



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# GUÍA PARA INSPECTORES

## COLOCACIÓN DE SOBRECAPAS ASFÁLTICAS





# GUÍA PARA INSPECTORES PARA LA COLOCACIÓN DE SOBRECAPAS ASFÁLTICAS

Solórzano-Murillo, Sandra<sup>1</sup>; Salas-Chaves, Mauricio<sup>2</sup>,  
Sequeira-Rojas, Wendy<sup>3</sup> y Loria-Salazar, Luis Guillermo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ingeniera Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR

<sup>2</sup> Ingeniero Auditor, Unidad Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR (Revisor)

<sup>3</sup> Coordinadora Unidad Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR (Revisora)

<sup>4</sup> Coordinador General Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR (Revisor)

**Palabras Clave:** PITRA, riego de liga, sobrecapa asfáltica

**Resumen:** La presente publicación es el resultado de una investigación de literatura tanto nacional como internacional relacionada con la adecuada colocación de sobrecapas asfálticas. Tiene como objetivo brindar una herramienta a los inspectores de campo en su labor de supervisión en la colocación de sobrecapas. Este documento describe los atributos necesarios en un inspector, conceptos importantes, personal necesario, equipo, maquinaria y materiales requeridos para la actividad. Así mismo se ilustra y describe en un lenguaje sencillo el procedimiento detallado para la realización de un trabajo eficiente. Además, se enmarcan recomendaciones especiales para el inspector y se presenta una lista de chequeo. Finalmente, se presentan ejemplos de prácticas adecuadas e inadecuadas y algunos problemas típicos de la colocación de la mezcla asfáltica en caliente y sus posibles causas. Esta guía representa un esfuerzo por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR que busca eliminar la reincidencia de procedimientos inadecuados durante la colocación de sobrecapas, de manera que se garanticen obras de mayor durabilidad y una adecuada inversión de los recursos.

## Referencias

1. Asphalt Institute (1982): Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente, Serie de Manuales No. 22 (MS-22)
2. Federal Highway Administration Video VH-318, Parte 1, 1996. Recuperado en octubre de 2014 de <https://www.youtube.com/watch?v=viAmYDTEigQ>
3. Ministerio de Obras Públicas y Transportes de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, Departamento de Señalización Vial (2013) : *Manual Técnico de dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en las Vías.*
4. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, (2001); Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial: Disposición MN-02-2001.
5. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, (2010): Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)
6. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, División de Obras Públicas, (1980): *Manual para Adiestramiento de Inspectores de Obras Viales.*
7. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, División de Obras Públicas, (1983): Manual de Construcción para caminos carreteras y puentes (MC-83)
8. Pavement Tools Consortium (PTC), Construction Section. Recuperado en setiembre de 2015 de [www.pavementinteractive.org](http://www.pavementinteractive.org)
9. Rodríguez, M., Castro, P., & Arce, M. (1998): *Manual de procedimientos de bacheo con mezcla asfáltica en caliente.* Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: LanammeUCR. FUNDEVI. Instituto Nacional de Aprendizaje.

## CONTENIDO

CONCEPTOS	7
PERSONAL	10
EQUIPO Y MAQUINARIA	10
MATERIALES	12
PROCEDIMIENTO	13
TONELADAS REQUERIDAS PARA UNA SOBRECAPA	28
LISTA DE CHEQUEO	30
ANEXO 1. PROBLEMAS TÍPICOS DE LA CARPETA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE Y SUS POSIBLES CAUSAS	36
ANEXO 2. TIPOS DE RIEGO DE LIGA	38

El contenido de la siguiente guía tiene como objetivo proporcionar una herramienta a los inspectores de campo para ejecutar las labores de supervisión de colocación de sobrecapas asfálticas.

La actividad que consiste en la colocación de una sobrecapa de mezcla asfáltica en caliente sobre el pavimento flexible existente, puede incluir de previo el tratamiento de daños puntuales presentes y en ocasiones, perfilado de la capa asfáltica antigua y el tratamiento puntual de la capa de base granular con el fin de obtener una regularidad superficial adecuada antes de la colocación de la capa final.

Esta guía representa un esfuerzo por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR, que busca con este documento eliminar la reincidencia de procedimientos inadecuados durante la colocación de sobrecapas asfálticas, de manera tal que se garanticen obras de mayor durabilidad.

## ATRIBUTOS NECESARIOS EN UN INSPECTOR

- Los atributos personales necesarios en un inspector comienzan por la honestidad. El inspector debe ser honesto y debe comportarse de una manera justa y recta.
- En momentos de presión debe mantener su compostura y tomar buenas decisiones. Debe tener sentido común para ejecutar decisiones competentes.
- Debe ser sincero en sus relaciones con las personas, poseer habilidades diplomáticas, ser cortés y capaz de manejar situaciones difíciles sin generar hostilidad. Por encima de todo, debe ser muy observador y ser capaz de llevar registros completos con la información relevante diaria. El inspector deberá trabajar en conjunto con el ingeniero para determinar las intervenciones y prácticas constructivas más adecuadas de acuerdo con la obra a realizar.



**Asfalto:** el asfalto es un producto que se obtiene de la destilación del petróleo, y sirve para aglutinar (pegar) fuertemente las partículas de agregado en la mezcla asfáltica. A temperatura ambiente se comporta como un sólido (como una pasta dura), por lo que el mezclado con los agregados se realiza a temperaturas entre 150 °C y 160 °C, dependiendo del tipo de asfalto. A estas temperaturas el material es más fluido y trabajable. Existen varios tipos de asfaltos que tienen propiedades diferentes. El asfalto es el último residuo que queda, después de extraer por destilación del crudo de petróleo: aceites, diesel, bunker, gasolina, etc.

**Densidad máxima teórica:** corresponde a la relación de peso entre volumen ( $\frac{t}{m^3}$  o  $\frac{kg}{m^3}$ ) de la mezcla asfáltica determinada mediante ensayos de laboratorio, teniendo una condición de máxima de compactación (100%), o dicho de otra manera, 0% de vacíos.

**Densidad suelta:** relación de peso entre el volumen ( $\frac{t}{m^3}$  o  $\frac{kg}{m^3}$ ) correspondiente a una mezcla asfáltica sin ninguna aplicación de energía de compactación externa, por ejemplo, cuando se encuentra apilada en sitio, almacenada en silo o en el camión de transporte.

**Emulsión asfáltica:** se trata de asfalto diluido con agua (y un agente emulsificante, que forma una suspensión del asfalto en el agua). En el proceso de colocación de la sobrecapa permite adherir la mezcla asfáltica caliente al pavimento existente, ya sea con una superficie granular o una capa de rodamiento asfáltica antigua, (nunca a la tierra ya que no permite adherencia). Al rociarse la superficie con emulsión, el agua contenida se llega a evaporar y el asfalto queda puro y actúa como pegamento de la nueva mezcla asfáltica del bache. A esta película de asfalto se le conoce como capa de liga.

Cuando la emulsión pierde el agua por evaporación, se dice que “rompe”. Según el tiempo que tarde para hacerlo, se pueden clasificar las emulsiones en tres categorías:

- *De rotura rápida*
- *De rotura media*
- *De rotura lenta*

En el sitio de trabajo es fácil detectar el momento en que rompe la emulsión porque se produce un cambio de color, de café a negro que es el color propio del asfalto.

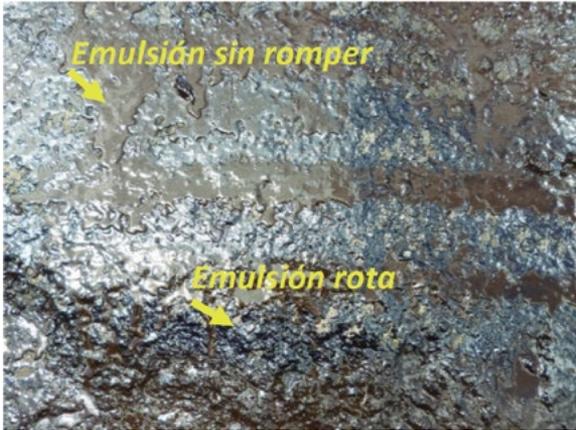


Figura 1. Rompimiento de emulsión asfáltica.

El tiempo de rotura para una emulsión rápida consta de minutos, y depende del clima, a mayor temperatura ambiente el rompimiento de la emulsión se acelera.

Se debe considerar que una vez que la emulsión rompió no se debe esperar para colocar la mezcla asfáltica, ya que pierde la capacidad de adherencia. En Costa Rica se dispone normalmente de emulsiones de rotura rápida suministradas por la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. (RECOPE).

**Exudación:** es la presencia o ascenso de asfalto en la superficie de la calzada dándole un aspecto negro y brillante. Se producen por defectos de construcción: por riego de adherencia excesivo; o se pueden producir por defectos de formulación de la mezcla asfáltica de muy baja viscosidad o una mayor dosificación de asfalto de la necesaria en la capa de rodadura.

**Franja de compactación:** son franjas de prueba que deben realizarse para establecer el patrón de compactación a utilizar en un proyecto. El patrón de compactación define el número de pasadas de la compactadora, su velocidad, frecuencia de vibración, secuencia de recorrido para un ancho de pavimentación definido y el rango óptimo de temperaturas

de compactación, con el fin de cumplir con la densidad requerida y una adecuada calidad en la superficie, de acuerdo con el equipo requerido y disponible en la obra, las condiciones climáticas, las características de la mezcla asfáltica, entre otros factores.

**Hidroplaneo:** efecto en que se pierde adherencia entre las llantas del vehículo y la superficie de rueda debido a la presencia de una película de agua.

**Imprimación:** corresponde a la tasa de riego de emulsión asfáltica por área de una superficie de una base granular o estabilizada con cemento con el objetivo de protegerla.

**Liga:** corresponde a la tasa de riego de emulsión asfáltica por área sobre una superficie de un pavimento nuevo o existente con el objetivo de brindar adherencia entre capas.

**Mezcla asfáltica:** es un material heterogéneo constituido por una mezcla de agregados de diferentes tamaños, polvo mineral y un ligante asfáltico, de forma que una vez compactada presenta propiedades suficientes para resistir el tráfico vehicular.

**Perfilado:** corte o desbaste de una o más capas del pavimento, con un espesor predeterminado, mediante proceso mecánico realizado en caliente o en frío, empleado como intervención para la restauración de pavimentos.

**Segregación:** se refiere a la separación de las partículas gruesas de las partículas finas en la mezcla asfáltica. La mezcla debe tener una adecuada granulometría (distribución de las partículas), por lo que se debe evitar su separación.

**Segregación térmica:** debido a una inadecuada manipulación se presenta una falta de homogeneidad de temperatura en la mezcla asfáltica.

**Tamaño máximo de agregado:** designado como un tamiz más grande que el tamaño máximo nominal del agregado. Típicamente, este es el tamiz más pequeño por el cual pasa el 100% de las partículas de agregado.

**Tamaño máximo nominal de agregado:** designado como un tamiz más grande que el primer tamiz que retiene más del 10% de las partículas de agregado, en una serie normal de tamices.

**Sobrecapa de Mezcla Asfáltica:** consiste en la colocación de una capa de mezcla asfáltica en caliente, sobre una capa de rodamiento existente para mejorar las condiciones superficiales del pavimento. Puede sustituir total o parcialmente el espesor de una capa existente.

## 2. PERSONAL

- Encargado
- Operadores de maquinaria
- Rastrilleros
- Peones

## 3. EQUIPO Y MAQUINARIA

El proceso de colocación de capas asfálticas requiere del equipo correcto para obtener un trabajo de calidad y duración adecuadas. A continuación se describe el equipo y la maquinaria mínimo requeridos:

**Barredora mecánica:** se utilizan para eliminar el polvo y escombros de la superficie expuesta, sobre la que se colocará la sobrecapa.



**Cámara fotográfica:** realizar un registro fotográfico georreferenciado para la base de datos de la ruta.



**Cepillo y escoba:** se utiliza para limpiar y barrer las superficies difíciles de alcanzar con la barredora mecánica, de manera que queden libres de polvo o agentes contaminantes.



**Codal o escantillón:** pieza de madera o aluminio perfectamente recta de al menos 3 metros de longitud, que sirve para comprobar la regularidad superficial longitudinal y transversal de la capa.



**Compactador de llanta de hule:** se utilizan para la etapa final de compactación de la mezcla asfáltica para darle un acabado superficial a la capa colocada.



**Compactador vibratorio de rodillo:** sirven para compactar o densificar suelos, capas granulares o mezcla asfáltica. Se debe escoger el peso adecuado del compactador de acuerdo con el espesor de la capa, de manera que se logre densificar adecuadamente, sin triturar el material.



**Distribuidor de asfalto con aspersores o tanqueta:** debe tener un sistema de calentamiento y termómetro para controlar la temperatura, así como un sistema de aspersión. El rociador de asfalto debe estar en buenas condiciones para obtener riegos homogéneos. Se pueden utilizar aspersores manuales siempre y cuando se logre una distribución adecuada sobre la superficie.



**Equipo de aire a presión:** el compresor de aire permite eliminar todas las partículas de la superficie preparada antes del riego de liga. Se complementa con el barrido manual y mecánico, ya que éste no elimina las partículas más gruesas.



**Equipo de corte o sierra:** consiste en un motor que acciona una sierra circular de diamante y que puede cortar las capas asfálticas. Permite delimitar perfectamente los bordes de la sección a reparar sin dañar el pavimento sano.



**Pavimentadora:** máquina capaz de distribuir el concreto asfáltico de acuerdo con espesores, alineamientos y pendientes especificadas en contrato.



**Perfiladora ancho variable:** se utilizan para eliminar capas asfálticas existentes, donde se puede perfilar total o parcialmente su espesor, eliminando únicamente la profundidad agrietada o la definida. Esta maquinaria en buen estado y una buena operación, garantiza uniformidad en el espesor reparado.



**Rastrillos de nivelación:** se utilizan para corregir desplazamientos de la mezcla asfáltica, procurar juntas bien construidas y superficies planas en el acabado previo a la compactación.



**Termómetro o termocupla para asfalto:** se utilizan para medir la temperatura de la mezcla asfáltica cuando se recibe en el sitio de obra y antes de ser colocada para lograr una adecuada compactación.



**Vagonetas:** deben de tener fondos metálicos herméticos, limpios y lisos, pintados con material que evite que la mezcla se adhiera al fondo. Provisto de una lona impermeable, para proteger la mezcla contra la intemperie.



## 4. MATERIALES

- Mezcla asfáltica en caliente
- Emulsión asfáltica
- Papel para construcción de juntas

Es importante realizar los procedimientos correctos en ejecución de obras contratadas, de manera que se logre la mayor durabilidad y se asegure la inversión realizada. Se deben aplicar las especificaciones del cartel y los códigos de construcción del país. Además no se realizará el proceso constructivo de colocación de sobrecapas en condición de lluvia u otra condición que imposibilite la correcta aplicación de la técnica.

A continuación se presenta el procedimiento detallado para la realización de un trabajo eficiente.

### ***a. Inspección de equipo***

Antes del inicio de los trabajos se debe revisar con anticipación que el equipo que se empleará se encuentre en perfectas condiciones y que su funcionamiento sea el adecuado, para garantizar buenos resultados.

### ***b. Colocación de dispositivos de prevención y control de tránsito***

El ingeniero de la obra debe dar al personal de campo instrucciones sobre el señalamiento temporal de obra para controlar el tránsito. Es indispensable que el inspector consulte al ingeniero acerca del procedimiento a seguir y transmitirlo a las cuadrillas como se indique. Este aspecto es de gran importancia, ya que tiene implícito responsabilidades civiles y penales, donde están en juego vidas humanas.

Debe encargarse de que se cumplan los requisitos de seguridad especificados en el contrato. Esto puede involucrar un control de las operaciones de los equipos, y el uso de elementos tales como banderilleros, conos, barreras, luces de advertencia y reflectores de acuerdo con el Manual Técnico de Protección de Obra de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito del MOPT en su versión vigente.

Se debe contar con banderilleros debidamente identificados con los implementos de seguridad y equipo, como por ejemplo: chaleco reflectivo, banderillas, radio intercomunicadores entre otros.

Se muestra en la Figura 2 los distintos tipos de reducciones graduales de carril que pueden presentarse en una zona de control temporal de tránsito:

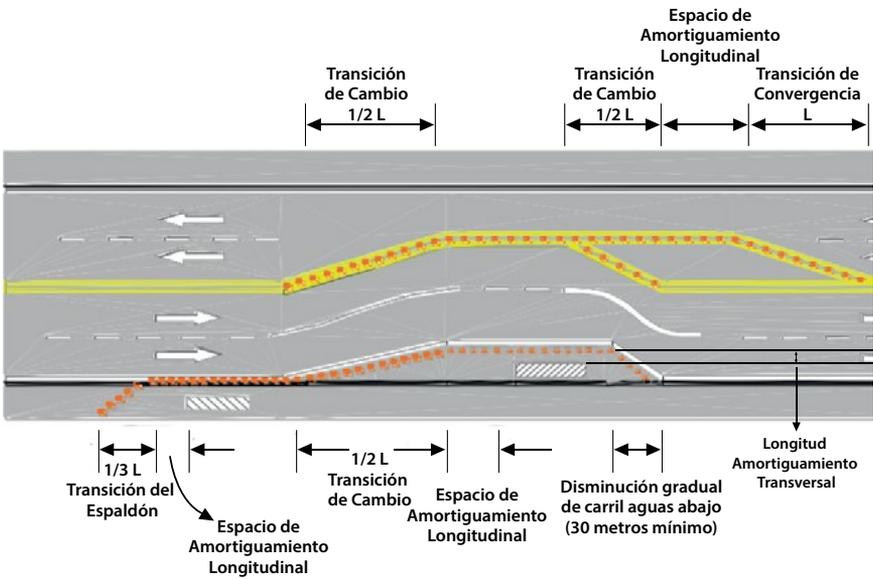


Figura 2. Disminución gradual de carriles “tapers” y espacio de amortiguamiento.  
Fuente: Dirección General de Ingeniería de Tránsito, 2013

En las tablas siguientes a manera de ejemplo se presentan distancias que dependen de la velocidad permitidas, las cuales podrían facilitar el trabajo de campo del inspector para realizar un control del tránsito de manera segura:

**Tabla 1. Espaciamiento sugerido entre señales de prevención.**

Velocidad (km/h)	Dist. Mínima primera señal (m)	Separación mínima entre señales “A” (m)
40	50	25
60	100	50
80	180	75
100	275	100

*Nota: la distancia mínima de la primera señal se mide desde el primer cono del cierre.*

**Tabla 2. Separación máxima recomendada entre conos según la velocidad.**

Velocidad (km/h)	Separación máxima (m)
40	8
60	12
80	16
100	20

**Tabla 3. Guía para definir los valores de "L" según la velocidad para la Figura 4.**

Velocidad (km/h)	Longitud "L" (m)	Transición de convergencia (m)	Transición de cambio (m)	Transición de espaldón (m)
Para un carril, W= 3,5 m				
40	40	40	20	15
60	80	80	40	30
80	175	175	90	60
100	220	220	110	75
Para dos carriles, W=7,0 m				
40	75	75	40	25
60	170	170	85	60
80	350	350	175	120
100	450	450	225	150

*Nota: los valores de "L" son aproximados a los valores prácticos más cercanos.*

**Tabla 4. Guía para definir la longitud de espacios de amortiguamiento longitudinales.**

Velocidad (km/h)	Longitud Amortiguamiento longitudinal (m)	Velocidad (km/h)	Longitud Amortiguamiento longitudinal (m)
30	10	70	65
40	15	80	85
50	25	90	100
60	50	100	150

El ancho del espacio de amortiguamiento lateral, deberá ser determinado mediante el criterio de ingeniería.

### ***c. Dispositivos de protección personal y seguridad ocupacional***

La seguridad es un aspecto que concierne a todo el personal de trabajo. El inspector debe estar muy pendiente para poder garantizar que se mantengan las condiciones y prácticas seguras en el proyecto. Para el inspector, la seguridad del proyecto comienza con él mismo. El inspector debe servir como ejemplo en el uso del equipo de seguridad personal, como son los chalecos retrorreflectivos, zapatos, anteojos, ropa de protección y casco de ser necesario.

Verificar que el personal cuente con el uniforme, equipo de protección personal y otros elementos de seguridad ocupacional en concordancia con las normas nacionales establecidas al respecto.

### ***d. Trabajos preliminares a la colocación de sobrecapa asfáltica***

Antes de la labor de colocación de sobrecapas asfálticas se debe considerar la realización de algunos trabajos preliminares, en caso de ser necesarios, tales como:

- i. Bacheo en los sitios donde se considere apropiado restablecer las características de soporte. Se recomienda consultar “Guía para inspectores de bacheo formal con mezcla asfáltica en caliente”.
- ii. Sello de grietas.
- iii. En caso de ser necesario, se puede realizar un perfilado de la superficie por repavimentar con el fin de eliminar deterioros existentes y proveer de una regularidad adecuada previa a la colocación de la capa nueva.

### ***e. Perfilado***

Algunas veces de acuerdo a las condiciones y a criterios técnicos adecuados, las sobrecapas se colocan encima de lo existente. Sin embargo, si fuese necesario utilizarlo, el perfilado del pavimento se efectúa sobre áreas aprobadas previamente por el ingeniero, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. La profundidad será definida por el ingeniero encargado.



Figura 3. Perfilado de capa existente  
Fuente: Federal Highway Administration Video VH-318, 1996.

Se debe tener claro que el material perfilado es propiedad del Estado por lo que debe ser enviado al plantel del MOPT más cercano o de acuerdo con el criterio del ingeniero encargado, utilizarlo de forma eficiente para propósitos a favor del Estado. En las proximidades de pozos de registro de alcantarillas, juntas con el pavimento existente y en sitios inaccesibles a la maquinaria de perfilado, el pavimento deberá removerse empleando métodos que den lugar a una superficie apropiada para la colocación de la nueva capa.



Figura 4. Superficie perfilada  
Fuente: PITRA, LanammeUCR

El inspector deberá inspeccionar la superficie perfilada cuidadosamente y reportar al ingeniero la necesidad de aplicar el ítem d. trabajos preliminares a la colocación de la sobrecapa asfáltica de ésta guía. Es importante garantizar que la superficie perfilada no quede expuesta más de 24 horas al tránsito normal de la vía ni a las condiciones climáticas existentes. Además, es necesario que el perfilado genere una superficie adecuadamente regular antes de la colocación de la sobrecapa.

#### **f. Barrer la superficie**

Se debe realizar la limpieza de la capa descubierta, ya sea con escarificado o sin él. La superficie debe quedar libre de polvo, ya que la mínima cantidad de partículas sueltas puede provocar que la adherencia entre la superficie descubierta y la nueva capa no sea eficiente por medio del riego de liga. Para asegurar la adherencia la superficie debe estar completamente seca. En algunas ocasiones la falta de un barrido adecuado puede provocar el desprendimiento del riego de liga antes de la colocación de la capa final.



Figura 5. Limpieza de superficie con barredora mecánica  
Fuente: PITRA, LanammeUCR

#### **g. Aplicar riego de liga**

El riego de liga se debe aplicar en toda el área, tanto en las paredes como en el fondo. Puede realizarse de forma manual o por un camión aspersor adecuadamente operado y calibrado. Se debe calibrar adecuadamente la presión de las boquillas (sin obstrucciones), la altura de la barra rociadora y la velocidad del camión. El riego no se debe empozar en la superficie y las paredes verticales (como en juntas) deben quedar uniformemente

cubiertas. La distribución de ligante debe ser uniforme (Figura 6). La emulsión debe estar a la temperatura adecuada (usualmente 60°C) para facilitar el riego de asfalto. El inicio de la colocación de mezcla debe coordinarse para que la emulsión rompa con la temperatura ambiente, como se puede observar en la Figura 1 de esta guía. Debe dosificarse a una tasa de riego indicada por el ingeniero del proyecto, de manera que sea una cantidad suficiente para una cobertura total. Si la aplicación es deficiente, no habrá adherencia adecuada, sin embargo no debe ser en exceso, ya que pueda afectar las características de la mezcla asfáltica generando deterioros como por ejemplo deformaciones o exudación (Ver Anexo 1. Problemas típicos de la capa de la mezcla asfáltica en caliente y sus posibles causas). El inspector con ayuda del laboratorio de verificación (o en su ausencia con el control de calidad) realizará las pruebas que garantizan que la tasa de riego utilizada en campo corresponda a la indicada para el proyecto cada vez que indique el ingeniero de proyecto (Ver Anexo 2. Tipos de riego de liga).

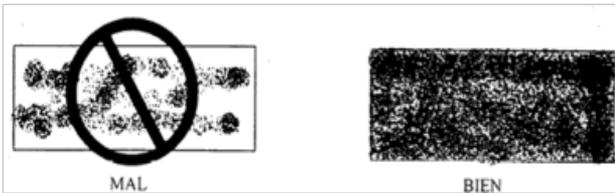


Figura 6. Riego de liga en la superficie

Fuente: Manual de procedimientos de bacheo con mezcla asfáltica en caliente, Instituto Nacional de Aprendizaje, 1998.



Figura 7. Riego de liga uniforme sobre la superficie

Fuente: PITRA, LanammeUCR

### ***h. Colocar geosintético (geotextil, geomalla, geocompuesto) (opcional)***

El geosintético se coloca sobre áreas previamente aprobadas por el ingeniero. Éstos se utilizan entre una capa antigua y una nueva de mezcla asfáltica, de manera que cumpla con las funciones de impermeabilizar la estructura para impedir la penetración del agua (en el caso de los geotextiles y geocompuestos de geomalla con geotextil) y evitar el reflejo de las grietas a la nueva capa (en el caso de las geomallas, geotextiles y geocompuestos de geomalla con geotextil).

Después de haber limpiado la superficie, sellado las grietas existentes e imprimado la superficie con el riego de liga, se coloca el geosintético sobre la superficie, verificando que la tasa de riego no exceda la definida por el ingeniero de manera que se evite la exudación y desprendimiento del geosintético.

### ***i. Recepción de la mezcla asfáltica en caliente***

Previo a la colocación se debe revisar que la vagoneta que transporta la mezcla asfáltica caliente llegue con una lona u otro material de protección que evite contaminación durante el trayecto y que permita además conservar la temperatura. Deberá verificar visualmente si la mezcla presenta señales de que fue sobrecalentada, tales como humo azul que asciende de la mezcla del camión o tener una apariencia opaca (véase Anexo 1. Problemas típicos de la carpeta de la mezcla asfáltica en caliente y sus posibles causas.) Es importante verificar que la góndola no esté contaminada con otros materiales como tierra. Además se debe verificar el marchamo por vagoneta.

El inspector debe asegurarse de completar la información de la boleta de guía de entrega de mezcla asfáltica, la cual se debe completar con el instructivo siguiente:

	<b>GUÍA DE ENTREGA</b>	FECHA: 30/07/2014 HORA: 4:00 am	Nº	
PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL SAN JOSÉ		CONTRATISTA: ASFALTOS S.A.		
DESTINO: EL CRISTO DE SABANILLA		RUTA: 203 ZONA: 1-1		
<b>DESPACHO DE MEZCLA ASFÁLTICA</b>				
TRANSPORTISTA: ALBERTH TAYLOR		PLACA: C-168245	MARCHAMO #: 179048	
TEMPERATURA SALIDA:	160 °C	HORA:	4:05 am	CANTIDAD (TON):
				22,810
VAGONETA MUESTREADA:	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	VIAJE #: 13	MUESTREADOR: _____
OBSERVACIONES: _____				
NOMBRE DE INSPECTOR DE PLANTA: ESTEBAN PORRAS CERDAS FIRMA: E.P.C.				
<b>RECEPCIÓN DE LA MEZCLA EN SITIO</b>				
ARRIBO DEL MATERIAL:	HORA:	6:15 am	TEMPERATURA:	130 °C
COLOCACIÓN DE MATERIAL:	HORA:	6:15 am	TEMPERATURA:	130 °C
TRAMO DE COLOCACIÓN: Ruta 203/sección central 19044				
USO DE MATERIAL <input type="checkbox"/> SOBRE - CAPA <input type="checkbox"/> BACHEO AMBULANCIA <input type="checkbox"/> OTROS				
KILÓMETRO INICIAL:	<input checked="" type="checkbox"/> BACHEO	<input type="checkbox"/> CAPA DELGADA DE SELLO	<input type="checkbox"/>	
KILÓMETRO FINAL:				
OBSERVACIONES: Intersucción del Cristo de Sabanilla				
NOMBRE DE INSPECTOR EN SITIO: Ramiro Salgado Castro FIRMA: Ramiro Salgado C.				

Figura 8. Guía de entrega de mezcla asfáltica en caliente.

## Instrucciones de uso de la guía de entrega de mezclas asfálticas

**1. Información de la entrega:** son los datos correspondientes al proyecto, contratista, destino, ruta, zona, fecha y hora, que se deben indicar en esta guía de entrega.

- 1.1. Proyecto:** nombre del proyecto donde se envía la mezcla asfáltica.
- 1.2. Contratista:** nombre del contratista al que se le adjudicó el proyecto. Si es persona física se debe indicar el nombre y dos apellidos.
- 1.3. Fecha:** día, mes y año, cuando se realiza esta entrega. Debe indicarse con dos dígitos para el día, dos para el mes y cuatro para el año.
- 1.4. Hora:** indicar la hora en la que se realiza el despacho de la mezcla asfáltica.

**1.5. Destino:** lugar donde se va a enviar la mezcla.

**1.6. Ruta:** designación establecida en el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

**1.7. Zona:** lugar donde se está desarrollando el proyecto.

**2. Despacho de mezcla asfáltica:** información sobre la salida de la mezcla asfáltica y del sitio donde se despacha.

**2.1. Transportista:** nombre del transportista que se encarga del traslado de la mezcla asfáltica.

**2.2. Placa:** número de placa del vehículo en el que se traslada la mezcla asfáltica.

**2.3. Marchamo:** número del sello de seguridad del vehículo que traslada la mezcla asfáltica.

**2.4. Temperatura de salida:** temperatura en grados centígrados de la mezcla asfáltica en el momento en que es entregada al transportista que se encarga de su traslado.

**2.5. Hora:** hora y minutos cuando fue tomada la temperatura de salida.

**2.6. Cantidad:** cantidad de toneladas de mezcla asfáltica despachada.

**2.7. Vagoneta muestreada:** marcar con X en el espacio correspondiente si la vagoneta fue muestreada o no.

**2.8. Viaje No.:** corresponde al número de viaje.

**2.9. Muestreador:** nombre y dos apellidos de la persona encargada de muestrear este despacho.

**2.10. Observaciones:** espacio para indicar alguna situación especial en este despacho.

**2.11. Nombre y firma del inspector de planta:** nombre y dos apellidos del Inspector encargado de la inspección en esta planta.

**3. Recepción de la mezcla en sitio:** información correspondiente al proceso de recepción de la mezcla en sitio de la obra, arribo del material, tramo de colocación y uso del material.

**3.1. Arribo del material:** indicar la hora en que la mezcla asfáltica llegó al sitio y la temperatura en °C a la hora de su arribo.

**3.2. Tramo de colocación del material:** indicar de donde a donde se va a realizar la colocación de la mezcla asfáltica, la hora en horas y minutos y la temperatura de la mezcla asfáltica en el momento de la colocación. Número y nombre de la sección de control.

**3.3. Kilómetro inicial:** indicar el kilómetro inicial establecido para la reparación de la ruta respectiva.

**3.4. Kilómetro final:** indicar el kilómetro final establecido para la reparación de la ruta respectiva.

**3.5. Uso del material:** marcar con X en el espacio correspondiente al uso que se le va a dar al material indicado en esta guía.

**3.6. Observaciones:** espacio para indicar alguna situación especial relacionada con el recibido del material.

**3.7. Nombre y firma del inspector en sitio:** nombre y dos apellidos del Inspector en sitio encargado de controlar la reparación de la ruta.

**EN CASO DE LLUVIA EL INSPECTOR DEBE DETENER LA COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE.**

#### ***j. Colocación de la capa asfáltica***

Después de colocar el riego de liga se procederá a realizar el tendido de la capa asfáltica, la cual debe cumplir con la calidad y temperatura requeridas. Se deben garantizar el espesor constante y pendientes transversales adecuadas. Se puede colocar mezcla asfáltica manualmente en zonas con obstáculos, donde sea imposible utilizar la pavimentadora.

**NO SE DEBE ACEPTAR EL USO DE LA “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 y roto el riego de liga.

Se debe evitar manipular en exceso la mezcla asfáltica manualmente, sin embargo, de ser necesario realizar ajustes en las juntas, la intervención con pala y rastrillo debe ser **MÍNIMA**.



Figura 9. Colocación de capa asfáltica con pavimentadora  
Fuente: PITRA, LanammeUCR

Es recomendable no alterar el acabado que genera la pavimentadora. En caso de sitios donde no es accesible la colocación con la pavimentadora, el material se debe colocar evitando su segregación.

### **k. Compactación**

Cuando la capa de mezcla asfáltica que debe ser colocada es mayor a 10 cm, la compactación se debe realizar en subcapas inferiores a los 10 cm y superiores a 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado, por ejemplo: para una mezcla de tamaño máximo nominal de agregado de 12,5 mm el espesor mínimo será de 4 cm compactados ver Figura 10.



Figura 10. Espesores de referencia  
Fuente: Manual de procedimientos de bacheo con mezcla asfáltica en caliente, Instituto Nacional de Aprendizaje, 1998.

En caso de que se coloquen dos o más subcapas, se debe asegurar que exista una adecuada adherencia entre capas, garantizando un barrido y un riego de liga suficiente si fuese necesario.

El proceso de compactación de la mezcla asfáltica caliente convencional debe iniciarse al menos a una temperatura mínima de 125 °C, o a la temperatura

definida en la franja de prueba, dependiendo de las características de la mezcla. Se recomienda que la etapa final de compactación se desarrolle con una temperatura mínima de 85 °C. Algunas mezclas asfálticas modificadas podrían cambiar de forma considerable las temperaturas óptimas de compactación, por lo que esto debe regirse de acuerdo a las pruebas de aceptación y a las especificaciones especiales cartelarias.

La compactación deseada oscilará entre los 92% y 97% de la densidad máxima teórica (3% a 8% de vacíos), rango que debe verificarse en el cartel de licitación.

El inspector tiene la responsabilidad de revisar la temperatura de la mezcla, en dos o tres puntos, para cada descarga y la rechazará si no supera la temperatura mínima especificada para compactación, según lo establecido en el cartel de licitación.

Además, el inspector tiene la responsabilidad de revisar que se cumpla con el patrón de compactación establecido según la franja de control y decidir si se requiere construir una nueva franja en caso de que cambien las condiciones de espesor, cambio de compactadora, características de la mezcla o condiciones climáticas. En la superficie de la capa colocada es recomendable compactar las orillas primero.

En la etapa final de compactación, se utilizará un compactador de llanta de hule para brindar un acabado final a la superficie.

### ***l. Verificación del bombeo***

Utilizando un codal o escantillón se debe verificar que el bombeo de la calzada (pendiente transversal para que se evacue el agua superficial) tenga el porcentaje adecuado conforme el diseño geométrico original, así como el nivel y la lisura de la sobrecapa. Además, comprobar que el acabado de la superficie sea homogéneo y con una textura adecuada.

### ***m. Preparar junta transversal***

Las juntas de construcción de una capa de concreto asfáltico deben prepararse con paredes verticales (Figura 11).



Figura 11. Preparación de paredes verticales en la junta  
Fuente: PITRA, LanammeUCR

Antes de colocar mezcla asfáltica nueva, el borde debe estar cubierto con riego de liga de rompimiento rápido (Figura 12).



Figura 12. Riego de liga en juntas  
Fuente: [www.pavementinteractive.org](http://www.pavementinteractive.org)

Al final de cada día, en las juntas de construcción se debe hacer una transición suave tipo cuña para no afectar el tránsito que circulará hasta que se reanude la colocación. Para esto se coloca papel de construcción

con la finalidad de separar la mezcla recién colocada y la que conforma la transición. La transición debe ser removida cuando se reinicien las labores de colocación de la capa asfáltica (Figura 13).



Figura 13. Juntas de construcción para colocación de transición tipo cuña  
Fuente: [www.pavementinteractive.org](http://www.pavementinteractive.org)

Finalmente, se debe revisar que la transición en la junta de construcción sea la adecuada.

#### ***n. Remover desechos sobrantes, retirar equipo y señales de seguridad***

Se deben remover todos los escombros y dispositivos de control de tránsito para la reapertura de la carretera, después de verificar que la mezcla se ha enfriado y tiene la capacidad de soporte adecuado para resistir las cargas del tránsito.

#### ***o. Tomar fotografías***

Se deben tomar algunas fotografías georreferenciadas y con indicación de la ruta y sección de control, de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final, que permitan evidenciar el trabajo realizado.

## 6. TONELADAS REQUERIDAS PARA UNA SOBRECAPA

Para calcular la cantidad de toneladas requeridas es necesario cubicar área de la sobrecapa y multiplicarlo por la densidad de mezcla colocada.

### **Cálculo de volumen de la sobrecapa**

Se determinará el volumen del área de la sobrecapa midiendo el ancho del carril, la longitud y el espesor de la sobrecapa a colocar.

El volumen de la sobrecapa, se calculará mediante la fórmula:

$$V = A \times L \times e$$

Donde:

V = Volumen de sobrecapa en m<sup>3</sup> (metros cúbicos)

A = Ancho de carril en metros

L = Longitud de sobrecapa en metros

e = espesor definido para sobrecapa en metros

### **Densidad: relaciones entre volumen y peso**

La densidad de un material es la relación entre su masa (peso) y el volumen que ocupa. Es decir, cuanto más pesa un material en un volumen determinado, más denso es este (ejemplo: un cubo de hierro y un cubo de estereofón pueden tener el mismo volumen pero el de hierro pesa mucho más). Las mezclas asfálticas pueden tener diferentes densidades según los materiales que la componen.

Por otro lado una misma mezcla asfáltica puede tener diferentes densidades según la energía de compactación que se aplique y el acomodo que tengan sus partículas. De la misma manera, un material granular de la base, de subbase o de suelo será más denso cuanto más compactado se encuentre.

Por ejemplo, una mezcla asfáltica podría tener una densidad suelta aproximadamente de unos 2200 kg por cada metro cúbico (2,2 t / m<sup>3</sup>), cuando está en la vagoneta o apilada. Esta misma mezcla asfáltica

compactada correctamente podría tener una densidad aproximada de unos 2300 kg por cada metro cúbico (2,3 t/ m<sup>3</sup>), cuando ha sido colocada y compactada la sobrecapa. El dato exacto de densidad depende de la fórmula de trabajo y los componentes que se estén usando al día de la producción. En el diseño de mezcla se obtiene la densidad de la mezcla, y esta densidad varía considerablemente entre una y otra mezcla.



Figura 14. Mezcla asfáltica suelta y compactada

Fuente: Manual de procedimientos de bacheo con mezcla asfáltica en caliente, Instituto Nacional de Aprendizaje, 1998.

### Cálculo de toneladas requeridas para una sobrecapa

Generalmente la sobrecapa se paga por toneladas de mezcla colocada y compactada por lo que se realiza la siguiente operación:

$$T = V \times D \times \% C$$

Donde:

T = Toneladas de mezcla asfáltica (t)

V = Volumen de sobrecapa (m<sup>3</sup>)

D = Densidad máxima teórica  $\left(\frac{t}{m^3}\right)$

%C = Porcentaje de compactación requerido

Ejemplo:

Si el ancho de cada carril es de 3,60 m, la longitud prevista a colocar es de 1,2 kilómetros, con un espesor definido de 8 cm sueltos con un porcentaje de compactación de 93% (0,93), una densidad máxima teórica de  $2500 \frac{kg}{m^3}$ , calcule cuantas vagonetas de 15 Toneladas se colocarán. Inicialmente se calculará el volumen de la sobrecapa:

### Volumen de la sobrecapa

$$V = 3,60 \text{ m} \times 1200 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} = 345,6 \text{ m}^3$$

## Toneladas de la mezcla asfáltica requeridas

$$T = 345,6 \text{ m}^3 \times 2,5 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,93 = 803,5 \text{ t}$$

## Cantidad de vagonetas de mezcla asfáltica

$$\text{Vagonetas} = \frac{803,5 \text{ t}}{15} = 54 \text{ vagonetas}$$

Por lo que para la sobrecapa de 1,2 km con un espesor de 8 cm sueltos se espera un total de 54 vagonetas de 15 toneladas cada una.

## Unidad de medición:

### Mezcla asfáltica:

Tonelada [t]

Nota: 1000 kg equivale a una tonelada.

### Perfilado:

Metro cuadrado [m<sup>2</sup>]

Es responsabilidad del ingeniero de proyecto definir las directrices de las intervenciones a realizar de acuerdo a los tipos de deterioros encontrados y a un análisis técnico-económico que justifique la intervención.

## 7. LISTA DE CHEQUEO

A continuación se muestra un ejemplo de lista de chequeo que se puede utilizar en campo para verificar, antes de iniciar las labores, que se cuenta con todo lo necesario para colocar la sobrecapa de manera adecuada.

**Cuadro 1. Lista de chequeo de equipo requerido por el inspector, de materiales y maquinaria**

EQUIPO REQUERIDO POR EL INSPECTOR	
Libreta de Campo	
Crayón o pintura para marcar pavimento	
Formularios oficiales de la institución	
Lápiz o lapicero	
Cinta métrica	
Cuerda o codal / escantillón	
Termocupla y estuche	
Casco y chaleco de seguridad	
Calculadora portátil	
Copia del manual de procedimientos de sobrecapas	
Dispositivo de comunicación	
MATERIALES	
Mezcla asfáltica	
Emulsión asfáltica	
Aditivos (opcional)	
EQUIPO Y MAQUINARIA	
Dispositivos de control de tránsito	
Rastrillos de nivelación	
Equipo de corte o sierra	
Equipo de aire a presión	
Cepillo y escoba	
Codal / escantillón	
Distribuidor de asfalto con aspersor (camión)	
Vagonetas	
Perfiladora	
Compactador vibratorio de rodillo	
Compactador de llantas de hule	
Pavimentadora	
Barredora mecánica	

## 8. EJEMPLOS

### *Prácticas Adecuadas*



El perfilado debe eliminar la superficie agrietada o deteriorada.



Revisar que la vagoneta tenga el marchamo colocado por el inspector de planta, antes de colocar la mezcla.



Verificar que la temperatura de mezcla asfáltica en caliente en la descarga de la vagoneta a la pavimentadora cumpla con la especificación.



Verificar que se cumplan los espesores requeridos.



Ejemplo de medición de temperatura con un termómetro de espiga.



Equipo de compactación de dos rodillos. Verificar que el patrón de compactación se cumpla de acuerdo a la franja de control, sin excederse y se realice con el equipo definido para el patrón de compactación.



Equipo de llanta de hule. La cantidad de pasadas con este equipo está definido de acuerdo a las condiciones de cada proyecto, verificar que se cumpla, sin excederse.



Con un densímetro nuclear se verifica el porcentaje de compactación de la mezcla. Por lo general lo realiza un laboratorio contratado.

## ***Prácticas Deficientes***



Se observa un perfilado insuficiente. La superficie se encuentra agrietada por lo que debe eliminarse.



El riego de liga no es uniforme sobre la totalidad de la superficie. Verificar que las boquillas del dispensador de liga se encuentren limpias y en buen estado, la altura correcta de la barra, la presión de bombeo aplicada y la velocidad del camión distribuidor para que se aplique una dosificación correcta y uniforme.



No se recomienda segregar la mezcla lanzándola encima de la superficie acabada por la pavimentadora.



Una superficie como la que se observa en esta fotografía debe ser perfilada previo a colocar una capa de asfalto. El sello de grietas es recomendado donde el número de las mismas sea limitado.



No se debe colocar mezcla sobre superficie agrietada y en malas condiciones.



No se deben colocar capas de espesores inferiores a 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado.



Colocación de “traba” para que la vagoneta pueda circular encima del riego de liga. Este material se enfría y tiene una temperatura diferente al material que se coloca encima, por lo que la compactación no será adecuada y se formará un plano de falla. Por otro lado, las llantas se encuentran sucias, por lo que la adherencia con capas superiores también será deficiente.



Tipos de imperfecciones del pavimento que pueden ocurrir al colocar mezclas de planta

Exudación

Apariencia opaca

Puntos con exceso de asfalto o grasos

Mala textura superficial

Superficie áspera desigual

Desmoronamiento o carcomido

Juntas desiguales

Huellas del compactador

Ondulaciones o Desplazamiento

Agrietamiento (muchas grietas finas)

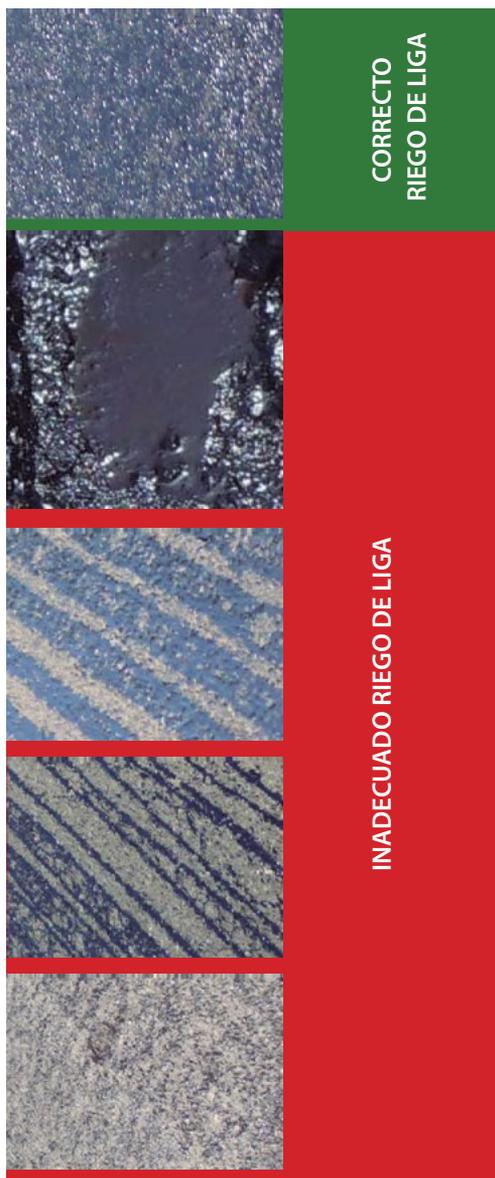
Agrietamiento (grietas largas y grandes)

Rocas fracturadas por el compactador

Desplazamiento de la superficie durante la colocación

Desplazamiento de la superficie sobre la base

### Tipos de riego de liga







---

**LABORATORIO NACIONAL**  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
C.P. 11501-2060, San José, Costa Rica  
Tel.: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440  
Email: [direccion.lanamme@ucr.ac.cr](mailto:direccion.lanamme@ucr.ac.cr) / Web: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr>