

BOLETÍN TÉCNICO

PITRA-LanammeUCR

Volumen 12, N.º 2, Febrero 2021

Uso de materiales geosintéticos en Costa Rica para el refuerzo de sobrecapas asfálticas.

¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?

Sección I: Aspectos generales.

Jorshua Rubio Escobar

✉ jorshua.rubio@ucr.ac.cr

Asistente (Elaborador)-Candidato Lic. Ingeniería Civil
Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

Mauricio Picado Muñoz

✉ mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr

Ingeniero (Revisor)-Auditor
Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

Wendy Sequeira Rojas

✉ wendy.sequeira@ucr.ac.cr

Ingeniera (Revisora)-Coordinadora
Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR



1. Introducción

Esta publicación abarca lo más reciente sobre el uso de materiales geosintéticos para el refuerzo de sobrecapas asfálticas, de tal manera que se pueda esclarecer conceptos, difundir información y generar criterio técnico entre los diferentes profesionales relacionados con esta materia. Entre los temas que se abordan están los tipos geosintéticos que se usan según la situación, el proceso constructivo, especificaciones técnicas y la situación actual de Costa Rica en este ámbito. Conocer el contenido que se expone en esta publicación puede ayudar a comprender mejor el objetivo de este tipo de intervenciones en pavimentos flexibles y contribuir a evitar deterioros prematuros en ellos.

El diseño de pavimentos en nuestro país se ha basado en conocimientos adquiridos de acuerdo con metodologías empíricas, utilizando únicamente parámetros estándar obtenidos a partir de características mecánicas típicas de los materiales, pero dejando por fuera la respuesta y el desempeño de la estructura de pavimento resultante. En los últimos años, el país ha hecho un esfuerzo por incluir conceptos mecanicistas en el diseño de pavimentos, con el fin de aproximar de mejor manera el desempeño que tendrá el pavimento a lo largo de su vida útil.

En el tema de repavimentación o recarpeteo, la situación es muy similar a la hora de implementar principios mecanicistas que aproximen el desempeño de las sobrecapas asfálticas propuestas como solución a la condición funcional o estructural del pavimento existente. En este mismo tema, recientemente, se ha optado por utilizar materiales geosintéticos en la interfaz del sistema (pavimento existente – sobrecapa) para evitar la propagación de las grietas del pavimento existente a la sobrecapa. Esto provoca que se deban desarrollar estudios y conocimientos más amplios acerca de este sistema intercapa, pues añade otro parámetro al diseño y dificulta aún más el poder aproximar el desempeño del sistema como tal y el control de calidad de los materiales empleados.

El trabajo que ha realizado la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR en este tema, pretende aclarar, con base en estudios realizados en el país y literatura internacional, cuáles son las necesidades que se busca solventar implementando materiales geosintéticos como sistema intercapa, los parámetros y ensayos más relevantes que deben cumplir estos. Asimismo, incluirá la elaboración de una guía de aplicaciones y buenas prácticas que sirva para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de sobrecapas asfálticas empleando materiales geosintéticos. Es importante poder redefinir y mejorar las especificaciones nacionales de la construcción de sobrecapas asfálticas, que incluyan propiedades mecánicas utilizadas en el diseño y que permitan tener un mejor criterio técnico acerca de los geosintéticos que se deben utilizar; teniendo como producto final una normativa que regule el uso, diseño y proceso constructivo con materiales geosintéticos.

2. Materiales geosintéticos en sobrecapas asfálticas

Estos materiales están constituidos de polímeros tales como poliéster, poliestireno, cloruro polivinílico, entre otros; debido a ello su comportamiento mecánico difiere y se debe evaluar el tipo de geosintético a utilizar según los fines del proyecto. De manera reciente en el país, se ha dado el uso de materiales geosintéticos en la rehabilitación de pavimentos, específicamente aplicados en la colocación sobrecapas asfálticas. En la construcción de estas, es más usual utilizar geotextiles o geomallas, las cuales se describen brevemente:

- **Geotextil:** material plano, permeable, con propiedades de deformabilidad que puede ser tejido (hechos con máquina de tejer con ángulos de 90 grados entre cintas) o no tejido (filamentos unidos en forma regular o aleatoria formando una lámina plana). Sus propiedades mecánicas varían según el tipo de polímero, el tipo de filamento y el proceso de fabricación mencionado. En sobrecapas asfálticas este conforma una membrana viscoelasto-plástica, cumpliendo como barrera impermeabilizante y amortiguando los esfuerzos solicitados en la estructura (Leiva, 2011).



Figura 1. Geotextil no tejido

Fuente: Solano, 2016

- **Geomalla:** también conocido como geogrilla, es un material formado por retículas rectangulares con un tamaño de abertura suficiente para generar trabazón con las partículas circundantes. Es formado a partir de láminas de polietileno o polipropileno perforadas y estiradas de manera uniforme bajo técnicas de calentamiento y presión. Pueden ser uniaxiales, biaxiales o triaxiales, donde el prefijo señala el sentido de su resistencia. En sobrecapas asfálticas no funciona como barrera impermeabilizante, pero si funciona muy bien como elemento de refuerzo, mejorando el comportamiento mecánico del pavimento sin disminuir la adherencia entre capas (Leiva, 2011).

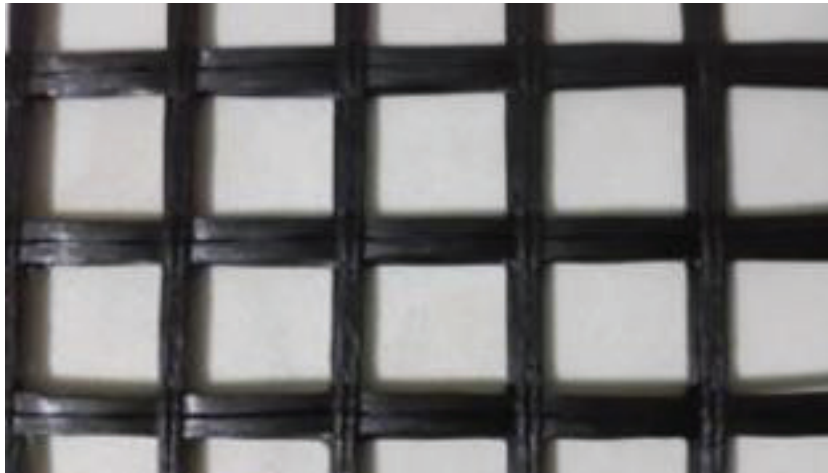


Figura 2. Geomalla biaxial

Fuente: Solano, 2016

3. Funciones de los materiales geosintéticos en sobrecapas asfálticas

El reflejo de grietas es uno de los principales problemas que se dan cuando se coloca una sobrecapa asfáltica sobre una carpeta asfáltica deteriorada y consiste en la propagación de las grietas presentes en el pavimento existente a la sobrecapa recién colocada, reduciéndole vida útil y provocando que la intervención realizada no sea eficiente.

Colocar una geomalla o un geotextil como sistema intercapa (pavimento existente-material geosintético-sobrecapa), contribuye al retardo en el reflejo de grietas, brinda refuerzo a la estructura y alivia los esfuerzos a los que es sometida, lo que puede generar una extensión de la vida útil de la estructura o una disminución en el espesor de sobrecapa requerido, disminuyendo la inversión total (inversión inicial + inversión en mantenimiento) requerida a lo largo de toda la vida útil de la estructura.

Las dos funciones principales que cumplen los materiales geosintéticos en las sobrecapas asfálticas son los siguientes:

- **Refuerzo:** cuando la grieta se propaga de una capa inferior hacia la superficie, llega a la interfaz donde se encuentra con la geomalla o geotextil - que son materiales con mayor módulo secante - esto resulta en un retardo en la transmisión de la grieta hasta la capa siguiente. El refuerzo es resultado de las propiedades de adherencia y tensión en la interfaz del sistema intercapa. Esta permite reducir el ahuellamiento y alargar la vida útil (Leiva, 2017).
- **Alivio de esfuerzos:** se da cuando el sistema intercapa absorbe parte de los movimientos horizontales y verticales de las grietas, disipando la energía de estas y retardando su reflejo en la capa adyacente (Leiva, 2017).

4. Propiedades físico-mecánicas de los materiales geosintéticos para ser utilizados en sobrecapas asfálticas

De acuerdo con el Programa Nacional de Evaluación de Productos de Transporte (NTPEP por sus siglas en inglés) perteneciente a la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO por sus siglas en inglés) y el Departamento de Transporte de California (Caltrans), en el Cuadro 1 y Cuadro 2, se mencionan las propiedades físico-mecánicas que deben cumplir los geosintéticos para el uso en sobrecapas asfálticas.

Cuadro 1. Requerimientos mínimos para geotextiles empleados en pavimentación

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	*Clase I	*Clase II
Resistencia al agarre	ASTM D 4632	N	-	450
Resistencia a la tensión	ASTM D 5035 tipo 2C-E	N	200	-
Elongación última	ASTM D 4632,	%	-	≥50
	ASTM D 5035 tipo 2C-E	%	≤5	-
Masa por unidad de área	ASTM D 5261	g/m ²	125	140
Retención de asfalto	ASTM D 6140	l/m ²	**	**
Punto de fusión	ASTM D 276	°C		≥150

* Los valores son promedios mínimos para el rollo (VMPR) para los parámetros indicados.

** Es la cantidad requerida para saturar el geosintético y no la tasa de dosificación a aplicar en campo. Este último valor debe ser suministrado por el fabricante y cumplir con los parámetros VMPR.

Fuente: AASHTO M288-17, 2017

Cuadro 2. Requerimientos mínimos de las geomallas en pavimentación

Propiedad	Normas de ensayo	Unidades	Valor		
			*Clase I	**Clase II	**Clase III
Apertura de rejilla	Calibrado	mm	12,7	12,7	12,7
Resistencia a la tracción	ASTM D 6637	kN/m	197	98	49
			98	98	49
Elongación máxima	ASTM D 6637	%	12	12	12
Masa por unidad de área	ASTM D 5261	g/m ²	542,5	339	186,5
Punto de fusión	ASTM D 276	°C	≥163	≥163	≥163

* Máquina en dirección perpendicular


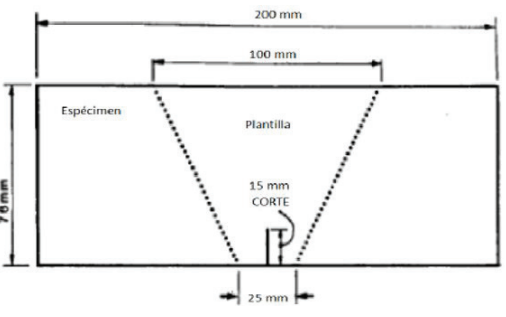
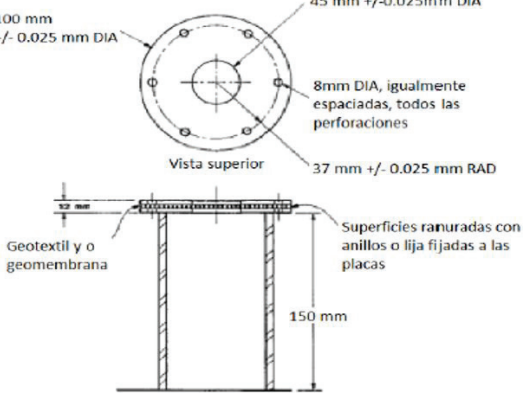
**Máquinas en ambas direcciones

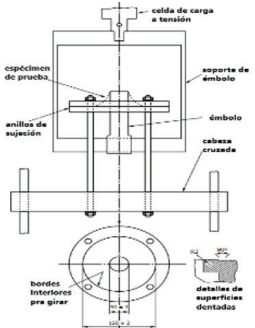

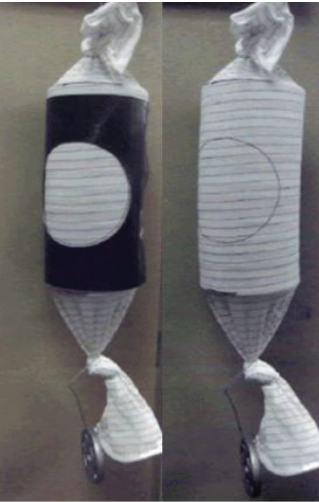
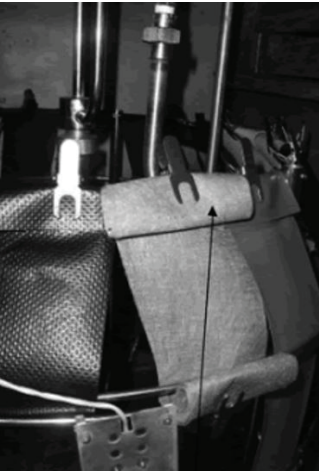
Fuente: Caltrans, 2018



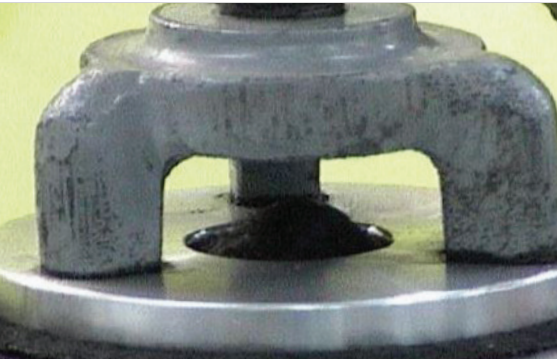
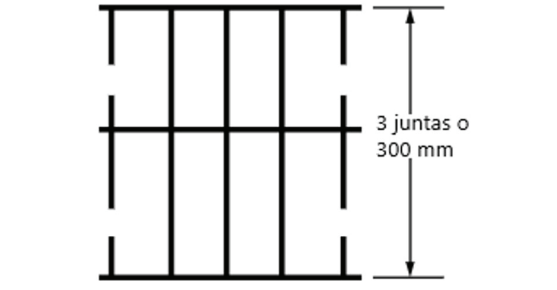
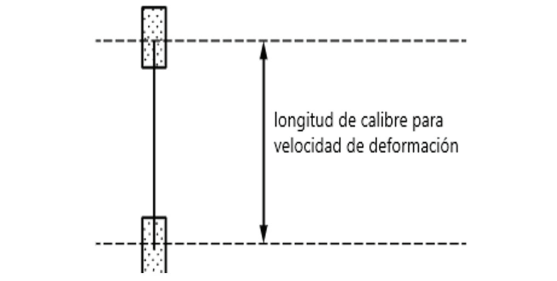
5. Ensayos

La evaluación de las propiedades físico-mecánicas del material geosintético permiten caracterizar su eficiencia según el requerimiento de un determinado proyecto; su regulación usualmente se encuentra normada por entes internacionales como la Asociación Americana de Ensayos y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés) y la AAHSTO. El Cuadro 3. Normas aplicables para geosintéticos muestra un resumen de la norma aplicable para cada parámetro de interés y un esquema del montaje de ensayo, para el caso de las geomallas y los geotextiles.

Cuadro 3. Normas aplicables para geosintéticos en general

Norma	Parámetro	Esquema de ensayo
ASTM D 4632	-Resistencia al agarre de geotextiles (Método Grab)	
	-Resistencia al agarre de geotextiles (Dirección máquina y Dirección cruzada)	
	-Elongación última para geotextiles	
	-Resistencia de juntas cosidas en geotextiles	
ASTM D 4533	-Resistencia a rasgaduras de geotextiles	
ASTM D 4833	-Resistencia al punzonamiento de geotextiles	

Norma	Parámetro	Esquema de ensayo
ASTM D 6241	-Resistencia a la perforación estática de geotextiles	
ASTM D 4491	-Permitividad de geotextiles	
ASTM D 4751	-Abertura aparente de geotextiles	
ASTM D 4355	-Resistencia a rayos ultravioleta de geotextiles	

Norma	Parámetro	Esquema de ensayo
ASTM D 6140	-Retención de asfalto en geotextiles	
ASTM D 5261	-Masa por unidad de área en geotextiles y geomallas	
ASTM D 276	-Punto de fusión en geotextiles y geomallas	(no hay foto en la norma)
ASTM D 3786	-Resistencia hidráulica al estallido en geotextiles	
ASTM D 6637	-Elongación última en geomallas -Resistencia a la tracción en geomallas	
ASTM D 7556	-Propiedades de tensión en geotextiles y geomallas	

Fuente: Base de datos ASTM, 2020

6. Proceso constructivo

El desempeño de una estructura de pavimento a lo largo de su vida útil se ve afectado en gran medida por su diseño y su proceso constructivo en obra. Asimismo, sucede con la construcción de sobrecapas asfálticas empleando materiales geosintéticos. Es por ello que, a continuación, se detallan recomendaciones para las diferentes etapas del proceso constructivo de sobrecapas asfálticas reforzadas con materiales geosintéticos; haciendo énfasis en prácticas adecuadas e inadecuadas, así como problemas que surgen en campo, sus causas y posibles soluciones. Estas recomendaciones para ejecutar las labores de una forma correcta y adecuada, son basadas en la Guía para inspectores Colocación de Sobrecapas Asfálticas del LanammeUCR (2015), AASHTO M288-17 (2017), Leiva (2011), Picado (2018), Solano (2016) y Geomatrix (s.f). La Figura 9 muestra un resumen del proceso constructivo de forma secuencial.

1. Trabajos preliminares

- a) Reparar y corregir cualquier tipo de deterioro que esté sobre la superficie de rodadura. Verificar las posibles medidas correctivas según criterio técnico, por ejemplo: perfilado, bacheo, sello de grietas, entre otros.
- b) Las grietas mayores a 6 mm deber ser selladas para que no se transmitan a la nueva capa asfáltica
- c) Se recomienda colocar una capa de prenivelación con métodos alternativos como microcapas y sellos asfálticos. Las capas de prenivelación deben cumplir con el espesor mínimo recomendable de acuerdo al tamaño máximo nominal de la graduación que las conforman.

2. Preparación de la superficie

- a) Se debe limpiar toda la superficie, asegurándose de eliminar cualquier material suelto, polvo, tierra o sustancias deletéreas o degradables que impidan o disminuyan una adecuada adherencia.
- b) La superficie debe encontrarse libre de humedad y este procedimiento nunca puede llevarse a cabo bajo lluvia.



Figura 3. Preenivelación de la superficie con mezcla asfáltica, Ruta Nacional N°34

Fuente: Alvarado, 2012

3. Aplicación del riego de liga

- a) Se recomienda mantener la temperatura de la emulsión asfáltica entre 55 °C y 70 °C, con el fin de dar una mejor trabajabilidad.
- b) Para el riego de liga, se debe calcular la cantidad óptima de emulsión asfáltica a emplear para evitar problemas de exudación o de adherencia. Es recomendable utilizar la tasa de dosificación sugerida por el fabricante del material geosintético a emplear. El Cuadro 4. Tasas de aplicación recomendadas muestra recomendaciones de tasas de aplicación con base en el peso nominal del material geosintético.

Cuadro 4. Tasas de aplicación recomendadas

Geosintético	Gramaje o peso nominal	Ligante asfáltico residual
*Geotextil	120	0,60-0,80
	140	0,80-1,00
	150	0,80-1,00
	180	1,00-1,20
	200	1,10-1,30
	205	1,20-1,40
**Geomalla	275-300	0,20-0,45

* Ver ecuación propuesta por Solano (2016) en la sección “Investigaciones realizadas en Costa Rica”

**Posee poca o nula capacidad de absorción.

Fuente: MACCAFERRI, 2015

- c) Realizar un paño de prueba con el fin de calibrar el ángulo, abertura, alineación y altura de las barras de distribución de asfalto (se recomienda revisar la guía: Aplicación de riego de liga del LanammeUCR).
- d) Aplicar la emulsión asfáltica de forma continua y uniforme, de forma que se garantice una adecuada adherencia.
- e) Al utilizar geotextiles es importante colocar un 70% del riego de liga previo a la colocación del geosintético y la restante cantidad posteriormente. En caso de geomallas se aplica toda la dotación de ligante asfáltico antes de su colocación y es recomendable usar una tasa de aplicación entre 0,20 y de 0,45 l/m².
- f) Distribuir la emulsión en un ancho que exceda en 150 mm el ancho del material geosintético.
- g) Evitar que circulen vehículos sobre la emulsión antes de terminar la sobrecapa.
- h) Asegurarse que la emulsión cure por completo, con el fin de evitar problemas de adherencia o la pérdida del ligante cuando las vagonetas o la pavimentadora estén operando. El tiempo de ruptura se ve afectado por factores climáticos (temperatura, humedad y velocidad del viento) y aspectos relacionados con el proceso de aplicación. Lo anterior implica que es difícil predecir el tiempo en que la emulsión rompe; se estima que este desarrollo puede tardar entre 30 min y 2 horas. Por esta razón es recomendable la construcción de un tramo de prueba donde se determine con mayor exactitud el tiempo de ruptura del riego de liga.

4. Colocación del material geosintético:

- a) La instalación del material geosintético debe realizarse de forma manual, en caso de no tener equipo especializado para dicho fin, empleando una cuadrilla de al menos tres personas (dos manteniendo la alineación del rollo y desenrollándolo, y uno extendiendo y acomodando el material geosintético, eliminando de esta forma al máximo las arrugas que se generan).
- b) Se debe garantizar un correcto anclaje y planicidad con respecto a la superficie asfáltica existente con el fin de maximizar la superficie de contacto con la sobrecapa, tomando en cuenta el siguiente aspecto:

Si existen arrugas y dobleces menores a 25 mm pueden permanecer así y continuar con los siguientes puntos. En caso de arrugas y dobleces de más de 25 mm, deberán cortarse y aplanarse en sentido del avance de los equipos de pavimentación. Por último, si la arruga o doblez sobrepasa 50 mm, este exceso deberá ser eliminado y aplanado y la corrección será por medio de superposición mínima.



Figura 4. Anclaje de la geomalla

Fuente: LanammeUCR, 2020

- c) Para eliminar arrugas y garantizar una mejor adherencia se recomienda una compactación de neumático con baja presión que aplique entre $2,80 \text{ kg/cm}^2$ y $3,60 \text{ kg/cm}^2$. Como medida alternativa se recomienda entre dos y tres pasadas a baja velocidad del compactador para inducir la penetración de la emulsión asfáltica en el material geosintético.
- d) Proveer traslapes de 150 mm en la dirección transversal y de 100 mm en sentido longitudinal. El traslape de juntas transversales debe realizarse en la dirección de la pavimentación, de esta forma se evita el desplazamiento o levantamiento de los bordes de este.



Figura 5. Traslapes transversales en dirección de la pavimentación

Fuente: Vial, 2016 (Modificada por el autor)

- e) En el caso del geotextil, aplicar la emulsión asfáltica restante.
- f) Aplicar emulsión asfáltica adicional en los traslapes para una correcta adherencia. entre los materiales. Evitar la acumulación de excesos de emulsión y evitar excesos adyacentes.

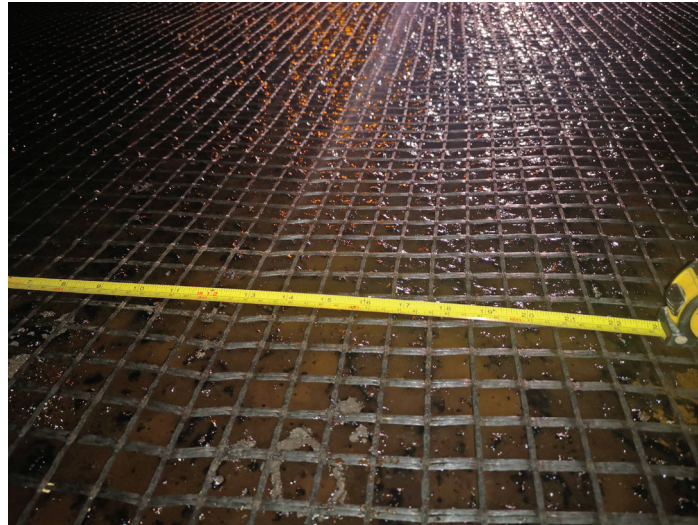


Figura 6. Acumulación y exceso de riego de liga

Fuente: LanammeUCR, 2020

- g) Cuando el material geosintético sea colocado en curvas, se debe fraccionar en rectángulos de forma que se arme la curva por segmentos.



Figura 7. Fraccionamiento de geomallas coladas en curvas

Fuente: TDM, s.f

El siguiente cuadro muestra problemas que pueden surgir durante este proceso, incluyendo las causas y las soluciones que se recomiendan respectivamente.

Cuadro 5. Soluciones a posibles problemas en campo

Problema	Causas	Soluciones
Arrugas	- Colocar el material geosintético sin alineamiento o tensión requerida.	- Asegurarse de que la cuadrilla instale el material de forma que se mantenga en línea recta y una adecuada tensión.
	- Equipos transitando por el material geosintético.	- Minimizar el tránsito de vehículos sobre el material geosintético.
Las llantas de los vehículos están desgarrando el material geosintético	- Altas temperaturas del medio ambiente.	- Colocar mezcla o arena sobre la intercapa (barrer la arena antes de colocar la sobrecapa)
	- Exceso de emulsión	- Eliminar el sobrante de ligante asfáltico.
	- Exceso de tránsito de vehículos de construcción o públicos sobre el material instalado.	- Limitar el paso de equipo sobre la emulsión.
	- El pavimento está húmedo o saturado.	- Secar el pavimento antes de colocar el geosintético. - Revisar la temperatura de colocación de la emulsión asfáltica.
Encogimiento del material geosintético cuando se coloca la emulsión asfáltica	- Riego de liga a muy altas temperaturas.	- Enfriar o esperar que se enfríe el riego de liga antes de aplicar el geosintético.
El material geosintético no está adherida al pavimento	- Emulsión fría, insuficiente emulsión o la misma no ha sido absorbida por la capa de prenivelación.	- Revisar la temperatura del ligante y la tasa de aplicación.
	- Superficie del fresado muy rugosa.	- Agregar capa de prenivelación o bacheo
	- El material se coloca con el lado incorrecto para abajo	- Revisar la colocación correcta del material según indicaciones del fabricante.

Fuente: Leiva, 2011

5. Colocación de la sobrecapa asfáltica

- Si se realizó una segunda aplicación de emulsión asfáltica después de la colocación del material geosintético, esperar a que esta rompa.
- No se debe colocar “traba”, actividad que consiste en extender una capa delgada de mezcla asfáltica menor a 4 cm en el área a bachear una vez que se ha aplicado el riego de liga.
- Verificar la temperatura de la mezcla asfáltica y colocarla en un plazo no mayor a 48 h posterior a la colocación del sistema intercapa, teniendo especial cuidado de no rasgar el material geosintético. El espesor de sobrecapa debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal (TMN) de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

- d) La temperatura de la mezcla asfáltica a colocar como sobrecapa debe estar entre 120 °C y 160 °C. Una temperatura mayor puede ocasionar daños al material geosintético. Dicho procedimiento debe realizarse en capas menores a 10 cm y superiores a tres veces el tamaño nominal del agregado de la mezcla asfáltica.



Figura 8. Colocación de la sobrecapa asfáltica, Ruta Nacional N°155

Fuente: LanammeUCR, 2020

6. Compactación

Compactar la sobrecapa mediante medios convencionales para garantizar una buena calidad del concreto asfáltico y la adherencia necesaria entre las capas.

La compactación debe estar entre 92% y 96% de la densidad máxima teórica.



Figura 9. Resumen proceso constructivo

Fuente: Geomatrix, 2015

7. Conclusiones

- Los materiales geosintéticos brindan refuerzo y alivian los esfuerzos que se producen producto de las cargas cíclicas de tránsito. Estas son las dos funciones principales que cumplen como sistema intercapa.
- La geomalla posee una mejor capacidad mecánica para mitigar el reflejo de grietas que un geotextil, además de que provee mayor área de contacto entre capas adyacentes y genera trabazón entre los agregados de la mezcla asfáltica.

- Los problemas en campo durante el proceso constructivo deben solucionarse oportunamente para evitar que la intervención sufra deterioros prematuros y un mal desempeño. Asimismo, evitar malas prácticas constructivas durante dicho proceso, como lo es la colocación sobre superficies no barridas, colocación de traba, colocación de mezcla fría o colocar la capa asfáltica sin que la emulsión del riego de liga rompa adecuadamente o con una dosificación escasa o excesiva, entre otras.
- En ausencia de un diseño, el espesor de sobrecapa asfáltica no debe ser reducido, aunque se coloque un material geosintético en la interfaz del sistema.

8. Recomendaciones

- Es importante evitar el exceso de riego de liga para prevenir un deslizamiento entre capas adyacentes por falta de adherencia efectiva, proceso que se ve aún más afectado por la colocación del geosintético. Se recomienda seguir la Guía para Inspectores: Aplicación de Riego de Liga de LanammeUCR y la tasa dosificación mencionada en esta publicación.
- Se recomienda que el CR-2010 o su versión vigente incluya las tasas de dosificación recomendadas cuando se usa geosintéticos, específicamente para las geomallas o geotextiles como materiales de refuerzo en sobrecapas asfálticas. Sin embargo, siempre es aconsejable realizar un paño de prueba con el geosintético con el fin de calibrar la tasa de dosificación a aplicar.
- En caso que el objetivo de la intervención sea mitigar el reflejo de grietas, se ha demostrado que la geomalla genera mejores resultados, por lo que se sugiere el uso de esta en lugar del geotextil.

9. Bibliografía

- Geomatrix. (2015). *Guía de instalación geomallas fortgrid asphalt*. Bogotá, Colombia.
- Katiyar Quiros, I. (2018). *Análisis de desempeño de geosintéticos como sistemas intercapa en pavimentos flexibles*. Costa Rica: Trabajo final de graduación para obtener grado de licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.
- Koerner, R. (2005). *Designing with geosynthetics*. New Jersey, United States of America : Prentice Hall.
- Leiva Padilla, P. (2016). *Utilización de geosintéticos en pavimentos como estrategia contra el reflejo de grietas*. Costa Rica: Trabajo Final de Graduación en Maestría. Universidad de Costa Rica.
- MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR.2010*. San José, Costa Rica.
- Picado Muñoz, M. (2018). *Evaluación de la resistencia a fatiga por reflejo de grietas en sobrecapas asfálticas reforzadas con materiales geosintéticos*. Costa Rica: Trabajo final de graduación para obtener grado de licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.
- Solano Rodríguez, M. (2016). *Estimación de la dosificación apropiada de ligante asfáltico en la rehabilitación de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos*. Costa Rica: Trabajo final de graduación para obtener grado de licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura del Transporte

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinadora General - Programa de Infraestructura del Transporte

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Javier Zamora Rojas, M.Sc.
Coordinador USVT

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc.
Coordinadora UNAT

Unidad de Investigación en Infraestructura del Transporte (UIIT)

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinadora UIIT

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc.
Coordinador UGERVN

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador UGM

Comité Editorial 2021:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA.
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación: Licda. Daniela Martínez Ortiz.

Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana.

Uso de materiales geosintéticos en Costa Rica para el refuerzo de sobrecapas asfálticas.

¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?

Sección I: Aspectos generales.

Palabras clave: Materiales geosintéticos - Sobrecapa asfáltica -
Reflejo de grietas – Desempeño

(506) 2511-2500

direccion@lanamme.ucr.ac.cr • www.lanamme.ucr.ac.cr