

SOLERAS DE HORMIGÓN

En este número, les ofrecemos una nueva entrega de las fichas prácticas que elabora la Fundación MUSAAT para contribuir a la mejora de la calidad de la edificación. En este caso, aborda las soleras de hormigón como superficie de acabado o como base para otro tipo de pavimentos.



Fig. 1:
ejecución
solera de
hormigón.

Fig. 2:
fisuraciones
en solera de
hormigón.

UNIDAD CONSTRUCTIVA

SOLERAS DE HORMIGÓN

Descripción

Elementos constructivos no estructurales de separación con el terreno, ya sea como superficie de acabado o de base para otros tipos de pavimentos.

Daño

Fisuraciones y/o humedades.

Zonas afectadas dañadas

Acabado superficial y compartimentaciones.

Problemáticas habituales

Entre las lesiones más habituales de las soleras se encuentran las fisuraciones y las humedades por filtración y/o por capilaridad -tanto del propio elemento, como en las fábricas de cerramientos o tabiquería en contacto con las soleras-. Dichas humedades pueden aparecer como consecuencia del agua procedente del nivel freático, fugas o rotura de redes de saneamiento, etc.

Estas lesiones pueden aparecer por problemas en las diferentes fases del proceso constructivo:

• Etapa de proyecto:

- Ausencia o insuficiente información de las características del terreno: estratigrafía, situación y oscilación del nivel freático, permeabilidad del subsuelo, etc.
- Adopción de soluciones inadecuadas, no adaptadas a las condiciones del terreno y/o a las necesidades del edificio.
- Falta de definición del proyecto, de sus materiales y/o ausencia de detalles constructivos y diseño de las juntas necesarias en la solera de hormigón.
- Incompatibilidades entre materiales o con el ambiente al que quedarán expuestos.

• Etapa de puesta en obra:

- Falta de cualificación del personal, en cualquiera de las fases de la ejecución, desde la formación de la explanada hasta el tratamiento de acabado de la solera.
- Modificaciones de proyecto.
- Cambios en los materiales.

• Etapa de uso y mantenimiento:

- Ausencia de mantenimiento.
- Acciones indebidas sobre los materiales y elementos constructivos.
- Cambios de uso.

A continuación, se relacionan una serie de **causas**, dependiendo del sistema aplicado en la puesta en obra, que pueden originar la aparición de **lesiones o patologías en las soleras de hormigón**:

• Con origen en el proyecto:

- Imprevisión de compactado de terreno y subbase.
- Inadecuada elección de la subbase (presencia de nivel freático).
- Previsión de lámina de polietileno en aquellos casos que no son necesarios y que pueden aportar más riesgos que beneficios.
- Inadecuados espesores, tipología y consistencias del hormigón empleado en la ejecución de la solera.
- Ausencia o deficiente planificación y/o ejecución de las juntas de construcción, retracción o dilatación (separación entre juntas, cortes por serrado en plazos, adecuado).

• En la ejecución de la base y subbase de las soleras:

- Descuidada ejecución de la nivelación y uniformidad de la base y/o deficiente compactación.
- Deficiente compactado de la subbase (zahorra artificial, suelo-cemento, grava-cemento, etc.).
- No mantener continuo el espesor de la subbase (encuentros con elementos de cimentación).

• En la ejecución de la solera:

- Incorrecta colocación del armado de reparto en la solera.
- Ausencia o inadecuada ejecución en el proceso de vibrado del hormigón.
- Defectos de nivelación y planeidad.
- Asiento diferenciales por la presencia de canalizaciones.
- Ausencia o deficiente ejecución de la junta de aislamiento o separación con elementos fijos de la edificación (elementos estructurales, arquetas, sumideros, etc.).
- Ausencia o deficiente curado del hormigón.
- Colocación de la solera en dos capas, disponiendo un espesor insuficiente en la capa superior.

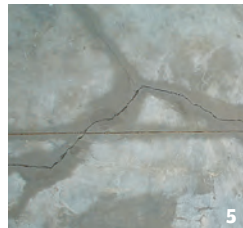
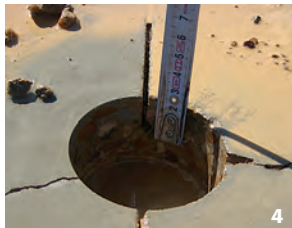
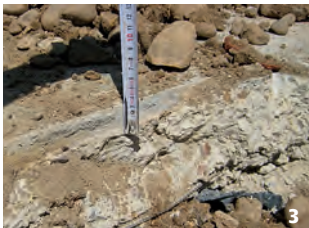


Fig. 3: incorrecta colocación del armado.

Fig. 4: fisuración de retracción, deficiente serrado.

Fig. 5: fisuraciones de retracción en solera.

Fig. 6: fisura en solera testigo de hormigón.

LESIONES Y DEFICIENCIAS

Las principales lesiones o deficiencias que nos podemos encontrar en las soleras de hormigón son, entre otras:

- Fisuraciones de retracción o contracción del hormigón de la solera por:
 - » Inadecuado espaciado de las juntas en función al espesor de la solera y el posible rozamiento con la base de apoyo.
 - » La realización tardía del aserrado de las juntas (entre la 6 y 24 horas de la puesta en obra del hormigón).
 - » Deficiente o excesiva profundidad de la junta por serrado (1/3 y 1/4 del espesor de la solera).
- Fisuraciones por ausencia de juntas de separación o aislamiento con elementos constructivos incorporados en las soleras (pilares, muros, sumideros, etc.).
- Fisuraciones, deformaciones (abombamiento, alabeos o desniveles en bordes de paños contiguos de las soleras y fisuraciones en cerramientos o tabiquería, por asientos diferenciales, debido a la falta de compactación de la base de apoyo, o por cambios de las condiciones de humedad del terreno (fugas redes saneamiento, agua de lluvia o riego, nivel freático o filtraciones por las propias fisuras de la solera).
- Fisuraciones de la solera en la zona en que terminan las zapatas, por diferentes condiciones de apoyo entre el terreno y las zapatas, debido al diferente apoyo de la solera sobre el enchachado (más deformable) y la zapata (más rígida), y por no contar con suficiente armado en esa zona.
- Humedades por la ausencia o deficiente montaje del elemento impermeable entre la solera y el terreno.

Fig. 7: filtración por el encuentro solera-muro.



Fig. 8: humedades de filtración por fisuras en solera.

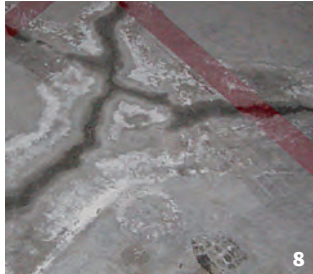


Fig. 9: fisuración por deficiente diseño de juntas o incorrecta ejecución.



Fig. 10: pérdida de apoyo localizado en la base.

RECOMENDACIONES TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

• Preparación de la explanada y capa base de apoyo de la solera:

La compactación de la explanada (subbase) y de la base, en cada caso, constituye una operación básica para el buen funcionamiento de la solera. Para ello, se deberá realizar un ensayo de compactación, próctor normal o modificado, del material existente, para definir la densidad máxima y humedad óptima de compactación, y realizar el control de su ejecución mediante la realización de densidad in situ por el método de isótopos radioactivos.

La densidad exigida en obra para la humedad óptima establecida debe alcanzar un valor de, al menos, el 95% de la densidad próctor.

En aquellos casos en que el terreno natural no reúna las características mínimas exigibles (rellenos antrópicos, suelos blandos, expansivos, etc.), se deberá proceder a su sustitución o su estabilización.

La **capa base** puede estar formada por:

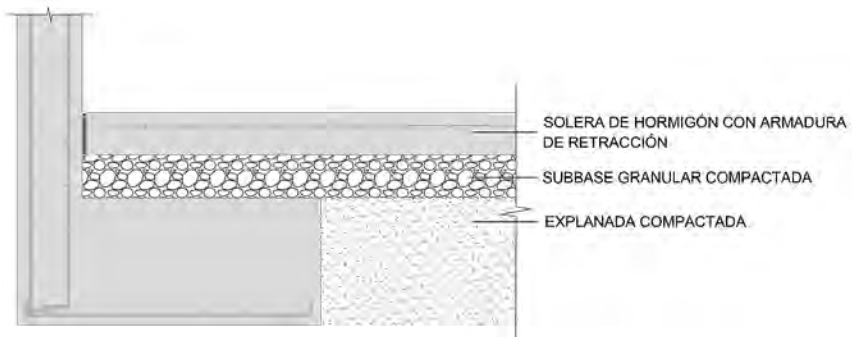
a) **Materiales granulares:** encachado de piedra o bolos, la zahorra natural y la zahorra artificial.

La capa de *encachado de piedra* suele tener un espesor de 15 a 20 cm y un tamaño de árido comprendido entre los 40 y 60 mm, siendo recomendable su utilización en aquellos casos en que se requiera un buen drenaje, si bien tiene el inconveniente de presentar una superficie muy irregular. Para eliminar dichas irregularidades, en ocasiones, se extiende una capa de arena (20 y 40 mm espesor) sobre el encachado de piedra lo que permite conseguir una superficie más plana y uniforme, reduciendo así el coeficiente de rozamiento o fricción entre la capa granular y la solera, al objeto de minimizar las tensiones inducidas en el pavimento como consecuencia de los movimientos horizontales generados por la propia retracción o contracción del hormigón de la solera o por los cambios térmicos.

Con el extendido de la capa de *zahorra natural o artificial* se consigue una buena nivelación de la superficie, pero no unas buenas condiciones de drenaje, por lo que, en ningún caso, se recomienda su empleo si el nivel freático se encuentra próximo a la superficie, ya que se pueden presentar humedades por capilaridad en los paramentos verticales (muros, cerramientos, tabiquería, etc.).

Los espesores de las capas de zahorras se recomienda que no sean superiores a 25 cm.

Fig. 11: detalle encuentro solera con elementos de cimentación.



b) **Materiales tratados con cemento:** grava-cemento, suelo-cemento, hormigón compactado y hormigón magro aportan una gran estabilidad y resistencia, lo que permite reducir el espesor del pavimento de hormigón.

c) **Materiales de relleno de baja resistencia controlada:** morteros espumados y los de estructura celular.

• Lámina de polietileno

La puesta en obra de esta lámina tiene, entre otros, los siguientes cometidos:

- Separar el hormigón de la solera del enchado de piedra, para evitar que se mezclen y reducir el rozamiento entre ambos.
- Evitar la pérdida del agua del hormigón durante su puesta en obra.
- Aislar el pavimento de la humedad natural procedente del terreno. Para ello, será necesario disponer de un adecuado solape entre las láminas (50 cm).

No obstante, el uso de la lámina bajo la solera de hormigón debe quedar limitado a aquellos casos en que las ventajas que aporta compense el riesgo de aumentar las posibilidades de fisuración y/o de alabeo de las zonas extremas de los paños, como consecuencia del aumento de la exudación. En el caso de optar por su colocación, para reducir dicho riesgo se puede cubrir la lámina con una capa granular (10 cm) previo al vertido del hormigón. Esta lámina no puede considerarse nunca un sistema de impermeabilización.

• Armado de soleras

• **Soleras de hormigón armado con juntas:** la armadura se situará en el tercio superior y a unos 50 mm de la superficie, sobre calzos o celosías prefabricadas para ello.

Habitualmente, se utilizan *mallas electrosoldadas* ME 15x15Ø6-6 B500T (UNE 36092:96), con una cuantía geométrica comprendida entre el 0,07% y el 0,1%, siendo el solape entre barras o mallas de 30 Ø, con un mínimo de 450 mm.

La armadura de la malla debe interrumpirse en la zona próxima a la junta de contracción o retracción, quedándose retirada a unos 70-80 mm de la misma.

• **Soleras de hormigón armado con fibras:** se está utilizando en la actualidad la adición de *fibras* con el objetivo de conseguir un hormigón más homogéneo, con retracción controlada y mejores condiciones mecánicas (tracción, fatiga e impacto). Las fibras pueden clasificarse en:

- » Fibras poliméricas (polipropileno, poliolefina, etc.) utilizadas exclusivamente para controlar la retracción.
- » Fibras de acero, además de controlar la retracción contribuyen a aumentar la capacidad mecánica del hormigón.

• **Soleras de hormigón armado continuo:** se utiliza una mayor cuantía de armadura, en relación con las soleras armada con juntas, al objeto de no disponer juntas transversales, provocando fisuras transversales a distancias próximas (0,50-2,50 m), manteniéndolas con una abertura inferiores a 0,50 mm.

El armado se realiza tanto en la cara superior como en la inferior, reforzando las zonas de otros elementos rígidos (pilares, sumideros, arquetas), con la colocación de una armadura a 45º (perpendicular a la tensión de tracción producida por la retracción).

• **Soleras de hormigón pretensado:** mediante postesado con armaduras activas dispuestas en vainas se pretensa la solera, sometiéndola a compresión y consiguiendo neutralizar las tracciones ocasionadas por la retracción del hormigón en la fase de secado, gradientes térmicos y cargas que actúen sobre la solera, controlando de esta manera la aparición de fisuraciones.

• Juntas

Las fisuración de las soleras suelen aparecer por retracción o por alabeo.

La *retracción* es la disminución del volumen del hormigón durante el proceso de fraguado del mismo, y se produce por la pérdida de agua (debida a evaporación). Dicha pérdida de volumen genera tensiones internas de tracción que dan lugar a las fisuras de retracción.

La retracción depende de:

- la cantidad de finos,
- la cantidad y tipo de cemento empleado, a mayor resistencia del hormigón mayor va a ser la retracción, el hormigón en masa retrae más que el hormigón armado.
- de la relación agua-cemento: no debe ser superior a 0,55. Los hormigones con relaciones agua/cemento mayores presentan, en general, mayor peligro de fisuración por retracción, peores resistencias, tanto mecánicas como al desgaste superficial, pudiéndose producir degradaciones incluso a corto o medio plazo.
- del espesor de la solera: cuanto menor sea el espesor la retracción crecerá, y cuanto mayor sea la superficie hormigonada la retracción aumentará, al aumentar las tensiones internas. Para solucionar este problema, se deben realizar cortes en la solera
- y de la temperatura ambiental: a mayor temperatura mayor será la retracción del hormigón. No retrae igual una solera en el exterior en época estival que en un sótano ejecutada en una estación húmeda. Por ello, se recomienda curar bien el hormigón (lacas de curado, riegos, etc.).

Como se ha indicado anteriormente, si la solera dispone de armadura en su tercio inferior para absorber los esfuerzos a flexión de la pieza, el tercio superior al quedar en masa va a retraer más que si estuviera armado; por lo que lo podemos solucionar con un mallazo en su tercio superior o introduciendo en la masa del hormigón fibras de polipropileno o de acero.

En caso de tener una solera de hormigón en masa la solución es la misma: mallazo en su tercio superior o añadir fibras de polipropileno a la masa del hormigón.

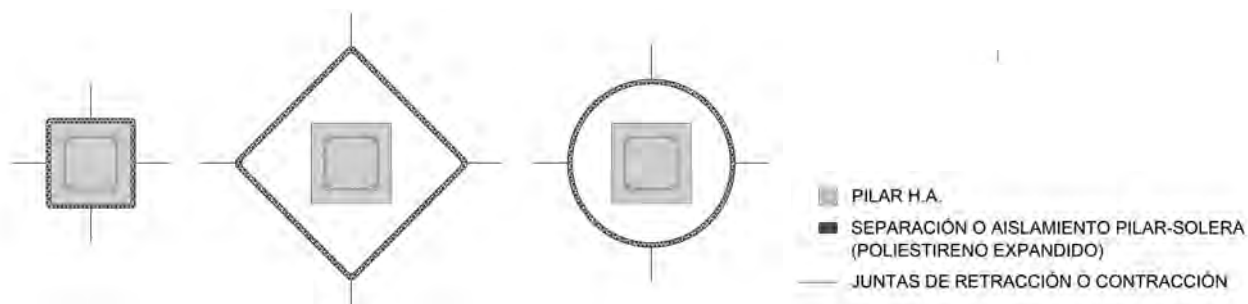
El control de la fisuración por retracción en los elementos superficiales es de una extrema complejidad debido a la cantidad de factores que influyen en su formación. Con la colocación de las juntas, se pretende colaborar en la disminución de la fisuración, siendo poco probable su total eliminación.

El *alabeo* se produce por el gradiente de temperatura entre el fondo y la superficie de la solera, lo que produce alargamiento diferenciado entre ambas zonas, provocando un comado de los bordes o extremos acompañados de las correspondientes tensiones. El empleo de hormigones con excesiva relación agua/cemento provoca un gradiente de humedad entre la parte inferior (mayor) y la superficie (menor), lo que genera el comado de la solera con el efecto de subida de los bordes.

Los **tipos de juntas** pueden ser: de construcción, de separación o aislamiento, de retracción o de dilatación.

- **Juntas de construcción:** encargadas de fraccionar la solera en paños ejecutados en momentos diferentes, se han de realizar al finalizar la jornada de trabajo y cuando se ejecuten hormigonado no continuo. Este tipo de juntas pueden presentar caras planas o con algún tipo de machihembrado que permita transferir cargas entre los distintos tramos.
- **Juntas de separación o aislamiento:** utilizadas para separar la solera de aquellos elementos constructivos fijos (pilares, muros, arquetas, sumideros, etc.), reduciendo o evitando las tensiones ocasionadas por la restricción del movimiento de la solera, a fin de evitar la aparición de fisuras. Se ejecutan con materiales compresibles (poliestireno expandido, poliestireno de célula cerrada, etc.) y espesores comprendidos entre 10 a 20 mm.

Fig. 12: detalle juntas de separación o aislamiento entre la solera y otros elementos constructivos.



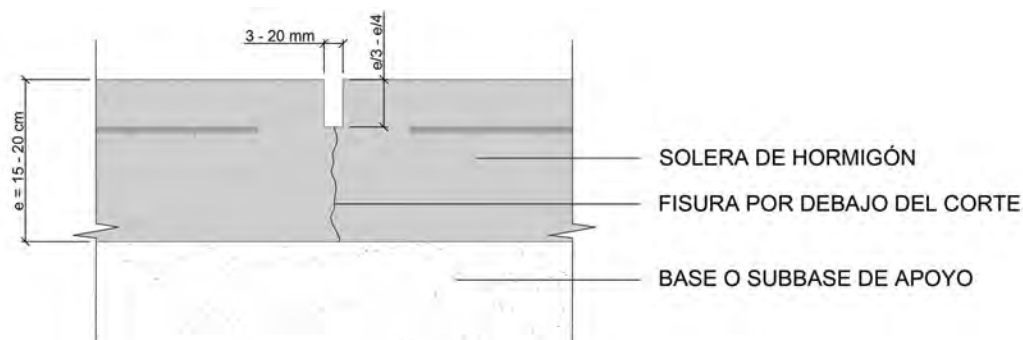
En soleras sin acabado, en el encuentro con pilares se envolverá la base del mismo con, al menos, 10 mm de material compresible, si el acabado se incorpora a la solera o se ejecuta como capa posterior, se dejará sin hormigonar un cuadrado, rombo o círculo alrededor del elemento constructivo, colocación del material compresible y posterior hormigonado de la zona en contacto con el soporte.

• **Juntas de contracción y retracción:**

El objeto de las juntas de contracción es permitir el libre movimiento horizontal de los distintos tramos de la solera, al reducir las tensiones que provoca la contracción de la masa del hormigón durante la fase de secado o por los cambios térmicos.

En el caso que las juntas se ejecuten por serrado, su profundidad oscilará entre 1/3 y 1/4 del espesor de la solera y en ningún caso será inferior a 25 mm.

Fig. 13: detalle junta de retracción por serrado.



La separación entre juntas estará comprendida entre 25 y 30 veces el espesor de la solera e , lo que es lo mismo, considerando los espesores habitualmente utilizados, entre los 4 y 6 m. En las soleras ejecutadas en exteriores, la distancia entre juntas debiera de ser inferior a 4 m.

Otro sistema es la formación de junta de hormigonado con la colocación de piezas prefabricadas de PVC, utilizándose además como encofrado y de regla maestra para la nivelación del vertido del hormigón. La altura de estas piezas se encuentra entre los 40 y 80 mm.

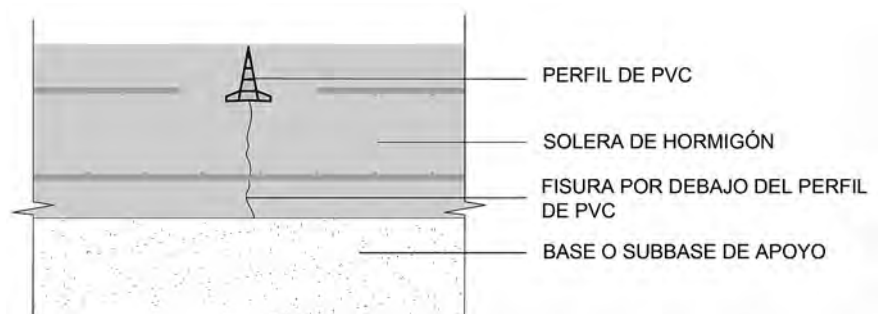


Fig. 14: detalle junta de retracción con perfil de PVC.

Interesa que los tramos entre juntas sean lo más cuadrados posibles. La relación entre ancho y largo tiene que estar entre 1 y 1'5 como máximo. Hay que evitar los cortes de juntas en T o en L, ya que facilita la aparición de fisuras.

• Juntas de dilatación:

Deberán coincidir con las propias del edificio, destinadas a absorber el movimiento provocado por los incrementos de temperatura. Ha de seccionar el espesor completo de la solera con una abertura del orden de los 20 mm, rellenando su interior con material compresible. En el caso de que sea necesaria su ejecución en zonas con tráfico pesado, se recomienda la colocación de pasadores o el aumentar el espesor de la solera en la inmediación de la junta, para absorber las tensiones producidas en los bordes.

• Vertido, vibrado y curado del hormigón

Se recomienda realizar extendido del hormigón en bandas alternas, separadas longitudinalmente por la junta de trabajo y transversalmente por juntas de retracción. No es necesario realizarla en tablero de damas, ya que presenta mayores problemas de regularidad en la superficie.

Para la correcta compactación del hormigón, se deberá realizar siempre el vibrado (de aguja o regla vibrante).

Para las condiciones del vertido, vibrado y curado del hormigón, se podrá seguir las indicaciones del artículo 71: "Elaboración y puesta en obra del hormigón", apartados 71.5 y 71.6 de la EH-08.

• Acabados superficiales

En el caso de que no lleve pavimento sobre la solera, se suele ejecutar el acabado añadiendo directamente al hormigón fresco agregados como el corindón o cuarzo, aportando una mejor apariencia visual e incrementando la resistencia y durabilidad de la superficie.

• En el mantenimiento y conservación:

Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 DB-HS1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

REFERENCIAS

FUNDACIÓN MUSAAT

AUTOR

- Alberto Moreno Cansado

COLABORADOR

- Manuel Jesús Carretero Ayuso

DELINEACIÓN (Fig.: 11 a 14).

- Sandra Martín

IMÁGENES

- Moreno Cansado, Alberto (Fig.: 1 a 6, 9 y 10).
- Iglesias Santoja, Pablo (Fig.: 7 y 8).

BIBLIOGRAFÍA y NORMATIVA

- *Soleras en la edificación y su patología*. Vanesa Asenjo Monjin
- *Puesta en obra del hormigón*. Eduardo Montero Fernández de Bobadilla
- *Diseño y ejecución de juntas en pavimentos y soleras de hormigón*. IECA.
- *Manual de pavimentos industriales*. C. Jofré y J. J Vaquero.
- *Informe técnico. Retracción del hormigón en soleras*. ABD (All Building Designs).
- CTE/DB-HS-1
- EHE-08
- Normas UNE

CONTROL: ISSN: 2340-7573 Data: 13/3 Ord.: 2 Vol.: C Nº: CS-3 Ver.: 1

NOTA: Los conceptos, datos y recomendaciones incluidas en este documento son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo, fundamentados desde una perspectiva teórica, así como redactados desde la experiencia propia en procesos patológicos.

© del Autor

© de esta publicación, Fundación MUSAAT

Nota: En este documento se incluyen textos de la normativa vigente