

# Tratamientos Superficiales

FORO  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**



Enriching lives, in harmony with nature.

**N·CTR·CAR·1·04·008/13**

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 008. Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío son aquéllas que se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas capas no tienen función estructural pues generalmente se construyen con espesores menores de cuatro (4) centímetros, sobre una base impregnada o una carpeta asfáltica.

De acuerdo con su función, la granulometría del material pétreo que se utilice y el procedimiento constructivo, se clasifican en:

# Capas de Rodadura en Frío

**N·CTR·CAR·1·04·008/13**

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 008. Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío

De acuerdo con su función, la granulometría del material pétreo que se utilice y el procedimiento constructivo, se clasifican en:

**B1.- CAPAS DE RODADURA DE MORTERO ASFALTICO**

**B2.- CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS**

## Tratamientos superficiales

- SON RECUBRIMIENTOS DELGADOS QUE CONSTITUYEN LA CAPA DE RODAMIENTO DE UN PAVIMENTO NUEVO O UNO YA EXISTENTE.
- OBJETIVOS.
  - PROPORCIONAR UNA CAPA DE RODADURA.
  - REHABILITAR UN PAVIMENTO USADO.
  - IMPERMEABILIZAR EL PAVIMENTO.
  - RESTITUIR LA RUGOSIDAD.

## Capas de Rodadura en Frío

- Microaglomerado.
- Riego de Sello.
- Sección Mixta (Cape Seal).
- Riego de Taponamiento (Riego Negro).





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORO  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**

# RIEGO DE SELLO



Se define como Riego de Sello o Riego de Gravilla, al tratamiento superficial consistente en la aplicación de una o varias capas de un ligante asfáltico sobre una superficie , complementada por una o varias extensiones de un agregado de granulometría definida

- **Riego Simple, formado por una aplicación de ligante y una posterior aplicación de agregado pétreo.**

**GRAVILLA  
DE TAMAÑO  
UNIFORME**

**LIGANTE**



Los riegos de sello simple se emplearan exclusivamente en tratamientos de conservación, para restituir la resistencia al deslizamiento de superficies de características homogéneas con buena regularidad superficial.

- **Riego Sincronizado, es un riego de gravilla simple aplicado por un solo equipo que coloca simultáneamente el ligante y el agregado**

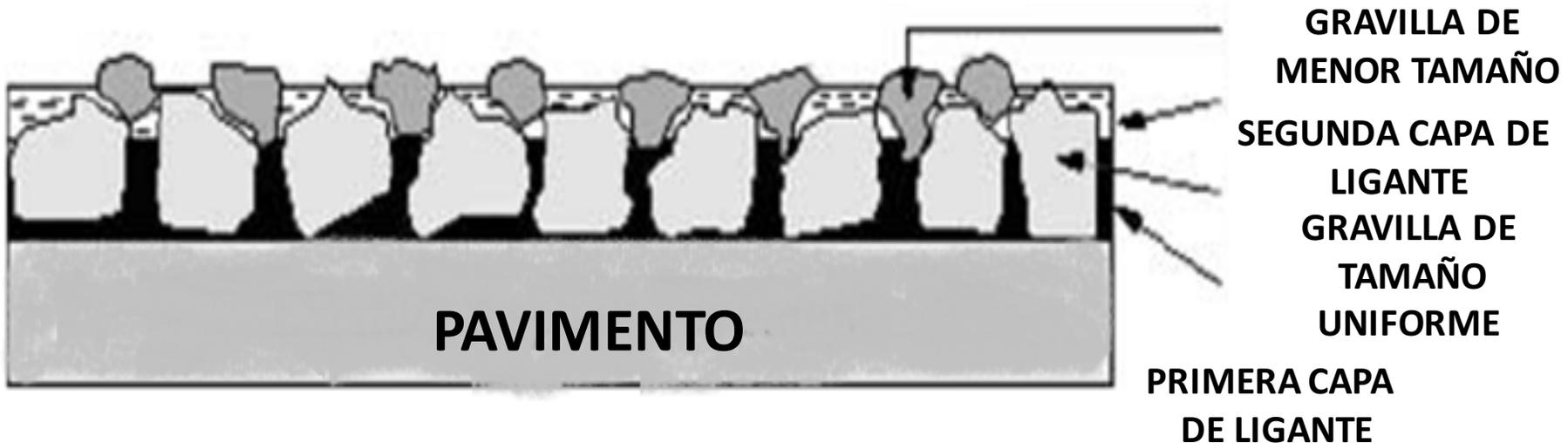


- En México se utiliza ampliamente el procedimiento de riego de sello sincronizado que consiste en la aplicación simple y consecutiva con un solo equipo, de una emulsión de asfalto modificado con polímero sobre una superficie de rodamiento, seguida del tendido preciso y sincronizado de una capa uniforme de gravilla, con la finalidad de preservar el pavimento existente y proporcionar una nueva superficie de rodamiento antiderrapante.
- En este caso se utiliza el sello tipo 3-E premezclado.

## Dosificaciones recomendadas para riegos de sello simple

TIPO	Agregado (l/m <sup>2</sup> )	Emulsión Asfáltica (l/m <sup>2</sup> )	
		ECR65	ECR65-2P
2	10 – 13	2.0	2.0
3 A	5-8	1.2	1.2
3 B	4-7	0.95	0.95
3 E	7-10	1.5	1.5

- **Riego Doble, formado por dos aplicaciones sucesivas de ligante y de agregado pétreo.**

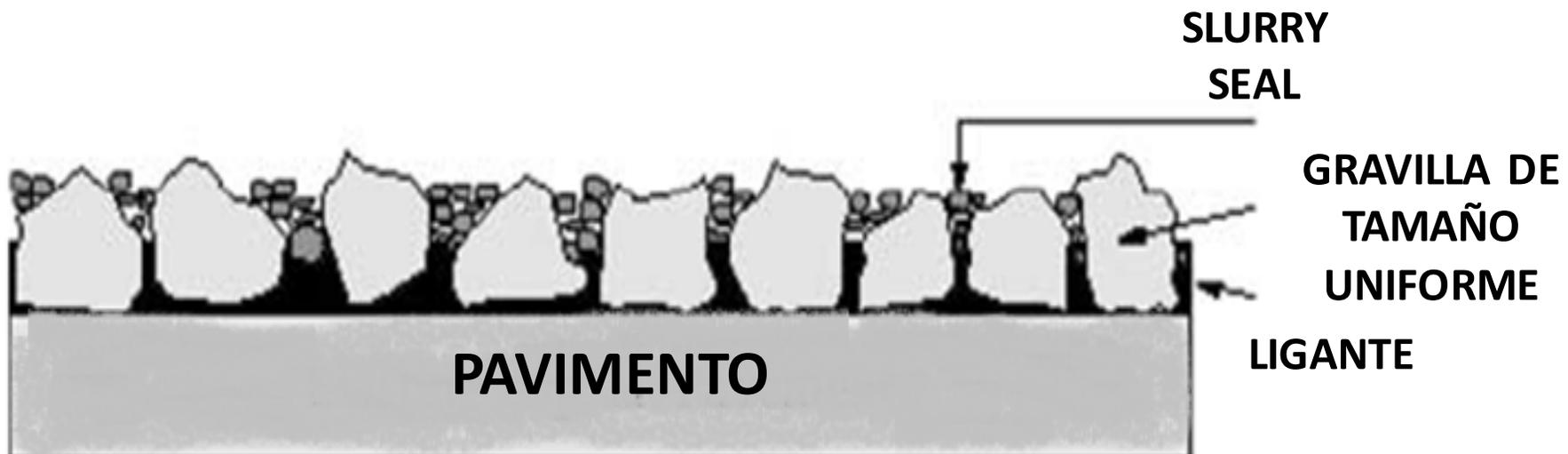


Los riegos de sello doble presentan mayor durabilidad, menores niveles de ruido y mejor impermeabilidad que los riegos de sello simple y se emplearan en tratamientos de conservación para restituir la resistencia al deslizamiento de superficies de características homogéneas con buena regularidad superficial.

### Dosificaciones recomendadas para riegos de sello dobles o sandwich

Aplicación	Tipo	Agregado (l/m <sup>2</sup> )	Emulsión Asfáltica (l/m <sup>2</sup> )	
			ECR65	ECR65-2P
DOBLE			ECR65	ECR65-2P
1 <sup>a</sup>	2	9-12	1.2	1.2
2 <sup>a</sup>	3-B	5-7	1.7	1.7
1 <sup>a</sup>	3-E	7-9	0.9	0.9
2 <sup>a</sup>	3-B	4-6	1.4	1.4

- **Riego tipo Sello del cabo o CAPE SEAL, es un riego de gravilla simple seguido de la aplicación de una lechada asfáltica o slurry seal**



**Riego Sincronizado con Fibra, consiste en la aplicación de un riego sincronizado de ligante-fibra – ligante seguido de la aplicación de la gravilla**



**Riego de sello sincronizado con fibra, es una modalidad del riego sincronizado que se está utilizando en nuestro país, con la finalidad de mitigar el agrietamiento reflexivo de baja severidad incrementando la vida útil del tratamiento para lo cual se utiliza una fibra sintética.**



Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**



# Riegos de sello

- VENTAJAS

- Proporcionan una capa de rodadura con características adecuadas de fricción y confort
- Protegen al pavimento del envejecimiento y de daños por humedad
- Permiten una apertura rápida al tráfico
- Es una capa de rodadura económica, fácil y rápida de tender
- Sellan fisuras menores

- LIMITACIONES

- No corrigen grietas reflectivas, fallas estructurales o fallas por humedad.
- No tienen aporte estructural

## LIMITACIONES POR CLIMA

El Riego de Sello con gravilla no se aplicará si la temperatura en la superficie del pavimento, y/o del aire son menores a 10°C con tendencia a la baja; podrá aplicarse cuando ambas temperaturas sean superiores a 10 °C y en aumento.

No aplicar cuando exista la posibilidad de temperaturas de congelación en el lugar del proyecto dentro de un periodo de 24 horas después de la aplicación.

El tratamiento no se aplicará cuando las condiciones climáticas propicien el retraso de la apertura tránsito más allá del plazo marcado por la dependencia.

## • CONDICIONES DE APLICACIÓN

### 1 - Preparación de la superficie

Antes de aplicar el Riego de Gravilla, deberán ser removidos materiales sueltos, manchas de aceite, vegetación y cualquier otro material que afecte la aplicación. Cualquier método de limpieza estándar será aceptable; si se utiliza agua en el proceso de limpieza, se deberá eliminar el exceso antes de la aplicación del riego. Las tapas de registro y cualquier otro acceso a servicios deberán estar protegidas por el método adecuado antes de la aplicación.

### 2 - Ligante asfáltico

La selección de la emulsión asfáltica a utilizar será definida por el proyectista y autorizada por la dependencia.

### 3 - Grietas

Antes de la aplicación del Riego de Gravilla se deberán sellar todas las fisuras o grietas más anchas de 3mm en la superficie del pavimento utilizando un sellador definido por el proyectista y aprobado por la dependencia

### 4 - Usos y Dosificaciones

Las dosificaciones de aplicación deberán ajustarse al DISEÑO de acuerdo a las condiciones de la superficie, clima y tránsito

<b>FALLA</b>	<b>CAUSA</b>
<b>Desprendimiento de Agregado</b>	<p><b>DESPRENDIMIENTO INMEDIATO</b></p> <p>Agregados sucios Baja Adherencia activa agregado/ligante Condiciones climáticas adversas Viscosidad baja de la emulsión Baja dosificación de ligante</p> <p><b>DESPRENDIMIENTO CON EL TIEMPO</b></p> <p>Película de ligante frágil Baja adherencia pasiva Viscosidad baja de la emulsión Baja dosificación de ligante</p>
<b>Juntas longitudinales</b>	<p>Difusores en mal estado Difusores con altura inadecuada Esparcidor de gravilla con canaletas obstruidas</p>
<b>Desprendimiento parcial o localizado</b>	<p>Aplicación sobre superficie sucia Bacheo deficiente Aplicación manual del ligante Aplicación deficiente de las juntas</p>
<b>Exudaciones</b>	<p>Exceso de ligante Alto contenido de lajas Baja dosificación de agregado Asfalto con penetración alta</p>

# Diseño

- Considerar condiciones de obra:

**Materiales, Tipo de pavimento, Clima, Condiciones de la superficie**

- Vialit Modificado:

**Afinidad (adherencia) y comportamiento del asfalto a altas y bajas temperaturas (cohesión interna)**

- Abrasión en Humedo:

**Daños por agua inmediatamente después de la aplicación, considerando el efecto del tránsito**

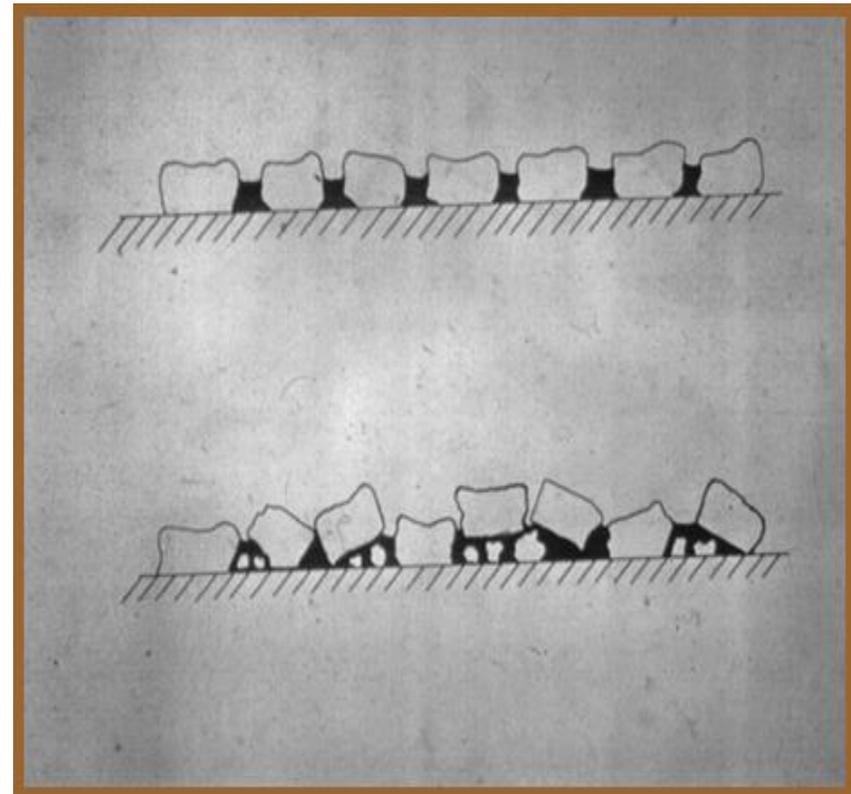
- Desprendimiento por fricción SCT:

**Afinidad agregado-ligante  
Adhesividad activa**

- Mosaicos de prueba

## Requisitos para los agregados pétreos (gravillas)

- Que cumplan las especificaciones convencionales SCT
  - Granulometría
  - Dureza
  - Forma de la partícula
  - Etc.



# Prueba de barrido (sweep test.. ASTM D7000)

- Evalúa las características del curado.
- Útil para determinar apertura al tráfico.
- Útil para medir adherencia.
- Puede dar una idea del desempeño.
- Se utilizan materiales del proyecto.
- Equipo de abrasión de slurry y cepillo.



# Prueba de barrido (sweep test.. ASTM D7000)

- Disco de papel asfaltado, 30 cm  $\varnothing$ .
- Emulsión 83gr (1.42 kg/m<sup>2</sup>) a 60°C.
- Agregado, 100% pasa malla 3/8 (9.5mm) y < 1% pasa malla #4 (4.75mm).
- Dosificación de agregado se calcula, depende de proporción de tamaños y densidad.



# Prueba de barrido (sweep test.. ASTM D7000)

- Se prepara especimen, se cura en horno típicamente 1 hr a 35 °C.
- “Cepillado” a 0.83 giros/s por 60 segundos.
- Se calcula la masa perdida de agregado.



# Prueba de barrido (sweep test.. ASTM D7000)



# Dosificación de agregados

- Regularmente de 7 a 12 lt/m<sup>2</sup>.
- Para riegos mono capa, lo ideal es obtener una capa mono granular.
- Un método práctico y sencillo es el de la caja de dosificación, de un metro de lado, a la que se añade agregado hasta lograr una monocapa.
- La sobredosificación de agregado impide el acomodo del agregado restándole estabilidad.
- Los vacíos bajan de 50% a 30% con la compactación y con trafico a 20% (aprox.).



# Dosificación de la emulsión.

- Dosificación regularmente entre 1,2 y 1,5 lt/m<sup>2</sup>.
- La dosificación de emulsión es sencilla, lo difícil es obtener sustratos homogéneos.
- Se deben hacer correcciones en función de las condiciones del sustrato. Cuando están lisos o llorados se recomienda bajar la dosis de emulsión (10-20%). Una solución alternativa a los pavimentos llorados es aumentar el tamaño del agregado.
- La dosificación de asfalto debe ser suficiente para mantener unido el agregado a la base.

# Dosis Teórica de Emulsión



# Dosificación de emulsión.

Estructura	Emulsión 69%
Monocapa	1,3 – 2,15
Monocapa-Doble emparrillado	1,75 – 2,15
Bicapa	1,0 – 1,4
Sándwich	1,75 – 2.10

- La prueba de la mancha de arena da una idea del estado en que se encuentra el pavimento.
- La porosidad del sustrato así como la presencia de micro-grietas deben tenerse en cuenta a la hora de especificar la dotación de emulsión.

# FACTORES A CONSIDERAR

- ESTADO DEL SUSTRATO.
  - POROSIDAD (RIEGO TAPÓN O ARENADO).
  - RUGOSIDAD ( +10%).
- NATURALEZA, ESTADO Y FORMA DE LAS GRAVILLAS.
  - MATERIALES POROSOS, HÚMEDOS O POLVOSOS (+10%).
  - MATERIALES CÚBICOS Y BIEN SECOS DISMINUIR LA DOSIFICACIÓN.

# FACTORES A CONSIDERAR

- CLIMATOLOGÍA.
  - SUBIR LA DOSIFICACIÓN EN CLIMAS FRIOS.
  - BAJARLA EN CLIMAS CALIENTES.
- TRAFICO.
  - SUBIR LA DOSIFICACIÓN EN CARRETERAS POCO TRANSITADAS.
  - BAJARLA EN LAS MAS FRECUENTADAS

**N·CSV·CAR·3·02·002/13**

**LIBRO:** **CSV. CONSERVACIÓN**

**TEMA:** **CAR. Carreteras**

**PARTE:** **3. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA**

**TÍTULO:** **02. Pavimentos**

**CAPÍTULO:** **002. Capas de Rodadura de un Riego**

## RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN

- Limpieza y barrido del tramo.
- La emulsión puede calentarse de 50 a 70°C. Acelera el rompimiento y mejora la adherencia.
- La emulsión debe de cubrir exclusivamente el área que pueda cubrir un camión de material pétreo o la esparcidora. Evitar el rompimiento de la emulsión que queda sin cubrir. Los equipos sincronizados no tienen esta problemática.
- El agregado no debe contener polvo que ocasione el desprendimiento por la falta de adherencia. Se prefiere el uso de sellos premezclados.

La adherencia del asfalto con el material pétreo puede fallar por:

Tipo de material

Agregado muy pulido y redondeado

Polvo existente en el material

Se puede premezclar con emulsión o asfalto AC-10, aprox 0.6 a 1%.

Correcto

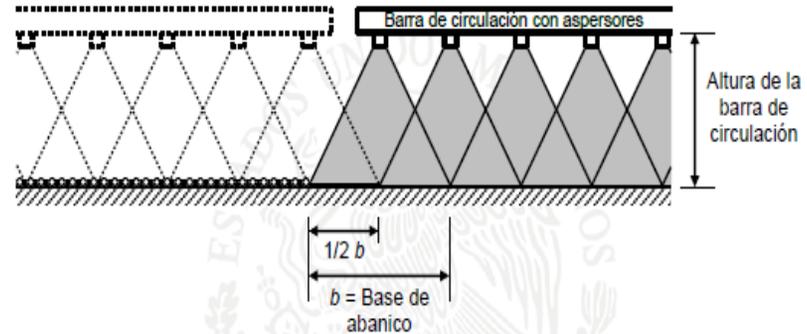


Incorrecto



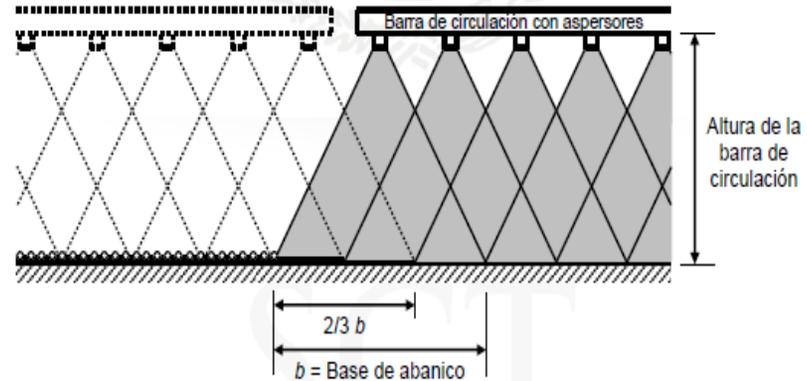
Riego previo

Riego actual



Riego previo

Riego actual



## RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN

- **Inmediatamente después de aplicar la emulsión se debe esparcir el material pétreo para evitar que la emulsión forme película y se disminuya la adhesión ligante – pétreo.**
- **El equipo compactador debe entrar inmediatamente después de haber sido esparcido el material pétreo.**

### E.2. COMPACTADORES

Los compactadores serán ligeros, autopropulsados, reversibles, con una masa máxima de cuatro (4) toneladas y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem.

### G.8. PLANCHADO DEL MATERIAL PÉTREO

Salvo que el proyecto indique un procedimiento distinto, inmediatamente después de esparcido y rastreado el material pétreo como se indica en la Fracción anterior, y con el propósito de que quede embebido en el material asfáltico, se acomodará mediante un planchado con al menos cuatro (4) pasadas de un compactador ligero de rodillos metálicos, que se ejecute longitudinalmente, de las orillas de la capa de rodadura hacia su centro en las tangentes y en las curvas, de su lado interior al exterior, efectuando un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, siempre a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el material pétreo y evitando su deterioro o trituración por exceso de pasadas o por el uso de compactadores demasiado pesados. El planchado se completará el mismo día del esparcido del material pétreo, terminándolo cuando haya roto la emulsión asfáltica o fraguado el asfalto rebajado.

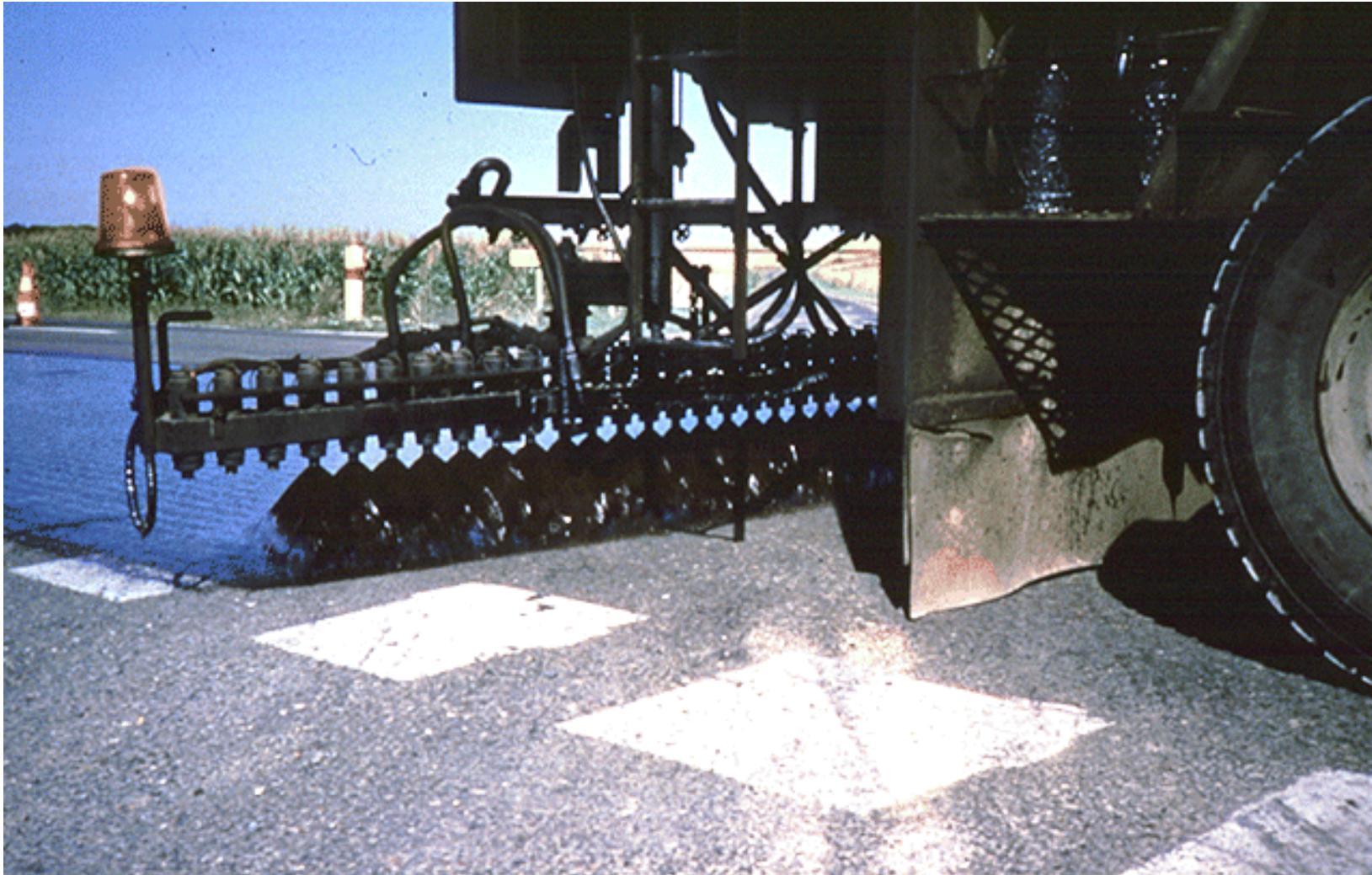
## G.9. TERMINADO

- G.9.1.** Una vez concluido el planchado y transcurrido un tiempo no menor de un (1) día, durante el cual la capa de rodadura estará cerrada a todo tipo de tránsito, o cuando la Secretaría juzgue que el material asfáltico tiene la consistencia adecuada que evite el desprendimiento excesivo del material pétreo, todo el material que no se haya adherido se recolectará dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y en el sitio indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, donde quedará a disposición de ésta.
- G.9.2.** Cuando sea indispensable abrir la capa de rodadura de un riego a la circulación en un plazo menor al indicado en el Inciso anterior, se implementará un control riguroso del tránsito vehicular, para que la velocidad de circulación no sea mayor de treinta (30) kilómetros por hora, durante dos (2) días y hasta que se concluya el barrido final, cuidando que no se concentre en una misma rodada.
- G.9.3.** Las orillas de la capa de rodadura de un riego quedarán bien recortadas y libres de obstáculos que pudieran entorpecer el libre drenaje superficial del pavimento.

# APLICACIÓN DE RIEGO DE SELLO



# BARRA ESPARCIDORA





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**

# TREN DE APLICACIÓN





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**

# APLICACIÓN





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**

# COMPACTACIÓN





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORD  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**





Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción

SCT  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



Concretos  
**MOCTEZUMA**

FORO  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
**CARRETERAS**

