ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

FICT

SEMINARIO DE GRADUACION
EN CARRTERAS

"MANTENIMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFALTICO EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE"

TESINA DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

JEAN CARLOS TOMALA MAGALLANES
JORGE EDUARDO LAICA PINO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2011

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la fuerza para siempre seguir adelante, a mis queridos padres por apoyarme en todo momento, a mis hermanos y a toda mi gran familia.

Jean Carlos Tómala Magallanes

A Dios por darme la vida y la fuerza para siempre seguir adelante, a mis queridos Y exitosos padres por apoyarme en todo momento, a mis hermanos y a toda mi familia.

Jorge Eduardo Laica Pino

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mis padres, José Alcibíades Tomala Chaguay y Ninfa Francisca Magallanes Villacis, a todos mis amigos, a todas las personas que en su momento aportaron para el logro de este objetivo, ya que fueron un gran apoyo para la realización de este trabajo.

Jean Carlos Tómala Magallanes

A mis padres: Jorge Enrique Laica Cando y María Pastora Pino Pila; a mi gran amigo compañero de tesina, y a todas las personas que me han ayudado con su incondicional apoyo moral en especial a mis padrinos Manuel Amores, Zoila Corrales, Washington Romero y Patricia Quirizumbay.

Jorge Eduardo Laica Pino

Un agradecimiento especial al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por su motivación, consejos y conocimientos impartidos a lo largo de toda nuestra vida politécnica, y ser un gran guía para poder culminar de manera exitosa esta etapa.

INTEGRANTES

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Eduardo Santos B:

DIRECTOR DE TESINA

Ing. Gastón Proaño.

SUBDECANO

Ing. Ignacio Gómez De La Torre.

VOCAL

INDICE GENERAL

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Definición de mantenimiento vial
- 1.1.1 Mantenimiento rutinario
- 1.1.2 Mantenimiento periódico
- 1.1.3 Mantenimiento preventivo
- 1.1.4 Mantenimiento a costo más porcentaje por administración
- 1.1.5 Mantenimiento de emergencia

1.2 Pavimento de concreto asfáltico
- 1.2.1 Definición de pavimento
- 1.2.2 Concreto asfáltico
- 1.2.3 Riegos asfálticos
  - 1.2.3.1 Riego de Imprimación
    - 1.2.3.1.1 Definición y objetivo
    - 1.2.3.1.2 Materiales
    - 1.2.3.1.3 Equipo

1.2.3.1.4 Procedimiento
1.2.3.2 Riego de Liga
1.2.3.2.1 Definición y objetivo
1.2.3.2.2 Materiales
1.2.3.2.3 Equipo
1.2.3.2.4 Procedimiento

CAPÍTULO 2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

2.1 Especificaciones de materiales
2.1.1 Cementos asfalticos
2.1.1.1 Descripción
2.1.1.2 Requisitos
2.1.2 Asfaltos
2.1.2.1 Tipos de asfaltos
2.1.2.1.1 Asfaltos Oxidados o Soplados
2.1.2.1.2 Asfaltos Sólidos o Duros
2.1.2.1.3 Fluxante o Aceite Fluxante
2.1.2.1.4 Asfaltos Fillerizados
2.1.2.1.5 Asfaltos Líquidos
2.1.2.1.5.1 Asfaltos diluidos de curado lento (SC)
2.1.2.1.5.2 Asfaltos diluidos de curación media (MC)
2.1.2.1.5.3 Asfaltos diluidos de curación rápida (RC)

2.1.3 Material pétreo (agregados) para mezclas asfálticas
2.1.3.1 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas

2.1.4 Emulsiones

2.1.4.1 Tipos de emulsiones asfálticas

2.1.4.2 Rompimiento de las emulsiones asfálticas

2.1.4.3 Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas

2.1.4.4 Clasificación del material pétreo para emulsiones asfálticas

2.1.4.5 Ventajas de las emulsiones asfálticas

2.1.4.6 Recomendaciones para el uso de emulsiones asfálticas

2.1.4.7 Uso de las emulsiones asfálticas catiónicas

2.1.4.8 Composición de las emulsiones asfálticas

2.1.4.9 Modalidad de venta de las emulsiones asfálticas

2.1.5 Base granular

2.1.5.1 Valor soporte

2.1.5.2 Índice plástico-Índice líquido

2.1.5.3 Abrasión

2.1.5.4 Impurezas

2.1.5.5 Base granular clase 1

2.1.5.6 Base granular clase 2

2.1.5.7 Base granular clase 3

2.1.5.8 Base granular clase 4

2.1.6 Sub-base granular

2.1.6.1 Valor soporte

2.1.6.2 Índice plástico-Índice líquido

2.1.6.3 Abrasión

2.1.6.4 Impurezas

2.1.6.5 sub-base granular clase 1

2.1.6.6 sub-base granular clase 2
2.1.6.7 sub-base granular clase 3

2.1.7 Material secante para sello de fisuras

2.2 Ensayos para materiales de mezcla asfáltica
2.2.1 Ensayos para asfaltos
2.2.1.1 Penetración
2.2.1.2 Viscosidad
2.2.1.3 Punto de inflamación
2.2.1.4 Ductilidad
2.2.1.5 Solubilidad

2.2.2 Ensayos para agregados
2.2.2.1 Abrasión
2.2.2.2 Resistencia a los sulfatos
2.2.2.3 Granulometría
2.2.2.4 Peso unitario del agregado grueso
2.2.2.5 Humedad

2.3 Métodos de dosificación de mezclas asfálticas
2.3.1 Mezclas asfálticas de fraguado lento
2.3.2 Mezclas asfálticas de fraguado medio
2.3.3 Mezclas asfálticas de fraguado rápido

CAPÍTULO 3 TIPOS DE FALLAS EN CONCRETO ASFALTICO

3.1 Fallas de la Superficie

3.1.1 Pérdida de agregados.

3.1.1.1 Descripción

3.1.1.2 Posibles causas

3.1.1.3 Niveles de severidad

3.1.1.4 Medición

3.1.1.5 Intervención Recomendada

3.1.2 Descascaramiento

3.1.2.1 Descripción

3.1.2.2 Posibles causas

3.1.2.3 Niveles de severidad

3.1.2.4 Medición

3.1.2.5 Intervención Recomendada

3.1.3 Ojo de pescado o Bache superficial

3.1.3.1 Descripción

3.1.3.2 Posibles causas

3.1.3.3 Niveles de severidad

3.1.3.4 Medición

3.1.3.5 Intervención Recomendada

3.1.4 Exudación de asfalto

3.1.4.1 Descripción

3.1.4.2 Posibles causas

3.1.4.3 Niveles de severidad
3.1.4.4 Medición
3.1.4.5 Intervención Recomendada

3.1.5 Pulimento del agregado
3.1.5.1 Descripción
3.1.5.2 Posibles causas
3.1.5.3 Niveles de severidad
3.1.5.4 Medición
3.1.5.5 Intervención Recomendada

3.1.6 Cabeza dura (pérdida de película de ligante)
3.1.6.1 Descripción
3.1.6.2 Posibles causas
3.1.6.3 Niveles de severidad
3.1.6.4 Medición
3.1.6.5 Intervención Recomendada

3.2 Fallas de la Estructura
3.2.1 Baches
3.2.1.1 Descripción
3.2.1.2 Posibles causas
3.2.1.3 Niveles de severidad
3.2.1.4 Medición
3.2.1.5 Intervención Recomendada

3.2.2 Ondulaciones

3.2.2.1 Descripción

3.2.2.2 Posibles causas

3.2.2.3 Niveles de severidad

3.2.2.4 Medición

3.2.2.5 Intervención Recomendada

3.2.3 Hundimiento

3.2.3.1 Descripción

3.2.3.2 Posibles causas

3.2.3.3 Niveles de severidad

3.2.3.4 Medición

3.2.3.5 Intervención Recomendada

3.2.4 Hinchamiento

3.2.4.1 Descripción

3.2.4.2 Posibles causas

3.2.4.3 Niveles de severidad

3.2.4.4 Medición

3.2.4.5 Intervención Recomendada

3.2.5 Grieta Longitudinal

3.2.5.1 Descripción

3.2.5.2 Posibles causas

3.2.5.3 Niveles de severidad

3.2.5.4 Medición

3.2.5.5 Intervención Recomendada

3.2.6 Grieta Transversal

3.2.6.1 Descripción

3.2.6.2 Posibles causas

3.2.6.3 Niveles de severidad

3.2.6.4 Medición

3.2.6.5 Intervención Recomendada

3.2.7 Falla en Bloque

3.2.7.1 Descripción

3.2.7.2 Posibles causas

3.2.7.3 Niveles de severidad

3.2.7.4 Medición

3.2.7.5 Intervención Recomendada

3.2.8 Piel de Cocodrilo

3.2.8.1 Descripción

3.2.8.2 Posibles causas

3.2.8.3 Niveles de severidad

3.2.8.4 Medición

3.2.8.5 Intervención Recomendada

CAPÍTULO 4 MANTENIMIENTO DE CARPETA ASFÁLTICA

4.1 Riego en negro

4.1.1 Descripción

4.1.2 Propósito

4.1.3 Criterios para la ejecución

4.1.4 Procedimiento

4.1.5 Mano de obra

4.1.6 Materiales

4.1.7 Equipo

4.1.8 Herramientas

4.2 Tratamiento superficial simple

4.2.1 Descripción

4.2.2 Propósito

4.2.3 Criterios para la ejecución

4.2.4 Procedimiento

4.2.5 Mano de obra

4.2.6 Materiales

4.2.7 Equipo

4.2.8 Herramientas

4.3 Parcheo en superficie de rodadura asfáltica

4.3.1 Descripción

4.3.2 Propósito

4.3.3 Criterios para la ejecución

4.3.4 Procedimiento

4.3.5 Mano de obra
4.3.6 Materiales
4.3.7 Equipo
4.3.8 Herramientas
4.4 Riego de arena
4.4.1 Descripción
4.4.2 Propósito
4.4.3 Criterios para la ejecución
4.4.4 Procedimiento
4.4.5 Mano de obra
4.4.6 Materiales
4.4.7 Equipo
4.4.8 Herramientas

4.5 Sello de Arena asfalto
4.5.1 Descripción
4.5.2 Propósito
4.5.3 Criterios para la ejecución
4.5.4 Procedimiento
4.5.5 Mano de obra
4.5.6 Materiales
4.5.7 Equipo
4.5.8 Herramientas

4.6 Sello de fisuras y grietas en pavimentos flexibles
4.6.1 Descripción
4.6.2 Propósito

4.6.3 Criterios para la ejecución
4.6.4 Procedimiento
4.6.5 Mano de obra
4.6.6 Materiales
4.6.7 Equipo
4.6.8 Herramientas

4.7 Bacheo en superficies de rodadura asfáltica
4.7.1 Descripción
4.7.2 Propósito
4.7.3 Criterios para la ejecución
4.7.4 Procedimiento
4.7.5 Mano de obra
4.7.6 Materiales
4.7.7 Equipo
4.7.8 Herramientas

4.8 Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en caliente
4.8.1 Descripción
4.8.2 Propósito
4.8.3 Criterios para la ejecución
4.8.4 Procedimiento
4.8.5 Mano de obra
4.8.6 Materiales
4.8.7 Equipo
4.8.8 Herramientas

4.9 Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frio

4.9.1 Descripción

4.9.2 Propósito

4.9.3 Criterios para la ejecución

4.9.4 Procedimiento

4.9.5 Mano de obra

4.9.6 Materiales

4.9.7 Equipo

4.9.8 Herramientas

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

TABLAS

FIGURAS

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO

Fractura

Una abertura larga de ancho pequeño en el pavimento.

Fisura

Una fractura fina, por lo general con un ancho igual o menor a 3 mm.

Grieta

Una fractura, por lo general con ancho mayor de 3 mm.

Agregado

Material inerte y duro, tal como grava, roca triturada, escoria o arena.

Agregado fino

Agregado pasante en el tamiz de 2.36 mm (No. 8)

Agregado grueso

Agregado retenido en el tamiz de 2.36 mm (No. 8)

Asfalto

Un material cementante, de color entre negro a pardo oscuro, constituido principalmente por betunes de orígenes naturales u obtenidos por refinación del petróleo.

Cemento asfaltico

Asfalto que ha sido refinado para cumplir las especificaciones para pavimentación. Se requiere de calor para darle fluidez.

Asfalto diluido

Cemento asfáltico que, disueltos en solventes de petróleo, adquiere una consistencia líquida.

Emulsión asfáltica

Una emulsión asfáltica es una dispersión de asfalto en agua, algunas veces con la presencia de fluidificantes, la cual se mantiene estable por la presencia de agentes tensoactivos especiales, llamados “emulsificantes”.

Bache

Desintegración total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento

Carpeta asfáltica

Capa del pavimento destinada a la circulación de vehículos, protege las capas inferiores, brinda comodidad y seguridad a los transeúntes.

Carretera

Vía de tránsito público en zonas no urbanas.

Derecho de vía

Área o superficie de terreno propiedad del Estado dentro de la cual se construye una vía

Imprimación

Aplicación de riego por aspersión de un producto asfáltico rebajado de curado medio sobre la base granular, con el objetivo de conservar sus propiedades físicas y mecánicas.

Pavimento

Estructura principal de una carretera, construida sobre la sub-rasante y formada por tres capas principales: la sub-base, la base y la capa de rodadura, cuya función principal es soportar las cargas de los vehículos y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones peligrosas.

Tamiz

Aparato con mallas de abertura cuadrada utilizado en campo o en laboratorio para separar el material en sus distintos tamaños.

Vía

Calle, camino o carretera por donde transitan los vehículos.

Hombro

Área a ambos lados de la vía que proporciona soporte lateral al pavimento y sirve como parada de emergencia para los vehículos que circulan por la carretera.

DECLARACIÒN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesina de grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

Jorge Eduardo Laica Pino

Jean Carlos Tómala Magallanes

RESUMEN

El mantenimiento vial se define como el conjunto de trabajos que se realizan en diferentes periodos de tiempo en los diferentes elementos de una carretera con el propósito de conservarlos en buenas condiciones de modo que presten el servicio para el cual fueron diseñados de una manera eficiente.

Las carreteras de concreto asfáltico requieren de un mantenimiento periódico y efectivo en sus diferentes elementos tales como drenajes, taludes, cunetas, etc., para poder mantener la estructura principal del pavimento en buenas condiciones.

Recordemos que el principal elemento que daña una carretera es el agua lo que significa que se deben mantener en buenas condiciones las obras auxiliares.

La acción constante de los elementos (agua, viento, sol) y las cargas que actúan sobre una carretera la desgastan, provocando daños que deben ser tratados de acuerdo con el grado de severidad.

Además, para que un mantenimiento sea efectivo se deben emplear materiales que cumplan con los requisitos o especificaciones normados que se determinan a través de ensayos de laboratorio.

OBJETIVOS

General

Elaborar este documento en el cual se recopilen métodos, especificaciones y procedimientos necesarios para un adecuado mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico en un pavimento flexible.

Específicos

A. Proveer información necesaria acerca de los métodos, procedimientos, mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo un buen mantenimiento.

B. Determinar las principales fallas que ocurren en la capa de concreto asfaltico, sus posibles causas, nivel de severidad, medición y tratamiento.

C. Brindar información al estudiante o al ingeniero civil sobre los materiales que se utilizan en el mantenimiento de carreteras de concreto asfáltico, sus especificaciones y los ensayos necesarios para determinar la calidad.

INTRODUCCIÓN

Las carreteras son en nuestro país la vía de comunicación terrestre más importante. La mayor parte de los intercambios comerciales a nivel nacional e internacional se lleva a cabo por éstas, además, la mayoría de la población se transporta a través de las carreteras que forman parte de la red vial del país.

La mayor parte de las carreteras de concreto asfaltico del territorio nacional se encuentran en malas condiciones. Esto se debe principalmente a un mal mantenimiento por parte de las instituciones encargadas de efectuarlo y además varias de las carreteras ya completaron su periodo de vida útil.
Muchas veces, este deficiente mantenimiento se debe a la mala aplicación de los métodos y materiales que se utilizan.

Por esta razón se hace necesario contar con un documento que recopile los principales aspectos que intervienen en el mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfaltico en un pavimento flexible.

Se presentan también los aspectos generales del mantenimiento de la capa de concreto asfáltico, describiendo los diferentes tipos de fallas, cómo ocurren y su tratamiento adecuado de acuerdo a los diferentes grados de severidad.

Se describen las especificaciones de los materiales que se emplean, los ensayos de laboratorio necesarios para llevar un estricto control de calidad.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Definición de mantenimiento vial

Son los trabajos realizados en diferentes periodos de tiempo, en los diferentes elementos de una carretera: derecho de vía, capa de rodadura, bermas, drenajes, cunetas, taludes, etc., con el fin de conservarlos en buenas condiciones de tal manera que presten el servicio para el cual fueron diseñados en forma eficiente.

Una carretera, por mejor diseñada o construida que esté, necesita un mantenimiento adecuado, de lo contrario se deteriorará rápidamente. El mantenimiento vial nos permite conservar una vía inclusive más allá de su periodo de diseño, lo que significa, a la larga, un ahorro de recursos económicos.

Los trabajos de conservación vial, se dividen en cinco categorías generales que son: mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, mantenimiento preventivo, mantenimiento a costo más porcentaje por administración, mantenimiento de emergencia.

1.1.1 Mantenimiento rutinario

Comprende todas aquellas actividades que se requieren para conservar una vía de regular a buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año.

Es necesario señalar que este mantenimiento se utiliza para conservar una vía mientras dure su vida útil, más allá de ésta es necesario hacer un trabajo de mayor amplitud.

1.1.2 Mantenimiento periódico

En el mantenimiento periódico se encuentran las obras de conservación vial que se repiten en períodos de más de un año para mantener la vía a un nivel de servicio de regular a buen estado. Asimismo, está considerada la colocación de sobrecapas (recapeo) sobre pavimentos deteriorados existentes.

Como ejemplo de este tipo de mantenimiento tenemos el sellado de grietas y fisuras, bacheo, entre otros.

1.1.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en actividades y obras destinadas a prevenir fallas en la vía antes de que ocurran. Este mantenimiento es muy efectivo ya que al prevenir posibles fallas en alguno de los elementos de una carretera se evita que falle a corto, mediano o largo plazo y evita que su reparación o reemplazo represente un costo mucho más alto que el del mantenimiento en sí.

Muchas veces, la reparación de algunos elementos de una carretera, como un talud por ejemplo, puede representar un costo más elevado que su construcción, por lo que se hace evidente la importancia del mantenimiento preventivo.

1.1.4 Mantenimiento a costo más porcentaje por administración

Habrá casos para los cuales los trabajos de mantenimiento a realizarse no se pueden cuantificar, no exista una partida de pago en el contrato para cubrirlos o son para ejecutar obras de emergencia o no previstas.

En estos casos es necesario proceder con la modalidad de trabajos por administración mediante el cual el pago por todos los trabajos realizados y mano de obra o materiales provistos se efectúa sobre una base de costo para cubrir todos los gastos de maquinaria, equipo, materiales, mano de obra, etc., más un porcentaje de administración.

1.1.5 Mantenimiento de emergencia

Se define como las labores y las intervenciones que se aplican en forma urgente, como consecuencia de una causa de fuerza mayor, como es el caso de desastres naturales, con el propósito de habilitar la vía permitiendo así el paso vehicular.

Un claro ejemplo de este tipo de mantenimiento lo tenemos al observar lo que sucedió con el huracán Mitch. Muchos de los puentes y carreteras fueron dañados en diferente medida por las crecidas de los ríos, por deslaves o derrumbes, fue necesaria la intervención inmediata de las autoridades para habilitar estos pasos y de esta manera facilitar el traslado de heridos, víveres, etc. y además se permitió el traslado normal de personas y productos a través de estas vías de comunicación.

1.2 Pavimento de concreto asfáltico

1.2.1 Definición de pavimento

Un pavimento es una estructura construida por el hombre, con el fin de mejorar la calidad de un terreno existente para que el tránsito sea más rápido, confortable, seguro y económico. Además permite conservar una vía de comunicación en buen estado, lo que redunda en beneficios sociales y económicos. Para construir un pavimento se colocan en orden ascendente, sobre el terreno al que se le denomina sub-rasante, la sub-base, la base y la capa de rodadura que soporta directamente el tráfico y transmite las cargas a las demás capas.

La base y la sub-base generalmente están conformadas por material pétreo, suelos estabilizados, concreto pobre o concreto asfáltico. La capa de rodadura casi siempre está hecha de uno de los tres materiales siguientes: concreto asfáltico, concreto hidráulico o adoquines de concreto. Las primeras capas que constituyen la estructura del pavimento son importantes, ya que si no cumplen con los requisitos mínimos de resistencia y de calidad de materiales, no sirve de nada colocar una buena capa de rodadura.

Ésta muchas veces es construida con excelentes materiales que cumplen con las normas establecidas, pero debido a una mala ejecución en las capas inferiores del pavimento, la carretera se puede deteriorar en poco tiempo, es decir, se reduce la vida útil.

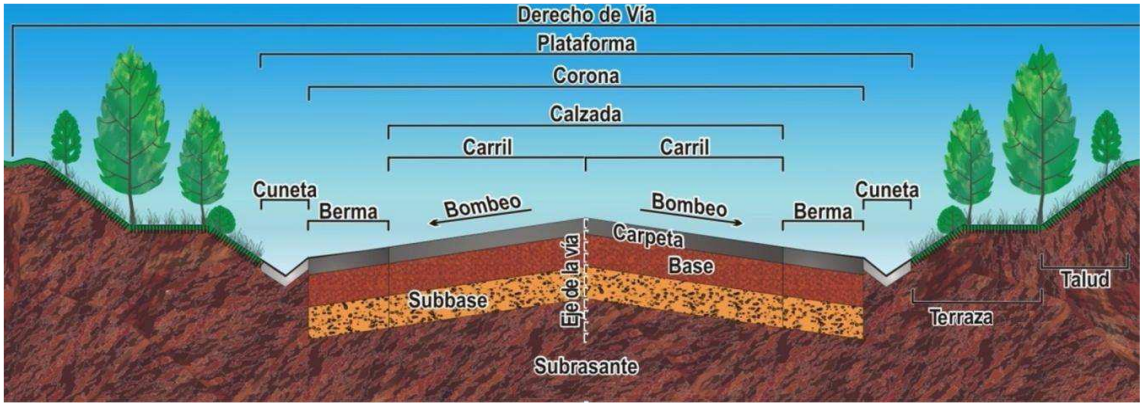


Figura 1. Estructura de pavimento de concreto asfáltico

1.2.2 Concreto asfáltico

El concreto asfáltico consiste en una o varias capas compactadas de una mezcla de agregados minerales, asfalto líquido, producido en plantas especializadas o en el sitio con máquinas capaces de mezclar agregados y asfalto sobre la superficie de la vía.

Se emplea o se puede emplear como capa de rodamiento para tráfico liviano, mediano y pesado. El concreto asfáltico se produce en plantas especializadas formadas por sistemas eléctricos y mecánicos por medio de los cuales los agregados son combinados, calentados, secados y mezclados con el cemento asfáltico, para producir mezclas asfálticas que cumplan con las especificaciones establecidas.

Figura 2. Planta de dosificación de los áridos

1.2.3 Riegos asfálticos

1.2.3.1 Riego de Imprimación

1.2.3.1.1 Definición y objetivo

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante asfáltico sobre una superficie no bituminosa, con el objetivo de prepararla para recibir cualquier otro tratamiento asfaltico.

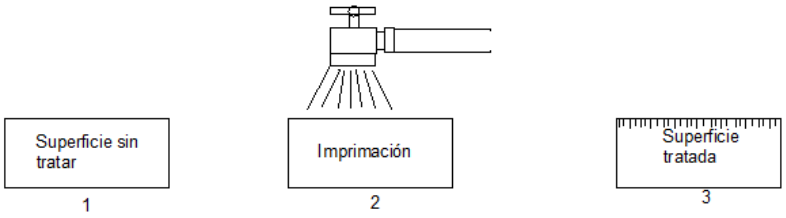


Figura 3. Esquema de aplicación de riego de imprimación

Su objetivo es establecer una continuidad entre la superficie existente no tratada y el posterior tratamiento asfaltico que se superpone sobre la citada superficie, de forma que el ligante bituminoso penetre ligeramente por gravedad, impregnando la superficie ennegreciéndola y la dote de una impermeabilidad uniforme, sin polvo, ni partículas minerales sueltas, haciendo posible la extensión de los tratamientos asfálticos superiores en condiciones adecuadas.

1.2.3.1.2 Materiales

Asfalto diluido de curado medio MC-70, aplicado a temperaturas entre 40 y 70°C.
Emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta CSS-1, CSS-1h y anionicas de rotura lenta SS-1, SS-1h.

1.2.3.1.3 Equipo

El equipo constará de un distribuidor calibrado, que suministre temperatura y presión constantes. El distribuidor incluirá un tacómetro, un medidor de volumen y un termómetro para conocer la temperatura del contenido.

1.2.3.1.4 Procedimiento

La base o sub-base será cuidadosamente barrida y soplada con equipo adecuado, en tal forma que se elimine todo el polvo y el material suelto y cuando fuere necesario, se barrerá con cepillo o escoba mecánica.

El material bituminoso se aplicará con el distribuidor en cantidades que pueden variar entre l.0 y 2.0 l/m2 con MC-70 y 0.5 y 1.4l/m2 de emulsión asfáltica acorde con la textura de la sub-base o de la base según la que se vaya a imprimar.

Se prohíbe imprimar cuando existen condiciones de lluvia.

Las capas de concreto asfáltico se colocarán como máximo dentro de los quince (15) días siguientes a la aplicación de la imprimación.

El área imprimada será cerrada al tráfico entre 24 y 48 horas para que el producto bituminoso penetre y se endurezca superficialmente.

1.2.3.2 Riego de liga

1.2.3.2.1 Definición y objetivo

Se define como riego de liga, la aplicación de un ligante asfáltico sobre una capa bituminosa existente, previamente a la extensión sobre ésta y colocando otra capa bituminosa.

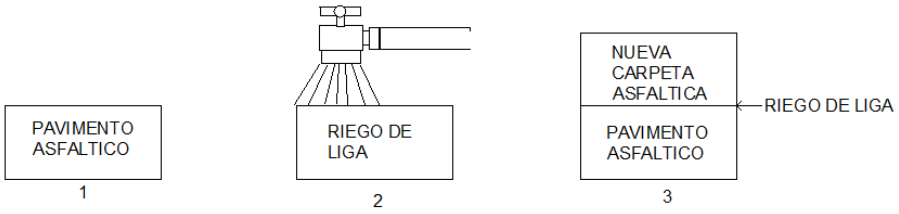


Figura 4. Esquema de aplicación de un riego de liga

Su objetivo es lograr una unión lo más perfecta posible entre ambas capas para evitar que trabajen en forma independiente, circunstancia que se manifiesta

generalmente, por corrimientos de la capa superior sobre la inferior debido a tres causas que pueden actuar conjunta o separadamente:
Esfuerzos tangenciales de aceleración y frenado, pequeño espesor de la capa superior, y presencia de pendientes importantes ya sea en sentido longitudinal o transversal.

La película de ligante debe ser lo más delgada posible, y en cuanto a la necesidad de ejecución, depende en gran parte de la textura y estado.
Por condiciones superficiales de la capa bituminosa sobre la que se ha de realizar el tratamiento, pues la misión de la misma, se repite, es únicamente lograr la unión de ella con la siguiente capa a realizar.

1.2.3.2.2 Materiales

El riego de liga se realizará con cemento asfáltico AC-60-100 aplicado entre 110° y 150°C, asfalto diluido de curado rápido, RC-250 aplicado entre 70° y 100°C o con emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida CRS-1, CRS-2.

1.2.3.2.3 Equipo

El equipo constará de un distribuidor calibrado, que suministre temperatura y presión constantes. El distribuidor incluirá un tacómetro, un medidor de volumen y un termómetro para conocer la temperatura del contenido.

1.2.3.2.4 Procedimiento

La superficie sobre la cual se aplicará el riego de liga, será cuidadosamente barrida y soplada con equipo adecuado en tal forma que se elimine todo el polvo y material suelto; cuando fuere necesario, se empleará el cepillo manual o la escoba mecánica.

El material bituminoso se aplicará con el distribuidor en cantidades que varían entre 0.15 y 0.45 l/m2, con la temperatura dentro de los límites anotados para el material en particular que se está usando y acorde con las condiciones de la superficie a ligar.

Se prohíbe aplicar el riego de liga cuando existen condiciones de lluvia.

Las capas de concreto asfáltico se colocarán como máximo dentro de las 24 horas siguientes al riego de liga.

CAPÍTULO 2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para realizar el mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfaltico en un pavimento flexible de una manera adecuada, es necesario contar con los materiales necesarios y específicos para cada trabajo, que cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

2.1 Especificaciones de materiales

En los trabajos de mantenimiento vial se utilizan diversos materiales, dependiendo del tipo de trabajo y del diseño de las diferentes partes que conforman la carretera.

Entre estos materiales tenemos: cementos asfalticos, material pétreo, emulsiones asfálticas, material para base, material para sub-base, y otros. Cada uno de ellos debe cumplir las especificaciones que se encuentran en las normas.

2.1.1 Cementos asfálticos

2.1.1.1 Descripción

Los cementos asfálticos son residuos de la destilación del petróleo y se caracterizan por permanecer en estado semisólido a temperatura ambiente.

Los cementos asfálticos mezclados con agregados forman concreto asfáltico, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura.

2.1.1.2 Requisitos

El cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60-70 u 85-100. Los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan en la tabla1.

Tabla 1. Cementos asfálticos para riegos.

Ensayos	60-70		85-100	
Betun Original	mínimo	máximo	Mínimo	máximo
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10	60,0	70,0	85,0	100,0
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48,0	57,0	45,0	53,0
Índice de penetración.	-1,5		-1,5	1,5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100,0		100,0	
Contenido de agua (en volumen), %.		0,2		0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99,0		99,0	
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C	232,0		232,0	
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1,0		1,0	
Ensayo de la mancha.	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.		2,2		2,2
Ensayos al residuo del TFOT:				
Variación de masa, %.		0,8		1,0
Penetración, % de penetración original.	54,0		50,0	
Ductilidad , cm	50,0		75,0	
Resistencia al endurecimiento.		5,0		5,0

TFOT (Thin Film Oven Test)- Ensayo en horno sobre película delgada.

2.1.2 Asfaltos

Material aglomerante de color entre negro a pardo oscuro, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se encuentran en la naturaleza o son obtenidos por destilación del petróleo.

El asfalto es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes. Como aplicación de estas propiedades el asfalto puede cumplir, en la construcción de pavimentos, las siguientes funciones:

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su espesor.

2.1.2.1 Tipos de Asfalto

2.1.2.1.1 Asfaltos Oxidados o Soplados

Estos son asfaltos que han sido sometidos a un proceso de deshidrogenación y posteriormente a un proceso de polimeración.

Este asfalto es expuesto a una eleveda temperatura pasándole una corriente de aire con el objetivo de mejorar sus características y ser empleado en aplicaciones más especializadas.

El proceso de oxidación en los asfaltos presenta las siguientes modificaciones físicas:

- Aumento del peso específico.
- Aumento de la viscosidad.
- Disminución de la susceptibilidad térmica.

2.1.2.1.2 Asfaltos Sólidos o Duros

Asfaltos con una penetración a temperatura ambiente menor que 10mm. Además de ser aglutinante e impermeabilizante, se caracteriza por su flexibilidad, durabilidad y alta resistencia a la acción de la mayoría de los ácidos, sales y alcoholes.

2.1.2.1.3 Fluxante o Aceite Fluxante

Fracción de petróleo relativamente poco volátil empleada en ocasiones para ablandar el asfalto hasta la consistencia deseada; frecuentemente se emplea como producto básico para la fabricación de materiales asfálticos para revestimientos de cubiertas.

2.1.2.1.4 Asfaltos Fillerizados

Asfaltos en cuya composición hay materias minerales finamente molidas que pasan por el tamiz # 200.

2.1.2.1.5 Asfaltos Líquidos

Son materiales constituidos por mezclas de cementos asfálticos y solventes de hidrocarbonados de diferentes rangos de destilación, que le imparten a los asfaltos diluidos sus distintos tiempos de corte o curado. Dentro de los asfaltos líquidos encontramos los siguientes productos:

2.1.2.1.5.1 Asfaltos diluidos de curado lento (SC)

Son materiales derivados del petróleo en estado líquido que tienen un tiempo de fraguado largo. Se utilizan cuando se necesita que el asfalto conserve sus propiedades, desde que se produce hasta que se cumple su periodo de fraguado. Es posible obtenerlos directamente de la destilación o pueden ser producidos combinando cementos asfálticos con aceites fluidificantes de alto punto de ebullición (mayor de 527 ° F). Las especificaciones para este tipo de material se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones de asfaltos diluidos-curado lento

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO							
	SC - 70		SC - 250		SC - 800		SC - 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD CINEMATICA, a 60 ºC, centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
PUNTO DE INFLAMACION, Cleveland, ºC	66	--	79	--	93	--	107	--
DESTILACION a 360 ºC, total	10	30	4	20	2	12	--	5
AGUA, %	--	0,5	--	0,5	--	0,5	--	0,5
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO:								
VISCOSIDAD CINEMATICA a 60 ºC, poises	4	70	8	100	20	160	40	350
TEMPERATURA DE EMPLEO:								
MEZCLA CON AGREG.	32	68	52	93	71	107	93	127
ROCIADO, ºC	41	79	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, ºC		91		118		135		154

2.1.2.1.5.2 Asfaltos diluidos de curación media (MC)

Son cementos asfálticos en estado líquido con mayor fluidez que los dos anteriores, combinados con destilados del tipo del petróleo o el aceite Diesel ligero.

El rango de ebullición de estos líquidos es de 325 a 525 ° F, por lo tanto se evaporan a una velocidad relativamente baja. Se utilizan cuando se quiere una menor densidad en el momento del tratamiento. Las principales especificaciones para los asfaltos MC se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Especificaciones de asfaltos diluidos-curado medio

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO									
	MC - 30		MC - 70		MC – 250		MC - 800		MC – 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD CINEMATICA, a 60 ºC, centistokes	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
SAYBOLD - FUROL, s	70	150	60	120	125	250	100	200	300	600
temp. de ensayo	25	idem	50	IDEM	60	idem	82,2	idem	82,2	idem
PUNTO DE INFLAMACION Vaso abierto, ºC	38	--	38	--	66	--	66	--	66	--
AGUA, %	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2
DESTILACION, % en volumen total destilado a 360 ºC										
a 225 ºC	--	25	0	20	0	10	--	--	--	--
a 260 ºC	40	70	20	60	15	55	0	35	0	15
a 315 ºC	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
RESIDUO POR DESTILACION a 360 ºC	50	--	55	--	67	--	75	--	80	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO: VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 ºC, poises	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200
PENETRACION, a 25 ºC, 100 gr, 5 s.	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120
DUCTILIDAD, a 25 ºC, 5 cm/mm, cm.	100	--	100	--	100	--	100	--	100	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--	99	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:										
MEZCLADO CON AGREG.	--	--	32	68	52	93	71	107	93	127

ROCIADO, ºC	--	--	41	79	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, ºC	--	--		91		118		135		154

2.1.2.1.5.3 Asfaltos diluidos de curación rápida (RC)

Son cementos diluidos con materiales destilados provenientes del petróleo, tales como la gasolina o la nafta. El rango de ebullición es de 250 a 400 ° F, por lo tanto se evaporan rápidamente.

Este tipo de asfalto se utiliza cuando se desea un fraguado rápido. Las especificaciones se muestran en la tabla 4 a continuación:

Tabla 4. Especificaciones de asfaltos diluidos-curado rápido

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO							
	RC – 70		RC - 250		RC - 800		RC – 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD CINEMATICA, a 60 ºC, centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
SAYBOLD - FUROL, s	60	120	125	250	100	200	300	600
temp. de ensayo	50	Idem	60	idem	82,2	idem	82,2	Idem
PUNTO DE INFLAMACION Vaso abierto, ºC	--	--	27	--	27	--	27	--
AGUA, %	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2
DESTILACION, % en volumen total								
destilado a 360 ºC	10	--	--	--	--	--	--	--
a 190 ºC	50	--	35	--	15	--	--	--
a 225 ºC	70	--	60	--	45	--	25	--
a 260 ºC	85	--	80	--	75	--	70	--
a 315 ºC								
RESIDUO POR DESTILACION a 360 ºC	55	--	65	--	75	--	80	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO:								
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 ºC, poises	600	2400	600	2400	600	2400	600	2400

PENETRACION, a 25 ºC, 100 gr, 5 s.	80	120	80	120	80	120	80	120
DUCTILIDAD, a 25 ºC, 5 cm/mm, cm.	100	--	100	--	100	--	100	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:								
ROCIADO, ºC	27	66	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, ºC		91		118		135		154

2.1.3 Material pétreo (agregados) para mezclas asfálticas

Son agregados combinados con asfaltos líquidos que constituyen del 88 al 96 % del peso, más del 75 % del volumen de las mezclas asfálticas.
Los agregados de una mezcla asfáltica pueden ser gruesos (retenidos en tamiz No.8) y finos (pasan tamiz No. 8) variando las proporciones de cada uno de acuerdo con la granulometría requerida por el diseño.

2.1.3.1 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas

Abrasión de los Ángeles

La parte del agregado retenida en el tamiz No. 4 (4.75 mm) no debe tener un desgaste por abrasión mayor de 40% a 500 revoluciones, según la norma AASHTO T96.

Desintegración al sulfato de sodio

Al llevarse a cabo este ensayo, según la norma AASHTO T-104, el agregado no debe tener una pérdida de peso mayor al 15%.

Caras fracturadas y partículas planas o alargadas

No menos del 40 % por peso de partículas retenidas en el tamiz No. 4, debe tener por lo menos una cara fracturada, esto en el caso de que se utilice grava triturada. Además, no más del 15% en peso pueden ser partículas planas o alargadas. Estas deben tener una longitud mayor que cinco veces su espesor.

Graduación

El agregado que se utilice para ser combinado con el material bituminoso, debe cumplir con las características de graduación de acuerdo con las normas AASHTO T 27 y T 11, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Tipos de graduación para agregados de mezcla asfáltica

Porcentaje de peso que pasa por un tamiz de abertura cuadrada, AASHTO T 27

Tamiz Número	Estándar mm	Tipo A 1 ½'' max		Tipo B 1 '' max			Tipo C ¾'' maz			Tipo D ½'' maz	
		A-1	A-2	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	D-1	D-2
11/2	37.5	100	100								
1	25.0	90-100	70-100	100	100	100					
¾	19.0	40-75	50-80	90-100	70-100	80-100	100	100	100		
½	12.5	10-35				70-90	90-100	70-100	80-100	100	100
3/8	9.5	5-25	25-50	20-55	35-60	60-80	40-70	45-75	70-90	70-100	80-100
4	4.75	0-20	10-30	0-10	15-35	50-70	0-15	20-40	50-70	20-40	55-75
8	2.36	0-10	5-20	0-5	5-20	35-50	0-5	5-20	35-50	5-20	35-50
30	0.600					19-30			18-29		18-29
50	0.300					13-23			13-23		13-23
100	0.150								8-16		8-16
200	0.075		0-4		0-4	0-8		0-4	4-10	0-4	4-10

Impurezas

El agregado debe estar libre de cualquier tipo de impurezas que puedan afectar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas, tales como materia vegetal, basura, arcilla, sustancias químicas nocivas, etc.

Plasticidad

El porcentaje de agregado que pasa el tamiz No. 40 no debe tener un índice de plasticidad mayor del 25 %, según la norma AASHTO T 89, además, el equivalente de arena no debe ser menor que 40 %, según la norma AASHTO T176.

Peso

El agregado debe tener una buena calidad en sus características físicas, tales como la densidad y la uniformidad y cumplir con un peso unitario mayor o igual de 70 lb/pie3, según la norma AASHTO T 19.

Resistencia al desvestimiento

Las partículas de agregados, al ser recubiertas completamente con el material bituminoso a usarse en la mezcla asfáltica, no deben presentar evidencia de desvestimiento, de modo que al practicarse el ensayo de inmersión en agua a 60 °C, permanezcan más del 70 % de las partículas perfectamente cubiertas con el material bituminoso.

2.1.4 Emulsiones Asfálticas

La emulsión asfáltica es un producto conseguido por la dispersión de una fase asfáltica en una fase acuosa, donde las partículas quedan electrizadas, por lo tanto los líquidos que la forman constituyen dos partes que se denominan:

-Fase discontinua. (Está formado por pequeños glóbulos de asfalto)
-Fase continúa. (Está formada por agua)

Las propiedades de una emulsión dependen notablemente del producto químico usado como emulsificante. Dicho químico es un agente con actividad de superficie, que determina si la emulsión se clasificará como aniónica, catiónica

El emulsificante favorece la interacción entre dos fases inmiscibles en la que se refleja la formación de una mezcla estable.

2.1.4.1 Tipos de emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de emulsificante usado. En este caso podemos hablar de dos tipos, aniónicas y catiónicas:

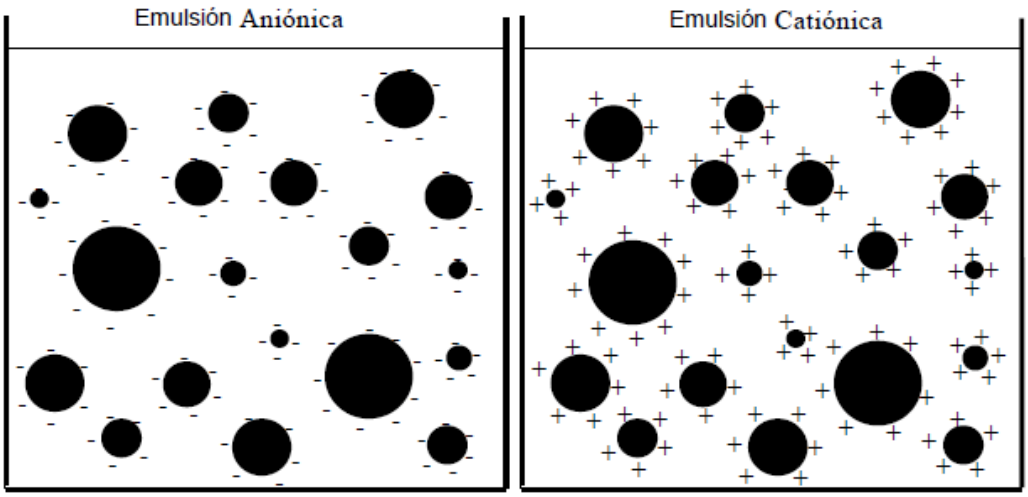


Figura 5. Tipos de emulsiones asfálticas

Emulsiones aniónicas:

En este tipo de emulsiones el agente emulsificante le confiere una polaridad negativa a los glóbulos, o sea que éstos adquieren una carga negativa.

Emulsiones catiónicas:

En este tipo de emulsiones el agente emulsificante le confiere una polaridad positiva a los glóbulos, o sea que éstos adquieren una carga positiva. Respecto a la estabilidad de las emulsiones asfálticas, éstas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

De rompimiento rápido:

Estas se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos (con excepción de la emulsión conocida como ECR-60), la cual no se debe utilizar en la elaboración de estas últimas.

De rompimiento medio:

Estas normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos es menor o igual al 2%, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

De rompimiento lento:

Estas se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.

Para impregnación:

Estas se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas.

Súper estables:

Estas se emplean en la estabilización de materiales y en la recuperación de pavimentos. Según el contenido de asfalto en la emulsión, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas de clasifican como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

2.1.4.2 Rompimiento de las emulsiones asfálticas

Cuando uno usa emulsiones asfálticas, es necesario tener control sobre la estabilidad de la emulsión, o sea, se tiene que poder controlar el rompimiento de la misma. Pasado un tiempo determinado, el cual depende de la situación en particular que se esté trabajando, las emulsiones tienen que desestabilizarse para que el asfalto se deposite como una capa sobre el material pétreo.

Este fenómeno de rompimiento o ruptura de la emulsión ocurre debido a la carga eléctrica que tiene el material pétreo. La carga que tiene el material pétreo neutraliza la carga de las partículas de asfalto en la emulsión, permitiendo que se acerquen unas a otras para formar agregados de gran tamaño; estos agregados son los que se depositan sobre el material pétreo formando una capa asfáltica.

Durante este proceso el agua es eliminada del sistema asfalto-pétreo. En el proceso de desestabilización, la emulsión como va perdiendo agua, pasa por una emulsión inversa en donde el asfalto forma la fase continua y el agua la fase discontinua, o sea que se forman pequeñas gotas de agua en el interior del asfalto, las cuales posteriormente, cuando se deposita la capa de asfalto, son eliminadas.

En general, los factores que influyen en la ruptura de la emulsión aniónica son la evaporación de la fase acuosa, la difusión del agua de la emulsión y la absorción superficial de una parte del emulsificante en el material pétreo. La ruptura de la emulsión catiónica se produce por la absorción de la parte polar del emulsificante por los agregados, provocando la ruptura de la emulsión y haciendo que las partículas del asfalto se adhieran inmediatamente a las partículas del material pétreo, aun en presencia de humedad.

En la figura 6 podemos observar el proceso de ruptura de una emulsión en tres pasos: primero se observa la emulsión, enseguida cuando se inicia el rompimiento y después cuando se produce la ruptura completa y queda el material pétreo cubierto por el asfalto.

La forma de rompimiento de las emulsiones asfálticas catiónicas, en la mayoría de los casos, mejora la adherencia y permite una mejor distribución de la mezcla dentro de la masa del agregado pétreo; adicionalmente permite proseguir los trabajos de asfaltado en regiones con climas húmedos o durante una temporada de lluvias, garantizando la apertura de caminos al tránsito en un corto período de tiempo.

Figura 6. Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo

2.1.4.3 Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas deben de satisfacer los requisitos de calidad que se indican a continuación:

TABLA 7 Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas anionicas

PROPIEDADES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA						ROTURA MEDIA							ROTURA LENTA				
	RS – 1		RS - 2		MS – 1		MS - 2		MS - 2h		HFMS - 1		HFMS – 2		HFMS - 2h		HFMS - 2s	SS - 1		SS - 1h		
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	Máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
VISCOSIDAD:																						
FUROL, a 25 ºC, s	20	100	--	--	20	100	100	--	100	--	20	100	100	--	100	--	50	--	20	100	20	100
FUROL, a 50 ºC, s	--	--	75	400	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1
DEMULSIFICACION: 35 ml,02N CaCl2,%	60	--	60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CUBRIMIENTO																						
agregado seco	--	--	--	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	--	--	--	--
luego rociado	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
agregado humedo	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
solo rociado	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
MEZCLA CON CEMENTO	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,0	--	2,0
ENS. DEL TAMIZ	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1
RESIDUO POR DESTILACION, %	55		63		55		65		65		55		65		65		65		57		57	
ENSAYOS EN EL RESIDUO:																						
PENETRACION, a 25 ºC, 100 gr, 5 s.	100	200	100	200	100	200	100	200	40	90	100	200	100	200	40	90	200		100	200	40	90
DUCTILIDAD, a 25 ºC, 5 cm/m, cm.	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--
ENSAYO DE FLOTACION a 60 ºC, s	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1200	--	1200	--	1200	--	1200	--	--	--	--	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:																						
ALMACENAMIENTO	20	60	50	85	10	60	50	85	50	85	10	60	--	--	50	85	--	--	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	--	--	--	--	10	70	10	70	10	70	10	70	10	70	10	70	--	--	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	--	--	--	--	20	70	20	70	20	70	20	70	20	70	20	70	--	--	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	20	60	50	85	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 8. Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

PROPIEDAD	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h	
	mín	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
VISCOSIDAD:												
FUROL,a 25 gC, s.	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100
FUROL,a 50 gC, s.	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
DEMULSIFICACION: 35 ml .8% sds, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBRIMIENTO												
agregado seco	-	-	-	-	bueno		bueno		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
agregado húmedo	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
CARGA DE PARTICULA	+		+		+		+		+		+	
MEZCLA CON CEMENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0
ENS. DEL TAMIZ	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
DESTILACION: ACEITE DESTILADO %	-	3	-	3	-	12	-	12				
RESIDUO, %	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-
ENSAYOS EN EL RESIDUO:												
PENETRACION, a 25 grados,100 gr, 5 s.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
DUCTILIDAD, a 25 grados, 5 cm/m, cm.	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-
TEMPERATURA DE EMPLEO:												
ALMACENAMIENTO	50	85	50	85	50	85	50	85	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	-	-	-	-	10	70	10	70	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	-	-	-	-	20	70	20	70	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	50	85	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-

2.1.4.4 Clasificación del material pétreo para emulsiones asfálticas.

Debido a que el rompimiento de la emulsión asfáltica se lleva a cabo por la interacción química de ésta con el material pétreo, es necesario conocer el tipo de material pétreo que se tiene, para determinar el tipo de emulsión asfáltica más apropiada.

La clasificación de las rocas tiene en cuenta la proporción en sílice que contienen: ácidas, son las que tienen más del 66% de dióxido de silicio (Si O2); intermedias, las que contienen entre 52 y 66% del mismo mineral y básicas, las que contienen menos del 52%.

En trabajos de investigación recientes, ha quedado establecido que todos los agregados pétreos tienen cargas eléctricas negativas, incluyendo granitos, calizas, dolomitas, areniscas, basalto y cuarzo.

2.1.4.5 Ventajas de las emulsiones asfálticas

En esta sección veremos qué ventajas tienen las emulsiones asfálticas sobre los asfaltos líquidos o rebajados y las mezclas asfálticas en caliente.

1) Es un ligante asfáltico no contaminante ni peligroso, ya que contiene del 35 al 40% de agua como solvente.

2) Su manejo es sencillo y seguro, gracias a su baja viscosidad a temperatura ambiente.

3) Tiene un límite de almacenamiento y es muy amplio, ya que puede ser almacenado por semanas o meses, debido entre otras cosas a la igualdad de las densidades de sus componentes.

4) Tiene una gran adhesión con cualquier agregado pétreo, a pesar de condiciones de humedad adversas debido a la enorme dispersión de las partículas de asfalto de tamaño muy pequeño y al uso de agentes emulsificantes de tipo catiónico.
5) Se aplica en un lapso muy corto de tiempo, lo que permite la pronta funcionalidad de la obra en que se esté usando.
6) Presenta un bajo costo de la fase continua, que es el agua.
7) El equipo de aplicación es mucho más sencillo debido a que todos sus componentes se aplican a temperatura ambiente.
8) Por su aplicación en frío, ayuda a no alterar el medio ambiente y queda suprimida la emisión de humos o gases.
9) El empleo del agua como solvente no crea problema de su desperdicio, ya que es recuperable.

2.1.4.6 Recomendaciones para el uso de emulsiones asfálticas

Las recomendaciones más generales para el uso de las emulsiones asfálticas son:

1) Si el depósito se usó para almacenar emulsiones aniónicas y se van a almacenar emulsiones catiónicas, es necesario neutralizar la acción de aquella lavando el tanque, primero con agua y posteriormente con ácido clorhídrico.
2) Por el contrario, si el depósito se usó para almacenar emulsiones catiónicas y se quiere almacenar emulsiones aniónicas, se tendrá que lavar con agua y neutralizarlo con sosa cáustica.

3) Cuando una fábrica o compañía está establecida permanentemente en una región donde se registran temperaturas muy bajas, los tanques deben tener un sistema de calentamiento adecuado o estar cubiertos con algún sistema aislante, para evitar la congelación.

4) Cuando los tanques de almacenamiento sean los que usa una compañía constructora, los depósitos se protegerán con mechones alrededor, lo que será suficiente para que no baje la temperatura. Si los tanques están enterrados, no hay necesidad de tomar otra medida para evitar la congelación.

5) Antes de recibir una emulsión en obra, se recomienda comprobar su calidad y el tipo de emulsión de que se trate, haciendo las pruebas de identificación que se recomiendan en cada caso.

6) Una emulsión que cumple con las especificaciones de calidad, puede estar almacenada durante más de un año, si se recircula sistemáticamente para mantenerla homogénea.

7) Los tanques de almacenamiento deberán tener un sistema de recirculación, con el objeto de evitar el asentamiento del asfalto contenido en la emulsión.

8) La temperatura ambiente al aplicarse la emulsión, deberá ser de 10 ºC mínimos y en ascenso y nunca debe de hacerse cuando baje la temperatura durante la noche.

9) La emulsión, una vez que es desestabilizada (o sea que ya se produjo el rompimiento), no debe de re-emulsificarse aún en presencia de agua y del paso de los vehículos; por este motivo es muy importante que el emulsificante sea el adecuado.

2.1.4.7 Usos de las emulsiones catiónicas

El asfalto es un importante material termoplástico que es ampliamente usado en la construcción y sus usos se hacen extensivos a las emulsiones asfálticas catiónicas, entre los que destacan:

1) Impermeabilizantes.
2) Para tratamientos superficiales, para pavimentos asfálticos, en carreteras y aeropistas:
- Riegos de impregnación.
- Riegos de imprimación.
- Riegos negros con emulsión diluida.
- Riegos de liga.
- Riegos de sello con arena
3) Bacheo.
4) En la masa o mezcla asfáltica, para carreteras y aeropistas.
5) Grava - emulsión y arena – emulsión.

2.1.4.8 Composición de las emulsiones asfálticas

Una emulsión tiene tres ingredientes básicos: asfalto, agua y un agente emulsificante. En algunas ocasiones el agente emulsificante puede contener un estabilizador. En aplicaciones especiales como es el caso del Micropavimento se agrega un ingrediente más, el polímero.
Es bien sabido que el agua y el asfalto no se mezclan, excepto bajo condiciones cuidadosamente controladas, usando equipo especializado y aditivos químicos. La mezcla de betún asfáltico ó cemento asfáltico y agua es algo análoga al caso

de un mecánico de automóviles que trata de quitarse la grasa de sus manos con agua. Únicamente, hasta cuando use un detergente o agente jabonoso le será posible remover la grasa con éxito. Las partículas de jabón rodean los glóbulos de grasa, rompen la tensión superficial que los une y permite que sean lavados. Se aplican principios físicos y químicos similares para la formulación y producción de las emulsiones asfálticas.

El propósito es conseguir una dispersión de betún asfáltico en agua, suficientemente estable para el bombeo, almacenamiento prolongado y mezclado. Además, la emulsión deberá romper rápidamente al entrar en contacto con el agregado en el mezclador o después de ser esparcida sobre la superficie de la vía. Una vez curado, el asfalto residual conserva todas las propiedades de adhesividad, durabilidad y resistencia al agua del betún asfáltico usado para producirla.

2.1.4.9 Modalidad de Venta.

Granel: Se despacha en carro-tanques con capacidad desde 3.000 galones.
Tambores: Con capacidad de 55 galones.
Garrafas: Con capacidad de 5 Galones.

2.1.5 Base granular

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento.

Los materiales utilizados en la base granular deben cumplir ciertos requisitos, que se describen a continuación:

2.1.5.1 Valor soporte (CBR)

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 80%.

2.1.5.2 Índice plástico-Índice líquido

La porción que pase el tamiz N°40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6% y un límite liquido menor de 25%.

2.1.5.3 Abrasión de los Ángeles

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste menor del 40%.

2.1.5.4 Impurezas

El material de base granular debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de base granular puedan causar fallas en el pavimento.

2.1.5.5 Base granular clase 1

Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los tipos A y B en la tabla 9.

El proceso de trituración que emplee el contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

Tabla 9. Limites granulométricos para base granular clase 1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través De los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2”(50.8mm)	100	---
1 ½”(38.1mm)	70-100	100
1”(25.4mm)	55-85	70-100
3/4”(19.0mm)	50-80	60-90
3/8”(9.5mm)	35-60	45-75
N°4(4.76mm)	25-50	30-60
N°10(2.00mm)	20-40	20-50
N°40(0.425mm)	10-25	10-25
N°200(0.075mm)	2-12	2-12

2.1.5.6 Base granular clase 2

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso. El proceso de trituración que emplee el contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mesclados necesariamente en planta.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 10.

Tabla 10. Limites granulométricos para base granular clase 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través De los tamices de malla cuadrada
1”(25.4mm)	100
3/4”(19.0mm)	70-100
3/8”(9.5mm)	50-80
N°4(4.76mm)	35-65
N°10(2.00mm)	25-50
N°40(0.425mm)	15-30
N°200(0.075mm)	3-15

2.1.5.7 Base granular clase 3

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 11.Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

Tabla 11. Limites granulométricos para base granular clase 3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través De los tamices de malla cuadrada
3/4”(19.0mm)	100
N°4(4.76mm)	45-80
N°10(2.00mm)	30-60
N°40(0.425mm)	20-35
N°200(0.075mm)	3-15

2.1.5.8 Base granular clase 4

Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 12.

Tabla 12. Limites granulométricos para base granular clase 4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través De los tamices de malla cuadrada
2”(50.8mm)	100
1”(25.4mm)	60-90
N°4(4.76mm)	20-50
N°200(0.075mm)	0-15

2.1.6 Sub-base granular

Es la capa compuesta por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado.

Los materiales utilizados en la sub-base granular deben cumplir ciertos requisitos, que se describen a continuación:

2.1.6.1 Valor soporte (CBR)

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

2.1.6.2 Índice plástico-Índice líquido

La porción que pase el tamiz N°40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite liquido máximo de 25.

2.1.6.3 Abrasión de los Ángeles

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%.

2.1.6.4 Impurezas

El material de sub-base granular debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base granular puedan causar fallas en el pavimento.

2.1.6.5 Sub-base granular clase 1

Son sub-bases constituidas por agregados obtenidos por trituración de roca o gravas y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría clase 1. Por lo menos el 30% del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Tabla 13. Limites granulométricos para sub-bases granulares

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través De los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3”(76.2mm)	---	---	100
2”(50.8mm)	---	100	---
1 ½”(38.1mm)	100	70-100	---
N°4(4.76mm)	30-70	30-70	30-70
N°40(0.425mm)	10-35	15-40	---
N°200(0.075mm)	0-15	0-20	0-20

2.1.6.6 Sub-base granular clase 2

Son sub-bases constituidas por agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría clase 2.

2.1.6.7 Sub-base granular clase 3

Son sub-bases constituidas por agregados naturales.
Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-base clase 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

2.1.7 Material secante para sello de fisuras

Cuando se realizan trabajos como sello de grietas o fisuras e imprimación se debe cumplir con ciertos requisitos para el material secante: las partículas deben ser duras, durables y fragmentadas de la trituración de grava o piedra o bien arena natural lavada, que cumplan con los siguientes requisitos:

1. El porcentaje de material que pasa por la malla N° 3/8 debe ser 100 %.Tabla 14.
2. El límite líquido, según la norma AASHTO T 89, no debe ser mayor de 25.
3. Las partículas deben estar libres de materia orgánica o grumos de arcilla.

Tabla 14. Granulometría para el material secante

Estándar mm	Tamiz Nº	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)
9.50	⅜	100 %
4.25	4	90 – 100 %
0.075	200	0 – 7 %

2.2 Ensayos para materiales de mezcla asfáltica

2.2.1 Ensayos para asfaltos

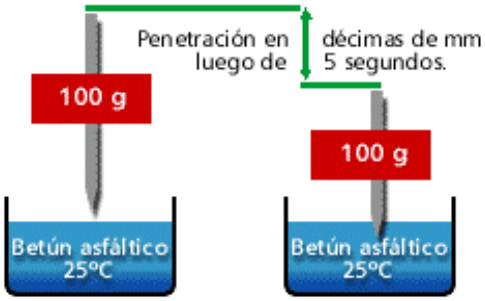
El asfalto, como cualquier otro material de construcción, debe cumplir con los requisitos mínimos para garantizar que sea de calidad y que el producto final, en este caso la mezcla asfáltica, cumpla con los requerimientos físicos y mecánicos. Estos requisitos se determinan a través de ensayos de laboratorio normados, que describimos a continuación.

2.2.1.1 Penetración

El ensayo de penetración determina la dureza o consistencia relativa de un betún asfáltico, midiendo la distancia que una aguja normalizada penetra verticalmente en una muestra del asfalto en condiciones especificadas de temperatura, carga y tiempo.

Cuando no se mencionan específicamente otras condiciones especificadas, se entiende que la medida de penetración se hace a 25 °C, que la aguja está cargada con 100 g y que la carga se aplica durante 5 seg. La penetración determinada en estas condiciones se llama penetración normal. La unidad penetración es la décima de milímetro.

Es evidente que cuando más blando sea el betún asfáltico se clasifican en grados según su dureza o consistencia por medio de la penetración. El Instituto del Asfalto ha adoptado cuatro grados de betún asfáltico para pavimentación comprendidas dentro de los márgenes siguientes: 60–70; 85–100; 120–150 y 200–250. Además, el Instituto tiene especificaciones para un betún asfáltico de penetración comprendida en el margen 40–50, que se usa en aplicaciones especiales e industriales, los aparatos y procedimientos para realizar el ensayo de penetración se describen en el Método AASTHO T49 y en el ASTM D5.



Al empezar la prueba **Luego de 5 seg**

Figura 7. Ensayo de penetración

2.2.1.2 Viscosidad

Permite conocer los valores de la resistencia del asfalto a fluir.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Mantener el baño a una temperatura de prueba de 60 ° C.
2. Escoger un viscosímetro limpio y seco(que de un tiempo de flujo mayor de 60 seg)
3. Precalentar a la temperatura de prueba.

4. Dejar el viscosímetro cargado en el baño hasta que la muestra haya alcanzado la temperatura de prueba.
5. Inicia el flujo del asfalto en el viscosímetro (medir el tiempo requerido para que el borde guía del menisco pase de la primera marca hasta la segundad con aproximación de 0.1 seg)

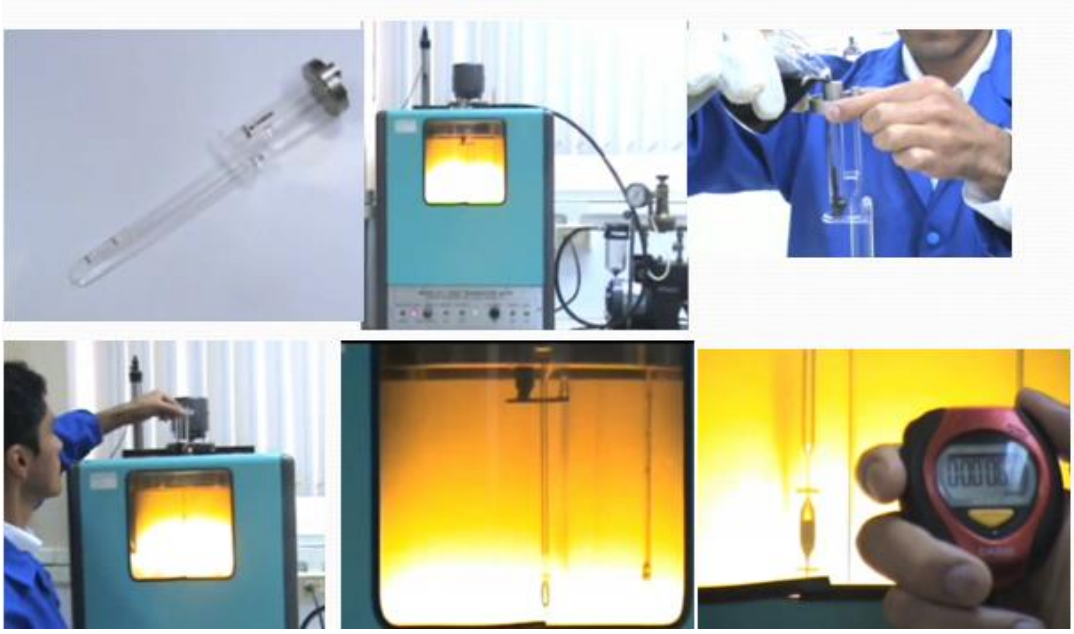


Figura 8. Ensayo de viscosidad

2.2.1.3 Punto de inflamación

El punto de inflamación representa la temperatura a la cual un asfalto puede calentarse con seguridad, sin que éste se inflame en presencia de una llama.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Llenar la copa con la muestra de ensayo hasta la marca de llenado y colocarla en el centro del calentador.

2. Aplicar calor inicialmente en una proporción de 14 a 17°C por min, empiece aplicar la llama de ensayo cuando la temperatura de la muestra este a aproximadamente a 28 °C por debajo del punto de inflamación.
3. Pase la llama de ensayo con un movimiento suave y continuo, el tiempo empleado en pasar la llama a través de la copa será un segundo, registre como punto de inflamación la lectura de temperatura al instante que la llama de ensayo causa una llamarada en la copa.

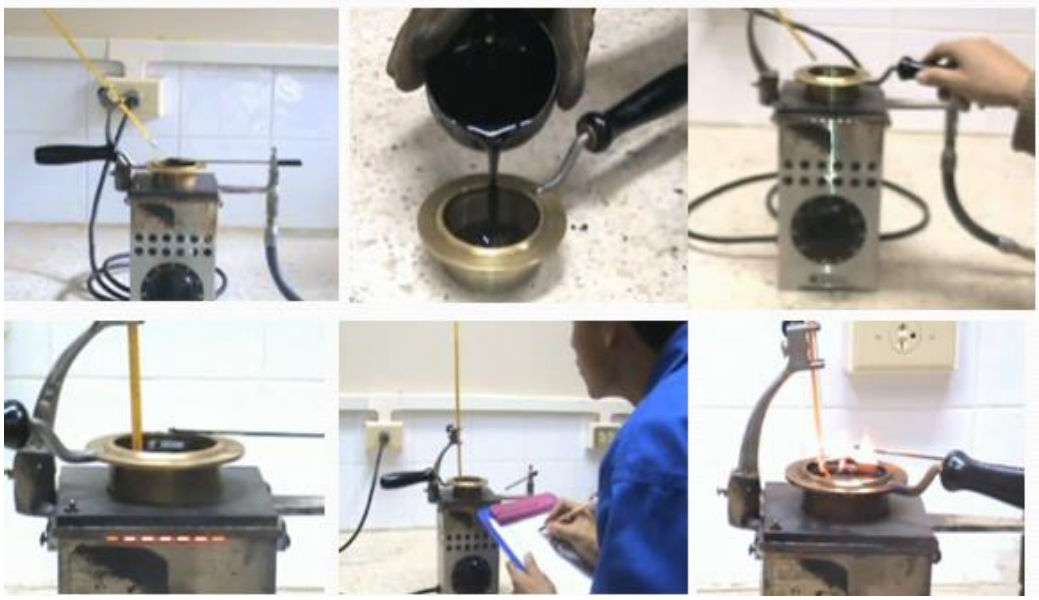


Figura 9. Ensayo de punto de inflamación "vaso abierto Cleveland"

2.2.1.4 Ductilidad

La ductilidad es una propiedad muy importante, ya que determina en gran parte la capacidad aglomerante de un cemento asfáltico. Por otra parte, si un asfalto tiene una ductilidad muy elevada, es más propenso a los cambios de temperatura.

La ductilidad de un cemento asfáltico se mide con un ensayo tipo "extensión" para el que se moldea una probeta de cemento asfáltico en condiciones y medidas normalizadas. Se la lleva a la temperatura de ensayo de la norma, generalmente 25ºC (77ºF) y se separa una parte de la probeta de la otra a cierta velocidad, normalmente 5 cm por minuto, hasta que se rompa el hilo de asfalto que une ambos extremos de la muestra. La ductilidad del asfalto es la distancia (en cen-tímetros) a la cual se rompe dicho hilo.

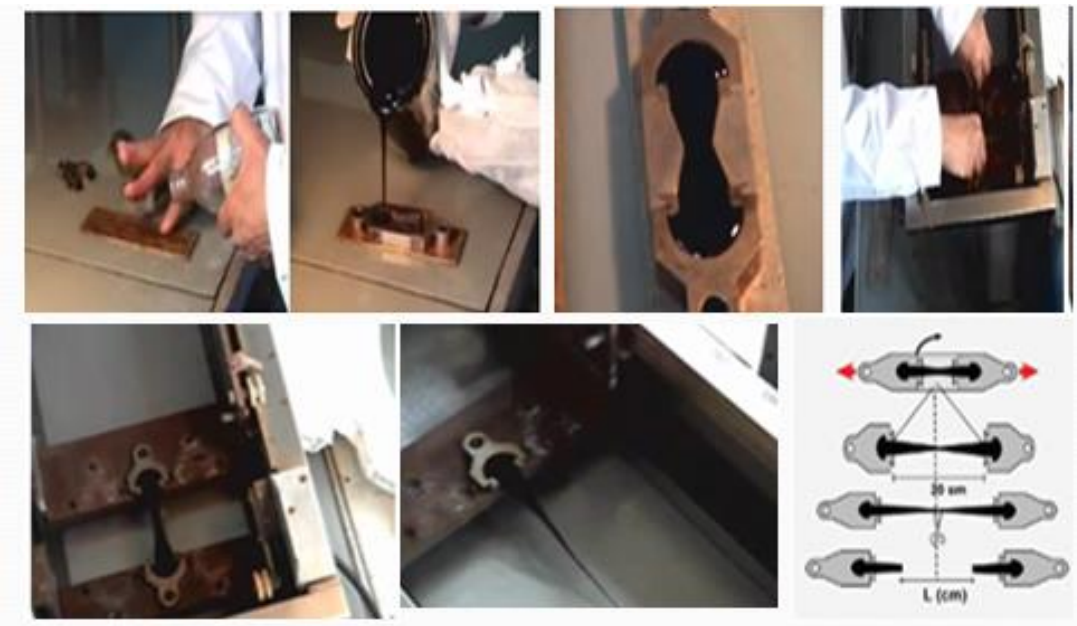


Figura 10. Ensayo de ductilidad

2.2.1.5 Solubilidad

El ensayo de solubilidad es una medida de la pureza del cemento asfáltico. La parte del mismo soluble en bisulfuro de carbono representa los constituyentes

activos de cementación. Solo la ma-teria inerte, como sales, carbón libre, o contaminantes inorgánicos, no son solubles.
En este ensayo se usa generalmente tricloro-etileno, que es menos peligroso que el bisulfuro de carbono y otros solventes. La mayoría de los cementos asfálticos son igualmente solubles en cualquiera de ellos.

El procedimiento consiste en disolver 2 gr. de asfalto en 100 ml de solvente, para luego filtrar dicha solución. Por diferencia de pesada, del filtro antes y después de filtrar, se determina la cantidad de impurezas retenidas y se calcula el grado de pureza.

2.2.2 Ensayos para agregados

2.2.2.1 Abrasión

Este ensayo tiene por objetivo indicar los procedimientos para determinar la resistencia a la abrasión.

Carga abrasiva

a) La carga abrasiva consistirá de esferas de acero de aproximadamente 4,76cm (1 7/8”) de diámetro y que pesen cada una de ellas entre 390 a 445 gr.

b) La carga abrasiva, se aplica dependiendo de la graduación de la muestra de ensayo.

Tabla 15. Granulométrica del material de ensayo

METODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
1 ½"	1"	1 250±25			
1"	¾"	1 250±25			
¾"	½"	1 250±10	2 500±10		
½"	3/8"	1 250±10	2 500±10		
3/8"	¼"			2 500±10	
¼"	Nº4			2 500±10	
Nº4	Nº8				5 000±10
PESO TOTAL		5 000±10	5 000±10	5 000±10	5 000±10
Nº de esferas		12	11	8	6
Nº de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. El material deberá ser lavado y secado en horno a una temperatura constante de 105-110ºC, tamizadas según las mallas que se indican y mezcladas en las cantidades del método al que correspondan, según la Tabla Nº15.
2. Pesar la muestra con precisión de 1 gr., para el caso de agregados gruesos hasta de 1 ½".
3. Introducir la muestra junto con la carga abrasiva en la máquina de Los Ángeles, cerrar la abertura del cilindro con su tapa, ésta tapa posee empaquetadura que impide la salida de polvo fijada por medio de pernos. Accionar la máquina, regulándose el número de revoluciones adecuado según el método.
4. Finalizado el tiempo de rotación, se saca el agregado y se tamiza por la malla Nº12.

5. El material retenido en el tamiz Nº12 se lava y seca en horno, a una temperatura constante entre 105º a 110ºC pesar la muestra con precisión de1 gr.

Figura 11. Ensayo de los Ángeles

Calculo:

La diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de ensayo, se expresara como un porcentaje del peso original de la muestra ensayada. Este valor se reporta como el porcentaje de desgaste.

Formulas a Utilizar:

$$\% \text{ desgaste de los ángeles} = \frac{W \text{ total} - W \text{ tamiz } \#12}{W \text{ total}} \times 100$$

2.2.2.2 Ensayo de resistencia a los sulfatos

Cuando los agregados van a ser sometidos a los efectos de estos compuestos químicos, por ejemplo cerca del mar, es necesario determinar la resistencia a la disgregación por los sulfatos, esto se logra sometiendo a los agregados a soluciones saturadas de sulfato de sodio o magnesio.

Aparatos:

Tamices, Recipientes para la emersión de las muestras, Regulación de la temperatura, Balanzas, Soluciones, Horno, Hidrómetro.

Muestras:

Agregado fino: El agregado fino se pasará por el tamiz 3/8”. La muestra será de tal tamaño que se obtenga porciones no menores de 100gr de cada uno de los siguientes tamaños, los cuales estarán disponibles en cantidades de 5 %.

Tabla 16. Tamices para material pasante y retenido (resistencia a los sulfatos)

Material pasante	Material retenido
N° 30(595 micras)	N° 50(297 micras)
N° 16(1.19 mm)	N° 30(595 micras)
N° 8(2.38 mm)	N° 16(1.19 mm)
N° 4(4.76 mm)	N° 8(2.38 mm)
3/8” (9.5 mm)	N° 4(4.76 mm)

Agregado grueso: El agregado grueso para el ensayo consistirá de un material del cual se haya eliminado las partículas que puedan pasar por el tamiz #4. Este material se ensayará de acuerdo con el procedimiento indicado para agregados

finos. La muestra será de tal tamaño que se obtenga cantidades no menores que las que se indica a continuación para cada uno de los diferentes tamaños, los cuales estarán disponibles en cantidades de 5%.

Preparación de la muestra de ensayo

Agregado fino: Lávese cuidadosamente la muestra de agregado fino en una malla #50, séquese a peso constante a una temperatura de 105 a 110°C, y separe en los diferentes tamaños por medio del cribado, de la manera siguiente: hágase una separación burda de la muestra graduada por medio de un juego de mallas estándar especificadas en la sección 3. De las fracciones obtenidas de esta manera selecciónese muestras de tamaño suficiente para que se retengan 100gr en cada malla después de cribado. (En general, será suficiente una muestra de 110gr). No se deberán usar agregados finos que se adhieran a los alambres de las mallas para preparar las muestras. Pésense muestras que consistan de 100gr de cada una de las fracciones separadas después del cribado final y colóquese en recipientes separados para el ensayo.

Agregado grueso: Lávese y séquese cuidadosamente la muestra de agregado grueso a peso constante a una temperatura comprendida entre 105 y 110°C, y sepárese en tamaños diferentes de acuerdo con la sección 3(b) por medio de cribado. Pésese la cantidad adecuada de cada fracción de la muestra y colóquese estas fracciones en recipientes separados para el ensayo. El caso de partículas de agregados retenidos en las mallas de 19 mm (3/4”), cuentes el número de partículas.

Procedimiento

a) Sumérjase las muestras en la solución preparada de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio durante un periodo no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, de tal manera que todas las partículas queden sumergidas hasta una profundidad no menos de 12,7 mm (en el caso de agregados de peso ligero pueden colocarse mallas de alambre de peso adecuado sobre las muestras con el objeto de que se sumerja en la solución). Cúbranse los recipientes para reducir la evaporación y para permitir la adición accidental de partículas extrañas. Consérvese las muestras sumergidas en la solución a una temperatura de 21±1°C durante el periodo de inmersión.

b) Después del periodo de inmersión, remuévase la muestra de agregado de la solución, déjese drenar durante 15±5 min, y colóquese en el horno. La temperatura del horno en este instante deberá estar comprendida entre 105 y 110°C. Séquese las muestras hasta que el peso sea constante. Durante el periodo de secado remuévanse las muestras del horno, déjese enfriar a la temperatura ambiente y pésense a intervalos de tiempo no menores de 4 horas ni mayores de 18 horas. Puede considerarse que se ha alcanzado peso constante cuando dos pesadas sucesivas de cada muestra, efectuadas de la manera descrita, difieran en menos de 0.1gr en el caso de muestras de agregado fino, o menos de 1.0gr en el caso de muestras de agregado grueso. Después de que se haya alcanzado peso constante, déjese enfriar las muestras a la temperatura ambiente, cuando se vaya a sumergir nuevamente en la solución preparada.

c) Repetir el proceso de inmersión y secado hasta que se obtenga el número requerido de ciclos.

Examen cuantitativo

a) Después de completar el ciclo final y después que se haya enfriado la muestra, lávese la muestra hasta que quede libre de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio según se determina por la reacción del agua de lavado con cloruro de bario.

b) Séquese cada fracción de muestra a peso constante a una temperatura de 105 a 110°C y pésese. Críbese el agregado fino sobre la misma malla en la cual se retuvo antes de la prueba, y críbese el agregado grueso sobre la malla que se indica a continuación para el tamaño apropiado de cada partícula.

Tabla 17. Tamaño de agregado y tamiz empleada para determinar la pérdida (resistencia a los sulfatos)

Tamaño de agregado	tamiz empleada para determinar la pérdida
2 ½ “ a 1 ½ “	1 ¼”
1 ½ “ a ¾ “	5/8”
¾ “ a 3/8 “	5/16 “
3/8 “ a #4	# 5

Se sugiere que se puede obtener información útil adicional examinando visualmente cada fracción con objeto de determinar si existe evidencia de un resquebrajamiento excesivo de los granos.

Examen cualitativo

Examínese cualitativamente las fracciones de las muestras de más de ¾" des pues de cada inmersión y cuantitativamente al final del ensayo.
El examen cualitativo y el registro correspondiente consistirá en dos partes: 1) observación del efecto (se puede esperar muchos tipos de acción. En general, puede clasificarse como desintegración, resquebrajamiento, desmoronamiento, agrietamiento, descascaramiento, etc.) del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.
Cuando se requiera examinar cualitativamente las partículas mayores de ¾" se recomienda hacer el examen de las partículas menores con objeto de determinar su existe evidencia de un resquebrajamiento excesivo.

Formula:

$$\%\, DE\ PERDIDA\ REAL = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$$

2.2.2.3 Granulometría

Los tamaños de las partículas de agregados y su dosificación en la mezcla asfáltica dependen del tipo de pavimento.

Ensayos se hacen por dos vías:

- Vía Húmeda para granos finos
- Vía seca por medio de tamices para granos gruesos(grava y arena)

Determinación de porcentaje de finos:

Si se requiere conocer con mayor exactitud el porcentaje de finos que tenga el suelo es necesario hacer primero un lavado por el tamiz 200, para lo cual se cogen unos 100 a 500 gramos del suelo seco, se pesan y se ponen sobre la malla 200 o sobre otra malla protectora antes de la malla 200, se lava el suelo en un lavadero cuidando que salgan todos los finos adheridos a las partículas gruesas. Cuando el agua que pasa por el tamiz 200 sale limpia, se cierra la llave y se vierte todo el retenido en la malla 200 y en la malla protectora en un recipiente y se lleva al horno a 24 horas a 110 ºC.

$$\frac{\text{Peso seco final}}{\text{Peso seco inicial}}\text{x}100 = \%\ \text{retenido en el tamiz } 200$$

= % Pasa tamiz 200 (% de finos)= 100 – (% retenido en tamiz 200)

Análisis por tamices se hace:

- Con la muestra integra
- Con la muestra previamente lavada por el tamiz 200

Si predomina grava, los tamices usados son: 3’ ,2’’,1 ½’’,1’’,3/4’’,1/2’’,3/8’’,N° 4.

Si predomina arena, los tamices usados son: N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200, fondo y tapa.

El procedimiento es:

1. Se seca la muestra en un horno a 105 ºC, excepto si los suelos son residuales en cuyo caso se secan al ambiente. Se pesa la cantidad requerida para la prueba.
2. Se desmoronan los grumos con un rodillo de madero o los dedos.
3. Se pone el material en la tamizadora correspondiente esto es, si existe solo grava se pone en la tamizadora grande, si solo hay arena se pone en la tamizadora pequeña. El tamizado se realiza durante unos 15 minutos.
4. Todas las partículas retenidas en cada malla son pesados, cuidadosamente que no se quede retenida en sus aberturas.

Donde: Porcentaje retenido= peso parcial/peso total x 100.

Porcentaje pasante: 100 - % retenido.

2.2.2.4 Peso unitario del agregado grueso

Este método de ensayo tiene por objetivo indicar los procedimientos para determinar el peso unitario de los agregados gruesos, finos o la mezcla de ellos.

Calibración del recipiente

- Se pesa el recipiente.
- Agregamos agua en el recipiente.
- Restamos los dos pesos obtenidos, obteniendo el peso del agua.
- Para el factor de calibración recipiente se determinara dividiendo 1000kg/m3 entre el peso del agua.

Determinación de la muestra

La muestra se mezcla completamente y se seca a temperatura ambiente.

Determinación del peso unitario suelto.

El recipiente se llena con una pala descargando el agregado desde una altura no mayor de 5 cm por encima del recipiente.
El agregado sobrante se elimina con una regla.
Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, restando el peso del recipiente menos el peso del agregado más recipiente.
De esta manera se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor de calibración del recipiente calculado.

Determinación del peso unitario compactado.

Se llena la tercera parte del cilindro y se nivela la superficie con la mano.
Se apisona la masa con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
Se llena las dos terceras partes del recipiente y se nuevo se compacta con 25 golpes como antes.
Luego llenamos el cilindro hasta rebosar y se compacta 25 veces con la barra compactadora, el agregado sobrante se elimina usando la barra compactadora como regla.
Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, restando el peso del recipiente menos el peso del agregado más recipiente.

De esta manera se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor de calibración del recipiente calculado.

2.2.2.5 Humedad

Para determinar el porcentaje de humedad de los agregados, primero se pesa una cantidad determinada de los mismos, luego se seca y se vuelve a pesar. La diferencia de pesos es la humedad contenida en los agregados.
El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,
P: es el contenido de humedad [%]
W: es la masa inicial de la muestra [gr]
D: es la masa de la muestra seca [gr]

2.3 Métodos de dosificación de mezclas asfálticas.

Las mezclas asfálticas se dosifican de acuerdo con los requerimientos de diseño del proyecto en plantas especializadas, que pueden ser de dosificación y de tambor. Por medio de un análisis de cargas, suelos y materiales, se realiza un diseño del pavimento que será constituido por las tres capas principales: sub-base, base y carpeta asfáltica. Esta última puede tener una mezcla de fraguado lento, medio o rápido, según las necesidades y dependiendo del tipo de cemento asfáltico utilizado.

2.3.1 Mezclas asfálticas de fraguado lento

Están compuestas básicamente de los siguientes materiales: a) agregado fino, que puede ser arena natural o materiales obtenidos de la trituración de piedra, b) agregado grueso, que deben ser de piedra o escoria triturada, grava triturada o una combinación de ambas, y c) Asfaltos diluidos de curación lento SC.
Cada uno de los componentes varía de acuerdo con las condiciones de diseño para el proyecto. La cantidad de cemento asfáltico a utilizarse determina en gran manera el aspecto económico de la mezcla, y ésta depende de la cantidad y el tamaño de los agregados gruesos de la mezcla. La mezcla debe estar constituida aproximadamente en un 75 % del volumen en agregados, de esta manera se logra una mezcla estructuralmente aceptable y económica.

2.3.2 Mezclas asfálticas de fraguado medio

Las mezclas asfálticas de fraguado medio están compuestas básicamente de los siguientes materiales: a) agregado fino, que puede ser arena natural o materiales obtenidos de la trituración de piedra, b) agregado grueso, que deben ser de piedra o escoria triturada, grava triturada o una combinación de ambas, y c) Asfaltos diluidos de curación media MC. Estos materiales tienen un rango de ebullición de entre 325 a 525 °F por lo que su velocidad de fraguado es relativamente baja. Se debe tomar en consideración que los componentes tales como el diesel o el querosén son volátiles y perjudiciales ecológicamente. Con respecto a los agregados podemos decir que, como mencionamos anteriormente, deben conformar aproximadamente un 75 % del volumen total de la mezcla, para que la misma sea económica.

2.3.3 Mezclas asfálticas de fraguado rápido

Las mezclas asfálticas de fraguado rápido están compuestas básicamente de los siguientes materiales: a) agregado fino, que puede ser arena natural o materiales obtenidos de la trituración de piedra, b) agregado grueso, que deben ser de piedra o escoria triturada, grava triturada o una combinación de ambas, y c) Asfaltos diluidos de curación rápida RC. Estos componentes tienen la característica de evaporarse rápidamente, por lo que el tiempo de fraguado es bastante corto en relación con las mezclas asfálticas descritas anteriormente, esto se debe a que su rango de ebullición es de 250 a 400 °F. La cantidad y la graduación de los agregados (98 % en peso de la mezcla) finos y gruesos dependen del diseño, pero hay que tomar en cuenta que debe ser balanceada para que la carpeta asfáltica cumpla con las especificaciones de diseño pero a la vez sea económica.

CAPÍTULO 3 TIPOS DE FALLAS EN CONCRETO ASFALTICO

3.1 Fallas de la superficie

Fallas de la superficie	
Desprendimientos	Pérdida de agregados
	Descascaramiento
	Ojo de pescado o bache superficial
Alisamientos	Exudación de asfalto
	Pulimento del agregado
Exposición de agregados	Cabeza dura (pérdida de película de ligante)

Tabla 18 Fallas de la superficie

3.1.1 Pérdida de agregados

3.1.1.1 Descripción

Conocida como desintegración, corresponde a la desintegración superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos.

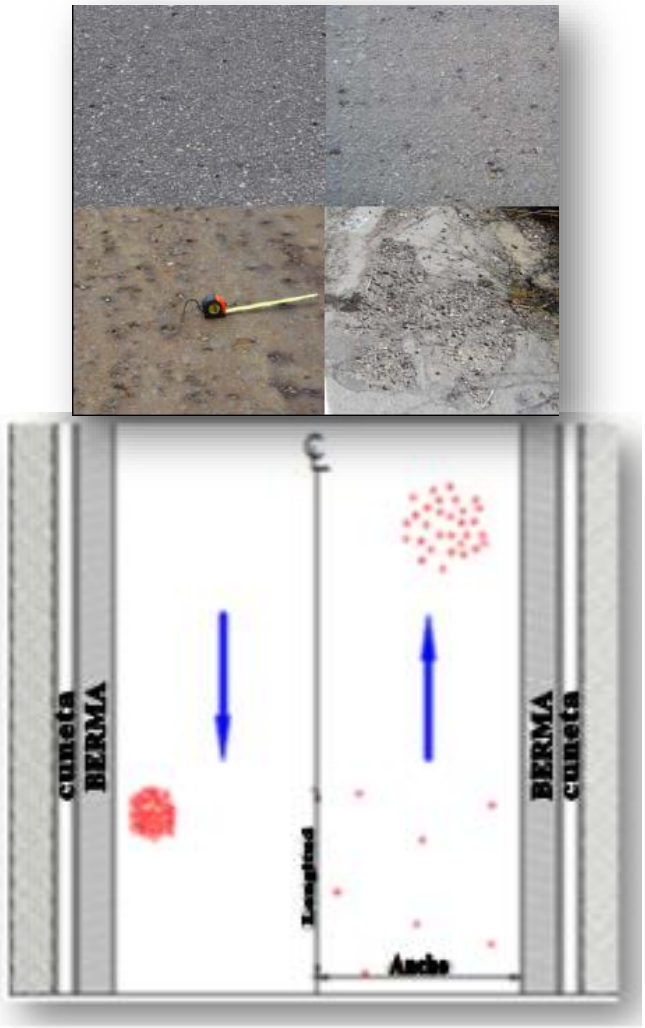


Figura 12. Pérdida de agregados

3.1.1.2 Posible causas

- Aplicación irregular de ligante en tratamientos superficiales.
- Ligante inadecuado.
- Problema de adherencia entre agregado y asfalto.
- Endurecimiento significativo del asfalto.
- Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfaltico.

3.1.1.3 Nivel de severidad

Se mide de acuerdo con la pérdida o desprendimientos del agregado y del área que abarca con respecto al tramo evaluado. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

- Bajo: Los agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15m.
- Medio: Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.
- Alto: Existe desprendimientos extensivos de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados sueltos.

3.1.1.4 Medición

Se registra el área afectada de acuerdo con la severidad predominante, en metros cuadrados (m2).

3.1.1.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Riego en negro.
- Medio y alto: Tratamiento superficial simple.

3.1.2 Descascaramiento. Pérdida de capa de rodadura (peladuras)

3.1.2.1 Descripción

Este deterioro corresponde a la parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.

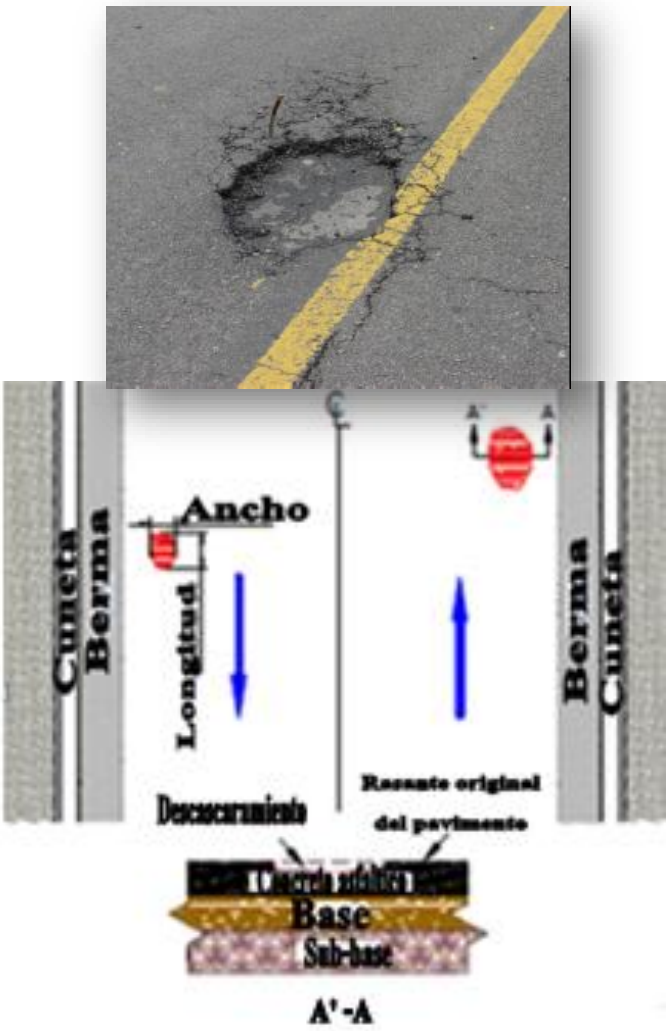


Figura 13. Descascaramiento

3.1.2.2 Posibles causas

- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.
- Riego de liga deficiente.
- Mezcla asfáltica muy permeable.

3.1.2.3 Nivel de severidad

Se mide de acuerdo con la profundidad de los desprendimientos y del área que abarca con respecto al tramo evaluado. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

- Bajo: profundidad menor que 0.01 m.
- Medio: profundidad entre 0.01 m y 0.025 m.
- Alto: profundidad mayor que 0.025 m.

3.1.2.4 Medición

Se registra el área afectada de acuerdo con la severidad predominante, en metros cuadrados (m2)

3.1.2.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Parcheo en superficies de rodadura asfáltica o Tratamiento superficial simple.
- Medio y alto: Renivelación con sobrecarpeta con mezclas asfáltica en frío o en Caliente.

3.1.3 Ojo de pescado o bache superficial

3.1.3.1 Descripción

Cavidades en forma redondeada con bordes bien marcados que resultan del desprendimiento del material de las capas superiores.

Figura 14. Ojo de pescado o bache superficial

3.1.3.2 Posibles causas

- Dosificación insuficiente de ligante asfáltico en bases tratadas con cemento asfáltico, aplicado en caliente, diluido o emulsificado.
- Ligante asfáltico inadecuado o de mala calidad.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura (carpeta).
- Evolución del daño por piel de cocodrilo hasta tener pérdida de material y el ahuecamiento.

3.1.3.3 Nivel de severidad

PROFUNDIDAD MÁXIMA	DIÁMETRO PROMEDIO		
	<100mm	100-250mm	>250 mm
<10mm	B	B	M
10-25mm	B	M	A
>25mm	M	M	A

3.1.3.4 Medición

- Número de ojos de pescado por cada 100 m de carril.
- Medición del diámetro del ojo de pescado.

3.1.3.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
- Medio y alta: Bacheo en superficie de rodadura asfáltica.

3.1.4 Exudación del asfalto (sangrado)

3.1.4 .1 Descripción

Este tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfaltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa.

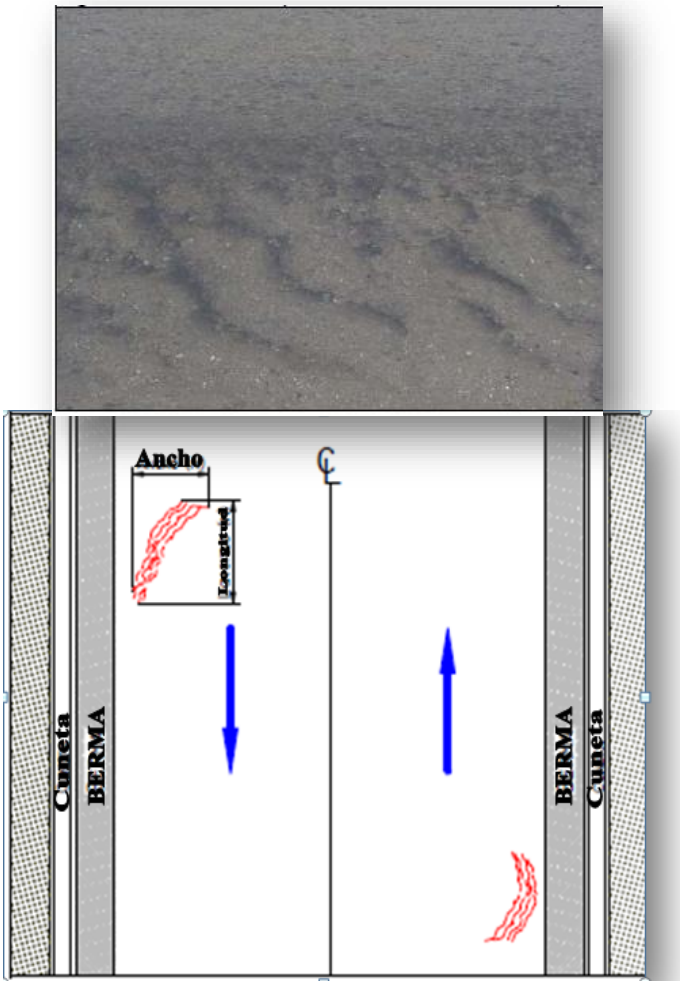


Figura 15. Exudación del asfalto

3.1.4 .2 Posibles causas

- Exceso de ligante asfáltico en la dosificación.
- Uso de ligante asfáltico muy blando.
- Derrame de solventes.

3.1.4 .3 Nivel de severidad

Puede clasificarse de acuerdo con el espesor de la película de asfalto exudado (Teniendo en cuenta que tanto se han cubierto los agregados superficiales)

- Baja: La exudación se hace visible en la superficie, aunque en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.
- Media: Apariencia característica, con exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas del tránsito; se torna pegajoso en los climas cálidos.
- Alta: Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que le da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se torna pegajoso en los climas cálidos.

3.1.4 .4 Medición

Este tipo de daño es medido en metros cuadrados (m2) de acuerdo a la severidad.

3.1.4 .5 Solución e intervención recomendada

- Bajo, medio y alto: Riego de arena

3.1.5 Pulimento del agregado

3.1.5.1 Descripción

Este daño se evidencia por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

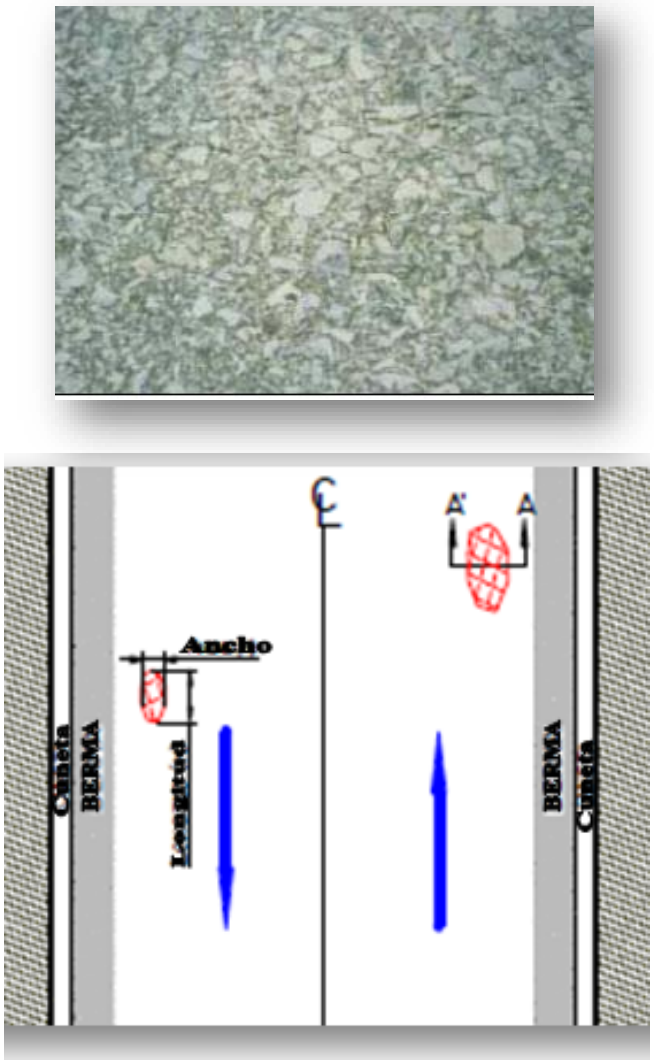


Figura 16. Pulimento del agregado

3.1.5.2 Posibles causas

La causa de este tipo de daño radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento (un ejemplo de estos son las calizas)

3.1.5.3 Nivel de severidad

No se definen niveles de severidad. El pulimento del agregado es un deterioro que no presenta progresión; por esta razón no se definen niveles de severidad.

3.1.5.4 Medición

Este tipo de daño es medido en metros cuadrados (m2), y no tiene ningún grado de severidad asociado.

3.1.5.5 Solución e intervención recomendada

- Sello arena asfalto.

3.1.6 Cabeza dura (pérdida de película de ligante)

3.1.6.1 Descripción

Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.

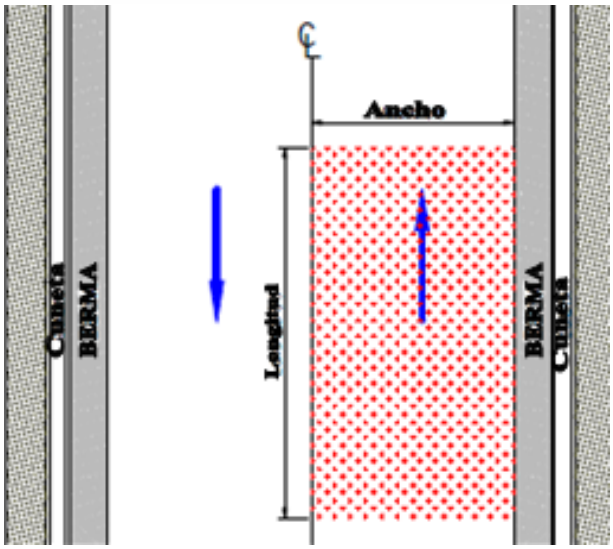


Figura 17. Cabeza dura (pérdida de película de ligante)

3.1.6.2 Posibles causas

- Uso de agregados gruesos con tamaño inadecuado.
- Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas.
- Segregación de los agregados pétreos durante su manejo en obra.
- Heterogeneidad en la dureza de los agregados.

3.1.6.3 Nivel de severidad

No se considera según metodología SHRP y según Distress Identification Manual (PCI) un nivel de severidad.

3.1.6.4 Medición

Este tipo de daño es medido en metros cuadrados (m2), y no tiene ningún grado de severidad asociado.

3.1.6.5 Solución e intervención recomendada

- Renivelación con sobrecarpeta con mezclas asfálticas en caliente o frío.

3.2 Fallas de la estructura

Fallas de la estructura	
Deformaciones	Baches
	Ondulaciones
	Hundimiento
	Hinchamiento
Agrietamientos	Grieta longitudinal
	Grieta transversal
	Falla en bloque
	Piel de cocodrilo

Tabla 19. Fallas de la estructura

3.2.1 Baches

3.2.1.1 Descripción

Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito.

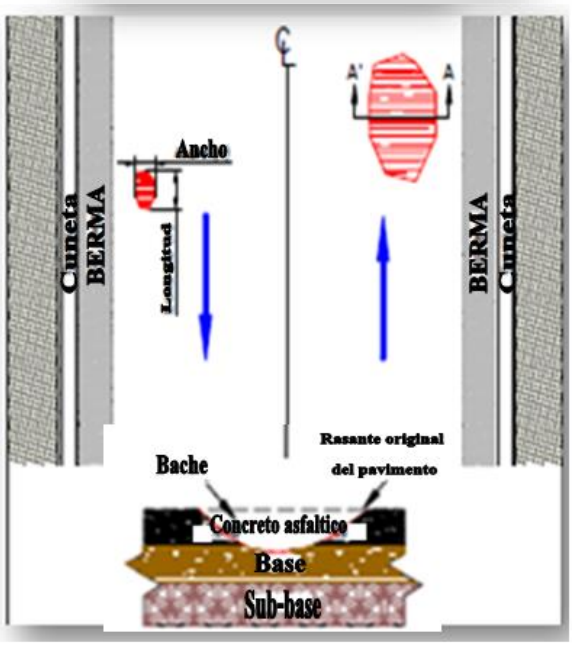


Figura 18. Baches

3.2.1.2 Posibles causas

- Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones.
- Carencia de penetración de la imprimación en bases granulares.
- Deficiencia de espesores de capas estructurales.

3.2.1.3 Nivel de severidad

Se puede clasificar por profundidad, así:

- Bajo: Profundidad de afectación menor o igual que 0.025m, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
- Medio: Profundidad de afectación entre 0.025m y 0.05m, deja expuesta la base.
- Alto: Profundidad de afectación mayor que 0.05m, que llega a afectar la base granular.

3.2.1.4 Medición

Se miden en metros cuadrados (m2) de área afectada, registrando la mayor severidad existente.

3.2.1.5 Solución e intervención recomendada

Bajo y media: bachear de acuerdo con la actividad.

3.2.2 Ondulaciones

3.2.2.1 Descripción

También conocida como corrugación o rizado, es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores que 1.0 m.

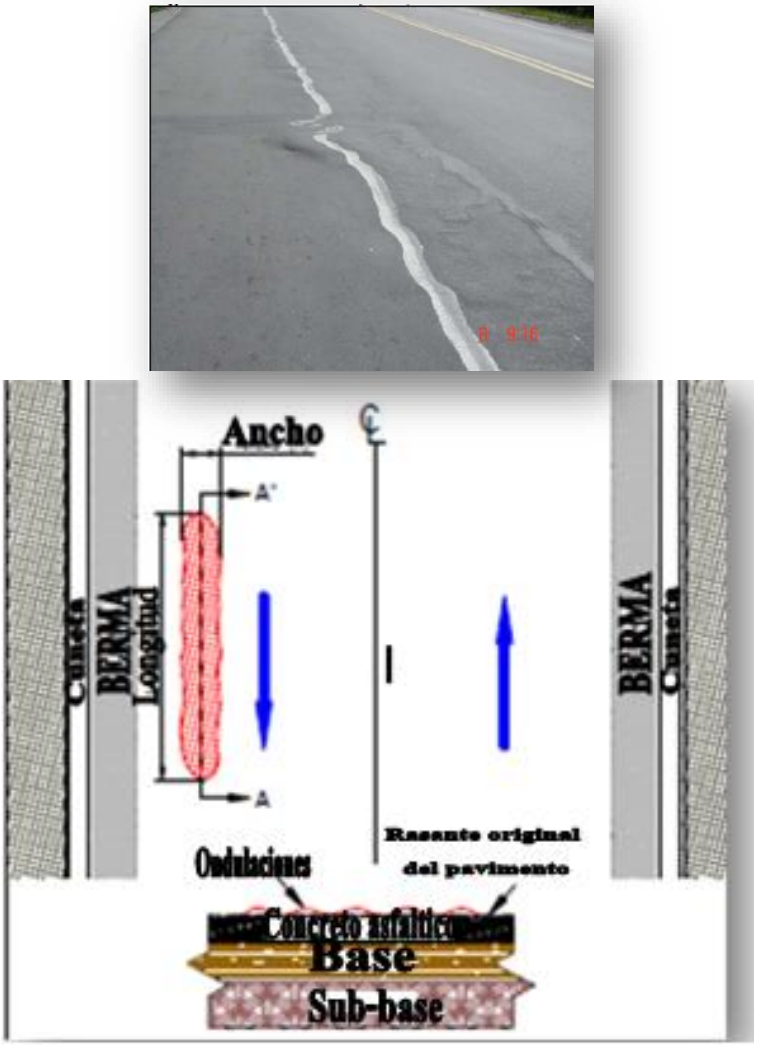


Figura 19. Ondulaciones

3.2.2.2 Posibles Causas

- Perdida de estabilidad de mezcla asfáltica.
- Exceso de compactación de carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad de asfalto.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego de liga.

3.2.2.3 Nivel de severidad

Se mide de acuerdo con la profundidad y el porcentaje de área que abarca con respecto al tramo evaluado. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

- Baja: Profundidad máxima menor que 0.01m, causa poca vibración al vehículo, la cual no genera incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad máxima entre 0.01m y 0.02m, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad máxima mayor que 0.02m, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

3.2.2.4 Medición

Las Ondulaciones se miden en metros cuadrados (m2), de área afectada.

3.2.2.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: No requiere intervención.
- Alto y medio: Re nivelación con sobrecarpetas con mezcla asfáltica en caliente o en frío.

3.2.3 Hundimiento

3.2.3.1 Descripción

Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de rasante.

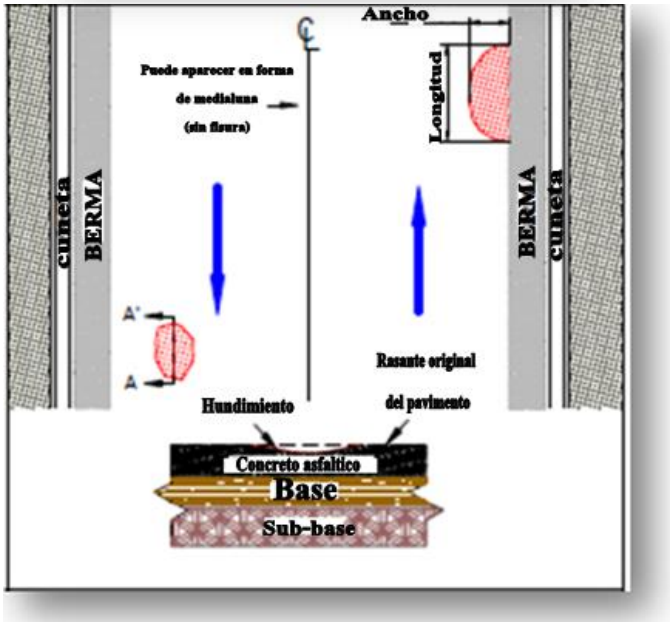


Figura 20. Hundimiento

3.2.3.2 Posibles causas

- Asentamiento de la sub-rasante.
- Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén.
- Deficiencia de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- Deficiencias de compactación de rellenos de zanjas que atraviesan la calzada.
- Circulación de transito muy pesado.

3.2.3.3 Niveles de severidad

- Baja: Profundidad menor que 0.02m, causa poca vibración al vehículo, la cual no genera incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad máxima entre 0.02m y 0.04m, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad mayor que 0.04m, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

3.2.3.4 Medición

El hundimiento se mide en metros cuadrados (m2), de área afectada.

3.2.3.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Ningún tratamiento
- Medio: Parcheo con mezcla asfáltica en caliente
- Alto: Parcheo con mezcla asfáltica en caliente.

3.2.4 Hinchamiento

3.2.4.1 Descripción

Abultamiento o levantamiento, este deterioro de asigna a los ‘’abombamientos’’ o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grandes, acompañados en algunos casos por fisuras.

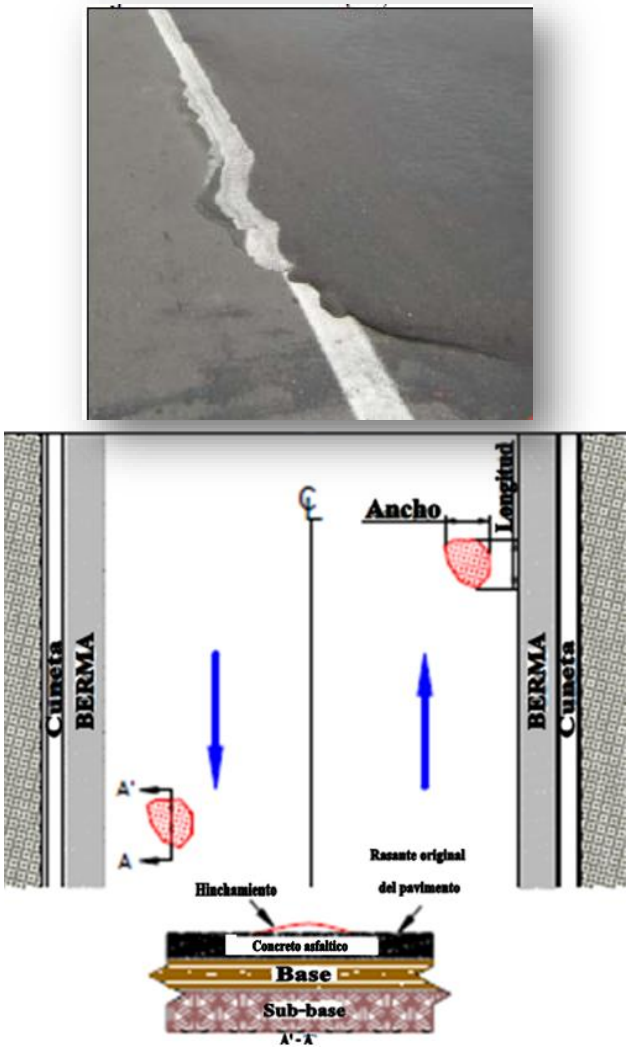


Figura 21. Hinchamiento

3.2.4.2 Posible causa

Se generan principalmente por la expansión de la sub-rasante o en capas de concreto asfaltico colocado sobre placas de concreto rígido.

3.2.4.3 Niveles de severidad

- Baja: Profundidad máxima menor que 0.01m, causa poca vibración al vehículo, la cual no genera incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad máxima entre 0.01m y 0.02m, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad máxima mayor que 0.02m, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad

3.2.4.4 Medición

Los hinchamientos se miden en metros cuadrados (m2) de área afectada.

3.2.4.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Ningún tratamiento
- Medio: Parcheo con mezcla asfáltica en caliente
- Alto: Parcheo con mezcla asfáltica en caliente

3.2.5 Grieta longitudinal

3.2.5.1 Descripción

Fractura longitudinal sensiblemente paralela al eje de la carretera.

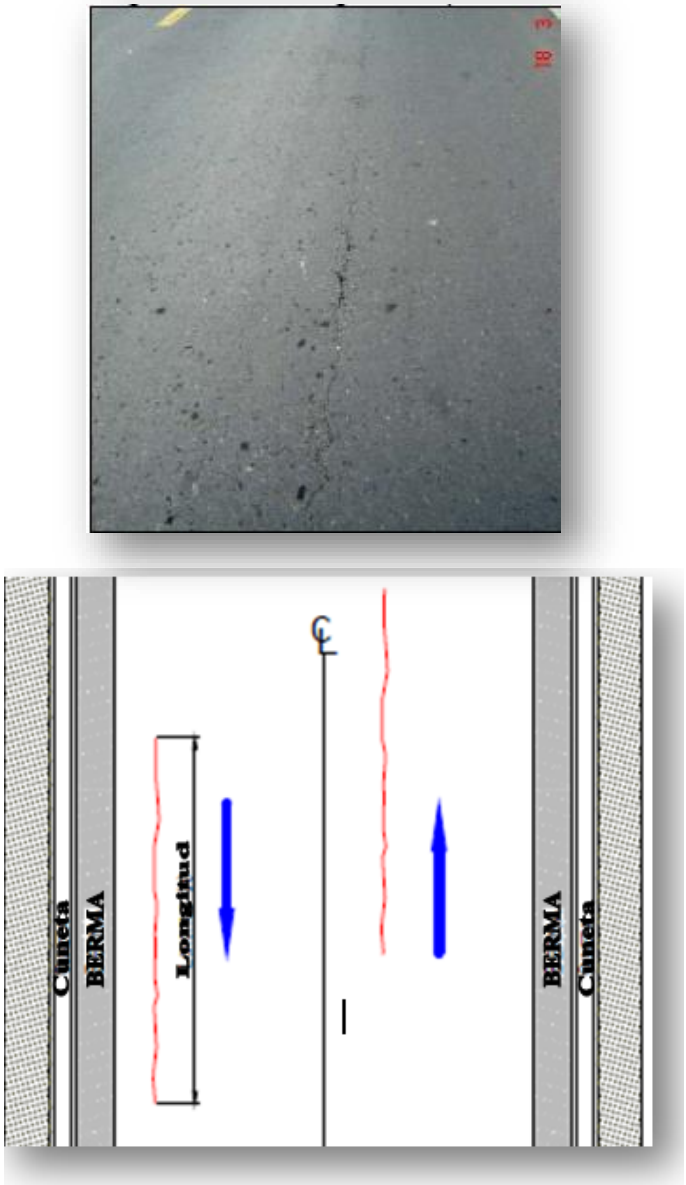


Figura 22. Grieta longitudinal

3.2.5.2 Posibles causas

- Juntas longitudinales de construcción trabajada inadecuadamente.
- Gradiente térmico superior a los 30° C.
- Uso de ligantes asfálticos muy duros.
- Ligantes asfálticos envejecidos.

3.2.5.3 Nivel de severidad

Se mide de acuerdo con el ancho de la grieta. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

- Bajo: Fisura con ancho menor a 3 mm.
- Medio: Grieta con ancho entre 3 mm y 10 mm.
- Alto: Grieta con ancho mayor a 10 mm.

3.2.5.4 Medición

Se miden en metros (m), cuando existan varias fisuras muy cercanas, se reportara el área total afectada en metros cuadrados (m2).

3.2.5.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: no se sella.
- Medio y alto: Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible

3.2.6 Grieta transversal

3.2.6.1 Descripción

Fractura transversal sensiblemente perpendicular al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm.

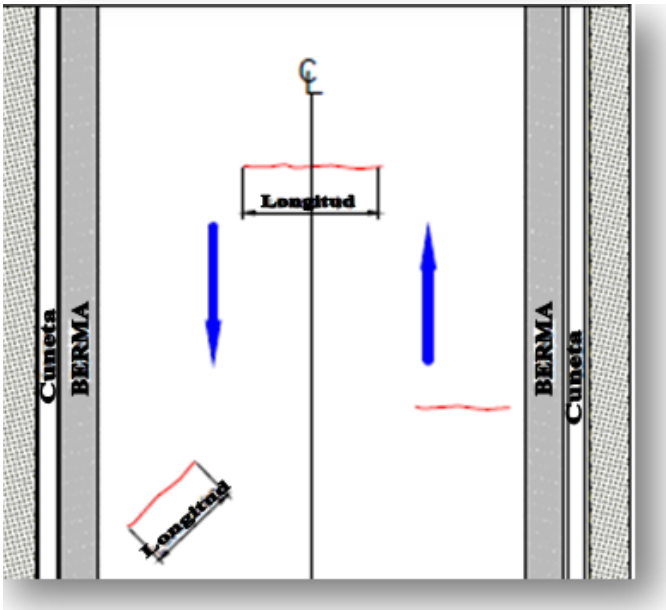


Figura 23. Grieta transversal

3.2.6.2 Posibles causas

- Juntas transversales de construcción, construidas inadecuadamente.
- Gradiente térmico ambiental superior a los 30° C.
- Uso de ligantes asfálticos muy duros o envejecidos.

3.2.6.3 Nivel de severidad

Se mide de acuerdo con el ancho de la grieta. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

- Bajo: Fisura entre 0 mm y 3 mm.
- Medio: Grieta con ancho entre 3mm y 10 mm.
- Alto: Grieta con ancho mayor a 10 mm.

3.2.6.4 Medición

Se miden en metros (m), cuando existan varias fisuras muy cercanas se reportara el área total afectada en metros cuadrados (m2).

3.2.6.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: no se sella.
- Medio y alto: Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible.

3.2.7 Falla en bloque

3.2.7.1 Descripción

Consiste en una serie de fisuras que se derivan de una principal, pero no se cierran para formar polígonos. Difiere de la piel de cocodrilo en que no forma una malla cerrada.

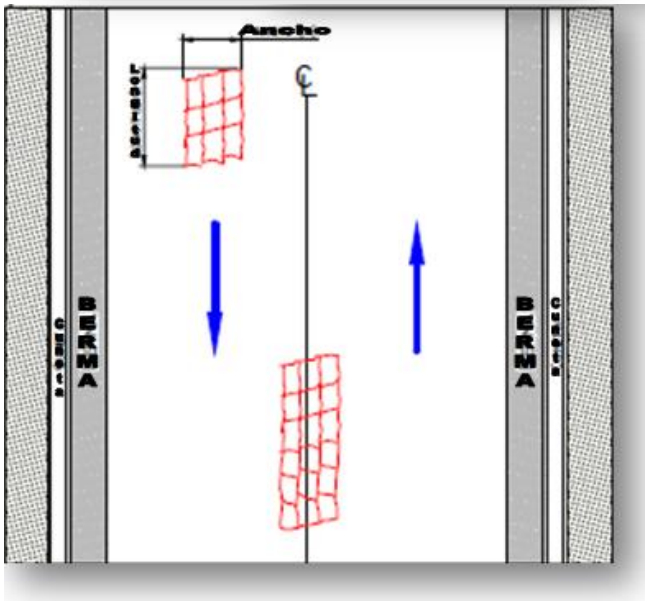


Figura 24. Falla en bloque

3.2.7.2 Posibles causas

- Uso de ligantes asfálticos muy duros.
- Reflejo de fisuras en bases estabilizadas.

3.2.7.3 Nivel de severidad

- Bajo: fisura única de ancho menor a 3 mm.
- Medio: grietas no interconectadas con desarrollo de grietas múltiples de ancho entre 3 mm y 10 mm.
- Alto: grietas múltiples no interconectadas de ancho mayor a 10 mm.

3.2.7.4 Medición

Se registra el área afectada de superficie de pavimento afectada en metros cuadrados (m2).

3.2.7.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: no se sella.
- Medio: Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible
- Alto: Re nivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frío o en caliente.

3.2.8 Piel de cocodrilo

3.2.8.1 Descripción

Degradación del pavimento que consiste en fisuras o grietas interconectadas que afectan especialmente la capa de rodadura y que forman polígonos de tamaño variable, semejando una malla o piel de cocodrilo.

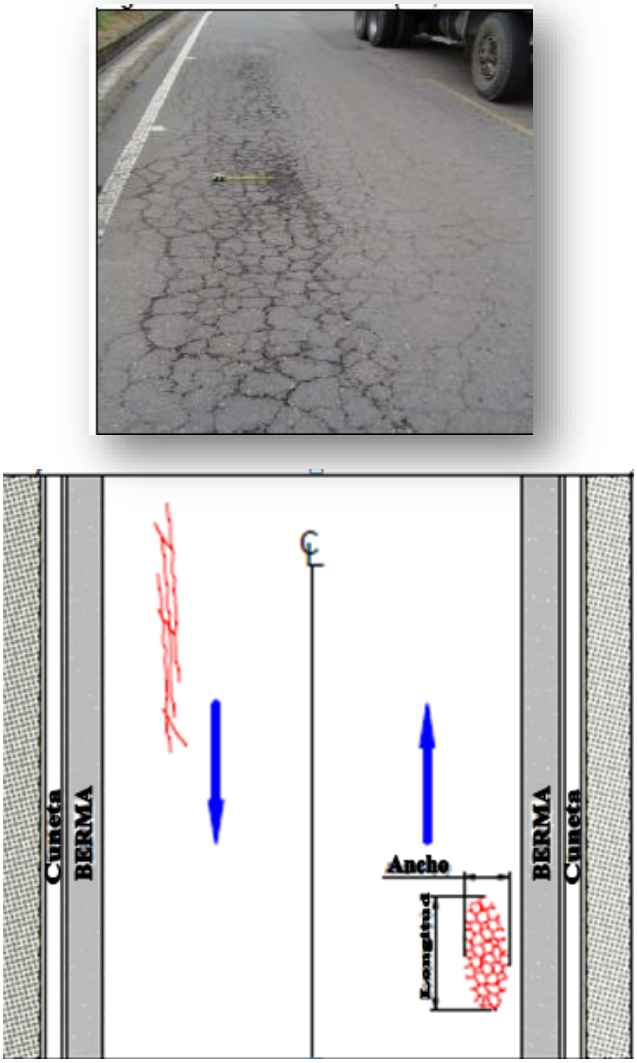


Figura 25. Piel de cocodrilo

3.2.8.2 Posibles causas

- Uso de ligantes asfálticos muy duros.
- Reflejo de fisuras en bases estabilizadas.
- Bases granulares de mala calidad.
- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica para el tráfico a la que será expuesto.
- Daño por fatiga.

3.2.8.3 Nivel de severidad

- Bajo: fisuras finas que forman mallas superiores a 50 cm x 50 cm, sin pérdida de materiales.
- Medio: enmallados de 20 cm x 20 cm a 50 cm x 50 cm, con pérdida ocasional de materiales, desprendimiento y ojo de pescado.
- Alto: enmallados menores de 20 cm x 20 cm con grietas muy abiertas con pérdida de materiales.

3.2.8.4 Medición

Se registra el área afectada de superficie de pavimento afectada en metros cuadrados (m2).

3.2.8.5 Solución e intervención recomendada

- Bajo: Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible.
- Medio: Tratamiento superficial simple.
- Alto: Parcheo en superficies de rodadura asfáltica.

CAPÍTULO 4 MANTENIMIENTO DE CARPETA ASFÁLTICA

El mantenimiento de la superficie de rodadura pretende conservarla en buen estado, de tal manera que preste el servicio para el cual fue diseñada de una manera eficiente.

4.1 Riego en negro

4.1.1 Descripción

Aplicación de un riego de ligante asfáltico sobre la capa superficial de áreas puntuales de pavimento envejecido o con pérdida de agregado.

Figura 26. Aplicación de riego en negro de un carril

4.1.2 Propósito

Proteger e impermeabilizar la superficie.

4.1.3 Criterios para la ejecución

Debe realizarse cuando mediante el diagnóstico se compruebe que la carpeta de rodadura muestra pérdida de agregados, pequeñas fisuras, entre otros,

debido al envejecimiento del pavimento, perdiendo así la impermeabilidad de esta.

4.1.4 Procedimiento

- Colocar la respectiva señalización para prevenir accidentes.
- Barrer la superficie.
- Irrigar con el ligante asfáltico la superficie, mediante el uso del irrigador de asfalto. Las dosificaciones deben ser previamente diseñadas en el laboratorio, para evitar excesos. En caso de que estos existieran debe añadirse arena.
- Permitir que el ligante asfáltico cure y penetre por un período de 24 horas. No debe permitirse ningún tránsito sobre él, durante este tiempo.

4.1.5 Mano de obra

Inspector de vías, obreros.

4.1.6 Materiales

Emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta de tipo CRL-01.

4.1.7 Equipo

Carrotanques irrigador de asfalto.

4.1.8 Herramientas

Palas, escobas, carretillas.

4.2 Tratamiento superficial simple

4.2.1 Descripción

Consiste en la aplicación de un riego de material bituminoso sobre una superficie granular, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo, y así restituir en áreas puntuales de deterioro las características superficiales de la estructura.

4.2.2 Propósito

Restituir y/o corregir características superficiales del pavimento y así garantizar la comodidad y seguridad del usuario.

4.2.3 Criterios para la ejecución

Se realizará cuando mediante el diagnóstico se detecte deterioros de la superficie y por lo tanto requiera el mantenimiento.

4.2.4 Procedimiento

- Colocar la respectiva señalización para prevenir accidentes.
- Inspeccionar la superficie sobre la cual se va a colocar el tratamiento superficial simple. Esta debe tener las cotas indicadas.
- Marcar una línea guía en la calzada antes de la aplicación de la emulsión, para controlar el paso del distribuidor. Señalar la longitud de la carretera que debe quedar cubierta, de acuerdo con la cantidad de emulsión asfáltica disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.
- Realizar la aplicación del primer riego.

- Extender el agregado pétreo inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso.
- Compactar inmediatamente después de extender el agregado pétreo, usando el compactador de llantas.
- Barrer la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados pétreos que hayan quedado sueltos sobre la superficie, una vez terminada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que el ligante asfáltico utilizado alcance la cohesión suficiente para resistir la acción normal del tránsito vehicular, operación que deberá continuar aun después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.
- Permitir la apertura al tránsito en lo posible 24 horas después de su terminación. Si esto no es factible, se deberán tomar medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

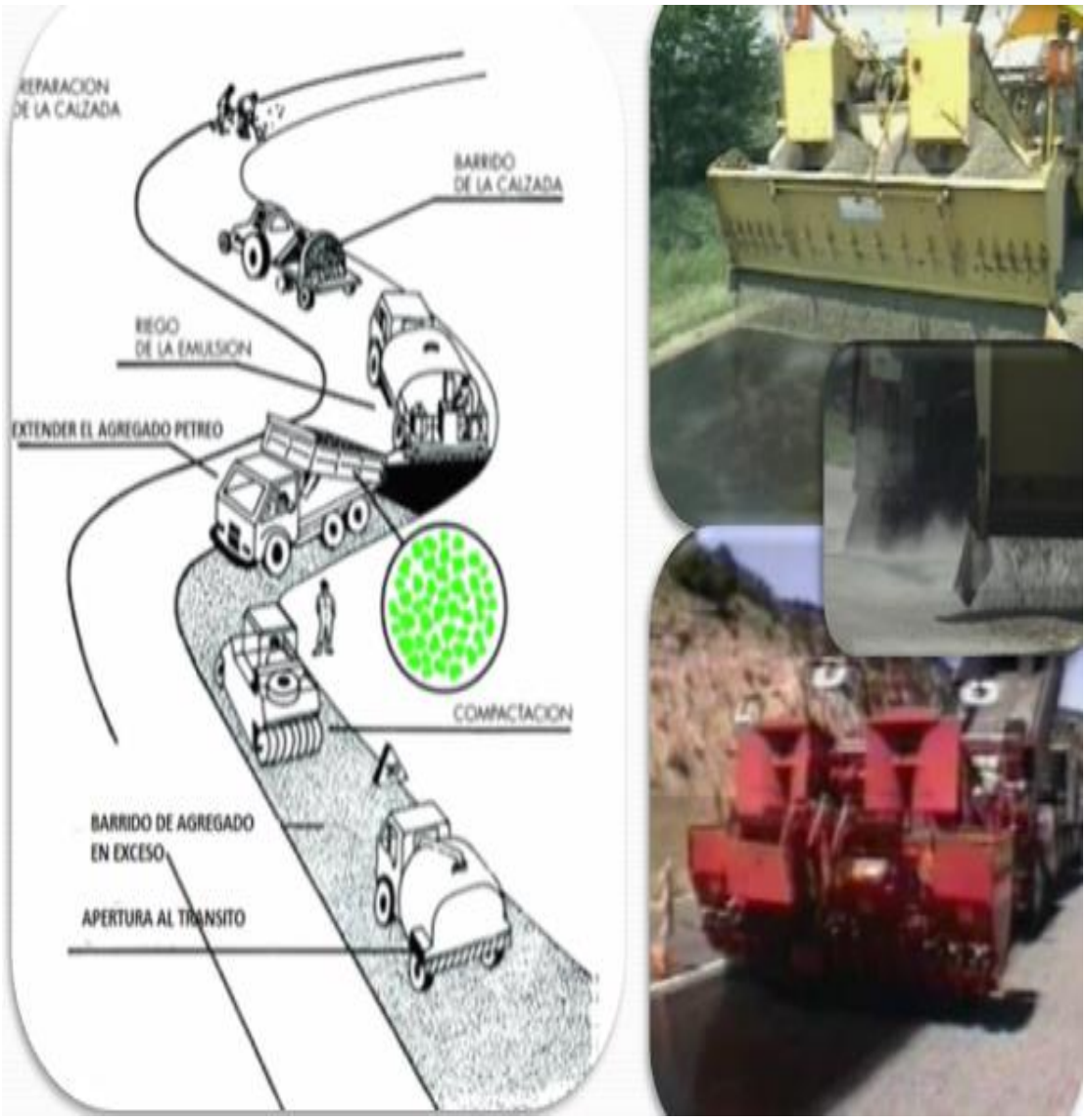


Figura 27. Esquema del tratamiento superficial simple

4.2.5 Mano de obra

Inspector, obreros, ayudantes de operador.

4.2.6 Materiales

Agregados pétreos, emulsión asfáltica CRR-2.

4.2.7 Equipo

Volquete, compactador de llantas, carrotanque irrigador de asfalto, esparcidora autopropulsoras o extendedoras mecánica acoplada a volquetes de agregados.

4.2.8 Herramientas

Herramientas menores, carretillas.

4.3 Parcheo en superficie de rodadura asfáltica

4.3.1 Descripción

Reparación manual de pequeñas áreas fracturadas o con baches de las carpetas asfálticas. La reparación se realiza usando mezcla asfáltica en frío o en caliente.

Figura 28. Parcheo en superficie de rodadura asfáltica

4.3.2 Propósito

Corregir zonas afectadas puntualmente, como depresiones, rotura de bordes, baches y otras irregularidades que presenten peligro, tanto para la durabilidad del pavimento como para la seguridad de los usuarios.

4.3.3 Criterios para la ejecución

Debe ejecutarse cuando durante la inspección rutinaria (diagnóstico) en la vía se detecten zonas afectadas con depresiones, rotura de bordes, baches, entre otros. Esta reparación debe realizarse tan pronto como sea posible.

4.3.4 Procedimiento

- Colocar la respectiva señalización para prevenir accidentes.
- Marcar las áreas que se van a someter a reparación, las cuales deberán abarcar todas las zonas dañadas del pavimento. La demarcación se efectuará haciendo uso de figuras geométricas, cuadradas o rectangulares, cuyas caras longitudinales y transversales deberán ser, respectivamente, paralelas y perpendiculares al eje de la vía.
- Realizar el corte del pavimento por el área demarcada, mediante el uso de máquinas cortadoras de pavimento con discos diamantados o de algún otro elemento abrasivo que permita obtener resultados equivalentes. El diámetro de los discos deberá ser el necesario para alcanzar la profundidad de las capas asfálticas por cortar y su potencia deberá garantizar la operación en una sola pasada, sin generar desprendimientos en las zonas de corte.
- Excavar con el equipo aprobado hasta la profundidad señalada y remover el material excavado, de manera que el fondo de la excavación sea plano, uniforme y firme, mediante el uso de taladros neumáticos y picas. Las paredes de la excavación deberán mantener la verticalidad obtenida durante el proceso de corte.
- Remover el material de carpeta de rodadura y transportarlo al sitio dispuesto y aprobado.
- Compactar el fondo de la excavación en un espesor no menor de 15 cm..
- Realizar el riego de liga.

- La mezcla asfáltica se transporta al sitio de la obra previendo las condiciones de calidad del recibo de la misma, según especificación para mezcla fría o caliente.
- Esparcir la mezcla asfáltica. Si es en caliente, verificar temperatura de compactación.
- Compactar la mezcla, mediante el uso de compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios triciclos o tándem y de neumáticos.
- Compactar con pisones en las esquinas y áreas que son inaccesibles al compactador.
- Asegurar que la mezcla compactada quede nivelada con la superficie circundante. Verificar usando regla.

4.3.5 Mano de obra

Inspector, obreros.

4.3.6 Materiales

Mezcla asfáltica en frío o en caliente, material para la liga.

4.3.7 Equipo

Volquete, compactador autopropulsado de rodillo, compactador de llantas, compresor, máquina cortadora, taladros neumáticos, señalización.

4.3.8 Herramientas

Palas, cepillos, escobas, rastrillos, carretillas, pisón.

4.4 Riego de arena

4.4.1 Descripción.

Esta actividad consiste en la aplicación de arena para absorber y retirar el exceso de ligante asfáltico.

4.4.2 Propósito.

Mantener adecuadamente limpia la superficie de rodadura, eliminando los excesos de ligantes asfálticos de la vía, que afecten su seguridad y funcionamiento.

4.4.3 Criterios para la ejecución.

Debe ser llevada a cabo cuando se compruebe que la capa de rodadura presente el daño de exudación del asfalto. Esta decisión se debe determinar a través de las inspecciones rutinarias.

4.4.4 Procedimiento.

- Limitar las áreas que se van a intervenir.
- Realizar el riego de arena, mediante el uso de palas y escobas.
- Una vez saturada la arena, retirar con ayuda de palas, fuera de la carpeta de rodadura.

Figura 29. Riego de Arena

4.4.5 Mano de obra

Inspector, obreros.

4.4.6 Materiales

Arena limpia y sin contenido de materia orgánica.

4.4.7 Equipo

Volquetes.

4.4.8 Herramientas

Palas, carretillas, escobas.

4.5 Sello de arena asfalto

4.5.1 Descripción

Consiste en la aplicación de un riego de emulsión asfáltica y una capa de agregado fino, sobre áreas deterioradas o agrietadas.

4.5.2 Propósito

Evitar la entrada de agua y otros materiales ajenos en las grietas superficiales que deterioran la carpeta asfáltica y así aumentar la vida útil del pavimento de la carretera.

4.5.3 Criterios para la ejecución

Ejecutar esta actividad cuando se presenten fisuras en gran parte de la superficie de un determinado tramo. La finalidad de esta es sellar cada superficie asfáltica en forma periódica.

4.5.4 Procedimiento

- Asegurar que hay suficiente material preparado para la realización del trabajo.
- Barrer la superficie, el material suelto. La superficie debe quedar seca y libre de polvo, tierra o cualquier otra sustancia objetable.
- Marcar una línea guía en la calzada, antes de la aplicación del ligante asfáltico para controlar el paso del distribuidor, señalando la longitud de carretera que debe quedar cubierta, de acuerdo con la cantidad de

emulsión asfáltica disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

- Aplicar de manera uniforme la dosificación elegida del ligante asfáltico.
- Extender el agregado de manera uniforme y en la cantidad aprobada e inmediatamente después de la aplicación del ligante asfáltico. La distribución de este se debe hacer de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir. En el instante de la extensión, la humedad del agregado debe ser tal que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado. Esparcir la arena con ayuda de palas.
- Compactar inmediatamente después de la aplicación de la arena, con el compactador de llantas.
- Abrir al tránsito una vez terminada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado, alcance la cohesión suficiente para resistir la acción normal del tránsito vehicular. Barrer de manera enérgica la superficie del sello para eliminar todo exceso de arena que haya quedado suelta sobre la superficie, operación que deberá continuar aun después de que el tramo con el sello haya sido abierto al tránsito.
- Evitar en lo posible todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las 24 horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, se deben tomar medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a 30 km/h.

Figura 30. Sello de arena asfalto

4.5.5 Mano de obra

Inspector de vías, obreros**.**

4.5.6 Materiales

Agregados pétreos, CRR-2.

4.5.7 Equipo

Carrotanque irrigador, esparcidoras autopropulsadas, compactador de llantas, barredoras mecánicas de cepillo, compresor, volquete.

4.5.8 Herramientas

Palas, cepillos, escobas, carretillas.

4.6 Sello de fisuras y grietas en pavimentos flexibles

4.6.1 Descripción

Sellado de áreas agrietadas, empleando un producto de aplicación en caliente.

4.6.2 Propósito

Evitar la entrada del agua superficial u otro material extraño que pueda contaminar las diferentes capas del pavimento.

4.6.3 Criterios para la ejecución

Realizar esta actividad cuando se presenten grietas en pequeñas áreas aisladas, con el fin de prevenir el deterioro de la estructura.

4.6.4 Procedimiento

- Barrer el material suelto del área que va ser sellada.
- Realizar el ruteo de grietas mayores de 6 mm y menor de 20 mm mediante el uso de la ruteadora, para pavimento flexible. Deberán ser conformadas mecánicamente en un ancho y una profundidad de 20 mm, según actividad de preparación de las grietas. Las fisuras y grietas entre 3mm y 6 mm no requieren ruteo y se sellan con el ligante previendo que éste penetre la grieta.
- Desprender el material suelto previamente al barrido. Cuando sea posible, limpiar las grietas con un chorro de aire comprimido, mediante el uso del compresor.

- Alentar el ligante asfáltico siempre que sea necesario, mediante el uso de la caldera de doble fondo.
- Sellar las grietas aplicando el ligante asfáltico
- Acumular el material suelto con ayuda de palas, para ser llevados al volquete con ayuda de las carretillas.
- Eliminar sobrantes de material.

Figura 31. Sello de fisuras y grietas en pavimentos flexibles

4.6.5 Mano de obra

Inspector, obreros.

4.6.6 Materiales

Asfalto del tipo de aplicación en caliente.

4.6.7 Equipo

Caldera de doble fondo, compresor, ruteadora.

4.6.8 Herramientas

Palas, carretillas, cepillos.

4.7 Bacheo en superficies de rodadura asfáltica

4.7.1 Descripción

Reparación de fallas mayores en el pavimento, que incluyen el reemplazo de la base y/o sub-base y carpeta asfáltica.

4.7.2 Propósito

Reponer áreas puntuales dañadas en el pavimento.

4.7.3 Criterios para la ejecución

Ejecutar esta operación cuando se presente deterioro mayor de la superficie de rodadura y/o inestabilidad en la base y/o sub-base.

4.7.4 Procedimiento

- Marcar las áreas por someter a reparación, las cuales deberán abarcar todas las zonas dañadas del pavimento. La demarcación se efectuará con figuras geométricas, cuadradas o rectangulares, cuyas caras longitudinales y transversales deberán ser, respectivamente, paralelas y perpendiculares al eje de la vía.
- Realizar el corte del pavimento por el área demarcada, mediante el uso de máquinas cortadoras de pavimento con discos diamantados o de algún otro elemento abrasivo que permita obtener resultados equivalentes. El diámetro de los discos deberá ser el necesario para alcanzar la profundidad de las capas asfálticas por cortar y su potencia deberá garantizar la operación en una sola pasada, sin generar desprendimientos en las zonas de corte.
- Excavar con el equipo aprobado hasta la profundidad señalada y remover el material excavado, de manera que el fondo de la excavación sea plano, uniforme y firme, mediante el uso de taladros. neumáticos y picas. Las paredes de la excavación deberán mantener la verticalidad obtenida durante el proceso de corte.
- Remover el material de carpeta de rodadura, base y/o sub-base afectada y transportarlo al sitio dispuesto y aprobado.
- Compactar el fondo de la excavación en un espesor no menor de 15 cm.
- Esparcir el material granular con ayuda de palas y compactar con el compactador autopropulsado de rodillo en capas de 10 cm máximo, hasta llegar al nivel de la base.
- Compactar con pisones las esquinas y áreas inaccesibles al compactador.

- Realizar el riego de liga.
- La mezcla asfáltica se transporta al sitio de la obra previendo las condiciones de calidad del recibo de la misma,
- Esparcir la mezcla asfáltica. Si es en caliente, verificar temperatura de compactación.
- Compactar la mezcla, mediante el uso de compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios triciclos o tándem y de neumáticos, compactar con pisones en las esquinas y áreas que son inaccesibles al compactador.
- Asegurar que la mezcla compactada quede nivelada con la superficie circundante. Verificar usando regla.

Figura 32. Bacheo

4.7.5 Mano de obra

Inspector, obreros.

4.7.6 Materiales

Mezcla asfáltica en frío o en caliente, material de subbase, material de base, material para liga.

4.7.7 Equipo

Volquete, compactador autopropulsado de rodillo, compresor, compactador de llantas, máquina cortadora, taladros neumáticos.

4.7.8 Herramientas

Palas, carretillas, caneca para agua, pisón.

4.8 Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en caliente

4.8.1 Descripción

Colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica en caliente sobre áreas del pavimento existente deteriorado.

4.8.2 Propósito

Reforzar la estructura de la carpeta de rodadura, prolongar su vida útil y proporcionar una superficie adecuada para el tránsito.

4.8.3 Criterios para la ejecución

Ejecutar cuando la superficie existente se esté deteriorando o presenten huellas, irregularidades, entre otros.

4.8.4 Procedimiento

- Comprobar que el área en la que se va a colocar la sobrecarpeta asfáltica en caliente tenga la superficie apropiada, reparando las fisuras según lo especificado en la actividad de sello de fisuras y grietas en pavimento flexible antes de su colocación.
- Aplicar el riego de liga.
- Extender la mezcla asfáltica mediante el uso de una máquina pavimentadora, de modo que cumpla con los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos.
- Compactar la mezcla inmediatamente después de extendida la mezcla.

- Se debe verificar que la carpeta asfáltica tenga el ancho y espesor establecidos.
- Abrir al tránsito tan pronto como la capa alcance la temperatura ambiente en todo su espesor y haya alcanzado la densidad exigida.

Figura 33. Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en caliente

4.8.5 Mano de obra

Ingeniero auxiliar, inspector de vías, obreros, ayudantes de operador.

4.8.6 Materiales

Asfalto 60-70 o 80-100 de acuerdo a zona climática, agregados pétreos y llenante minera.

4.8.7 Equipo

Volqueta, compactador vibratorio autopropulsado, compactador de llantas neumáticas, pavimentadora, carrotanque, barredora mecánica, irrigador de asfalto.

4.8.8 Herramientas

Palas, cepillos, escobas, rastrillos, carretillas.

4.9 Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frío.

4.9.1 Descripción

Consiste en la colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica en frío sobre áreas deterioradas del pavimento existente.

4.9.2 Propósito

Reforzar la estructura de la carpeta de rodadura, prolongar su vida útil y proveer una superficie uniforme para el tránsito.

4.9.3 Criterios para la ejecución

Ejecutar cuando la superficie existente se esté deteriorando o se presenten huellas, irregularidades, entre otros.

4.9.4 Procedimiento

- Comprobar que el área en la que se va a colocar la sobrecarpeta asfáltica en frio tenga la superficie apropiada, reparando las fisuras de acuerdo actividad de sello de fisuras y grietas en pavimento antes de su colocación.
- Aplicar riego de liga.
- Extender la mezcla bituminosa mediante el uso de una máquina pavimentadora o motoniveladora, de modo que cumpla con los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos.
- Compactar la mezcla inmediatamente después de ser extendida.
- Se debe verificar que la carpeta asfáltica tenga el ancho y espesor establecidos.

- Las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.
- Abrir al tránsito público cuando la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desplazamientos. Durante las primeras 48 horas a partir de la apertura, se deberá limitar la velocidad a 20 km/h para impedir que sobre la capa se produzcan aceleraciones, frenadas o giros bruscos.

Figura 34. Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frío

4.9.5 Mano de obra

Inspector de vías, obreros.

4.9.6 Materiales

Emulsión asfáltica CRL de acuerdo con el tipo de mezcla que se vaya a realizar (mezcla abierta o cerrada), agregados pétreos y llenante mineral.

4.9.7 Equipo

Volquete, compactador de llantas, compactador tándem vibratorio, pavimentadora, barredora mecánica, irrigador de asfalto.

4.9.8 Herramientas

Palas, rastrillos, carretillas, mazos metálicos

Tipos de Fallas	Mantenimientos
Perdida de agregados.	Riego en Negro
	Tratamiento superficial simple
Descacaramiento.	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
	Tratamiento superficial simple
Ojo de pescado o Bache superficial.	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
Exudación de Asfalto.	Riego de arena
Pulimento del agregado.	Sello de Arena – Asfalto
Cabeza Dura (Perdida de Película de ligante)	Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frio o caliente
Baches profundos	Bacheo en superficies de rodadura asfáltica
Ondulaciones	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
Hundimiento	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
Hinchamiento	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
Grieta longitudinal	Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible
Grieta transversal	Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible
Falla en Bloque	Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible
	Tratamiento superficial simple
	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica
Piel de Cocodrilo	Sello de fisuras y grietas en pavimento flexible
	Tratamiento superficial simple
	Parcheo en superficies de rodadura asfáltica

Tabla 20. Cuadro de Fallas con sus respectivos mantenimientos

CONCLUSIONES

1. Una carretera en malas condiciones pone en riesgo la seguridad de las personas que la transitan, muchos accidentes son causados por el mal estado en que se encuentran estas vías de comunicación.

2. El principal agente destructor de una carretera es el agua, la acumulación de ella no sólo representa un peligro para la estructura de una carretera sino que también para las personas que la utilizan, por esta razón, es necesario mantener en buenas condiciones los elementos auxiliares de una carretera, tales como drenajes, cunetas, taludes, derecho de vía, etc. para que el agua que precipita sea drenada rápida y efectivamente.

3. Un inadecuado mantenimiento de carreteras representa pérdidas económicas, ya que es mucho más grande la inversión que se requiere para reconstruir una vía que la que se necesita para conservarla en buenas condiciones de funcionamiento.

4. El mejor mantenimiento que existe es el preventivo, pues advertir posibles daños o fallas en una carretera evita gastos innecesarios de recursos humanos y económicos, además, evita potenciales accidentes, pérdidas de vidas humanas y recursos económicos.

5. Los métodos correctos de mantenimiento de carreteras deben ir acompañados de buenos materiales que cumplan con las normas de calidad, del equipo adecuado y su buena utilización.

6. Las vías de comunicación más importantes en nuestro país son las carreteras, por ellas se traslada la mayor parte de la población y se realizan la mayoría de los intercambios comerciales, por lo tanto, preservarlas en buenas condiciones representa un enorme beneficio económico y social.

RECOMENDACIONES

1. En el mantenimiento vial en general se deben utilizar materiales que realmente cumplan con las normas o especificaciones, pues de ellos depende en gran medida la calidad del proyecto y su vida útil.

2. La seguridad de los conductores debe ser prioridad al momento de dar mantenimiento a una carretera, por lo que no se debe dejar a un lado la señalización vial y se le debe brindar el mantenimiento que sea necesario.

3. Al momento de llevar a cabo el mantenimiento vial se debe señalizar adecuadamente y con suficiente anticipación, para evitar congestionamientos o cualquier tipo de accidente que pueda ocurrir.

4. Se recomienda incluir este tema en el programa de alguno de los cursos de carreteras de la carrera de ingeniería, para que se adquieran los conocimientos básicos en lo que respecta al mantenimiento de carreteras.

TABLAS

Tabla 1	**Cementos asfálticos para riegos**
Tabla 2	**Especificaciones de asfaltos diluidos-curado lento**
Tabla 3	**Especificaciones de asfaltos diluidos-curado medio**
Tabla 4	**Especificaciones de asfaltos diluidos-curado rápido**
Tabla 5	**Tipos de graduación para agregados de mezcla asfáltica**
Tabla 6	**Clasificación de las emulsiones asfálticas**
Tabla 7	**Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas**
Tabla 8	**Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas**
Tabla 9	**Limites granulométricos para base granular clase 1**
Tabla 10	**Limites granulométricos para base granular clase 2**
Tabla 11	**Limites granulométricos para base granular clase 3**
Tabla 12	**Limites granulométricos para base granular clase 4**
Tabla 13	**Limites granulométricos para sub-bases granulares**
Tabla 14	**Granulometría para el material secante**
Tabla 15	**Granulométrica del material de ensayo**
Tabla 16	**Tamices para material pasante y retenido (resistencia a los sulfatos)**
Tabla 17	**Tamaño de agregado y tamiz empleada para determinar la pérdida (resistencia a los sulfatos)**
Tabla 18	**Fallas de la superficie**

Tabla 19	**Fallas de la estructura**
Tabla 20	**Cuadro de Fallas con sus respectivos mantenimientos**

FIGURAS

Figura 1	**Estructura de pavimento de concreto asfáltico**
Figura 2	**Planta de dosificación de los áridos**
Figura 3	**Esquema de aplicación de riego de emprimación**
Figura 4	**Esquema de aplicación de un riego de liga**
Figura 5	**Tipo de emulsiones asfálticas**
Figura 6	**Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo**
Figura 7	**Ensayo de penetración**
Figura 8	**Ensayo de viscosidad**
Figura 9	**Ensayo de punto de inflamación "vaso abierto Cleveland"**
Figura 10	**Ensayo de ductilidad**
Figura 11	**Ensayo de los ángeles**
Figura 12	**Pérdida de agregados**
Figura 13	**Descascaramiento**
Figura 14	**Ojo de pescado o bache superficial**
Figura 15	**Exudación del asfalto**
Figura 16	**Pulimento del agregado**
Figura 17	**Cabeza dura (pérdida de película de ligante)**
Figura 18	**Baches**
Figura 19	**Ondulaciones**
Figura 20	**Hundimiento**
Figura 21	**Hinchamiento**
Figura 22	**Grieta longitudinal**
Figura 23	**Grieta transversal**

Figura 24	**Falla en bloque**
Figura 25	**Piel de cocodrilo**
Figura 26	**Aplicación de riego en negro de un carril**
Figura 27	**Esquema del tratamiento superficial simple**
Figura 28	**Parcheo en superficie de rodadura asfáltica**
Figura 29	**Riego de Arena**
Figura 30	**Sello de arena asfalto**
Figura 31	**Sello de fisuras y grietas en pavimentos flexibles**
Figura 32	**Bacheo**
Figura 33	**Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en caliente**
Figura 34	**Renivelación con sobrecarpeta con mezcla asfáltica en frío**

BIBLIOGRAFIA

- Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles colección de documentos volumen nº 11 2002
- Construaprende, www.construaprende.com
- Tesis mantenimiento de carreteras con concreto asfáltico en caliente de la universidad de san Carlos de Guatemala
- Manual de Fisuras (Instituto de la Construcción y Gerencia / 225-9066 / icgperu@construccion.org.pe)
- Emulsiones Asfalticas (Documento Técnico No. 23 Sanfandila, Qro, 2001)
- Manual de mantenimiento rutinario de vías pavimentadas
- Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado) Parte 1
- Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado) Parte 2
- http://www.construaprende.com/Lab/18/Prac18_1.html (contenido de humedad)
- http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/ensayosm7.htm (ensayos a cemento asfaltico)
- http://civilgeeks.com/?p=1231
- http://www.slideshare.net/UCGcertificacionvial/resistencia-a-los-sulfatos