

SON NUESTROS  
CAMINOS.  
ES NUESTRA  
PROVINCIA

GUÍA TEÓRICA-PRÁCTICA PARA MUNICIPIOS

*Publicación N° 112*



**DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**TÉCNICAS**  
DE **EVALUACIÓN Y REPARACIÓN**  
DE PAVIMENTOS  
EN ÁMBITO **RURAL Y URBANO**

Autores:

Ing. Augusto Perazo

Ing. Lucas Tiseira

Ing. Lisandro Luján Lalli



Publicación cuatrimestral  
técnico-informativa  
Período enero / abril 2025  
R.P.I. en trámite

# AUTORIDADES

República Argentina  
Provincia de Buenos Aires  
Ministerio de  
Infraestructura,  
Vivienda y Servicios  
Públicos

## Gobernador

Axel Kicillof

## Ministro de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos

Gabriel Katopodis

## Sub Secretario de Obras Públicas

Arq. Carlos Rodríguez

## DIRECCIÓN DE VIALIDAD

### Administrador General

Sr. Roberto N. Caggiano

### Sub Administrador General

Sr. Hernán Y Zurieta

### Gerente Técnico

Ing. Pablo Morano

### Gerente de Administración

Lic. Leonardo M. Zara

### Gerente Ejecutivo

Ing. Gabriel A. Yankowsky

### Unidad Coordinadora de Programas

Arq. Mario Vázquez

## COMISIÓN DE PUBLICACIÓN

### Coordinación

Prof. María José Pourreux

### Redacción

Lic. Soledad Lucino

### Diseño y Diagramación

DCV. Angeles García Pascual

### Soporte Técnico

Ing. Abel Fontana

### Consultores Técnicos

Ing. Pablo Morano

Ing. Mario Aguirre

Ing. Fernando Puglisi

Ing. Guillermo Galvaldá

Ing. Augusto Perazo

Ing. Lucas Tiseira

Ing. Lisandro Luján Lalli

SON NUESTROS  
CAMINOS.  
ES NUESTRA  
PROVINCIA

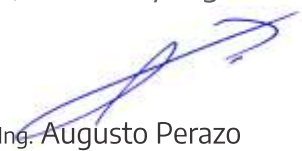


El Departamento de Investigación y Desarrollo ha desempeñado un papel crucial en la evolución de las técnicas constructivas y la innovación en materiales desde su fundación en 1954. Su enfoque inicial en la investigación y la adopción de nuevas tecnologías ha permitido no solo mejorar los procesos constructivos, sino también adaptarse a las demandas del entorno vial. A medida que las metodologías de evaluación de pavimentos avanzan a nivel global, este Departamento ha tomado la iniciativa en la Dirección de Vialidad de la Provincia de implementar estas metodologías, asegurando que las rutas provinciales cuenten con mediciones precisas y actualizadas. Esto ha facilitado la creación de planes de acción que responden a las necesidades específicas del territorio bonaerense, garantizando así una infraestructura vial más eficiente y segura.

Durante la ejecución de las obras, el Departamento asume un rol clave al avalar los materiales y fórmulas previstos, no solo validando su aptitud técnica, sino también interviniendo activamente para optimizar el rendimiento técnico de los recursos disponibles.

Dada la relevancia de las tareas que lleva adelante dentro del organismo vial, es fundamental que el personal interviniente esté debidamente capacitado, no solo para ejecutar, sino también para mantenerse a la vanguardia en conocimientos. La incorporación constante de nuevas tecnologías aplicadas a los materiales y procesos de fabricación resulta esencial para garantizar un desarrollo técnico sostenido.

Invitamos a los lectores a recorrer esta publicación como una herramienta de consulta y reflexión, que permita profundizar en los aportes del Departamento y acompañar el fortalecimiento de una infraestructura vial cada vez más moderna, eficiente y segura.



Ing. Augusto Perazo  
Jefe de Dpto.  
Investigaciones y Desarrollo  
de la DVBA

SON NUESTROS  
CAMINOS.  
ES NUESTRA  
PROVINCIA



*Máquina de Compresión.*

*Realización de desmolde de probeta dosificada  
de suelo cal / suelo cemento. (1964)*



## RESUMEN

Como en toda obra de ingeniería, los pavimentos requieren de un mantenimiento periódico. La categoría de las intervenciones y su frecuencia están condicionadas por diversos factores, que incluyen desde el tipo de pavimento hasta las condiciones del entorno en el que se encuentran emplazados.

En este sentido, resulta fundamental determinar las condiciones de calidad de servicio que presenta cada camino, identificando las fallas existentes con el objetivo de prevenir comportamientos futuros no deseados y definir las técnicas de intervención más adecuadas.

Este documento tiene como finalidad brindar una guía teórico-práctica para la identificación de fallas en pavimentos urbanos y rurales, junto con algunas de las posibles soluciones aplicables. Está orientado a servir como herramienta de referencia para el personal técnico de las jurisdicciones Zonales y Municipales encargado del mantenimiento y mejora de la red vial.

# TÉCNICAS DE EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS EN ÁMBITO RURAL Y URBANO

Autores: Ing. Augusto Perazo / Ing. Lucas Tiseira / Ing. Lisandro Luján-Lalli

## INTRODUCCIÓN

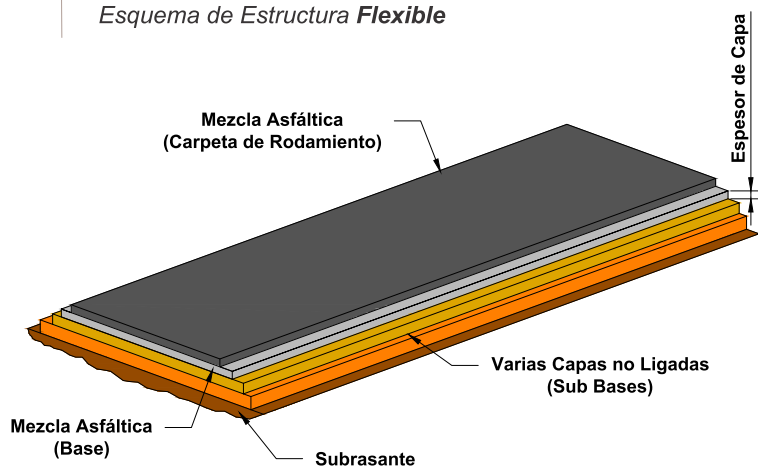
Las tipologías de pavimento, desde el punto de vista estructural, se pueden identificar en dos grupos principales: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Su principal diferencia radica en los materiales conformantes y en la respuesta que presentan bajo la aplicación de cargas.

Los pavimentos flexibles se componen de una estructura constituida por capas sucesivas construidas con rigideces decrecientes a medida que aumenta la profundidad (carpeta de rodamiento, base y subbase). La capa superior, denominada carpeta de rodamiento, está conformada -principalmente- por una mezcla asfáltica cuya función principal es resistir los esfuerzos inducidos por el tránsito y

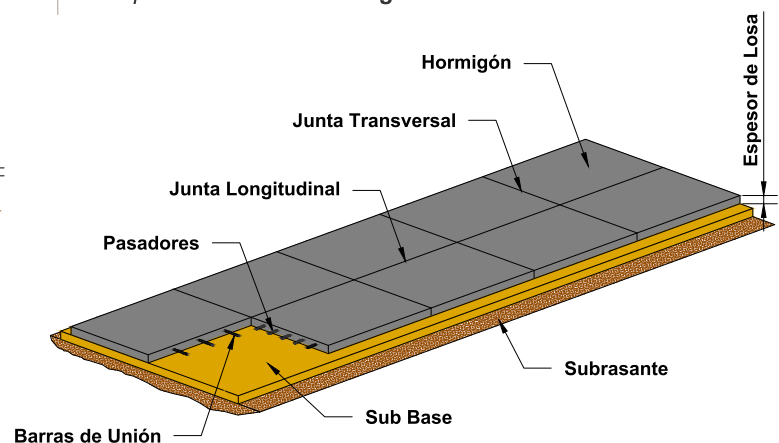
proporcionar una superficie de rodamiento adecuada.

Los pavimentos rígidos poseen una carpeta de rodamiento de hormigón la cual se va a encargar de disipar casi la totalidad de las cargas actuantes sobre él y derivar a capas inferiores pequeños porcentajes de las mismas. Esta carpeta actúa como una sucesión de losas que interactúan entre sí, por efecto de la fricción en juntas y, en algunos casos, también por acción de pasadores ubicados entre ellas. Esta tipología de pavimentos, generalmente, se compone de dos elementos estructurales: una subbase y una carpeta de rodamiento (hormigón) no ligadas entre sí, que descansan sobre una subrasante.

Esquema de Estructura **Flexible**



Esquema de Estructura **Rígido**



Mientras que los pavimentos flexibles son pensados para que tengan una vida útil esperable que rondan los 15 años; los pavimentos rígidos se calculan para que tengan un servicio efectivo entre los 40 a 50 años. Estas etapas de durabilidad vienen asociadas a los bajos tránsitos esperables en calles urbanas y a las características intrínsecas de los

materiales utilizados. Es fundamental tener en cuenta que la vida útil real también estará alineada con el mantenimiento que se le apliquen, la intervención que pudieran sufrir por obras asociadas, o cualquier alteración que pudiera padecer el tránsito en la vida en servicio.

Características principales de:

### PAVIMENTO FLEXIBLE

**Flexibilidad y Adaptabilidad:** tienen la capacidad de adaptarse a las deformaciones y movimientos que pudieran sufrir las superficies de apoyo. Esto hace que sean muy eficaces para aquellas zonas sujetas a cambios estacionales, vibraciones y cambios de temperatura.

**Resistencia a la Fatiga:** se deforman cuando las cargas actúan para recuperar su estado original. De aquí el principio de flexibilidad.

**Sencillo Mantenimiento:** fallas típicas como fisuras, o pequeños baches, pueden ser reparadas eficientemente en tiempos acortados, sin tener que dejar inhabilitada la vía por tiempos extensos.

**Absorción de Ruidos:** por intermedio del asfalto y la posible terminación superficial de los mismos, son capaces de absorber el ruido producido por el tráfico, reduciendo la contaminación acústica, principalmente en zonas con urbanización cercana.

**Reciclabilidad:** las mezclas asfálticas pueden ser reciclables, estos hacen que al final de su vida útil, se pueda reutilizar el material como RAP en nuevos proyectos de pavimentación o mantenimiento.

La adopción de un tipo u otro de pavimento, estará ligado a distintos factores, desde el nivel y tipo de tráfico, las condiciones de entorno, usos de suelos circundantes, condiciones climáticas y, principalmente, de las condiciones so-



▲ Pavimento Flexible de Asfalto

### PAVIMENTO RÍGIDO

**Resistencia Estructural:** el hormigón posee gran resistencia para soportar cargas, principalmente por compresión. Esto lo vuelve muy eficaz debido a que distribuye de manera muy eficiente las cargas a capas inferiores.

**Durabilidad a Largo Plazo:** pueden lograr vida en servicio prolongadas, manteniendo su aspecto y durabilidad, reduciendo de esta manera los costos de mantenimiento.

**Resistencia al Desgaste y la Erosión:** el hormigón es altamente resistente al desgaste causado por la fricción de los neumáticos.

**Resistencia a la Acción de Agentes Químicos:** son buenos para resistir a la acción de sustancias químicas como aceites y sales. Esto hace que se vuelvan buena opción en zonas de exposición.

**Sostenibilidad:** además de poder ser reciclado, el pavimento rígido contribuye a la reducción de desechos por construcción y demolición.

cio-económicas del momento e idiosincrasia de los municipios. Por lo tanto, el mejor pavimento va a ser el que cumpla con todas los factores mencionados anteriormente y se ejecute de manera correcta.



▲ Pavimento Rígido de Hormigón

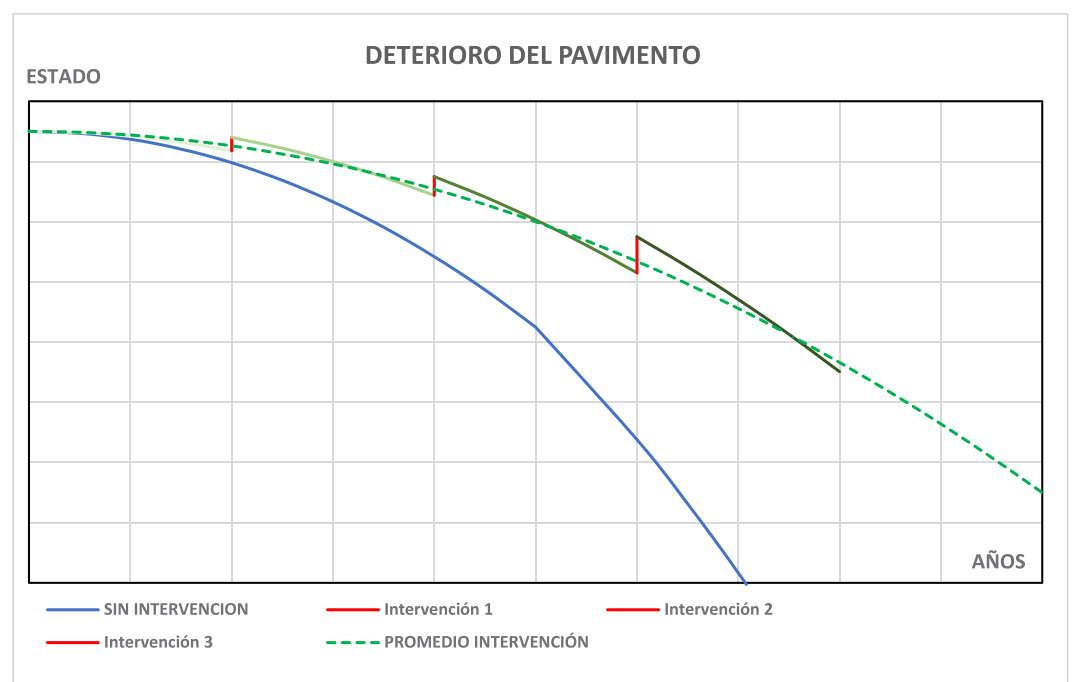
## MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

Los pavimentos, durante el período de vida útil, por el uso, el proceso de longevidad de los materiales componentes y la acción del ambiente, experimentan deterioros devenidos en fallas de distinta índole. Este deterioro constante, el cual comienza una vez construido, deberá ser paliado de manera constante con el fin de poder llegar a los períodos de servicio buscados.

Es esperable que el estado de los pavimentos decrezca en calidad conforme pasa el tiempo desde su génesis. Entonces, si el deterioro lo midiéramos en función de un parámetro, el cual podríamos definir como “Estado”, se observarían curvas de este tipo que caracterizarían el menoscabo de los pavimentos en función al tiempo.



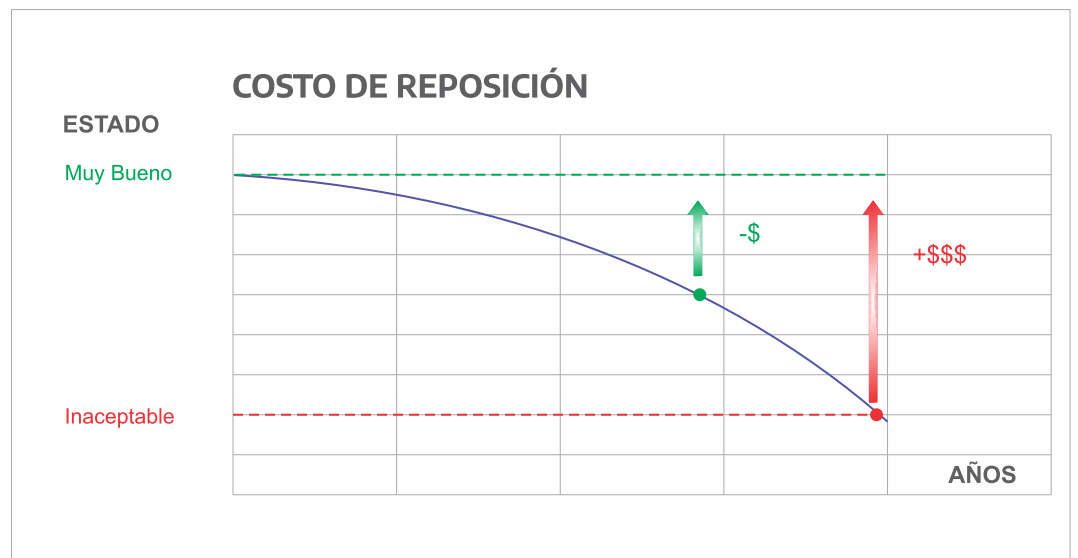
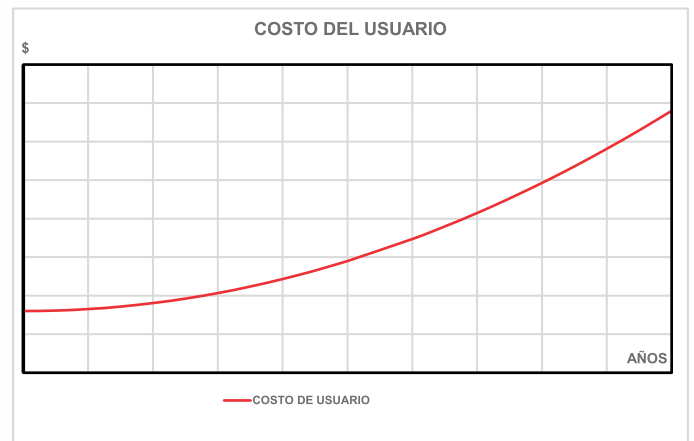
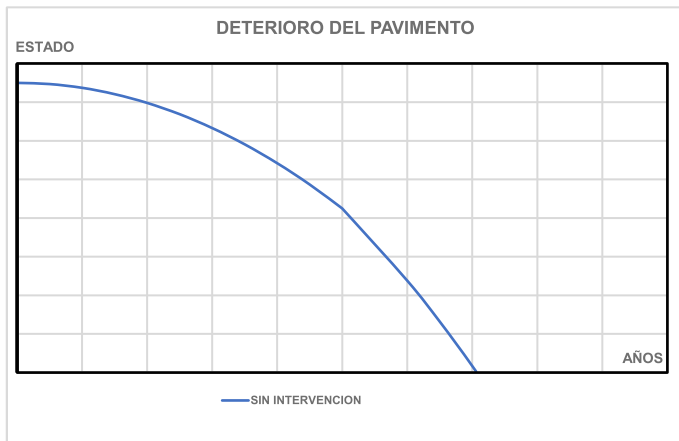
El mantenimiento constante haría que esta curva experimente una caída más suave, prolongando los tiempos de servicio.



Todo mantenimiento tiene asociado un costo, que es función directa de la tarea a ejecutar para paliar el defecto que deba corregirse. Estas tareas serán de mayor complejidad cuanto mayor sea el tipo de defecto a eliminar y que a su vez estará asociado al tiempo de atención que se disponga

sobre el mantenimiento.

Por lo tanto, un correcto plan de mantenimiento estará vinculado al costo económico de las tareas y la dificultad de llevar adelante las mismas, volviendo (en ocasiones) inviable la reparación de los pavimentos.



La elaboración de un plan de mantenimiento se basará en una evaluación técnica sustentada en parámetros cuantificables que reflejen la calidad del pavimento. Esto permitirá establecer planes de acción futuro, predecir la evolución de las fallas y optimizar los recursos disponibles.

En el caso de pavimentos urbanos, la evaluación se enfocará en la detección de fallas comunes y de fácil identificación, con el objetivo de cuantificarlas y planificar su reparación de manera eficiente.

## EVALUACIÓN DE FALLAS

Las posibles fallas a encontrar en pavimentos urbanos estarán asociadas al tipo de pavimento. A continuación, se listan aquellas que se detallan en esta publicación. Existen

mayor cantidad de fallas y subgrupos dentro de los que se muestran, pero a fin de generar una guía práctica de uso simple, solo se presentarán las siguientes:

| TIPOS DE FALLAS - PAVIMENTOS URBANOS     |                    |                  |
|------------------------------------------|--------------------|------------------|
| Identificación                           | Pavimento Flexible | Pavimento Rígido |
| Fisura                                   | X                  | X                |
| Deformaciones / Ahuellamiento            | X                  |                  |
| Bache Superficial                        | X                  |                  |
| Bache Profundo                           | X                  |                  |
| Levantamiento / Escalonamiento de Juntas |                    | X                |
| Daño del Sello de Junta                  |                    | X                |

▲ Identificación de fallas, según tipo de pavimento

## FALLAS SOBRE PAVIMENTOS FLEXIBLES

### FISURAS

Las fisuras que se pueden dar debido a:

- a) Fatiga del material.
- b) Junta pobremente construida.
- c) Contracción por ciclos de temperatura.
- d) Reflexión adquirida de bases rígidas.

Se pueden encontrar fisuras longitudinales (paralelas al eje de la calle), coincidentes con la huella de los vehículos o en eje; transversales al eje; y fisuras en malla, formando

bloques que pueden ir de 0,10 x 0,10 m a 3,0 x 3,0m.

Se identifican visualmente en función de un catálogo fotográfico comparativo-indicativo, el cual determina el tipo de fisura a partir de un ranking numérico: Tipo 2, 4, 6, 8 y 10.

Su cuantificación se lleva a cabo en metros lineales para la fisura tipo 2 y 4, mientras que en las siguientes fisuras 6, 8 y 10 se indica el área afectada.

| FISURA TIPO | DESCRIPCIÓN                                                                                   | COMPARATIVO                                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | Formada en una sola línea, generalmente longitudinal y aislada, con tendencia a ramificación. |  |

| FISURA TIPO | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                | COMPARATIVO                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 4           | Fisura ramificada, con tendencia a formar malla de sectores grandes.                                                                                       |    |
| 6           | Fisura en malla que abarca una superficie amplia del pavimento, con panes intermedios.                                                                     |   |
| 8           | Fisura generalizada en forma de malla cerrada, de reticulado chico, formando "piel de cocodrilo".                                                          |  |
| 10          | Fisura en malla generalizada en forma de malla cerrada, formando "piel de cocodrilo" y desprendimiento de panes considerable de mezcla asfáltica completa. |  |

## DEFORMACIONES / AHUELLAMIENTO

Son depresiones formadas en superficie, generalmente de las huellas de las ruedas de los vehículos. Pueden presentarse como levantamiento a los lados de la huella o sobre estructuras rígidas linderas al pavimento (cordón cuneta, tapa de desagües). Están asociadas a deformaciones permanentes en cualquier capa del pavimento o en la subrasante de



▲ *Deformación transversal, pérdida de perfil.*

apoyo. Estas pueden deberse a la consolidación o movimiento lateral de los materiales debido al paso del tránsito.

Este tipo de falla se mide en área afectada y la severidad de la misma se determina por la profundidad media de huella o de la depresión, a partir de una regla perpendicular a la dirección de la falla (longitud de regla: 1,20m).



▲ *Ahuellamiento excesivo, mayor a 10 mm.*

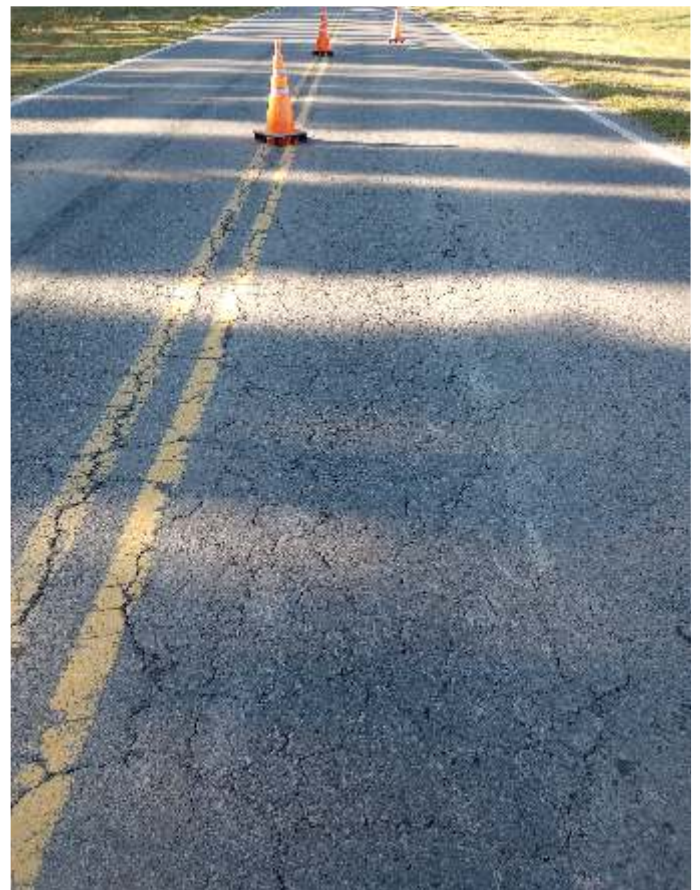
## BACHE SUPERFICIAL

Esta falla se la considera cuando tenemos una conjugación de fallas actuando en simultáneo. Estaremos frente a baches superficiales cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Existencia de fisuras Tipo 6 o superiores con ahuellamiento de severidad menor a los 10 mm.
- 2) Ahuellamiento con severidad superior a los 10 mm e inferior a los 20 mm con presencia de fisuras inferiores a las del Tipo 6.

El bacheo superficial se cuantifica de la siguiente manera:

- 1) Superficie: área rectangular que limita la totalidad del sector afectado.
- 2) Espesor: todo aquel que incluya la carpeta asfáltica. Para este caso en particular, se deberá siempre verificar la condición de las bases inmediatamente inferior a la carpeta y generar la reparación parcial (necesaria) de la misma.



▶ *Bache Superficial.*

## BACHE PROFUNDO

Esta falla se identifica cuando existe fisura del Tipo 8/10 con desprendimientos, y presencia de deformaciones transversales mayores a 20 mm (o en el entorno), acompañadas de desplazamientos laterales con pérdida del perfil transversal original.



- ▲ *Bache Profundo, pérdida de material y deformación acumulada de capas inferiores*
- ▶ *Bache Profundo, deformaciones laterales y profundas*

En los casos bacheo profundo, en los cuales hay que intervenir las capas de bases y subbase de la estructura, se deberá estudiar y verificar en qué profundidad llevar a cabo las tareas sobre la estructura.

Para llevar adelante un análisis sencillo, ampliamente aceptado y estudiado en el ámbito vial, se recomienda la implementación del Ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono, según Norma ASTM – D 6951-03.

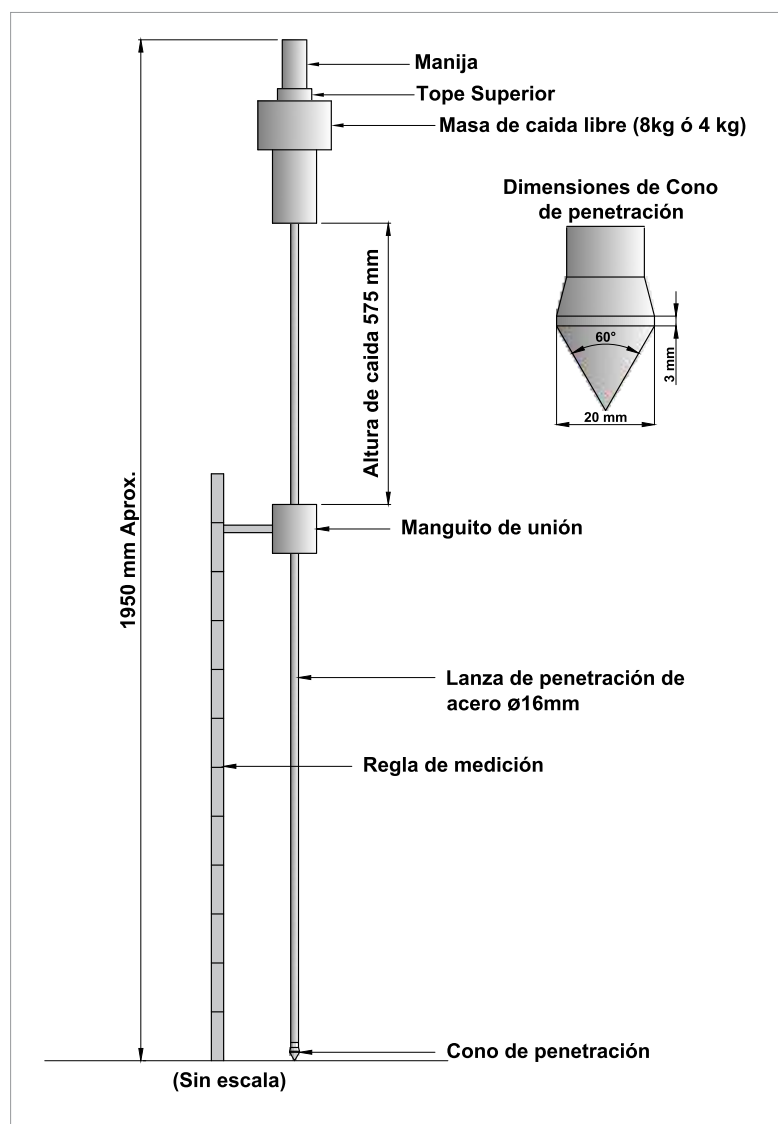
El DCP consiste en un método de ensayo semidestructivo capaz de evaluar la capacidad estructural in-situ de suelos con o sin aporte de materiales granulares, y en algunas ocasiones, capas de suelo levemente cementadas. Este método mide directamente la penetración dinámica por golpe de la capa auscultada, que es función directa de la resistencia al corte que ofrece la misma. Por lo tanto, el esfuerzo necesario para penetrar una capa depende de:

- 1) Las características intrínsecas del material evaluado (capas de una estructura de camino).
- 2) Las características del equipo utilizado.

En estos casos se debe prever la recomposición de las capas inferiores analizando las mismas para ver las características presentes y en qué profundidad se deberá intervenir la estructura.



Esquema Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)



Tanto en etapa previa de control como en ejecución, el DCP puede utilizarse para establecer lo siguiente:

- 1 Campaña previa de reconocimiento (ágil) de las características existentes del terreno.
- 2 Detección e identificación de anomalías de capas construidas.
- 3 Seguimiento del comportamiento estructural.
- 4 Verificación de la eficiencia de los equipos de compactación utilizados en obra.
- 5 Control durante la construcción.

La metodología de ensayo consiste en medir la cantidad de milímetros que penetra una lanza de punta cónica de 60° ante la aplicación de carga fija y normalizada en caída libre, determinando de esta manera la inserción en mm por golpe entregado, el cual se determina convenientemente a partir

del grado de resistencia que poseen las capas a ensayar, y de esta manera obtener valores representativos.

Para el análisis de los resultados del ensayo, se utilizan dos gráficas puntuales descritas a continuación:

1) Curva DCP: representa el progreso de la penetración del equipo a través de las capas evaluadas en la profundidad que se realice el trabajo. La gráfica se construye indicando en ordenadas las profundidades en milímetros y en abscisas el número acumulado de golpes para alcanzar dichas profundidades.

2) Diagrama Estructural: representa el índice de penetración (DN) en función de la profundidad en milímetros. El DN es el número que caracteriza la penetración en milímetros/golpe (mm/golpe), y representa la pendiente de las rectas.

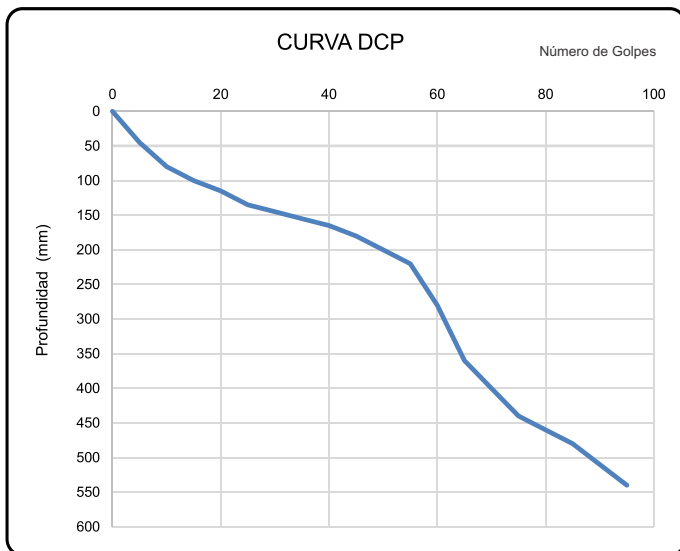


Gráfico Curvas DCP

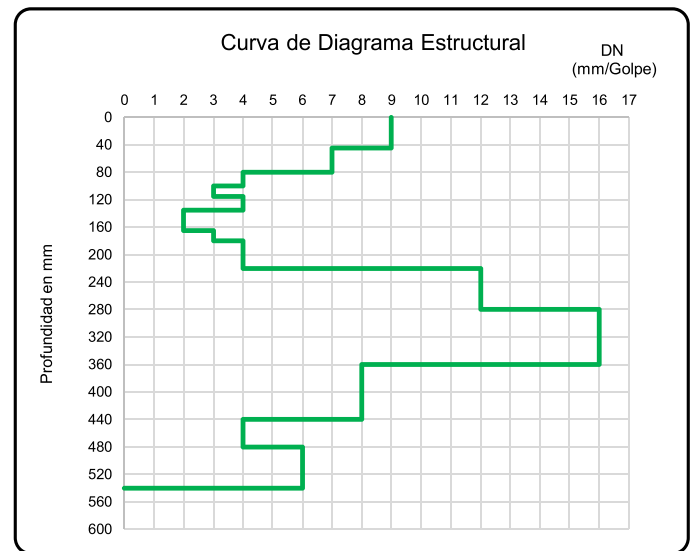


Diagrama Estructural

El valor DN obtenido del ensayo a partir del DCP, puede aplicarse en correlaciones para obtener distintos parámetros de caracterización de capas conformantes de un paquete estructural de pavimento.

En la actualidad, y a partir del avance de las tecnologías, también es posible evaluar capas estructurales de suelo o estabilizado a partir del Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) portátil. Este equipamiento permite la determinación del módulo elástico de materiales. El mismo tiene la capacidad de realizar mediciones deflectométricas no destructivas, por lo que es utilizado para evaluar directamente la rigidez de la capa.

El funcionamiento se basa en inducir una deformación dinámica equivalente a la de un camión cargado circulando a una velocidad de 80km/h y aplicando la carga del neumático doble trasero en una superficie de 1m<sup>2</sup>. Esto se hace a partir de dejar caer un peso igual a 10Kg sobre un plato de carga de 300mm de diámetro.

El equipo mide la Deflexión en el centro del plato de carga, registra la fuerza aplicada a partir de un celda de carga, y calcula indirectamente el Módulo Dinámico de la estructura, basada en la fuerza requerida para generar una Deflexión medida, ejercida por el esfuerzo aplicado.

El cálculo del módulo in-situ con LWD es un método dinámico, rápido, preciso e independiente para verificar el grado de rigidez de la estructura, el nivel de compactación

(indirectamente) y la uniformidad de la capa a partir de una frecuencia de ensayos. Es por esto que la metodología, si bien es nueva en nuestro país y de altos costos económicos iniciales, aplica un alto grado técnico a los trabajos de bacheo.



Equipo de Medición LWD

## FALLAS SOBRE PAVIMENTOS RÍGIDOS

### FISURAS

Las fallas en pavimentos pueden tener distintas clasificaciones según el tipo de falla que se clasifican de la siguiente manera:

- 1) Rotura de Esquina
- 2) Fisuración Longitudinal
- 3) Fisuración Transversal
- 4) Fisuración por Durabilidad
- 5) Losas Fragmentadas

| FISURA TIPO              | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                               | COMPARATIVO                                                                          |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rotura de Esquina</b> | Fisura de espesor total que se desarrolla entre junta transversal y junta longitudinal o borde de calzada. Generalmente en ángulo de 45° respecto al eje de pavimento. La severidad depende en gran medida del escalonamiento del bloque. |   |
| <b>Longitudinal</b>      | Fisura de espesor total, paralela al eje de calzada. Su severidad está asociada a la abertura de la grieta, y el posible escalonamiento entre bloques.                                                                                    |  |

| FISURA TIPO               | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                     | COMPARATIVO                                                                          |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transversal</b>        | Fisura de espesor total, transversal al eje de la calzada. Su severidad está asociada a la abertura de la grieta, y el posible escalonamiento entre bloques.                    |    |
| <b>Por Durabilidad</b>    | Fisuración en mapa. Usualmente se desarrollan como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una fisura lineal existente.                                       |   |
| <b>Losas Fragmentadas</b> | Refiere a aquellas losas que se encuentran divididas en dos o más unidades debido a fisuras en distintas direcciones que forman estos panes. Las fisuras son de ancho completo. |  |

## ESCALONAMIENTOS

El escalonamiento entre losas se produce a través de una junta. Es la diferencia de nivel de losas contiguas. Las posibles causas que producen este tipo de fallas pueden:

- 1) Asentamiento de sub-base o sub-rasante blanda, poco compacta.
- 2) Bombeo de material fino (pérdida de material), perteneciente a sub-base.
- 3) Alabeo de los bordes de las losas por ciclos de temperatura o humedad.

La severidad está regida por la diferencia de la elevación entre losas, donde se supone que diferencias superiores a 10mm, estima una severidad media de falla a considerar.



*Escalonamiento de Losas*



## DAÑO EN SELLO DE JUNTA

Este tipo de fallas refiere al deterioro del material de sellado, posibilitando así el ingreso de materiales incompresibles a la junta; esta falla permite el ingreso de agua a capas inferiores aumentando la posible aparición del fenómeno de bombeo de finos pertenecientes a capas inferiores.

La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda en ciclos de temperatura y humedad, pudiendo resultar en la fragmentación, levantamiento descascaramiento de los bordes de junta, generando un problema aún mayor.

Es imprescindible -en este tipo de pavimentos- que el material de relleno de juntas sea el adecuado para que no suceda lo mencionado anteriormente. Establecer un control de las juntas es parte del mínimo mantenimiento que requieren los pavimentos rígidos.



*Falla en Junta, acumulación de material incompresible*



## TÉCNICAS DE REPARACIÓN DE FALLAS

El mantenimiento tiene la finalidad de preservar y conservar las carreteras y contempla una serie de actividades acordes a la reparación/mejoramiento que se realiza du-

rante el período de vida útil de los pavimentos.

Las tareas se dividen de acuerdo a la falla a reparar y el tipo de pavimento que se trate, ya sea flexible o rígido.

### PAVIMENTOS FLEXIBLES

#### REPARACIÓN DE FISURAS

Este apartado trata aquella fisuras encuadradas dentro de la categorización descripta que van desde la Fisura Tipo 2 a la Fisura Tipo 6. Las categorías 8 y 10 serán reparadas como se menciona en el apartado de “Reparación de Baches”, específicamente baches superficiales. Esto debido a que el avance de la falla, genera que su tratamiento de reposición sea más complejo para lograr el mejor resultado posible.

En cuanto a la reparación de fisuras, el tratamiento a llevar a cabo se denomina sellado “tipo puente”, detallado a continuación:

Identificada la longitud de las fisuras, se procede a la limpieza de la zona, tratando de eliminar todo tipo de polvo y suciedad típica dentro de la fisura propiamente dicha y a su alrededor, buscando dejar una superficie limpia de polvo

y humedad. Dentro de la grieta no deberá existir agua acumulada. El aseo se podrá realizar con equipos que inyecten aire a presión combinados con cepillos para barrido. El paso siguiente es el recubrimiento de la fisura: cuando se trate de fisuras de poco espesor ( $< 3\text{mm}$ ) se deben rellenar con una técnica especial que tiene en cuenta la utilización de asfalto en caliente y cubrir la superficie con arena. Cuando se trate de grietas mayores a los 3mm, las mismas serán rellenadas con una lechada de asfalto caliente con material pétreo fino.

Cabe destacar que en el mercado actual, existen variedad de nuevos productos útiles para llevar adelante estas técnicas de reparación. Siempre el criterio técnico del profesional a cargo de la decisión será el correcto, mientras que la reparación cumpla en prestaciones y vida útil.



*Sellado de Fisuras en Pavimento Flexible  
(Tipo Puente)*

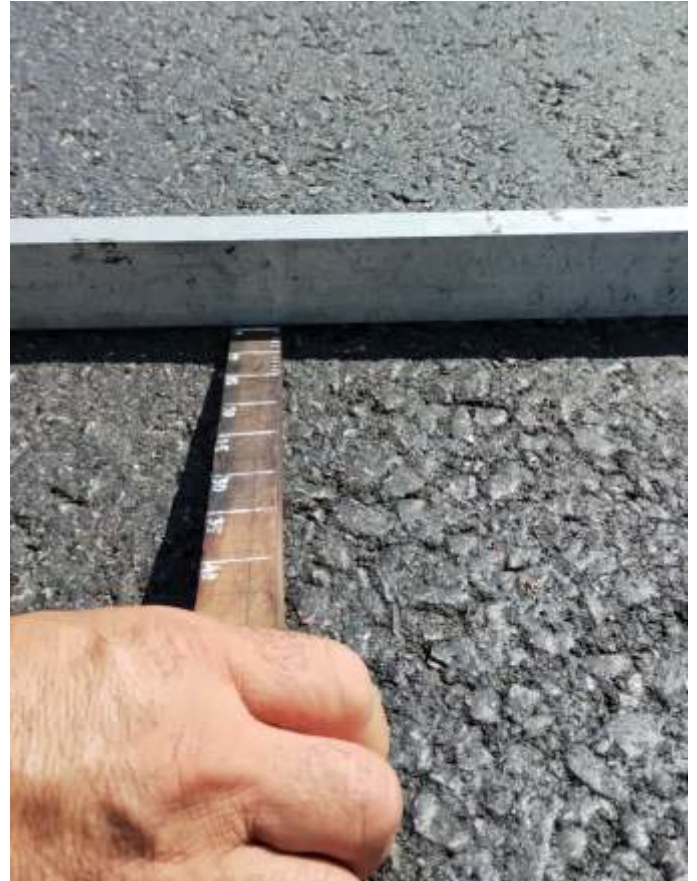
## REPARACIÓN DE DEFORMACIONES / AHUELLAMIENTO

El ahuellamiento se presenta como una depresión que se desarrolla en el sentido transversal al eje del pavimento, y que se extiende a lo largo del mismo y se genera en la superficie de la huellas de las ruedas de los vehículos.

La deformación se puede presentar como levantamiento del pavimento a los lados de la huella, o depresión propia de esta última. La falla es permanente y puede deberse a deformación propia por incapacidad de la capa asfáltica, o bien provenir de la consolidación o desplazamiento de las capas inferiores o subrasantes.

El ahuellamiento se evalúa mediante la profundidad de huella determinada a partir de una regla de 1,20m (rígida) y una cuña graduada que permite cuantificar esta deformación. El procedimiento consta de disponer la regla transversalmente al eje del camino, apoyada sobre los puntos altos de la deformación; posteriormente, se introduce la cuña graduada hasta alcanzar el punto más bajo de la deformada, tal como se muestra en la siguiente imagen.

*Medición de ahuellamiento* ►



Las técnicas e intervención de estas fallas estarán dadas por la severidad, calificada según la profundidad media de huella que puede existir, teniendo en que una severidad baja agrupa aquellas depresiones menores a los 10mm, mientras que profundidades mayores a estas necesitan de tratamiento más presuroso.

Según el nivel de severidad, el tratamiento de la falla podrá oscilar entre la no intervención en casos de baja severidad y, en daños mayores es recomendable llevar adelante el fresado del tramo afectado y la posterior reposición, con una sobre capa de bajos espesores o tratamientos superficiales que mejoren la capa de rodamiento.

En los casos que la deformación provenga de capas inferiores (bases no ligadas o subrasantes), se deberá actuar de igual manera que en la reparación de baches, ya sea su-

perficial o profundo, según lo requiera.

En ocasiones, y aunque no es lo más recomendable, es viable (debido a cuestiones económicas y costos de reparación), llevar adelante el “relleno de huella”, prestando el especial atención de que la falla provenga directamente de la carpeta y no de capas inferiores a esta. Además, se debe asegurar que la deformación haya cesado antes de realizar la reparación. Para ejecutar esta acción de mantenimiento, es fundamental emparejar la huella con cortes de bordes rectos y parejos, y luego de un riego de liga, incorporar la mezcla asfáltica de relleno, procurando que el diseño de la misma sea el adecuado en el espesor en que se va a colocar, teniendo especial cuidado en el tamaño máximo de la mezcla. En situaciones particulares, se puede fresar la cresta de material en exceso.

## REPARACIÓN DE BACHES

La aparición de baches en la superficie de los pavimentos pueden tener distintas causas y expresarse en distintas tipologías en función del origen de la falla y el tiempo en que se está desarrollando dicha anomalía. Podemos encontrar un avance significativo de las fisuras (tipo 8/10), con des-

prendimiento de panes en superficie; hundimientos o bien una conjugación de estos que requiera una atención mayor. La severidad de estas consecuencias nombradas anteriormente, será la que finalmente influya en el tipo de bacheo a realizar.

### BACHEO SUPERFICIAL

La aparición de baches en la superficie de los pavimentos, pueden tener distintas causas y expresarse en distintas tipología en función del origen de la falla y el tiempo en que se está desarrollando dicha anomalía. Podemos encontrar un avance significativo de las fisuras (tipo 8/10), con desprendimiento de panes en superficie; hundimientos; o bien una conjugación de estos que requiera una atención mayor. La severidad de estas consecuencias nombradas anteriormente, será la que finalmente influya en el tipo de bacheo a realizar.

*Bacheo superficial ejecutado*



### BACHEO PROFUNDO

Este método de reparación es, sin dudas, el método más difundido y conocido aunque a veces mal utilizado y/o mal realizado. Como toda intervención de cualquier índole, es fundamental que existan técnicos y profesionales de supervisión con experiencia y conocimiento.

Al igual que en bacheo superficial, una reparación oportuna influirá positivamente en la economía de mantenimiento. Se debe prestar suma atención a cada paso que requiera la reparación del tipo profunda. Debido al costo asociado, se espera que sea una reparación duradera.

**1)** El material que se extraerá de la zona afectada, será el suficiente para llegar hasta una profundidad firme, desde la cual se comenzará a incorporar material nuevo. Previamente es importante evaluar las capas junto al ensayo DCP. Esto puede llevar hasta la remoción de la capa de subrasante, la cual deberá ser repuesta, e implicaría la recomposición del paquete estructural completo.



**2)** La excavación del bache deberá extenderse por lo menos 30cm dentro del pavimento en buen estado. Esta acción es parte del buen arte y extenderá la vida útil del bacheo, eliminando toda amenaza circundante que podría hacer fallar prematuramente la reparación.



**3)** Todos los cantos de la excavación deberán estar escuadrados, con bordes vivos, caras paralelas y ángulos a 90°. Deberá procurarse tener formas rectangulares. Esto garantiza la contención del material que se incorpore, especialmente de la mezcla asfáltica, pudiendo lograr la óptima compactación de la misma, sin perder masa por desplazamiento en la ejecución de los trabajos. Para lograr este tipo de bordes, se recomienda la utilización de sierras de pavimento. Estos bordes posteriormente serán recubiertos con liga al igual que las bases planas.



**4)** Cuando la capa de base se ejecute mediante estabilizado granular, deberá ser imprimada con la emulsión correcta antes de colocar sobre ella la mezcla asfáltica.



**5)** Cada capa que se encuentre como base o subbase por debajo de la capa asfáltica será regada con riego de liga, para garantizar el trabajo en conjunto de las capas.



**6)** Cuando la reparación requiera la colocación de varias capas, cada una de ellas deberá ser compactada individualmente, procurando alcanzar la máxima densificación posible, en comparación con los resultados de los ensayos de diseño de las mezclas utilizadas.

Es fundamental tener en cuenta que, en baches puntuales de pequeñas dimensiones (a diferencia de baches continuos de gran longitud y ancho), la compactación debe realizarse en capas delgadas de entre 10 a 15cm como máximo, debido a la imposibilidad de emplear equipos de compactación pesados. En caso de que se pueda incorporar mayor lastre, será posible compactar capas de hasta 20cm de espesor máximo.

Los compactadores vibratorios o vibrocompactadores son adecuados para espacios reducidos. Si las superficies a intervenir lo permiten, la utilización de compactadores de rodillos con mayor lastre será óptima, ya que permitirá reducir los tiempos de ejecución y mejorar la eficacia de la compactación final.



**7)** La superficie del bacheo deberá estar emparejada con regla en base al pavimento existente circundante, o bien mediante utilización de niveles ópticos. Con esta acción se garantiza la buena terminación y, por ende, la seguridad para el usuario.

En las capas inferiores de base o subbase que sean de suelo tratado con cal o cemento se tendrá que tener en



cuenta el curado de las mismas, de acuerdo al tipo de capa. Una vez que se haya colocado la capa final de mezcla asfáltica, el tránsito se podrá habilitar una vez que el asfalto haya llegado a una temperatura cercana a la temperatura ambiente o aquella que no afecte la integridad del material por pasaje de cargas.



## PAVIMENTOS RÍGIDOS

### REPARACIÓN DE FISURAS y/o RELLENADO DE JUNTAS

Cuando se tenga una fisura de un espesor considerable (similar al de una junta) y que por su severidad alcance a desarrollarse en la totalidad del espesor, deberán realizarse tareas que tiendan a extender la vida útil de la estructura, mejorando las características de vulnerabilidad de la falla. El sellado de fisuras es una técnica muy empleada en estos casos. Además, esta técnica es utilizada para reacondicionar aquellas juntas que perdieron el sellado por el paso del tiempo o nunca fueron selladas desde su génesis.

Los pasos a seguir para llevar adelante este tipo de tareas se enumeran a continuación:

**1) Retiro del sellado existente:** en caso que se trate de una junta a reparar (resellar), se deberá quitar el material de sellado que se encuentra deteriorado a fin de garantizar el correcto funcionamiento del material nuevo a colocar. Esta tarea se podrá realizar con cuidado utilizando aserradoras o de manera manual con cepillos.

**2) Cajeadado:** se deberá aserrar con el objetivo de generar

el reservorio para la colocación del material de sellado, y el texturizado de las caras de fractura para mejorar la adherencia del sellador. Cuando se cajeen fisuras de forma irregular, se recomienda el uso de aserradoras de pequeño porte para facilitar el trabajo de condicionamiento de reservorio.

**3) Limpieza:** se extraerá todo tipo de material que pueda dificultar la adherencia del sellador a colocar. Para este paso es fundamental que no se utilicen solventes o sustancias químicas que pudiera dañar las propiedades del material de sellado.

**4) Colocación de sellador:** se deberá colocar el sellador, de acuerdo a las recomendaciones que especifique el fabricante del producto, utilizando las herramientas acordes para cumplimentar con los tiempos. Aquí es esencial optar por un material de sellado que se adecue a los recursos disponibles.



*Junta sellada sobre pavimento rígido.*

## REPARACIÓN de BACHES o FISURAS de ALTA SEVERIDAD

Cuando las losas estén dañadas en el total del espesor, ya sea por fisura o roturas, y así afecten capas inferiores por ingreso de humedad y agentes externos, se deberá llevar adelante la extracción de la losa parcial o total en todo el es-

pesor que la misma posee.

Los pasos a ejecutar durante una reparación en espesor total son los siguientes:

**1) Aserrado y demarcación de la zona afectada:** se aserrará todo el área que se encuentre afectada. Se procurará generar bordes rectos y paralelos a las juntas existentes.

En aquellas reparaciones que no se utilicen pasadores, el corte debe realizarse a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  del espesor, para permitir (con el posterior picado de la zona afectada), generar una superficie rugosa que mejore la transferencia de carga por trabazón en las juntas.

Para llevar adelante esta tarea se recomienda la utilización de aserradoras con discos diamantados.



**2) Retiro del hormigón dañado:** la tarea de retiro de hormigón que se reemplazará, se puede efectuar de dos maneras: una consiste en el anclaje de la losa por intermedio de tres o cuatro pernos incrustados, y el retiro de la misma por izaje. Esto será seguro siempre que la integridad del elemento garantice las condiciones de dicha tarea.

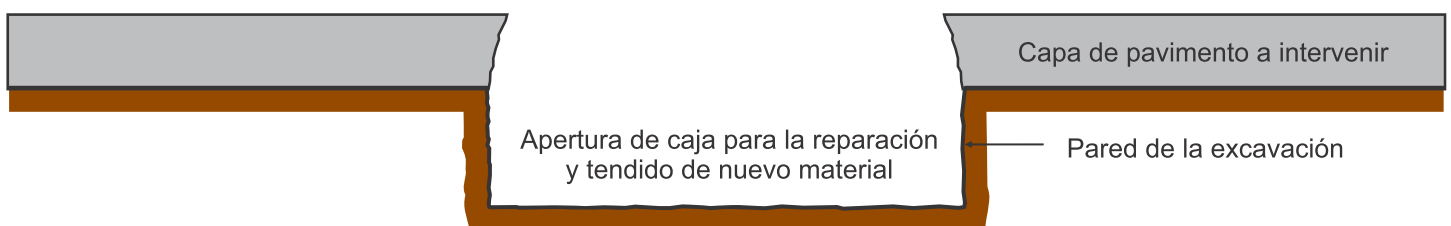
Por otro lado, la técnica más empleada se centra en la fragmentación de la losa en partes más pequeñas que posteriormente se retiran con equipos de carga más pequeños. Con la implementación de esta técnica, se debe prestar suma atención para no deteriorar las capas inferiores por la utilización de las maquinarias pesadas que realicen la roturación del hormigón.



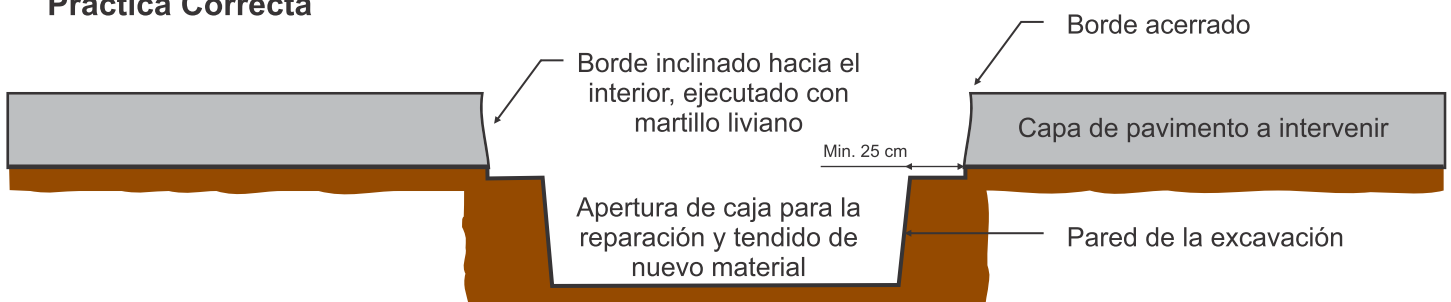
**3) Reparación de bases:** es fundamental que bajo las losas de hormigón de recomposición no queden zonas blandas o baches. Una vez retirado todo el hormigón de la superficie, se evaluarán las bases con la metodología más adecuada (el DCP es una buena técnica para capas no ligadas), y se recompondrán las bases donde se encuentren dañadas. Es buena práctica extender los límites de reparación entre 25-30cm a cada lado, para conservar el borde de la capa inferior sin perturbaciones. Con esto se evitará la formación de huecos bajo la losa.



### Práctica Incorrecta



### Práctica Correcta



#### 4) Preparación de juntas:

a) *Juntas transversales*: en pavimentos urbanos, debido a las solicitaciones del tránsito, generalmente no es necesaria la colocación de pasadores como medio de transferencia. Con garantizar la trabazón de caras verticales mediante el picado cuidadoso del borde, es suficiente. En el caso que sea necesario la colocación de pasadores, se deberá prestar especial atención en la correcta alineación de los mismos y poder garantizar el anclaje en uno de los laterales.

b) *Juntas longitudinales*: cuando la reparación de la losa supere los 4,5m de longitud, es recomendable la colocación de barras de unión en juntas longitudinales, al igual que en juntas transversales. En caso que la longitud sea menor, es fundamental generar la desvinculación del hormigón exis-

tente con el nuevo mediante un material no adherente tipo tabla.



5) Colado de hormigón de reparación: como primera medida resulta primordial humedecer toda la superficie donde se va a colar el material. Se debe garantizar la distribución uniforme del hormigón, y será fundamental compactar mediante vibradores de inmersión, completando con regla vibratoria, prestando atención en los bordes y zonas de pasadores. Si se utilizan vibradores de aguja, estos se deben introducir y retirar de la masa de hormigón de manera vertical.



6) Terminado, texturizado y curado: la terminación se puede realizar con reglas vibratorias o estática, de longitud tal que apoye sobre ambos extremos en zona firme.

El texturizado se puede ejecutar mediante arrastre de arpillera, cepillo o peine.



**7) Curado:** para el buen curado del hormigón es sumamente importante proveer las condiciones de temperatura y humedad acordes. La mejor alternativa, por su eficiencia, es la implementación de membranas químicas de curado, las cuales se aplican por aspersión siguiendo las indicaciones que los fabricantes consideren para cada tipo y clase de membrana.



**8) Aserrado y sellado de juntas:** se realizan igual que en pavimentos nuevos. Se aserrarán  $1/3$  del espesor total de losa.



**9) Habilitación al tránsito:** generalmente, el momento de transitabilidad sobre reparaciones se asocia directamente a una resistencia mínima del hormigón. Por lo general, se estima que como resistencia mínima a flexión, el hormigón debe alcanzar 3,5MPa para habilitar el tránsito. Esta resistencia está correlacionada a una resistencia a com-

presión de 20MPa para hormigones con agregados triturados o 25MPa para hormigones con agregados redondeados.

Para habilitaciones prematuras, se suelen utilizar hormigones especiales con ganancia de resistencia rápida, por la incorporación de aditivos.



## QUE HACER y QUE NO HACER

### INCORRECTO

### CORRECTO

**1)** El bacheo se debe extender hasta zona inalterada, sin dejar zonas linderas en estado avanzado de rotura.



**2)** Garantizar el escurrimiento de las aguas es fundamental para evitar la iniciación/propagación de fallas. El agua es el principal enemigo de los caminos.



## INCORRECTO

**3)** El comienzo de muchas de las fallas generalizadas, es con la aparición de fisuras; por esto, es fundamental sellarlas para evitar su propagación.



## CORRECTO



**4)** Cuando se realicen bacheos, procurar dejar bordes de caja en forma recta para mejorar la adherencia y contención a la hora de la compactación posterior.



## INCORRECTO

**5)** Evitar realizar bacheos con hormigón, en pavimento flexible. La diferencia de módulos podría generar aparición de deformaciones linderas al bacheo en épocas de temperaturas elevadas.



## CORRECTO



**6)** Procurar dejar juntas de trabajo en buenas condiciones de nivelación sin escalonamientos, ni depresiones.



## INCORRECTO

**7)** A la hora de colocar pasadores, utilizar técnicas que garanticen la posición y alineación de los mismos; no colocar por hincado manualmente.



## CORRECTO



**8)** Evitar utilizar agua para terminaciones superficiales en hormigón ya que esta tarea debilita la superficie de



rodamiento, volviendo un material muy frágil y susceptible al desgaste prematuro.



## INCORRECTO

**9)** Evitar doblar pasadores en borde de juntas a reparar por bacheo. En caso que los pasadores se vean afectados



## CORRECTO

hay que reemplazarlos procurando la colocación de los mismos debidamente alineados.



**10)** Procurar que los límites de los bacheos en losa de hormigón se realicen hasta bordes de junta o recambio



completo de losa, evitando bordes redondeados y uniones defectuosas.



Consultas: [investigacionesydesarrollos.dvba@gmail.com](mailto:investigacionesydesarrollos.dvba@gmail.com)

## REFERENCIAS

*Manual de Pavimentos Urbanos de Hormigón (2016). Instituto del Cemento Portland Argentino.*

*Tecnología del Asfalto y Prácticas de Construcción. Guía para Instructores (1985). Instituto Chileno del Asfalto.*

*Pliego Único de Especificaciones Técnicas Generales de la DVBA (2019). Dirección de Vialidad Provincia de Bs.As. – Ministerio de Infraestructura.*

*Evaluación de Pavimentos – Dirección Nacional de Vialidad – Dirección Gral. de Conservación.*

*Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras (2002) – Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.*

*Reglamento CIRSOC 201 – Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón (2005). Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).*

SON NUESTROS  
CAMINOS.  
ES NUESTRA  
PROVINCIA



La Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires posee innumerables artículos técnicos a través de más de 70 años de publicaciones de su clásica **Revista Vial**, encontrándose a disposición en la página web oficial.

*Para visualizar otras publicaciones, seguir los siguientes links:*

<http://www.vialidad.gba.gov.ar/indexprincipal.php?p=bibliotecadvba>

[http://www.vialidad.gba.gov.ar/documentos/documentos\\_publicos.php](http://www.vialidad.gba.gov.ar/documentos/documentos_publicos.php)

SON NUESTROS  
CAMINOS.  
**ES NUESTRA  
PROVINCIA**





---

**SON NUESTROS CAMINOS. ES NUESTRA PROVINCIA**

---

Se autoriza la reproducción total o parcial de la presente publicación, en la medida que la misma sirva a los propósitos de formación o difusión, sea de carácter gratuito (no lucrativo), se cite la fuente y se remita un ejemplar de lo publicado a la División Publicaciones y Biblioteca de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

Caso contrario está prohibida su reproducción.

La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a los autores.

Publicación de distribución GRATUITA. Material producido por la Gerencia Técnica. División Publicaciones y Biblioteca.

[www.vialidad.gba.gov.ar](http://www.vialidad.gba.gov.ar) // [bibliotecadvba@gmail.com](mailto:bibliotecadvba@gmail.com)