

Diseño y ejecución de juntas en pavimentos y soleras de hormigón



Los pavimentos de hormigón más habitualmente empleados son los de hormigón en masa con juntas y, en menor proporción, los de hormigón armado con juntas (en donde el armado puede realizarse bien mediante armadura convencional o bien con fibras metálicas).

En estas tipologías, como se indica en su propia designación, es fundamental la ejecución de juntas para el buen funcionamiento del pavimento. Una serie de factores tales como la retracción del hormigón, los gradientes térmicos que se producen en el pavimento al ir variando la temperatura ambiente a lo largo del día, las diferencias de temperatura entre el verano y el invierno, la posible aparición de empujes como consecuencia de dilataciones, las paradas de la puesta en obra (por ejemplo al finalizar la jornada de trabajo) y las limitaciones del ancho de los equipos de construcción, hacen necesaria la disposición de juntas en el pavimento, dividiendo éste en losas. Si dichas juntas no se ejecutasen, se producirían espontáneamente fisuras de forma irregular. Lógicamente las juntas se deben colocar como máximo a la distancia a la que aparecerían las fisuras, ya que de lo contrario se seguirían fisurando aquellas losas con unas dimensiones excesivas.

Figura 1. Fisuración en un pavimento de hormigón sin juntas.



Tipología y diseño de juntas

En función de su posición con respecto al avance del hormigonado, las juntas en un pavimento de hormigón se pueden clasificar como juntas longitudinales, que son paralelas a dicho avance, y como juntas transversales, que son las perpendiculares al mismo.

Cada una de ellas puede clasificarse a su vez, según la función que realice, en otros tres tipos: juntas de contracción, juntas de construcción y juntas de dilatación.

Juntas de contracción

Son las más frecuentes en un pavimento de hormigón y pueden ser tanto transversales como longitudinales. Su misión fundamental es limitar las dimensiones de las losas con objeto de disminuir, hasta valores admisibles, las tensiones producidas tanto por los fenómenos de retracción como por los gradientes térmicos, de forma que no se produzcan fisuras por ello.

La distancia a la que deben disponerse las juntas de contracción depende de factores tales como la mayor o menor retracción del hormigón, su coeficiente de dilatación, el espesor del pavimento, la amplitud de las variaciones de temperatura, el rozamiento existente con la capa de base, etc.

Dicha distancia entre juntas se conoce empíricamente y se puede obtener a partir del espesor de la losa, no debiendo ser más de 20 a 25 veces el mismo. En zonas con fuertes variaciones de temperatura, las juntas deberán disponerse a distancias menores, y en aquellos casos en que sea preciso aumentar la distancia entre juntas puede recurrirse a la utilización de armadura convencional, fibras metálicas o de hormigones especiales de baja retracción.

En la Tabla 1 se recogen las dimensiones recomendables y máximas de las losas para distintos espesores de éstas.

Tabla 1. Dimensiones recomendables y máximas de las losas de un pavimento

Espesor	Distancia recomendable	Distancia máxima
14 cm	3,50 m	4,00 m
16 cm	3,75 m	4,50 m
18 cm	4,00 m	5,00 m
20 cm	4,25 m	5,50 m
22 cm	4,50 m	6,00 m
24 cm	4,75 m	6,50 m

Estas distancias se refieren al lado mayor de la losa, en el caso de ser ésta rectangular, y a la dimensión máxima de la misma, si tiene otra forma. No es aconsejable proyectar losas muy alargadas. La solución óptima se obtiene con losas cuadradas. Sin embargo, en carreteras es frecuente que el ancho de las losas coincida con el de los carriles y que las juntas transversales se dispongan a distancias mayores. En ese caso, el que tengamos losas rectangulares, la relación entre las longitudes de los lados mayor y menor no debe ser superior a 1,5. Si es necesario, debe disponerse una junta intermedia (ver Figura 2).

En losas con planta no rectangular conviene evitar la formación de ángulos interiores menores de 60°, que darían lugar a

Figura 2. Aparición de una fisura en una losa rectangular con una relación de lados excesiva.

CORRECTO

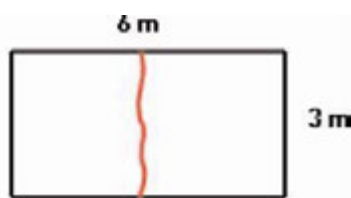


Figura 3. Aparición de fisuras en una cuña debido a un ángulo muy agudo.

INCORRECTO

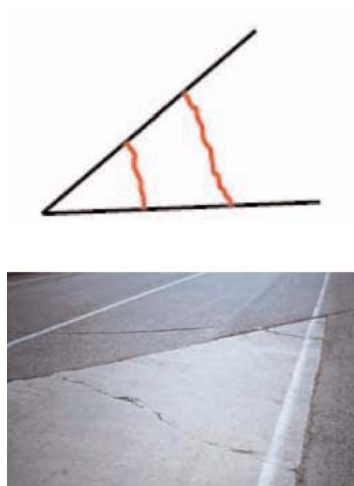
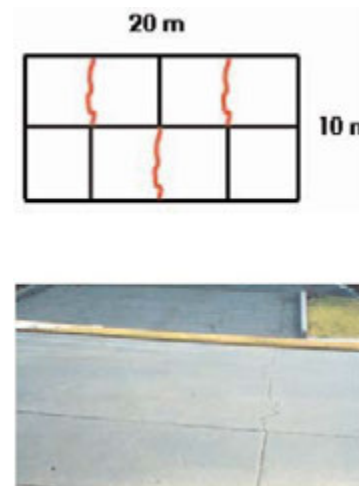


Figura 4. Aparición de fisuras por disponer juntas al tresbolillo.

INCORRECTO



cuñas estrechas en el pavimento, con peligro de fisurarse (ver Figura 3).

Si el pavimento se construye por bandas, las juntas transversales de contracción de dos bandas contiguas deben situarse en prolongación unas de otras y no al tresbolillo. De lo contrario, se corre el riesgo de que aparezcan fisuras en la banda hormigonada en segundo lugar, en prolongación de las juntas de la primera banda (ver Figura 4).

Juntas de construcción

Las juntas de construcción son las que se forman entre bandas de hormigonado, o bien, en una misma banda, entre losas contiguas ejecutadas con un desfase de tiempo importante. Estas últimas son necesarias al final de la jornada de trabajo y en paradas prolongadas (más de 1 hora) de la puesta en obra del hormigón. Siempre que sea posible deben hacerse coincidir con una junta de contracción.

Deben ejecutarse formando un plano perpendicular a la superficie del pavimento.

Juntas de dilatación

Se denominan de esta forma a aquéllas que se prevén para absorber las expansiones provocadas por los aumentos de temperatura, evitando empujes indeseables que podrían producir la rotura del pavimento. Para ello se interpone un material compresible (madera impregnada, láminas de

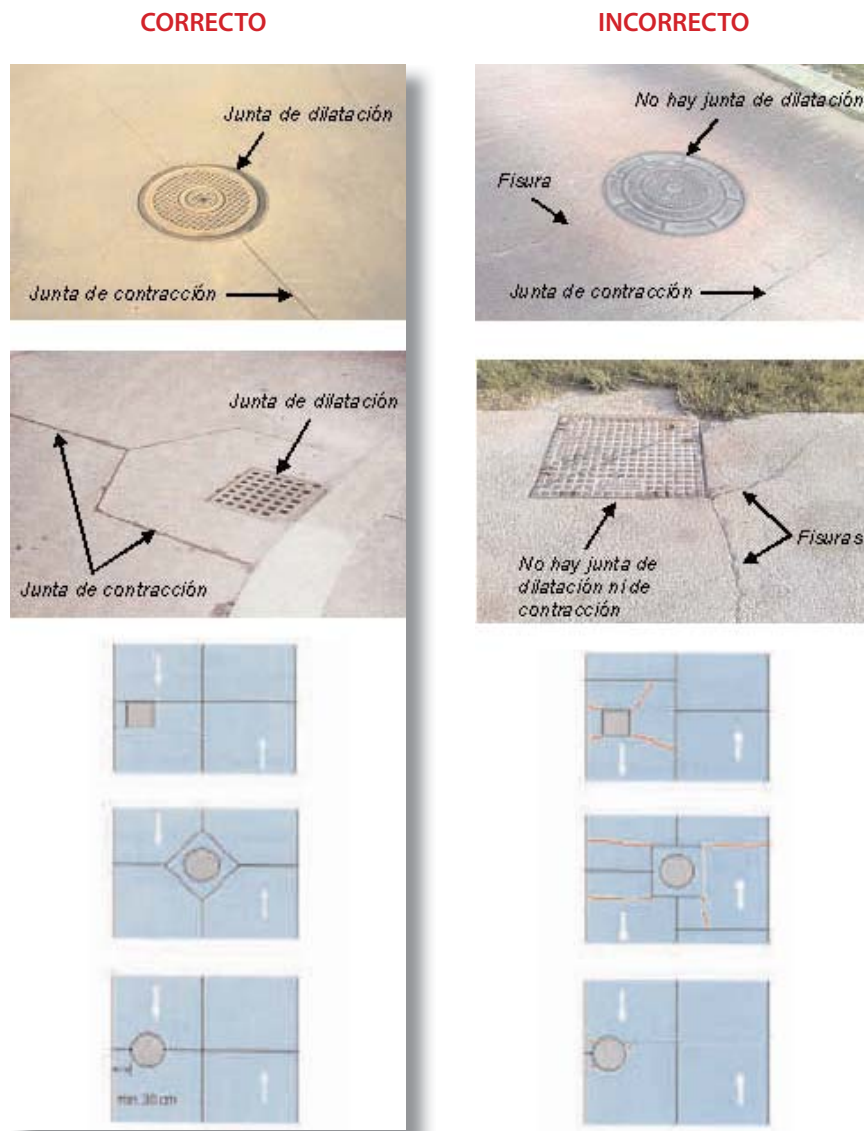
poliuretano o poliestireno expandido, etc.) entre las losas en contacto, o entre la losa y elementos rígidos como muros perimetrales, pozos de registro, arquetas, etc.

Sólo son necesarias en casos específicos, ya que la propia retracción del hormigón, su capacidad para soportar compresiones y el rozamiento con el terreno hacen que, en general, el pavimento sea capaz de resistir sin problemas estas dilataciones.

Los casos en los que se han de proyectar juntas de dilatación son principalmente tres:

- En carreteras, caminos o calles cuando el radio de una curva sea inferior a 200 m. Las juntas de dilatación deben colocarse al comienzo y al final de dicha curva, así como en el centro de la misma si su longitud es superior a 100 m.
- Cuando el pavimento esté limitado por algún elemento muy rígido (sumideros, pozos de registro, puentes, edificios, bordillos, pilares, etc.). En los pozos de registro y sumideros, además de la junta de dilatación, es también conveniente prever una junta de contracción transversal, porque en caso de no disponerla es muy probable que se produzcan espontáneamente fisuras (ver Figura 5).
- En cruces de calles. Como precaución suplementaria, debe evitarse en ellos la formación de cuñas estrechas en el pavimento, que suelen presentar problemas de fisuración (ver Figura 6). Los bordes han de disponerse de forma que se cuente con una dimensión mínima de losa igual a 30 cm.

Figura 5. Disposición de juntas de dilatación y de contracción en pozos de registro y arquetas.



Estos tres tipos de juntas, de contracción, de construcción y de dilatación, dividen al pavimento en losas contiguas. En general, y sobre todo en carreteras o calles por los que circule tráfico rodado, las losas serán rectangulares, adaptándose a la zona a pavimentar, y con unas dimensiones adecuadas. En casos especiales (por ejemplo en plazas o zonas peatonales) estas losas pueden tener formas diferentes.

En cualquier caso, es aconsejable prever en proyecto la disposición de las juntas, respetando las reglas mencionadas en cuanto a dimensiones, ángulos mínimos, presencia de elementos rígidos, continuidad de las juntas, etc.

En la Figura 7 se muestran varios esquemas en planta de disposición de juntas.

Figura 6. Diseño de juntas en cruces o en presencia de elementos rígidos.

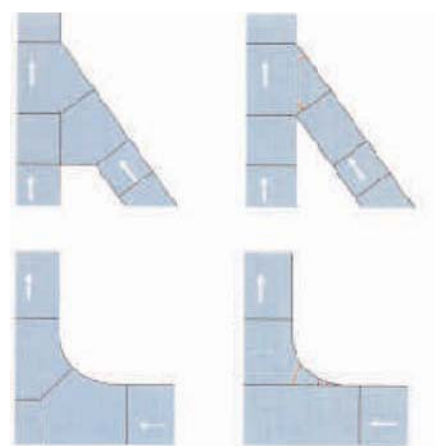
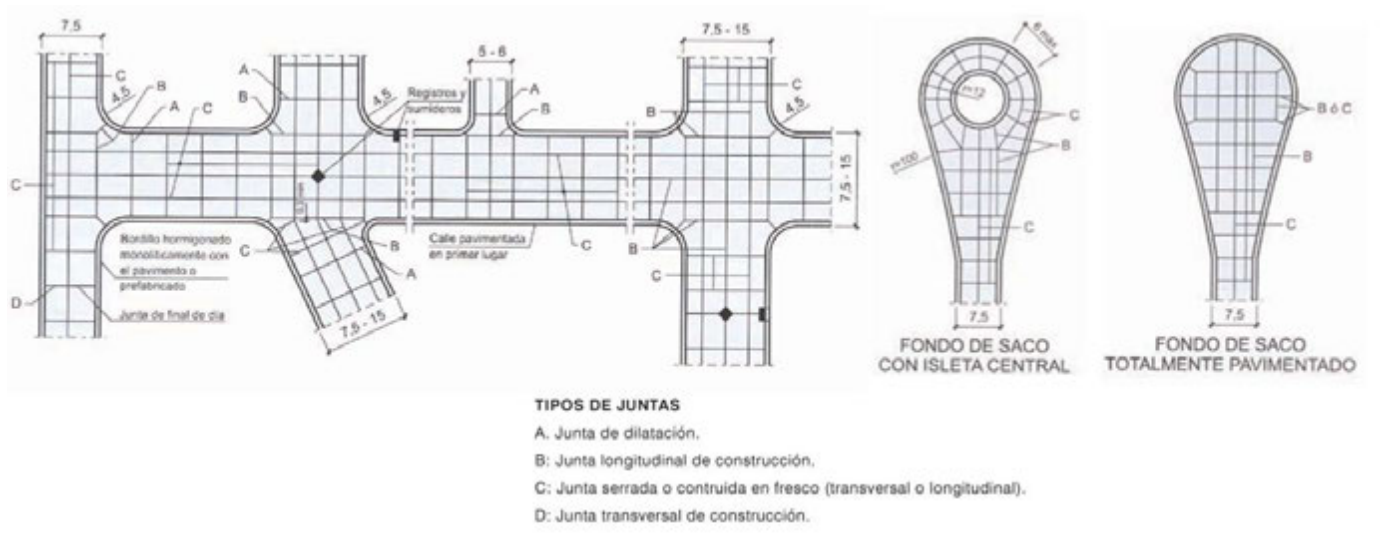


Figura 7. Esquemas de disposición de juntas (dimensiones en metros).



Ejecución de las juntas

Para un comportamiento correcto de un pavimento de hormigón es fundamental realizar un buen diseño de juntas, que deberá recoger el proyecto. Pero además, dicho diseño ha de ir acompañado de una buena ejecución de las mismas, a fin de que realicen correctamente la función para la que han sido diseñadas.

La ejecución de las juntas depende, fundamentalmente, del tipo de junta de que se trate. En el caso de las juntas de contracción pueden crearse de dos formas, en fresco y por serrado del hormigón endurecido. En el caso de las juntas de dilatación, éstas se consiguen mediante la disposición, previamente al hormigonado, de un elemento compresible en todo el espesor de la losa. Y en el caso de las juntas de construcción, éstas se realizan, generalmente, disponiendo un encofrado perpendicular al plano que forma la superficie del pavimento. Dicho encofrado puede ser fijo o formar parte del propio equipo de ejecución, que en este caso se denomina pavimentadora de encofrados deslizantes.

Juntas de contracción

Ejecución de juntas por serrado

Es la forma más común de ejecución de las juntas de contracción.

Para ello, se recurre a sierras provistas de discos de diamante o carborundo, a fin de producir una ranura en el hormigón cuya profundidad debe estar comprendida entre 1/4 y 1/3 del espesor de la losa. Es fundamental que el corte alcance esta

profundidad de manera que se genere un plano suficientemente débil en el pavimento para que, al producirse los movimientos debidos a la retracción del hormigón, éste se fisure por debajo del corte. Si el corte es menos profundo, se corre el peligro de que el pavimento se fisure en un emplazamiento distinto del de la junta. Las fisuras que así se originan, además de perjudicar el aspecto del pavimento, tienen más facilidad para desportillarse. Además de alcanzar esta profundidad, los cortes deben abarcar la totalidad del ancho de la losa.

Una cuestión muy importante es el momento más adecuado para realizar estos cortes. La operación de serrado se debe llevar a cabo tan pronto como se pueda transitar sobre el hormigón sin dañarlo y sin que se desportillen los labios de la junta al efectuar el corte. Normalmente esto se produce entre las 6 y las 24 horas a partir de la puesta en obra del hormigón, según haga más o menos calor. Si el pavimento se sierra demasiado pronto se pueden desportillar las juntas al no haber alcanzado el hormigón una resistencia suficiente, mientras que si los cortes se efectúan demasiado tarde pueden haberse originado ya fisuras por retracción del hormigón o por tensiones debidas a gradientes térmicos. Por ello, siempre que sea posible, es conveniente realizar pruebas previas.

Figura 8. Esquemas de una junta de contracción ejecutada por serrado.

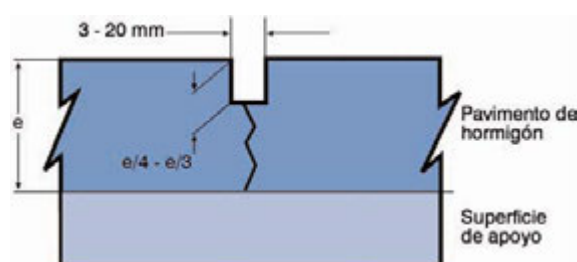


Figura 9. Máquina ejecutando una junta de contracción por serrado.



Los elementos flexibles, como las láminas de polietileno, se introducen a la vez que la cuchilla, para lo cual se coloca dicha lámina sobre el pavimento en el lugar correspondiente a la junta y se introduce la cuchilla forzándola a entrar en la fisura que se forma (Figura 12). Por tanto, el ancho de la lámina debe ser, como mínimo, el doble de lo que se quiera profundizar.

Figura 11. Esquema de ejecución de juntas de contracción en fresco.

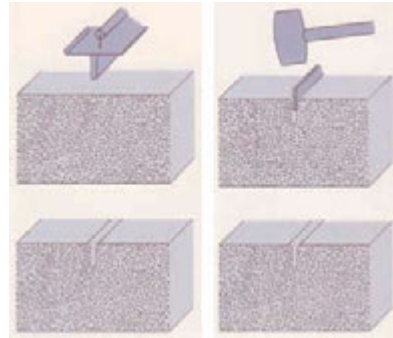


Figura 10. Aparición de fisura por debajo del corte de la sierra.

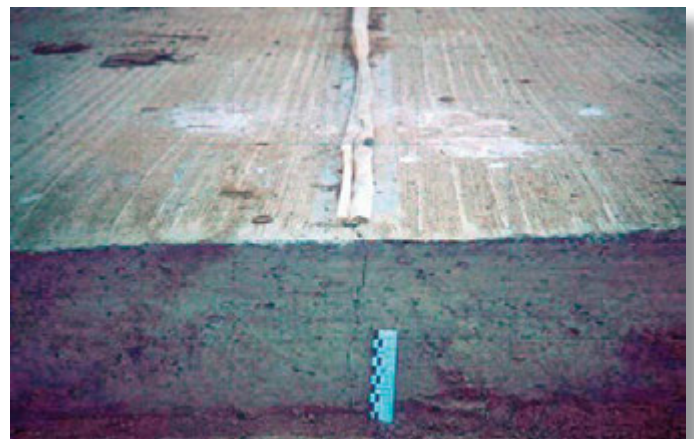


Como una variante de lo anterior, en obras importantes se recurre en ocasiones a la formación en fresco de las juntas longitudinales mediante una cuchilla hueca que al mismo tiempo que crea el surco va insertando en el mismo una lámina de etileno acetato de vinilo, polietileno, etc. suministrada en rollos (Figura 13).

En el caso de las piezas más rígidas, éstas se colocan en el surco practicado previamente por la cuchilla tras retirar esta última, ayudándose, en caso necesario, de un martillo para conseguir su introducción (Figura 14).

Las posibles irregularidades superficiales debidas a estas operaciones se corrigen con llana.

Figura 12. Junta de contracción ejecutada en fresco con lámina de polietileno.



Ejecución de juntas en fresco

Otra opción consiste en la formación de las juntas cuando el hormigón, una vez vibrado y enrasado, se encuentra en estado fresco, introduciendo una cuchilla que crea un surco en el mismo.

La cuchilla, de unos 8 mm de grosor, debe profundizar en el hormigón aproximadamente una tercera parte del espesor del pavimento, al igual que en los cortes por serrado. Es conveniente que la cuchilla vaya provista de un vibrador para facilitar su introducción y afectar lo menos posible a la regularidad superficial. Para que la ranura creada de esta forma no se cierre al fraguar el hormigón, es necesario colocar un elemento dentro de ella que puede ser flexible (por ejemplo una lámina delgada de polietileno), o rígido (plástico, madera, fibrocemento, etc.), siendo la colocación de estos elementos diferente (Figura 11).

Figura 13. Creación de junta longitudinal en fresco mediante inserción de una banda de espuma de etileno acetato de vinilo.



Figura 14. Introducción de elemento rígido en una junta formada en fresco.



El espesor de las juntas de dilatación debe estar comprendido entre 5 y 20 mm, empleándose normalmente poliestireno o poliuretano expandido como elemento compresible, u otros materiales como madera impregnada o corcho.

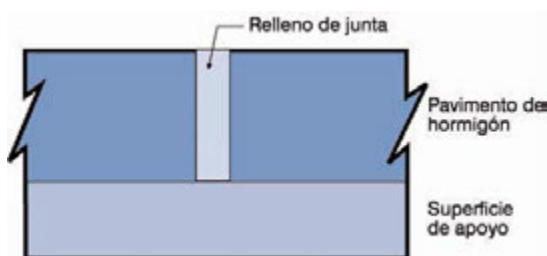
Figura 16. Colocación de elementos compresibles contra bordillos, muros y zapatas para consecución de la junta de dilatación.



Juntas de dilatación

Las juntas de dilatación se ejecutan disponiendo elementos compresibles que se deben colocar en su posición final antes del vertido del hormigón. Éste debe extenderse y compactarse cuidadosamente alrededor de dichos elementos, con el fin de asegurar que no se produzcan movimientos en los mismos.

Figura 15. Esquema de una junta de dilatación.



Cuando estas juntas van a estar sometidas a la acción del tráfico, deben estar provistas de pasadores (Figura 17) con una caperuza con material compresible en uno de sus extremos. Otra alternativa es aumentar un 25 % el espesor de las losas adyacentes (fig. 189, con el fin de reducir el efecto que produce la falta de transferencia de cargas a través de ellas. Como regla de buena práctica, suele alcanzarse este sobreespesor con una pendiente de 1:10 a partir de una distancia mínima de 1,5 m del borde.

Juntas de construcción

Las juntas de construcción separan las losas adyacentes ejecutadas con un desfase de tiempo importante entre las mismas. Son necesarias al final de la jornada de trabajo y en paradas prolongadas (más de 1 hora) de la puesta en obra. En general, son previsibles y deben hacerse coincidir con las de contracción. También se incluye, en este tipo, la junta que se origina entre dos bandas de hormigonado contiguas.

Figura 17. Junta de dilatación con pasadores.

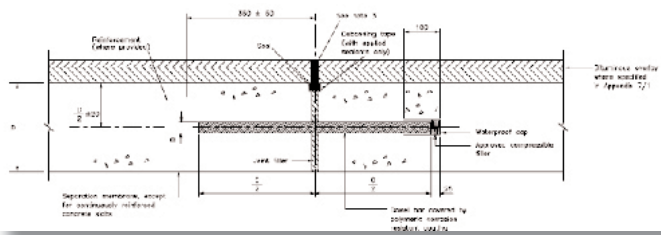
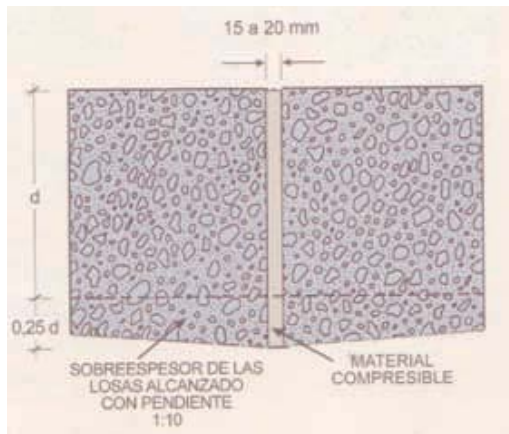


Figura 18. Sobre espesor de las losas en la junta de dilatación.



Se ejecutan, generalmente, disponiendo un elemento para contener el hormigón, a modo de encofrado, perpendicular al plano del pavimento, de manera que la superficie que quede sea también perpendicular a éste (Figura 19).

En lugar de un encofrado convencional, una opción que se utiliza a veces, sobre todo en pavimentos urbanos, es realizar las juntas colocando elementos prefabricados intermedios (Figura 20).

En el caso de juntas longitudinales de construcción, una alternativa muy utilizada es emplear pavimentadoras que llevan incorporados unos encofrados de corta longitud, llamados encofrados deslizantes.

Figura 19. Encofrado en junta de final de día.



Figura 20. Pavimento con juntas formadas por elementos prefabricados.



Otra opción empleada en ocasiones consiste en dejar el hormigón con su pendiente natural, realizando un corte y saneo de la zona antes de iniciar el nuevo hormigonado, de manera que la superficie que quede en la junta sea perpendicular al plano del pavimento.

En cualquiera de los casos anteriores, se deberá retirar el hormigón sobrante de la zona a pavimentar en la siguiente jornada, a fin de que no se produzcan mermas de espesor en la losa.

Utilización de pasadores y barras de atado

En el caso de que el pavimento vaya a estar sometido a un tráfico importante de vehículos pesados o bien a cargas de gran magnitud, es conveniente disponer pasadores en las juntas transversales (Figura 21). Sus misiones fundamentales son las siguientes:

- Transmisión de las cargas de una losa a la adyacente al circular un vehículo pesado por encima de la junta, de forma que la deflexión de ambas losas sea la misma y no se produzcan choques de las ruedas contra los bordes de la junta que pueden acabar rompiendo los mismos.
- Evitar el escalonamiento en las juntas por fenómenos de erosión de la base o comado de las losas.

Los pasadores deben permitir el movimiento de las losas en la dirección paralela a la superficie del pavimento, de manera que no se generen tensiones excesivas por acodamiento de las juntas. Para ello, deben ser de acero liso e ir provistos, al menos en la mitad de su longitud, de un tratamiento antiadherente (por ejemplo, una funda de plástico). Se disponen en la mitad del espesor de la losa, perpendiculares y simétricos respecto a la junta, con una separación que depende de la intensidad del tráfico pesado. En carreteras su longitud es igual a 50 cm, y su

Figura 21. Detalle de junta con pasador y pasador enfundado en camisa plástica.

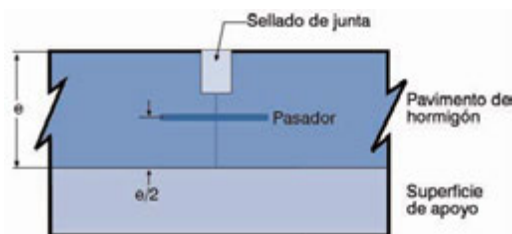


Figura 22. Disposición de pasadores previamente al hormigonado o insertados durante el mismo.



diámetro a 25 mm. Los pasadores han de cumplir además con las prescripciones de la Norma UNE-EN13877-3.

y 80 mm de longitud, y se disponen también en la mitad del espesor de la losa, transversales y simétricas respecto a la junta, con una separación aproximada de 1 m.

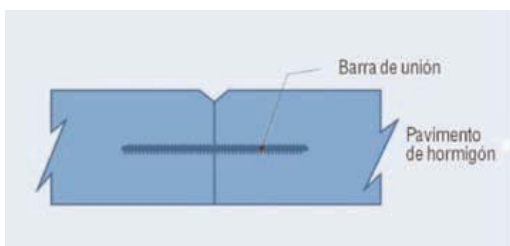
Los pasadores pueden ser colocados sobre cunas previamente al hormigonado del pavimento, o pueden ser insertados por la propia pavimentadora conforme se va ejecutando la losa (Figura 22).

En pavimentos en los que una dimensión predomine sobre la otra en planta, como por ejemplo en el caso de una calle o carretera, y siempre que el pavimento vaya a estar sometido a un tráfico importante de vehículos pesados, es conveniente disponer en las juntas longitudinales barras de atado, a fin de evitar que dichas juntas se abran excesivamente (Figura 23). Dichas barras son de acero corrugado, de 12 mm de diámetro

Sellado de las juntas

El sellado de las juntas tiene como objetivo evitar la entrada de agua por las mismas, que podría afectar, tanto a los pasadores o barras de atado en el caso de haberlas, como a la capa de base del pavimento, a la que podría llegar a erosionar provocando el bombeo de finos por las juntas y el escalonamiento de las mismas por descalce de las losas. Además, el sellado impide también la entrada de elementos incompresibles en las juntas que podrían provocar la aparición de desportillados en las mismas e incluso roturas de esquina.

Figura 23. Detalle de junta longitudinal con barra de unión o atado.



Por ello, se recomienda el sellado de todas las juntas, tanto longitudinales como transversales, en las que se dispongan pasadores o barras de atado. En otros casos, se recomienda su sellado únicamente en el caso de que el pavimento deba soportar un tráfico elevado de vehículos pesados y se encuentre en una zona con precipitación media anual elevada.

Previamente al sellado de las juntas, debe realizarse un cajeo en la parte superior de la junta a fin de obtener un surco con

Figura 24. Detalle de junta cajeada. Productos que trabajan por adherencia (izqd.) y a compresión (drch.).

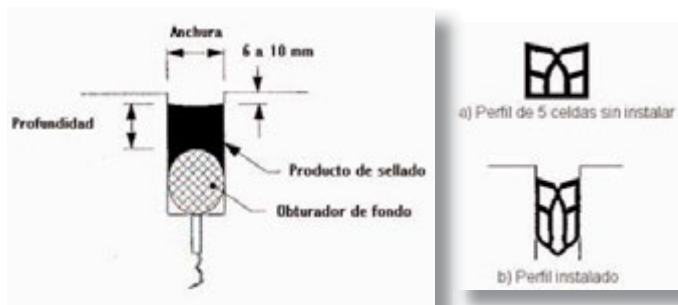


Figura 26. Instalación del obturador de fondo.



las dimensiones adecuadas para el producto de sellado que se utilice. Esta sección ampliada (o cajeada) de la junta se rellena posteriormente con el producto de sellado.

Los productos de sellado pueden ser, según su forma de trabajo, de los siguientes tipos (Figura 24):

- Productos que trabajan por adherencia, como los de naturaleza asfáltica, colocados en caliente, o las siliconas de uno o dos componentes, colocadas en frío (Figura 25).
- Productos que trabajan a compresión, como los perfiles preformados de policloropreno (neopreno).

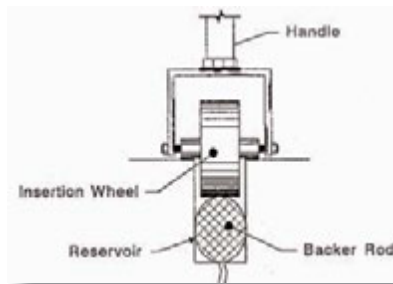
Las dimensiones del cajeado de la junta serán las adecuadas para que el producto de sellado pueda soportar correctamente los movimientos a los que va a estar sometido como consecuencia de las dilataciones y contracciones producidas por efecto de la temperatura.

Para trabajar adecuadamente, los productos que trabajan por adherencia deben colocarse con un factor de forma (relación entre la altura y el ancho del cordón de sellado) que depende del tipo de producto. Por ello, antes de instalarlos hay que insertar en el fondo del surco de sellado un cordón de obturación con ayuda, por ejemplo, de una rueda provista de una pestaña (Figura 26)

Figura 25. Sellado con silicona.



Figura 27. Limpieza del cajeado mediante chorro de aire a presión.



En el caso de los perfiles preformados, sus dimensiones deben escogerse de forma que, aún en las épocas de menores temperaturas en las que las juntas están más abiertas, el producto esté siempre comprimido por los labios del surco de sellado.

De acuerdo con el tipo de producto de sellado que se emplee, éste ha de cumplir las prescripciones de la Norma UNE-EN 14188-1 (productos de sellado aplicados en caliente), UNE-EN 14188-2 (productos de sellado aplicados en frío) o UNE-EN 14188-3 (perfiles preformados).

Para la colocación del producto de sellado es muy importante seguir las recomendaciones del fabricante. Antes de su instalación hay que efectuar una limpieza cuidadosa del surco de sellado (Figura 27). En el caso de los productos preformados, éstos deben introducirse en la junta recubriéndolos previamente con un lubricante.

Referencias bibliográficas

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3. Artículo 550: Pavimentos de hormigón. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento, Madrid, 2004.

- Norma 6.1-IC sobre Secciones de firme. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento, Madrid, 2003.
- Manual de Pavimentos de Hormigón para Vías de Baja Intensidad de Tráfico. IECA. Madrid, 2002.
- Curso sobre “Aplicaciones del cemento en explanadas y firmes”, organizado por IECA Levante y celebrado en la Universidad Politécnica de Valencia, 2004.
- Curso sobre “Aplicaciones del cemento en explanadas y firmes”, organizado por IECA Levante y celebrado en la Consejería de Obras Públicas de Murcia, 2006.

Guías técnicas:

- Reciclado de firmes in situ con cemento
- Estabilización de suelos con cemento
- Firmes de hormigón en carreteras
- Puentes de hormigón
- Presas de hormigón
- Diseño y ejecución de juntas en pavimentos y soleras de hormigón
- Edificios con contornos de hormigón
- Refuerzo con hormigón de pavimentos bituminosos existentes
- Refuerzos con hormigón de pavimentos de hormigón
- Carriles bici con pavimento de hormigón
- Pavimentos de hormigón para plataformas reservadas de autobuses
- El hormigón en ambiente marino
- Suelocemento in situ
- Guía de empleo, proyecto y ejecución de pavimentos de hormigón en entornos urbanos



Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones
C/ José Abascal, 53 - 1º
28003 Madrid
T.: +34 91 442 93 11
tecnologia@ieca.es
www.ieca.es



Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

C/ José Abascal, 53 - 1º

28003 Madrid

T.: +34 91 442 93 11

tecnologia@ieca.es

www.ieca.es