

01.

INTRODUCCIÓN

Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón

Los pavimentos de hormigón se caracterizan por su rigidez, que permite distribuir las cargas sobre una superficie relativamente amplia. Como solución estructural, ofrecen una larga vida en servicio, alta resistencia al desgaste y muy buena durabilidad. En este capítulo se hace una breve introducción de los aspectos principales de los pavimentos de hormigón, sus distintos tipos y sus partes componentes.

Acceso a Olavarría - Ruta Nacional N° 226.
Provincia de Buenos Aires.

Descripción y alcance	3
Los pavimentos de hormigón	5
Tipos de pavimentos de hormigón	5
Componentes principales del sistema	7



01. INTRODUCCIÓN

Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón



Autopista Ruta Provincial N° 20. Provincia de San Luis.

DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

El objetivo principal que se ha perseguido con la edición de este manual es el de incorporar y difundir las mejores prácticas en el diseño y construcción de los pavimentos de hormigón.

Los permanentes avances en materia de investigación aplicada al desarrollo de diseños más confiables, al empleo de materiales de mejor calidad, y a la introducción de nuevas y mejores prácticas constructivas, nos alien-

tan a generar una publicación dinámica, con la intención de mantenerla constantemente actualizada.

Aquellos profesionales involucrados en el diseño y construcción de este tipo de estructuras podrán acceder a las últimas tendencias en materia de diseño y construcción de pavimentos de hormigón, recreando así las mejores prácticas que se utilizan en diferentes países.

Se recomienda, antes de iniciar la lectura de este manual, disponer de la última versión de los distintos capítulos que lo componen, los cuales se encuentran en el sitio web del ICPA (www.icpa.org.ar).

El manual se encuentra dividido en siete capítulos, que abarcan cada uno de los aspectos antes mencionados: el diseño del paquete estructural, el análisis de los materiales componentes, los métodos constructivos, junto con las prácticas de mantenimiento y reparación. Ellos son:

- Capítulo 1: *“Introducción”*
- Capítulo 2: *“Diseño”*
- Capítulo 3: *“Juntas, intersecciones y transiciones”*
- Capítulo 4: *“Materiales”*
- Capítulo 5: *“Construcción”*
- Capítulo 6: *“Control de calidad”*
- Capítulo 7: *“Mantenimiento y reparaciones”*

El presente capítulo introduce los aspectos generales acerca de los pavimentos de hormigón y los diversos tipos de estructuras que se emplean habitualmente, describiendo además los componentes principales del sistema, así como su función dentro del paquete estructural.

En el Capítulo 2 se presenta el análisis de los diferentes factores que intervienen en el diseño estructural de un pavimento de hormigón. Se describen cada uno de los elementos que componen una sección transversal, sus respectivas funciones y también se introducen las herramientas y métodos para el dimensionamiento de espesores.

En el Capítulo 3 se desarrolla el tratamiento de las juntas, que además incluye el diseño de intersecciones y transiciones.

El Capítulo 4 se focaliza principalmente en el estudio de los materiales utilizados para la elaboración del hormigón de calzada, así como las características deseables en estado fresco y endurecido, con el objetivo de facilitar las tareas constructivas y garantizar un correcto desempeño en servicio.

La construcción, desde la preparación de las capas de apoyo y la producción del hormigón, hasta su colocación, acabado, texturizado, curado, aserrado y sellado de juntas, son tratados en el Capítulo 5.

En el Capítulo 6 se presentan los temas relacionados con el aseguramiento y control de calidad, así como algunos de los ensayos a realizar antes, durante y después de la ejecución del pavimento.

Finalmente, en el Capítulo 7 se incorporan las prácticas de mantenimiento y restauración de los pavimentos rígidos.

RECUADROS DE INFORMACIÓN DESTACADA

A medida que el lector avance sobre los capítulos se encontrará con recuadros de información destacada, que proporcionan puntos claves, alertas, recomendaciones o información complementaria sobre algún tema en particular, y que se consideran oportuno resaltar.

Ejemplos:

RECOMENDACIONES



Para el sellado de juntas se recomienda emplear materiales de alto desempeño como la silicona. Si bien tiene un mayor costo inicial, provee un mejor sellado, más eficiente y con una mayor vida útil.

ALERTAS



Un curado inadecuado o su ausencia puede provocar graves deterioros, tales como fisuración por retracción y secado en el hormigón joven, o desarrollo insuficiente de resistencia y menor durabilidad en el largo plazo.



LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Tradicionalmente, los pavimentos se han dividido en dos grandes categorías: rígidos y flexibles. Estos términos, si bien en algunos casos resultan una excesiva simplificación, responden en buena medida a cómo reaccionan frente a las cargas y al ambiente.

Los pavimentos de asfalto, así como los de adoquines, son los que se encuentran dentro de la categoría de flexibles. Generalmente constan de una delgada capa de rodamiento construida sobre una base y una subbase, que descansan sobre un sustrato compactado o sobre el suelo natural. El factor considerado en el diseño de pavimentos flexibles es la resistencia del conjunto que conforman las diferentes capas. Estas estructuras, cuando son solicitadas por cargas, presentan mayores deflexiones, distribuyendo la carga hacia las capas inferiores en superficies relativamente pequeñas.

Los pavimentos de hormigón, en cambio, presentan bajas deflexiones cuando son solicitados ya que debido a su alto módulo de elasticidad son capaces de distribuir las cargas en mayores superficies, reduciendo de esta manera los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores.

La Figura 1-1 presenta gráficamente el comportamiento diferencial entre las estructuras de un pavimento rígido y otro flexible, cuando son solicitadas por una carga de tránsito.

Debido a lo expuesto, es razonable presuponer que las losas de hormigón, por sí mismas, cuentan con la capacidad de soportar las solicitaciones impuestas por el paso

de cargas, siempre y cuando el apoyo sea continuo, homogéneo y permanente, según los primeros párrafos de muchos textos de pavimentos.

Otra particularidad de los pavimentos rígidos es que la calzada de hormigón experimentará contracciones, expansiones y deflexiones, productos tanto de las cargas como del ambiente, y estas acciones son las que generalmente inducen el desarrollo de fisuras. Éstas se producen siempre donde la resistencia a tracción es menor que en el resto del material (situación accidental producto de la heterogeneidad propia del hormigón) o en una zona donde se presenta una mayor concentración de tensiones, la cual es inducida por el constructor (sitio prefijado de fisuración en un punto para la conformación de una junta en la calzada).

La generación de estas fisuras se producirá naturalmente en el pavimento y estas discontinuidades constituyen sus puntos débiles. Por consiguiente, se ha buscado controlar los inconvenientes que pudieran generarse, asegurando una transferencia de carga más efectiva. Para ello, los diferentes tipos de pavimentos rígidos incorporan juntas, armadura de refuerzo o ambos elementos. Es necesario aclarar que, de emplearse refuerzo de acero, éste solo es utilizado para el control de fisuras y no como refuerzo estructural.

TIPOS DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

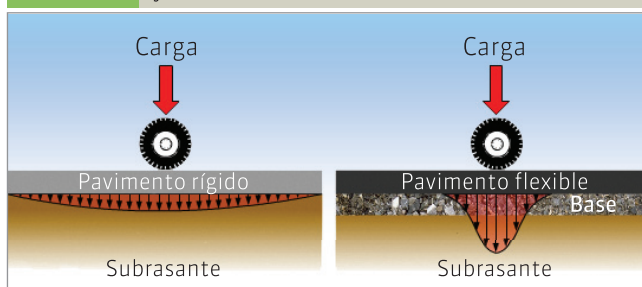
Los tipos de pavimentos rígidos comúnmente empleados son:

- de hormigón simple con juntas,
- de hormigón armado con juntas y
- continuamente armados.

Estos tres tipos de diseño pueden utilizarse para pavimentos nuevos, para reconstrucción y como recubrimiento de estructuras existentes.

Los pavimentos de hormigón pretensado y premoldeado tienen las mismas aplicaciones que los anteriores,

Figura 1-1: Distribución de cargas en un pavimento rígido y uno flexible.





pero su empleo no ha sido muy difundido. Otros tipos de pavimentos rígidos incluyen los de hormigón compactado con rodillo (HCR) y los de hormigón poroso.

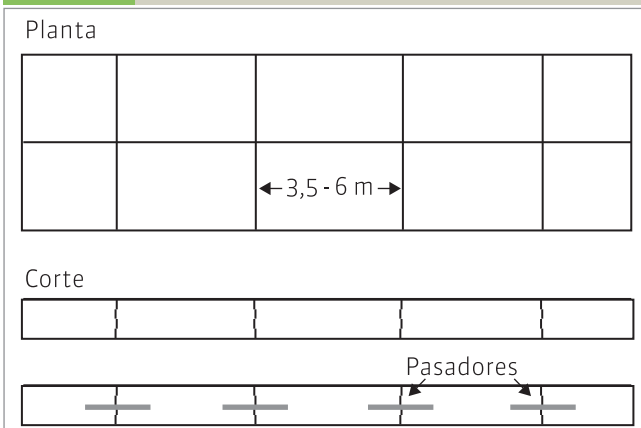
Pavimentos de hormigón simple con juntas

Los pavimentos de hormigón simple (Figura 1-2) son los más habitualmente empleados debido a su confiabilidad y a su mejor relación costo - eficiencia. La fisuración es controlada dividiendo al pavimento en losas con una separación entre juntas transversales de 3,5 m a 6,0 m, que depende, entre otros factores, del tipo de base, el espesor y el coeficiente de expansión térmica.

Un factor importante que condiciona el desempeño de este tipo de pavimentos es la transferencia de carga a través de las juntas. Una mala transferencia de carga contribuye a problemas tales como el escalonamiento de las juntas, la erosión de las bases por eyección de agua con suelo fino (bombeo) y roturas de las esquinas. En este tipo de juntas existen dos mecanismos de transferencia de carga: la trabazón de los agregados y el empleo de pasadores.

Estos pavimentos contienen una suficiente cantidad de juntas como para controlar la ubicación de todas las fisuras desarrolladas, con el fin de evitar la degradación progresiva de sus bordes y mantener su estanqueidad. Además, son las encargadas de absorber los movimientos de expansión y contracción de las losas.

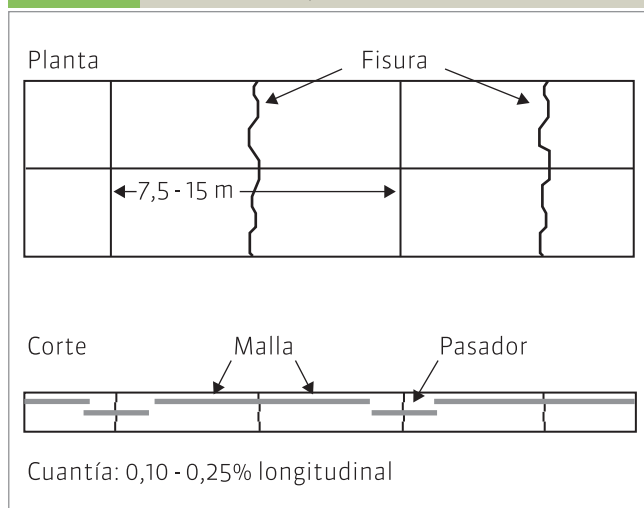
Figura 1-2: Esquema de un pavimento de hormigón simple con juntas.



Pavimentos de hormigón armado con juntas

Los pavimentos de hormigón armado con juntas (Figura 1-3) también se dividen en losas, pero éstas son de mayor longitud. Debido a esta mayor separación entre juntas, se encuentra prevista la generación de pequeñas fisuras transversales intermedias. A raíz de esto, se incorpora en su masa una armadura distribuida (con cuantías de refuerzo longitudinal entre

Figura 1-3: Esquema de un pavimento de hormigón reforzado con juntas.



0,10 % y 0,25 %, que se coloca a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa) para controlar su apertura y garantizar una adecuada transferencia de carga por trabazón entre agregados. En el sentido transversal, se emplean tanto barras de unión como armadura distribuida, aunque con una cuantía inferior a la provista en el sentido longitudinal.

La ventaja de este tipo de pavimentos es la menor cantidad de juntas que deben practicarse, y es por ello que han sido muy populares en sus comienzos, ya que por cuestiones constructivas, las juntas en el pavimento provocaban una incomodidad a los usuarios.

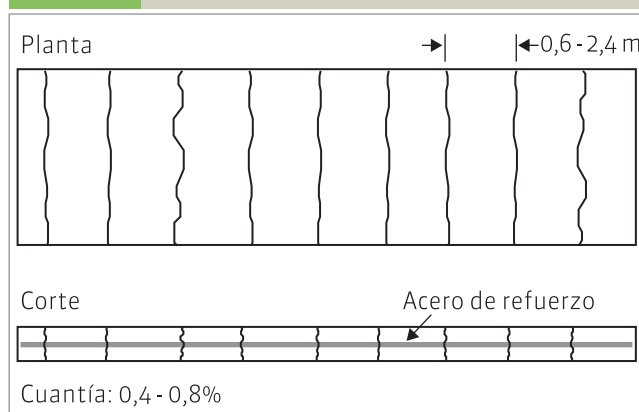
Sin embargo, la mayor separación entre juntas genera, por otro lado, que experimenten mayores movimientos frente a los cambios de temperatura y humedad, afectando la transferencia de carga e incrementando la exigencia sobre los sellos de las juntas. Por esta razón, en este tipo de pavimentos, es obligatoria la incorporación de pasadores en todas las juntas transversales.

Si bien en el pasado estos pavimentos se construían con una separación entre juntas de varias decenas de metros (hasta 30 m), la misma se ha ido reduciendo y hoy en día se recomienda no superar los 9 m de separación. De cualquier manera, este tipo de pavimentos, tanto en el ámbito local como internacional, ha caído prácticamente en desuso.

Pavimentos de hormigón continuamente armados

Los pavimentos de hormigón continuamente armados (Figura 1-4) se caracterizan por no requerir la ejecución de juntas transversales de contracción. Debido a la importante cuantía con la que cuentan en la dirección longitudinal (entre 0,4 % - 0,8 %), las fisuras transversales se desarrollan naturalmente a pequeños intervalos (generalmente entre 0,6 m y 2,4 m).

Figura 1-4: Esquema de un pavimento de hormigón continuamente armado.



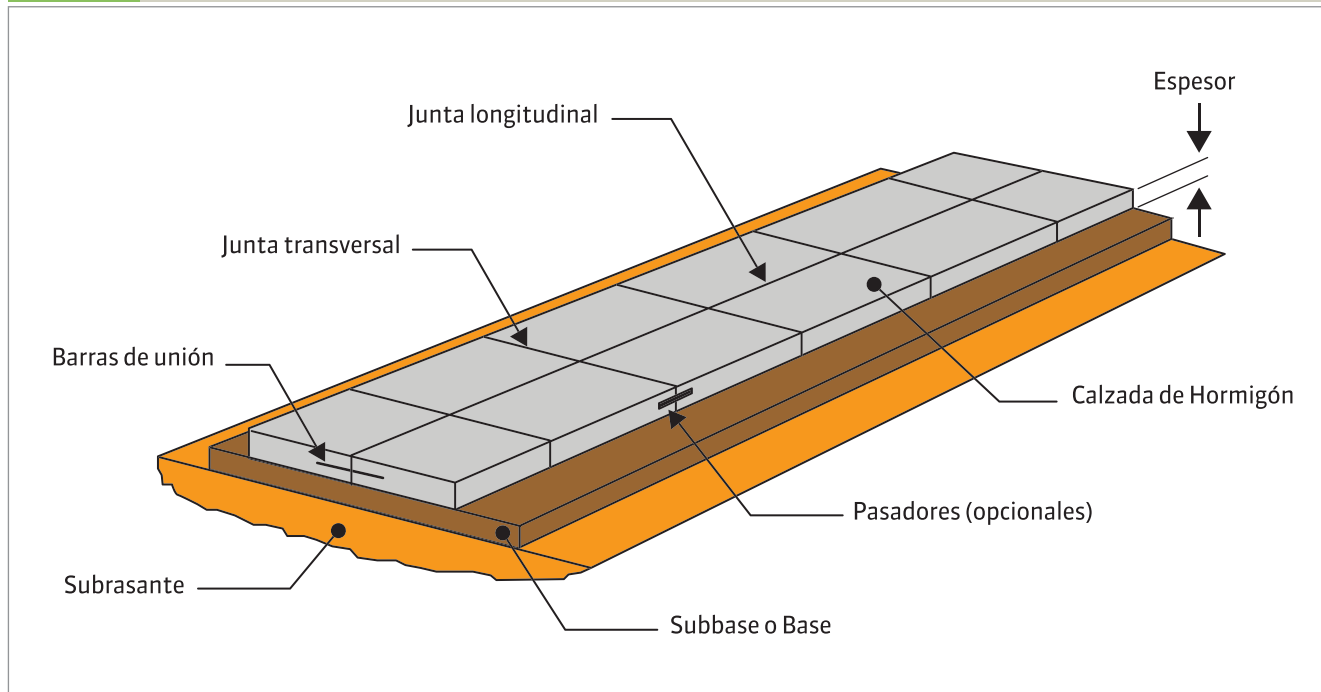
Resultan en general más costosos que los pavimentos de hormigón simple con juntas. Sin embargo, presentan como ventaja que no necesitan prácticamente ningún trabajo de mantenimiento y proveen una vida útil mayor que cualquier otro tipo de pavimento. Esta solución no es habitualmente empleada en nuestro país a raíz de su elevado costo de construcción.

Tanto en Argentina como a nivel global, el tipo de pavimento más empleado es el de hormigón simple con juntas debido a que corresponde generalmente al de menor costo de construcción.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

Una sección típica de un pavimento rígido está compuesta por una capa superior o calzada de hormigón, que es la encargada de proveer la mayor parte de su capacidad estructural. Esta capa apoya sobre una base de material seleccionado que puede estar o no tratada con un ligante, que a su vez descansa sobre el suelo natural o la subrasante. (Figura 1-5).

Figura 1-5: Estructura tipo de un pavimento rígido.



> Calzada de hormigón

La calzada de hormigón conforma la capa superior del pavimento y es la responsable de proporcionar las características funcionales y en gran medida, la capacidad estructural requerida. Desde el punto de vista funcional, será la encargada de brindar las características superficiales necesarias (drenaje superficial, fricción y regularidad) de acuerdo con el tipo de vía y las condiciones de servicio, que permitan una conducción segura y confortable. Desde el punto de vista estructural, deberá brindar la resistencia suficiente para soportar las cargas durante el período en servicio, en tanto que funcionará además como barrera impermeable para las capas inferiores del pavimento, minimizando el ingreso de agua desde la superficie hacia el interior de la estructura.

El espesor de la calzada dependerá en gran medida del nivel de tránsito pesado previsto, oscilando entre 15 cm y 20 cm para vías urbanas o de bajo tránsito pesado y de 20 cm a 30 cm en rutas de mayor volumen de vehículos pesados.

> Base

Es la capa ubicada inmediatamente debajo de la calzada de hormigón. Su función primordial es la prevención de la erosión de la interfaz losa - apoyo, por lo cual su uso es obligatorio en vías de tránsito pesado. Además

de esta función principal, su incorporación a la estructura del pavimento brindará los siguientes beneficios:

- Mejora en la distribución de cargas, reduciendo las tensiones en las capas inferiores de la estructura.
- Contribución al drenaje subsuperficial del agua de infiltración.
- Protección a los suelos de la subrasante, frente a la acción de las heladas.
- Garantía de provisión de un soporte uniforme a la calzada de hormigón.
- Plataforma de trabajo adecuada, no susceptible a las condiciones climáticas reinantes y apta para la circulación de los vehículos de obra.

> Subbase

Entre la capa de base y la subrasante, en ciertos casos puede llegar a ser necesario la construcción de una segunda capa, denominada subbase, que en general es de menor calidad, y que también ayuda a alcanzar un soporte uniforme, mejora el drenaje y provee una adecuada superficie de trabajo.

> Subrasante

Es el suelo natural, nivelado y compactado, sobre el cual se construye la estructura del pavimento.

› Subdrenaje

En algunas situaciones específicas, pueden incorporarse al sistema estructuras de subdrenaje cuya función es la de eliminar rápidamente el agua que se infiltra inevitablemente por las juntas y fisuras, evitando los efectos perjudiciales de su almacenamiento en la estructura del pavimento.

› Juntas

Son las que finalmente determinarán las dimensiones de las losas del pavimento y las que permiten controlar la formación de fisuras intermedias, tanto a edad temprana como en servicio. Pueden materializarse por debilitamiento de la sección de hormigón (juntas de contracción) o por moldeo (juntas de construcción).

› Transferencia de carga

Es la habilidad de una junta de transferir parte de la carga aplicada a una losa hacia la contigua. Ésto puede lograrse mediante la trabazón de agregados, que se produce entre las caras de la fisura que se desarrolla por debajo de la junta, o mediante el empleo de pasadores, o ambos.

› Pasadores

Son barras de acero lisas, colocadas en las juntas transversales para transferir cargas, sin restringir el movimiento horizontal de las losas. Colaboran en la disminución de tensiones y deflexiones en el hormigón y reducen el potencial de escalonamiento, el bombeo y la rotura de esquinas en las losas.

Figura 1-6: Canasto de pasadores.



› Barras de unión

Se colocan en las juntas longitudinales para mantenerlas ancladas, garantizando de esta manera que provean una transferencia de carga eficiente durante el período en servicio. La cuantía de acero necesaria se determina a partir del espesor de losa, de la distancia al borde libre más cercano y de la fricción en el plano de contacto con la base.

Figura 1-7: Barras de unión.



› Banquina

Si bien no forma parte de la estructura, en los pavimentos de hormigón resulta de singular importancia la condición de soporte en los bordes de calzada. A raíz de esto, si la banquina se encuentra pavimentada con una estructura de hormigón, la calzada podrá transferir parte de las cargas aplicadas a su estructura, reduciendo las tensiones y deflexiones debidas a las cargas. También son importantes para minimizar la infiltración de agua desde la superficie del pavimento.

Además de las banquetas, existen otras alternativas estructurales, como la incorporación de cordones cuneta (en pavimentos urbanos) o la ejecución de sobrecanchos de calzada, que también contribuyen significativamente a mejorar la condición de soporte de bordes.



