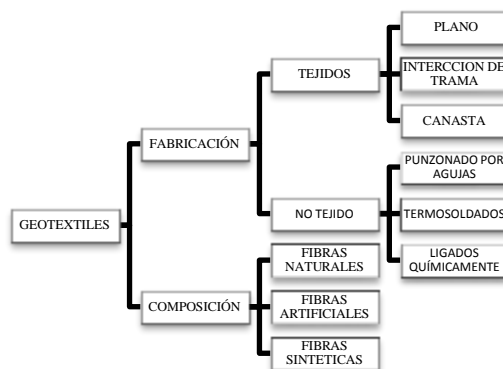
Según la guía de uso de geosintéticos (IDU) Bogotá 2011, los geotextiles se define como: “materiales textiles, planos y de composición polimérica, flexibles y permeables, que se fabrican con fibras sintéticas, capaces de retener partículas de suelos mayores que el tamaño de sus poros.”

Se podrían describir como el más grande grupo de geosintéticos formados por fibras poliméricas, sintéticas o naturales (algodón, lana o seda). Con características similares a los textiles se pueden enrollar, cortar y coser. Se utilizan en contacto con el suelo u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas.

1.1 CLASIFICACIÓN DE GEOTEXTILES

Los Manuales de diseño con geosintéticos plantean una clasificación de geotextiles según la “Figura 1”.

Figura 1. Clasificación de geotextiles.



1.1.1 Según su fabricación

Geotextiles tejidos: Son aquellos formados por cintas entrecruzadas en una máquina de tejer. Pueden ser tejidos de calada o tricotados, “Figura 2” izquierda.

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, “Figura 2” derecha.

Figura 2. Clasificación según su método de fabricación.



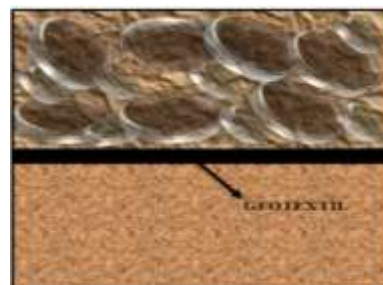
1.1.2 Según su composición

De acuerdo a su composición encontramos geotextiles compuesto por fibras naturales (lana, seda), artificialmente [3](el acetato) y sintácticas (el polipropileno).

1.2 FUNCIONES

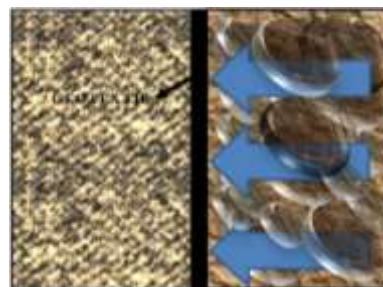
SEPARAR: Esta función, consiste en la separación de dos capas de suelo de diferentes propiedades físicas (granulometría, densidad, capacidad, etc.) evitando permanentemente la mezcla de material, “Figura3”.

Figura 3. Geotextil como separador de las capas del suelo.



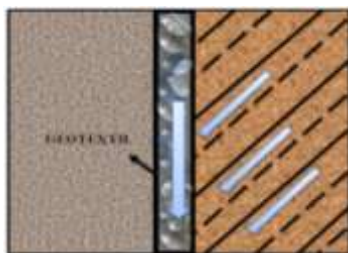
FILTRAR: Esta función impide el paso a través del Geotextil de determinadas partículas del terreno (según sea el tamaño de dichas partículas y el del poro del Geotextil) sin impedir el paso de fluidos o gases, “Figura4”.

Figura 4. Geotextil como material filtrante.



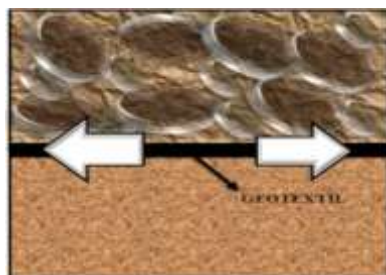
DRENAR: Consiste en la captación y conducción de fluidos y gases en el plano del Geotextil, “Figura5”.

Figura 5. Geotextil como material drenante.



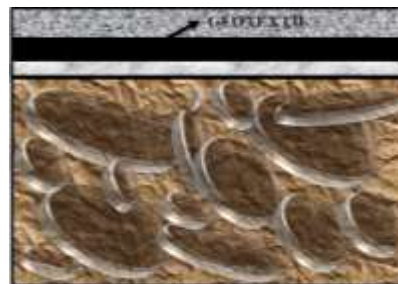
REFORZAR: En esta función se aprovecha el comportamiento a tracción del Geotextil para mejorar las propiedades mecánicas de una capa de suelo, con el fin de controlar los esfuerzos tangenciales tanto en la fase de construcción como en la de servicio, “Figura6”.

Figura 6. Geotextil como material de refuerzo.



PROTEGER: 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, “Figura 7”.

Figura 7. Geotextil como material de protección.



1.3 APLICACIONES Y USOS DE LOS GEOTEXTILES

Los geotextiles tienen como función principal el reforzamiento y mejoramiento de materiales pobres, no competentes a cargas, cumpliendo funciones de separación, reforzamiento, filtración, drenaje y estabilización de suelos (Taludes),

algunas aplicaciones y usos en los campos más comunes de la ingeniería se presentan en la figura (Tabla 1).[6]

Tabla 1. Aplicación y uso de los geotextiles.[9]

Función/Aplicación	Separación	Filtración	Drenaje	Refuerzo
Vías	*	*	*	*
Ferrovías	*	*	*	*
Subdrenes	*	*	*	
Muros de Contención				*
Terraplenes	*			*
Gaviones	*	*		
Muelles y Puentes	*	*		
Presas, Diques y Canales	*	*		
Túneles		*	*	
Rellenos Sanitarios y Embalses	*		*	
Filtro para Bolsacretos	*	*		

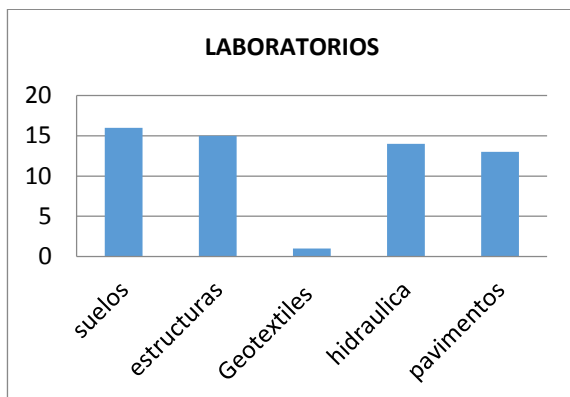
2. LABORATORIOS DE GEOTEXTILES EN UNIVERSIDADES DE COLOMBIA

Colombia cuenta con 18 universidades acreditadas que ofrecen el programa de pregrado con título en ingeniería civil “Tabla 2”

según la CNA (Concejo Nacional de Acreditación), Se contactó con cada una por medio de correos y llamadas, dirigidas a las escuelas de ingeniería civil y a sus correspondientes departamentos de laboratorios para encuestar sobre los laboratorios existentes y de esta manera obtener información de quienes contaban con ensayos de geosintéticos, se da una visión más clara del lugar que ocupa la UIS entre las demás academias en cuanto a infraestructura.

De la investigación y los datos recolectados se obtuvo una serie de información respecto a los laboratorios con los que cuentan los diferentes claustros para entrar a observar cuales son los fuertes y cuales las falencias en cuanto a indagación e innovación se refiere, “Figura 8”.

Figura 8. Laboratorios con los que se cuentan.



Si bien es cierto que el área de las estructuras, aguas, vías, entre otras son las áreas de más salida laboralmente y por lo tanto las de mayor fortaleza en las diferentes universidades, también es cierto que hay áreas como la de los geosistemas o geosintéticos que cada día toma más fuerza en el ámbito comercial, pero en el ámbito académico poco se conoce del tema, y esto se puede evidenciar en la “Figura 8”. De las 18 universidades (Tabla 2) acreditadas que cuentan con el programa de ingeniería civil, los ANDES es la única universidad que cuentan con algunos ensayos de geotextiles que están en

proceso de acreditación con la ONAC, “Figura 9”.

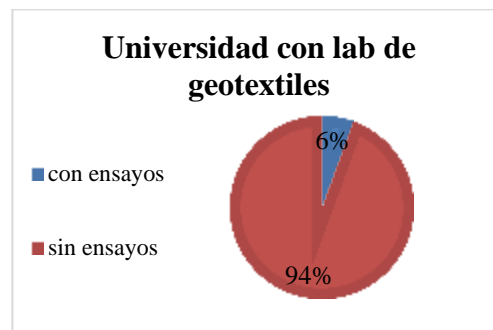


Figura 9. Universidades que cuentan con ensayos de laboratorio con geotextiles.

Tabla 2. Universidades acreditadas por CNA

UNIVERSIDADES ACREDITADAS
Universidad de los Andes
Universidad nacional de Bogotá
Pontificia Universidad Javeriana
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad del Valle
Fundación Universidad del Norte
Universidad industrial de Santander
Universidad EAFIT
Universidad de la Salle Bogotá
Universidad pontificia Bolivariana
Universidad Militar Nueva Granada
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Universidad de Medellín
Universidad de Cartagena
Universidad de Ibagué
Universidad de Nariño
Universidad del Quindío

La universidad de los ANDES pretende desarrollar e implementar algunos de los ensayos de laboratorio con geotextiles referentes tanto a las propiedades físicas como mecánicas que se muestran a continuación en la (Tabla 3).

Tabla 3. Ensayos de laboratorios

ENSAYOS DE LABORATORIO
Tensión Grab en Geotextiles
Resistencia al Rasgado Trapezoidal en Geotextiles
Resistencia a la Perforación de Geotextiles
Método para determinar el espesor nominal de Geotextiles

De la información suministrada por las diferentes universidades, en realidad se obtuvo los resultados que se esperaban, debido a varios sondeos que se hicieron con estudiantes y profesionales de ingeniería civil que mostraban el desconocimiento en el tema, por tal razón se intuía que las expectativas en relación a la existencia de laboratorios para ensayar geotextiles en las universidades no serían las más esperanzadoras. De este modo se investigó también con algunos de los

proveedores obteniendo los siguientes resultados (tabla 4).

Tabla 4. Proveedores que cuentan con laboratorios para ensayos con geotextiles.

PROVEEDORES	RESPUESTAS
PAVCO	cuenta con los ensayos
GEOMATRIX	cuenta con los ensayos
SYNTEX	cuenta con los ensayos
PERO FUERA DEL PAÍS	
PLASTEXTIL	no fabrican geotextiles
GEOMEMBRANAS	No fabrican geotextiles
DURMAN	no poseen laboratorio
GEOPOLIMEROS	no poseen laboratorio
FILMTEX	no fabrican geotextiles

2.1 SONDEO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS GEOTEXTILES

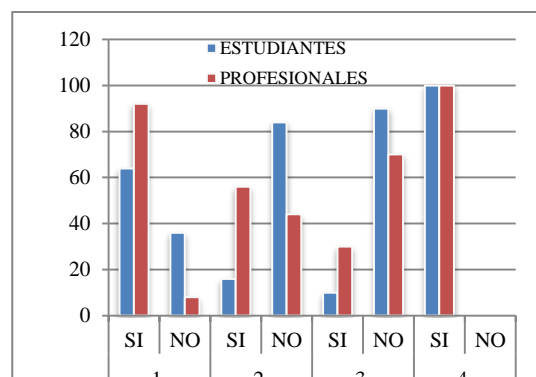
La encuesta fue dirigida a profesionales de la rama, egresados y estudiantes de la Universidad Industrial de Santander UIS, con el objetivo de conocer si la población tiene comprensión sobre los geotextiles y si creen que es importante la implementación de laboratorios de ensayo con geotextiles.

Para realizar la encuesta es importante determinar el tamaño de la muestra, ya que si es demasiado pequeña no dará respuestas confiables y si es demasiado grande tendrá mayor costo. El tamaño de la muestra depende del nivel de confianza propuesto, así como el máximo error que esté dispuesto a admitir entre el valor estimado y el valor real. En este caso se utilizara el nivel de confianza más usual es de 95% y porcentaje de erro del 5%. Para realizar la encuesta se hizo una subdivisión de 2 rangos (estudiantes y profesionales). Algunas de las preguntas fueron:

1. ¿Sabe que es un geosintetico?
2. ¿Los ha utilizado?
3. ¿Conoce un sitio donde puedas comprobar sus especificaciones?
4. ¿Cree usted que la academia le debe dar más importancia a la implementación de laboratorios para la investigación en este campo?

Y los resultados obtenidos son los mostrados en el siguiente grafico “Figura 10”

Figura 10. Resultados de la encuesta.



3. VISITA PAVCO

Geosistemas PAVCO S.A. desde hace más de veinte años, ha estudiado y analizado el comportamiento de los geosintéticos en las diferentes aplicaciones, haciendo inversiones tecnológicas y liderando trabajos de investigación que amplíen el conocimiento en el campo de los geosintéticos para ofrecer cada día productos que cumplan los más elevados estándares de calidad a escala mundial.

La visita tuvo como objetivo realizar un reconocimiento de la planta y observar los diferentes procesos de fabricación de estos materiales, enfocados en conocer más acerca de los laboratorios e infraestructura ubicada en el área de inspección de resistencia, implementada para realizar los diferentes tipos de ensayos a los que son sometidos los productos.

Aunque desafortunadamente no se logra obtener la información y material visual deseado a causa de las políticas de confidencialidad de la compañía, se evidenció los procedimientos, materiales, y maquinaria en cada tipo de ensayo en muy poco tiempo.

4. ENSAYO REALIZADO (METODO GRAB)

Cuando una partícula superior es forzada contra dos partículas inferiores que están en contacto con el geotextil se genera un esfuerzo de tracción en su plano el cual debe estar soportado por el mismo.

Es el valor de la carga de rotura (Resistencia Grab) para un geotextil que se determina mediante el estiramiento ejercido por dos mordazas que sujetan el espécimen en forma parcial en sus dos extremos y que se mueven en sentido opuesto y su elongación correspondiente (deformación-elongación Grab). “NTC 1998 Método de ensayo para la determinación de la carga de rotura y elongación de geotextiles (Método Grab)” - “INV E 901”. [4]

El ensayo se realizó en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, con ayuda de los recursos de la escuela de ingeniería Metalurgia y financiado por el ing. Mario Hernán Ramírez Carrero, esto con el fin de obtener un comparativo entre los resultados que proporciona en este caso la empresa PAVCO y los que se obtuvieron con la realización del ensayo en el laboratorio de Metalúrgica, todo esto basados en las normas colombianas, “NTC 1998 Método de ensayo para la determinación de la carga de rotura y

elongación de geotextiles (Método Grab)” - “INV E 901.

Muestra: En el ensayo se utilizaron dos clases de geotextiles (T2400, T1600) , de las dimensiones establecidas. “NTC 1998 Método de ensayo para la determinación de la carga de rotura y elongación de geotextiles (Método Grab)” - “INV E 901”, “Figura 11, Figura 12”.

Figura 11. Muestra de material tejido.



El tipo de mordazas utilizadas fueron de tipo corrugadas “Figura 13” y la máquina de tracción fue la TINIUS OLSEN (H25KS) “Figura 17”.

Figura 12. Mordaza corrugada.



Figura 13. Máquina TINIUS OLSEN (H25KS).



Cabe resaltar que aunque las mordazas son las especificadas, el cabezote con el que se cuenta no es el indicado, por tanto se varió la prueba con lo que respecta a la colocación de la muestra a la hora de iniciar el ensayo “Figura 15”

Figura 14. Cabezote de la maquina TINIUS OLSEN (H25KS).



De esta manera se realizaron 5 pruebas para el geotextil tejido en dirección trama y 3 pruebas en dirección urdimbre, para el geotextil no tejido se hicieron 5 en dirección urdimbre y 3 en dirección trama, obteniendo los resultados que se muestran en la (Tabla 5).

Los resultados obtenidos de las muestras de material tejido en trama y no tejido en urdimbre proporcionan una visual de su comportamiento debido a la carga aplicada a través del tiempo “Figura 16, Figura 17”.

Figura 15. Comportamiento de la muestra no tejida en dirección trama fuerza vs elongación.

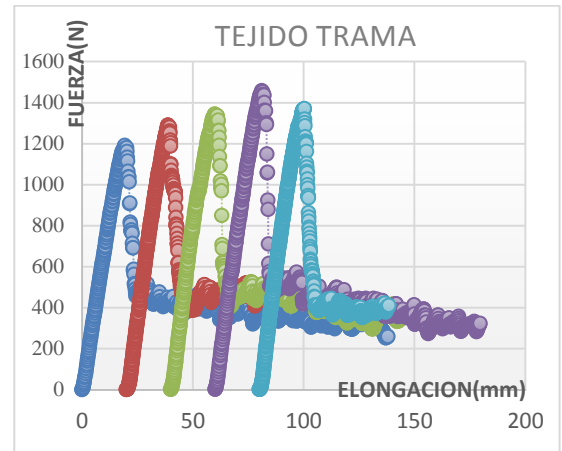
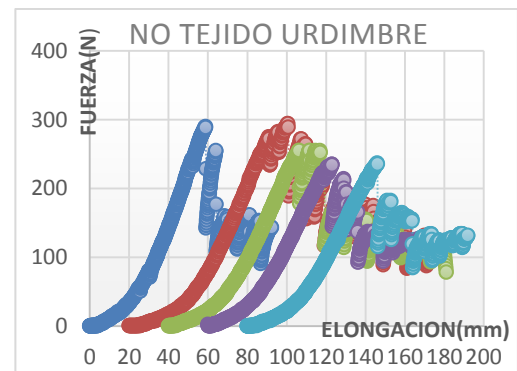


Figura 16. Comportamiento de la muestra no tejida en dirección urdimbre fuerza vs elongación



Finalmente se muestra un comparativo entre los resultados que proporciona el fabricante de estos dos tipos de muestras (T2400, T1600), en este caso PAVCO con los resultados

que se obtienen de las pruebas realizadas en el laboratorio de la escuela de Metalúrgica “Figura 18”.

Figura 17. Comparativo entre resultados de PAVCO y los obtenidos en laboratorio

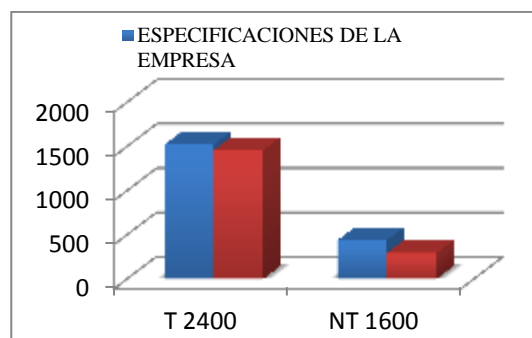


Tabla 5. Resultados del ensayo método GRAB.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE GOTEXTILES
 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA Y LA
 ELONGACIÓN DE GEOTEXTILES (MÉTODO GRAB)
 INV E-901-07
 NTC1998**

FECHA: 30/07/2013 **ESPECIMEN SECO**
MAQUINA: TINIUS OLSEN (H25KS) **NO SE ACONDICIONARÓN MORDAZAS**
MATERIAL: T 2400 NT 1600

TEJIDO (TRAMA)		
	FUERZA	EXTENSION
N	(N)	(mm)
1	1191	19,35
2	1290	18,9
3	1344	19,87
4	1371	20,4
5	1458	21,15
MEDIA	1327,819811	19,91848193
MEIDANA	1344	19,87
DESVIACION	72,24	0,6728
MINIMO	1191	18,9
MAXIMOS	1458	21,15

NO TEJIDO (URDIMBRE)		
	FUERZA	EXTENSION
N	(N)	(mm)
1	290	58,8
2	294	80,4
3	255,2	66,3
4	222,5	20,4
5	1458	21,15
MEDIA	371,3151828	42,28803337
MEIDANA	290	58,8
DESVIACION	381,624	22,908
MINIMO	222,5	20,4
MAXIMOS	1458	80,4

TEJIDO (URDIMBRE)		
	FUERZA	EXTENSION
N	(N)	(mm)
1	1171,25	14,5
2	975	12,08
3	1101	13,9
MEDIA	1079,312432	13,4529206
MEIDANA	1101	13,9
DESVIACION	71,611	0,942
MINIMO	975	12,08
MAXIMOS	1171,25	14,5

NO TEJIDO (TRAMA)		
	FUERZA	EXTENSION
N	(N)	(mm)
1	251,6	96,15
2	236,75	78,15
3	256,8	85,5
MEDIA	248,2362573	86,28754811
MEIDANA	251,6	85,5
DESVIACION	7,756	6,3667
MINIMO	236,75	78,15
MAXIMOS	256,8	96,15

5. INFRAESTRUCTURA BASICA

A través de varios proveedores se obtiene información acerca de la tipología y capacidad de los instrumentos que son requeridos para llevar a cabo los ensayos que se requieren (Grab, rasgado trapezoidal, punzonamiento, espesor nominal y tamaño de abertura aparente).

5.1 MAQUINA DE TRACCIÓN

El valor de una máquina de ensayos INSTRON modelo 3367 con una configuración básica es de aproximadamente US\$ 79.000 ExWorks Fábrica de INSTRON en Norwood, Massachusetts– USA y la serie de máquinas INSTRON que recientemente INSTRON lanzó al mercado es la 5900, El costo aproximado del modelo 5967 es de US\$ 123.000 Exworks Fábrica de INSTRON en Norwood, Massachusetts – USA. Las especificaciones se pueden observar (Tabla 6, Tabla7).

Tabla 6. Especificaciones serie 3367.

MAQUINA DE TRACCIÓN				
SERIE	ESPECIFICACIONES		COSTO (US\$)	COSTO (\$)
INSTRON serie 3367	Capacidad de carga	30KN	US\$ 79000	148362000
	Velocidad máxima	500 mm/min		
	Velocidad de retorno	600 mm/min		
	Recorrido total de la cruceta	1122mm		
	Espacio de ensayo vertical	1193mm		
	Espacio entre columnas	420mm		
	Altura	1582mm		
	Anchura	756mm		
	Profundidad	707mm		
	Peso con célula de carga típica	121kg		

Tabla 7. Especificaciones serie 5967.

TIPO DE TRACCIÓN				
SERIE	ESPECIFICACIONES		COSTO (US\$)	COSTO (\$)
INSTRON serie 5967	Capacidad de carga	30KN	123000	230994000
	Velocidad máxima	1000 mm/min		
	Velocidad de retorno	1000 mm/min		
	Recorrido total de la cruceta	1140mm		
	Espacio de ensayo vertical	1212mm		
	Espacio entre columnas	418mm		
	Altura	1630mm		
	Anchura	779mm		
	Profundidad	725mm		
	Peso con célula de carga típica	192Kg		

La demás infraestructura requerida para los ensayos, la información de si se encuentra o no en la UIS, sus características y precios se definen en la tabla (Tabla 8).

Tabla 8. Infraestructura requerida. .

ENSAYO	INFRAESTRUCTURA	EXISTENCIA	CARACTERISTICAS	PRECIO
METODO GRAB	MAQUINA PARA EL ENSAYO DE TRACCION	NO	INSTRO 3367	\$ 148.362.000
	MORDAZAS(25.4 mm X 50.8 mm)	NO	ESTAS INCLUIDAS	
	TIJERAS	SI		
METODO DE PUNZONAMIENTO	MAQUINA PARA EL ENSAYO DE TRACCION	NO	INSTRO 3367	\$
	DISPOSITIVO ANULAR DE SUJECION	NO	ACERO INOXIDABEL	\$ 300.000,00
	ADITAMENTO PUNZONANTE	NO	ACERO INOXIDABEL	\$ 200.000,00
				\$ 39.900,00
METODO (TAA)	TAMIZ	SI	PINTUCO MICROESFERAS PARA PINTURA TRAFICO IGL	
	TAMIZADOR MECANICO	SI		
	BALANZA	SI		
	HORNO SECADO	SI		
	MICROESFERAS	NO		
	FONDO	SI		
METODO ESPESOR NOMINAL	MICROMETRO	NO	MICROMETRO (Indicadores Digitalic IDC 543-252)	\$ 987.000,00
METODO TRAPEZOIDAL	MAQUINA PARA EL ENSAYO DE TRACCION	NO	INSTRO 3367	
	MORDAZAS(50.8 mm x 76.2 mm)	NO	ESTAS INCLUIDAS	
			TOTAL	\$ 149.888.900



CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Actualmente los geotextiles no tejidos y tejidos son materiales que presentan gran demanda en temas de infraestructura, debido a la investigación que se realizó se pudo demostrar que el conocimiento de ellos, es muy bajo durante y después de la formación profesional, técnica y tecnológica.

En Colombia se encontró que la Universidad de los Andes es la única que ha implementado un laboratorio para el desarrollo e investigación de ensayos con geotextiles.

PAVCO y GEOMATRIX son los principales proveedores y cuentan con sus propios laboratorios dentro y fuera del país ante otros proveedores de geosintéticos.

La infraestructura necesaria tiene un costo aproximado de 150.000.000.00 de pesos para poder implementar un laboratorio de ensayos geotextiles para la Universidad Industrial de Santander.

Los resultados del ensayo realizado reflejaron datos cercanos y comportamiento muy similares a las especificaciones del proveedor (PAVCO), aunque no los mismos.

Es muy importante seguir la normativa y contar con los equipos adecuados para la obtención de resultados exactos, la máquina de tracción no los cumplía y por esa razón no se pudo obtener los resultados precisos al del proveedor.

La Universidad Industrial de Santander no ha impulsado en el desarrollo y la investigación de nuevos temas de ingeniería, se ve la necesidad de invertir en equipos de laboratorios y la formación de nuevos grupos de investigación.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

[1] Instituto de desarrollo urbano (IDU), GUIA USO DE GEOSINTETICOS, versión 1, Bogotá 2011, pp. 12-23.

[2] PAVCO Departamento de ingenierías GEOSISTEMAS, Manual de diseño con geosintéticos, Novena

edición, Bogotá D.C Colombia 2012,pp. 5-12

[3] Koerner, R.M. (1998). Designing with Geosynthetics. Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

[4] GUENA-EMCALI EICE ESP-DISEÑO-CONSTRUCCION, GEOTEXTILES, versión 1.0, Cali, Octubre de 2011,pp.5-16.

[5] L.Ricci,E.Fensel y G.Botasso, Ensayo de resistencia a la penetración Estática de Geotextiles según norma argentina infraestructura vial, volumen 5,No.3, noviembre 2033, pp.13-18.

[6] E.Asanza, Determinación de las características de fricción en el contacto suelo-geotextil a diferentes succiones mediante equipos de laboratorio singular, Doctorado, Universidad politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

[7] J.Rupp, Geotextiles: Funciones y Estructuras , Textiles panamericanos ,Noviembre-Diciembre 2012, pp. 20-22.

[8] J.Rupp, Geotextiles:La alternativa al concreto, Textiles panamericanos ,Marzo-Abril 2011, pp 36-38.

[9] PAVCO, http://pavco.com.co/files/data/2011112373258_s_4.pdf [citadas 25 de octubre de 2013]

[10] Geotextiles Geotexan, <http://blog.geotexan.com/geotextiles-no-tejidos-geotesan-nt-2> [citadas 25 de octubre 2013}}

BIBLIOGRAFIA

E.Asanza, Determinación de las características de fricción en el contacto suelo-geotextil a diferentes succiones mediante equipos de laboratorio singular, Doctorado, Universidad politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

GUENA-EMCALI EICE ESP-DISEÑO-CONSTRUCCION, GEOTEXTILES,

versión 1.0, Cali, Octubre de 2011,pp.5-16.

Geotextiles Geotexan,
<http://blog.geotexan.com/geotextiles-no-tejidos-geotesan-nt-2> [citadas 25 de octubre 2013]

Instituto de desarrollo urbano (IDU),GUÍA USO DE GEOSINTETICOS, versión 1, Bogotá 2011,pp. 12-23.

J.Rupp, Geotextiles: Funciones y Estructuras , Textiles panamericanos ,Noviembre-Diciembre 2012, pp. 20-22.

J.Rupp, Geotextiles:La alternativa al concreto, Textiles panamericanos ,Marzo-Abril 2011, pp 36-38.

L.Ricci,E.Fensel y G.Botasso, Ensayo de resistencia a la penetración Etatica de Geotextiles según norma argentina infraestructura vial, volumen 5,No.3, noviembre 2033, pp.13-18.

PAVCO, http://pavco.com.co/files/data/2011112373258_s_4.pdf
[citadas 25 de octubre de 2013]

PAVCO Departamento de ingenierías GEOSISTEMAS, Manual de diseño con geosintéticos, Novena edición, Bogotá D.C Colombia 2012,pp. 5-12
Koerner, R.M. (1998). Designing with Geosynthetics. Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.