



**FACULTAD INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución-NoComercial-SinDerivadas

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Análisis del Creep y su afectación al factor de mejoramiento de módulos, en Geoceldas poliolefinas utilizando el método Isotérmico escalonado, norma ASTM D6992

AUTOR (ES): Gómez Guavita, Julian Gonzalo

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES): Ruge Cardenas, Juan Carlos

MODALIDAD: Práctica empresarial.

PÁGINAS: **TABLAS:** **CUADROS:** **FIGURAS:** **ANEXOS:**

CONTENIDO:

Resumen

Introducción

1.GENERALIDADES

2.MARCO DE REFERENCIA

3.METODOLOGÍA

4.MONTAJE DEL ENSAYO - MÉTODO ISOTÉRMICO ESCALONADO (SIM)

5.RESULTADOS

6.ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.CONCLUSIONES

8.RECOMENDACIONES

Bibliografía

ANEXOS

DESCRIPCIÓN: En el trabajo se observa el análisis de la deformación a largo plazo de las Geoceldas poliolefinas presentes en el mercado Colombiano, en las que se utilizaron muestras de 3 proveedores distintos que por motivos de ética



profesional y respeto corporativo no se mencionan nombres. Dicho análisis se desarrolló bajo la normativa ASTM D-6992 (método isotérmico escalonado), a la cual se le realizaron modificaciones de dimensiones de la probeta para poderla ajustar a las Geoceldas, con esto se obtuvieron diferentes gráficas para lograr mostrar la incidencia del Creep en el factor de aumento de módulos, el cual es utilizado al momento de diseñar estructuras de pavimento.

METODOLOGÍA: La metodología del proyecto conllevó un desarrollo de 4 fases, donde se acumularon las distintas partes que componen la investigación desde una perspectiva de práctica empresarial.

- Fase I: Investigación y recolección de información referente al diseño de estructuras de pavimento, mejoramiento de suelos de subrasante, Geoceldas en la ingeniería y optimización de estructuras de pavimento con Geosintéticos. Basándose en la información recolectada se determinó los factores que afectan la modelación de los pavimentos y el incremento que genera el MIF en estos, entre los cuales se encuentra la importancia del material y sus propiedades a la deformación a largo plazo.
- Fase II: Se realizó una recopilación de muestras procedentes de los diferentes materiales a evaluar en el proyecto y sus categorías, se obtuvieron ejemplares que se comercializan en Colombia, de las principales proveedoras. Esto con el fin de proporcionar la información más cercana a la realidad posible, del funcionamiento de un proyecto con un tipo de material.
- Fase III: Ejecución de ensayos mediante metodología ASTM D-6992, modificada para el estudio de Geoceldas, elaborando varias pruebas con el mismo tipo de material ensayado, logrando determinar un comportamiento similar entre las muestras del mismo proveedor y categoría; lo anterior, para los diferentes materiales encontrados en el mercado local. Se realizó un total de 12 ensayos en los cuales se analizaron las muestras de los 3 diferentes proveedores.
- Fase IV: Se ejecutó un comparativo entre los materiales ensayados, determinando la viabilidad en la incursión de estos, para las estructuras de pavimento y que tanta longevidad le dan a la misma; para ello se realizaron las gráficas pertinentes mostrando que aporte significativo le dan al incremento del MIF.

PALABRAS CLAVE: Creep, Ensayo SIM, Geoceldas, Método Isotérmico Escalonado.



CONCLUSIONES: Las Geoceldas poliolefinas se pueden considerar un excelente refuerzo en las estructuras de las vías siempre y cuando cumplan con algunas especificaciones, como lo es la resistencia a la deformación a largo plazo, entre otras. Para las Geoceldas ensayadas el mejor comportamiento fue obtenido por el material de compuesto Neoloy®.

El espesor de las Geoceldas tiene una alta influencia en el comportamiento a la deformación, pues como se observó a lo largo de los ensayos los materiales del mismo compuesto, que tenían espesores mayores, resistieron más a los esfuerzos ejercidos por las pesas arrojando datos de deformaciones menores en todos los casos.

Teniendo en cuenta los resultados de los laboratorios el factor de incremento de módulos MIF, está conectado directamente con la resistencia al Creep pues si se pierde el confinamiento por grandes deformaciones en las Geoceldas, el aumento será nulo y el comportamiento del material granular perteneciente a la estructura de pavimento será el mismo que si no se considerara reforzado, disminuyendo su módulo, siendo necesario un espesor mayor para cumplir con las condiciones de la estructura.

En el ensayo se consideró una carga de 4.4Kn/m, la cual mostró los esfuerzos que se presentaron al interior de una Geocelda colocada en una subbase granular, esta carga se transfirió a lo ancho de la celda mostrando una distribución de esfuerzos lo más acorde a la realidad pues, las Geoceldas con las cargas cíclicas ejercidas sobre el pavimento tiene que soportar esfuerzos de tracción.

En las Geoceldas que fallaron antes de tomar las últimas mediciones, siendo esto probablemente debido a una falta de distribución adecuada de esfuerzos, lo cual conlleva a sobre cargar las otras partes de la muestra, las cuales no soportaron la carga a la cual estaban expuestas y fallaron.

Todo material polimérico que este expuesto a la intemperie por mayor resistencia que posea sufre la pérdida de propiedades, ya que la Geocelda que se ensayó del mismo material y categoría pero con diferente tiempo de exposición a los efectos causados por la naturaleza (rayos UV, aire, agua, entre otros), mostró una deformación menor a la que llevaba 1 año bajo estas condiciones.

El comportamiento a las deformación del polietileno de alta densidad HDPE expuesto a altas temperaturas, es bajo en comparación al material Neoloy®, por esta razón se podría determinar que las Geoceldas de HDPE si bien tienen un comportamiento regular, no pueden ir en la capa de base de las estructuras de pavimento dado que en estas se podrían tener temperaturas como las ensayadas en el "SIM Test" o superiores, generando una doble deformación la cual sería por tiempo y otra por temperatura conllevando a la falla en un periodo de tiempo muy corto.



Para determinar el factor de aumento de módulo es necesario conocer la resistencia del material de la Geocelda a la deformación a largo plazo, toda vez que es una parte vital para lograr cumplir con un alto desempeño durante toda la vida útil de la estructura de pavimento reforzada con Geoceldas.

Las Geoceldas compuestas por Neoloy® con una resistencia a la tira ancha de 15kN/m son las más adecuadas para lograr un mejoramiento de subrasantes, en cuanto estas también tienen la capacidad de ser utilizadas en los granular cercanos a la carpeta asfáltica disminuyendo espesores, recomendándose la utilización de estas mínimas propiedades para dar garantía del buen funcionamiento, serviciabilidad y la operación a largo plazo de las estructuras donde intervengan las Geoceldas.

Con este tipo de proyectos se genera un estímulo a la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los proyectos de infraestructura del país, contribuyendo así a serviciabilidades altas con periodos de diseño superiores a los obtenidos con estructuras convencionales, a la disminución de costos de reparación y mantenimiento, asimismo, el incentivar a que los proyectos sean ambientalmente sostenibles disminuyendo materiales granulares de canteras.

FUENTES:

Álvarez, Francisco Blanco. 2013. LECCION 2.- COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE LOS POLÍMEROS. VISCOELASTICIDAD. Oviedo : Universidad de Oviedo - Escuela de Minas de Oviedo, 2013.

ASTM International. 2004. Standard Terminology for Geosynthetics. Conshohocken : ASTM, 2004.

—. 2003. Standard Test Method for Accelerated Tensile Creep and Creep-Rupture of Geosynthetic Materials Based on Time-Temperature Superposition Using the Stepped Isothermal Method. Conshohocken : ASTM , 2003.

BILLMEYER, FRED JR. 2004. Ciencia de los Polímeros. Barcelona : EDITORIAL REVERTÉ, S.A.,1975, 2004. ISBN: 84-291-7048-0.

CONDORI, ANSELMO NUÑEZ. 2016. "OPTIMIZACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTOS CON APLICACIÓN DE GEO-SINTÉTICOS.". Puno : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2016.



Das, Dr. Braja M. 2015. El Especialista. [entrev.] Joel Alexis Villarreal Agama, Gustavo Martín Larrea Gallegos y María Teresa Ruiz Salinas. 05 de 03 de 2015.

DUARTE, MARÍA CAMILA DUARTE y PARRA, VALERIA SIERRA. 2011. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE UN MATERIAL DE SUBRASANTE TÍPICO DE BOGOTÁ ESTABILIZADO CON UN SISTEMA DE GEOCELDAS ANTE LA APLICACIÓN DE CICLOS DE CARGA Y DESCARGA MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO. Bogotá : PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2011.

ENSINGER. 2017. Poliiolefinas. plasticos-estandar. [En línea] 06 de 04 de 2017. <http://www.ensinger.es/es/materiales/plasticos-estandar/poliiolefinas/#c16345>.

Fredy Reyes Lizcano, PhD. 1998. Dimensionamiento de calzadas de pavimentos con base en métodos racionales y leyes de fatiga. Bogotá : Universidad de los Andes, 1998.

Geo Globe Polska . 2008. Hecho a medida Geoceldas GEOMAXX. Mikolów : Geo Globe Polska , 2008.

GEOCELDAS SA. 2015. Historia. Historia. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de 04 de 2017.] <http://www.geoceldas.com/historia>.

GONZÁLEZ, JONY FRANCINNY DÍAZ, VELÁSQUEZ, OSCAR EDUARDO ESCOBAR y MARTÍNEZ, EDUARDO JAVIER OLIVO. 2009. APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN LA ESTRUCTURA DE LOS PAVIMENTOS Y EN OBRAS DE DRENAJE PARA CARRETERAS. EL SALVADOR : UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, 2009.

Han, Jie. 2008-2012. Geocell Reinforced Research . Kansas city : University of Kansas, 2008-2012.

Herminda, Elida Beatriz. 1991. Análisis de la superposición Tiempo-Temperatura :Determinación e interconversión de espectros de relajación y retardo. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 1991.



INVIAS. 2013. Atención al ciudadano. Glosario. [En línea] 13 de 04 de 2013. <http://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras>.

Montejo, Alfonso Fonseca. 2006. Ingeniería de PAVIMENTOS. Bogotá D.C. : Universidad Católica de Colombia, 2006. ISBN: 958-97840-0-3.

NIÑO, MARÍA ANGÉLICA SALAMANCA y BAUTISTA, SANTIAGO ARTURO ZULUAGA. 2014. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DE LOS MÉTODOS INVIAS, AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA LA VÍA LA YE - SANTA LUCIA BARRANCA LEBRIJA ENTRE LOS ABSCISAS K19+250 A K25+750 UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR . Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2014.

PAVCO MEXICHEM. 2012. MANUAL DE DISEÑO CON GEOSINTETICOS. BOGOTÁ D.C. : PAVCO MEXICHEM SOLUCIONES INTEGRALES, 2012.

PRESTO. 2016. GEOWEB®sistema de confinamiento geocelular, CATÁLOGO DE PRODUCTOS. Appleton, Wisconsin : PRESTO GEOSYSTEMS®, 2016.

PRS GEO-TECHNOLOGIES. 2017. PRS-NEOWEB GEOCELLS (TOUGH CELLS) TEST SPECIFICATION. s.l. : PRS Geo-Technologies, 2017.

PRS Geo-Technologies. 2015. The Effect of Creep on Geocell Design Life. s.l. : PRS, 2015.

PRS. 2017. NEOLOY® NOVEL POLYMERIC ALLOY. NEOLOY® TECHNOLOGY. [En línea] 06 de 04 de 2017. https://www.prs-med.com/neoloy-novel-polymeric-alloy/#tab_58e6309391ec7.

PRS STABILIZING AN UNSTABLE WORLD. 2016. SIM Test Procedures ASTM D-6992. s.l. : PRS Technical Description, 2016.

Sabogal, Fernando Sanchez. 2012. Diseño de Pavimentos Asfálticos para calles y carreteras. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito , 2012.

Sanchez, Pablo García. 2016. La Guerra del Golfo operaciones Desert shield y Desert Storm. s.l. : Grupo de Estudios de Historia Militar , 2016.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

Tsorani, Guy. 2017. Geoceldas en la ingeniería. Bogotá : PRS GEO-TECHNOLOGIES, 2017.

Vergara, Henry. 2006. DISEÑO DIRECTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. 2006.

LISTA DE ANEXOS:

Anexo A Bitácora utilizada en los ensayos

Anexo B Determinación de la superposición Tiempo-temperatura

Anexo C Bitácoras de cada una de las muestras

Anexo D Graficas y resultados de cada muestra ensayada