

Región Industrial



Nº35
OCTUBRE 2005

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia

General Electric, Apuesta por la Región



Patologías frecuentes en soleras de naves industriales.

Inspección y diagnóstico

Jesús H. Alcañíz Martínez (*)

Por desgracia es muy frecuente encontrarnos con lesiones, daños y patologías diversas, en las soleras de hormigón de nuestras naves industriales, una vez finalizada y entregada la obra, o tras su puesta en servicio.

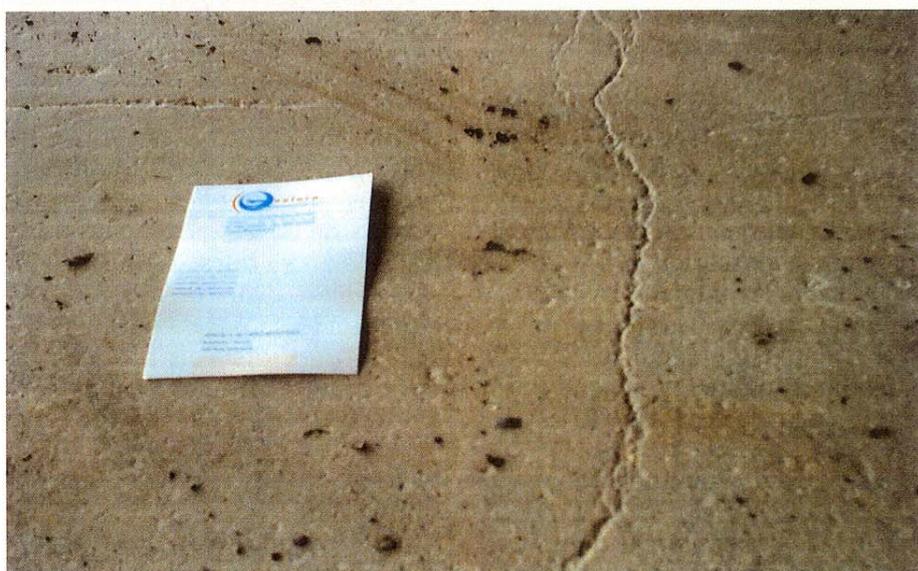
Debemos tener siempre en cuenta que una solera es un elemento constructivo que debe cumplir un requisito de regularidad superficial, con geometría prácticamente bidimensional, al ser el espesor muy pequeño en comparación con la superficie.

Estas dos características dan lugar a una serie de problemas, diferentes de otros elementos contruidos con el mismo material, tales como fenómenos de riesgos de desecación, de fisuración y otros. Otros problemas pueden aparecer por la existencia de elementos que rompen la continuidad de la superficie, tales como tuberías, pilares, registro, cimentaciones de máquinas u otros puntos singulares.

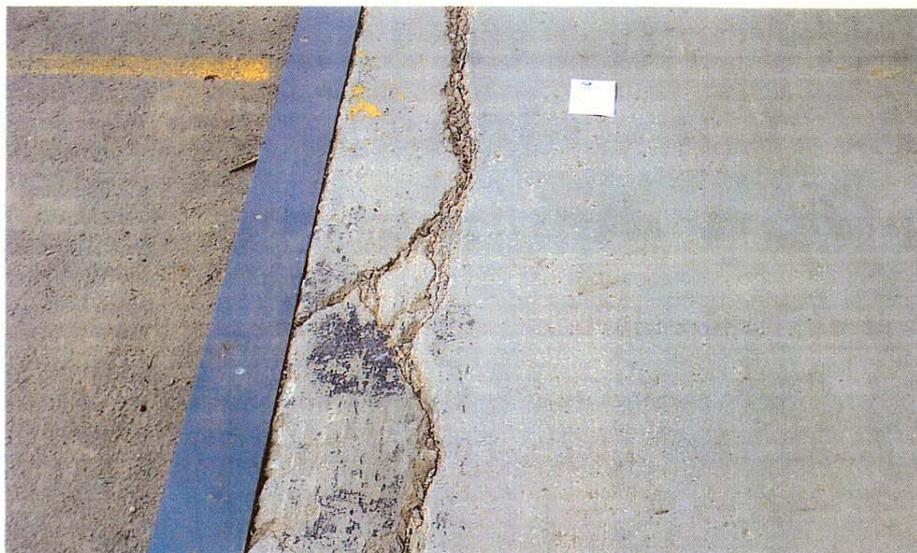
En todos esos casos, de cara a analizar su origen y así plantear las soluciones, se hace necesario un proceso minucioso de inspección y de investigación a llevar a cabo por nosotros mismos o por técnicos especialistas externos, donde se realizará una inspección general del inmueble y de su entorno y se describirán sus características, para posteriormente proceder a la inspección de los daños en concreto.

Inspección Visual y Descripción de Daños Observados

Se deben realizar una serie de visitas de inspección detallada del edificio afectado, al objeto de recabar información más concreta de dichos daños y poder analizarlos con posterioridad, hasta el momento del cierre del Informe



Aspecto general y detalle de una grieta longitudinal en la solera de hormigón, paralela a la línea de cierre



Detalle de una importante grieta y deterioro existente junto a zona de muelle de descarga, junto al elemento metálico de protección, debido a los golpes de los vehículos, en la maniobra de descarga

Final.

Posteriormente se describirán los daños más importantes observados en estas inspecciones, que se recogerán también en un reportaje fotográfico, donde se presentarán los detalles de los daños observados en el inmueble, a través de un plano de planta, algunos detalles constructivos, así como de las distintas fotografías del estado actual de la solera de hormigón afectada.

Revisadas las distintas zonas del inmueble, se observa la presencia de distintos daños, que como más significativos, destacamos los siguientes, considerándolos como las patologías más frecuentes en soleras de naves industriales:

- Grietas horizontales longitudinales en la solera de la zona donde se localicen, destacando en accesos, rampas, puertas de cámaras, elementos de fijación, muelles de descarga, etc.
- Grietas horizontales, de trazados irregulares, en el interior de la nave, junto a elementos metálicos singulares, puntos de discontinuidad, zona de muelles de carga, etc.
- Desconchados puntuales superficiales en la solera, especialmente localizados en las zonas de mayor intensidad de tráfico o de deficiente ejecución.

- Cambios de textura superficial en algunos paños de hormigón de la solera, respecto al paño colindante, motivado por el uso de materiales de distinta composición o defectuosa puesta en obra (vibrado, curado etc.)
- Inexistencia de un adecuado tratamiento de las juntas, sin sellado alguno, lo que impide su adecuado comportamiento para el fin al que se destina y el deterioro paulatino de la misma.
- Desnivel y falta de planeidad de algunos paños de la solera, con presencia de algunas sobre elevaciones puntuales en los extremos de alguno de los paños de solera.
- Deficiente estado de conservación de la solera, con falta de limpieza superficial, acumulación de restos de hormigón, etc.
- Roturas puntuales de zonas de hormigón en contacto con elementos metálicos en áreas de carga y de descarga.
- Fisuras de retracción plástica, por rápida evaporación superficial, donde se desarrollan tensiones de tracción, con profundidades de dos a tres centímetros.

Croquis, planos y reportaje fotográfico

En base a todos los datos obtenidos y descritos en los epígrafes anteriores, como complemento

gráfico a la descripción de daños realizada anteriormente, se debe confeccionar un plano de planta del inmueble, con la indicación de los detalles que clarifiquen los aspectos de mayor interés, para la completa interpretación del Informe Final de Peritación.

También, al objeto de dejar constancia gráfica de los trabajos realizados "in situ", así como del Estado Actual de la solera de hormigón, se debe realizar un amplio reportaje fotográfico para documentar fehacientemente el Informe y que incluyan los aspectos más destacados de la intervención y de las lesiones más significativas, dejando patente así su estado actual, con los correspondientes comentarios a pie de cada fotografía.

Algunas consideraciones sobre Soleras de Hormigón

En los pavimentos de hormigón armado con juntas, habitualmente se dispone un mallazo electrosoldado, en el tercio superior de la losa y las juntas transversales. En cuanto a las explanadas, se dispone de una superficie homogénea y regular, dotándola de un adecuado drenaje para garantizar el mantenimiento de sus características a largo plazo. Las capas base suelen estar constituidas por materiales granulares (encachados de grava, zahorras naturales y zahorras artificiales). La capa de encachado de grava consigue un buen drenaje, pero proporciona una superficie con una regularidad deficiente. Por el contrario, si se utiliza una zahorra natural o artificial, se conseguirá una buena nivelación pero no unas buenas condiciones de drenaje.

Dicha superficie plana reduce el coeficiente de rozamiento existente entre la solera y la capa granular, disminuyendo las tensiones inducidas en el pavimento como consecuencia de los movimientos horizontales producidos por la retracción o variaciones térmicas. Respecto a las juntas en solera de hormigón, son imprescindibles, para evitar la fisuración de las

soleras que suelen aparecer por alguno de los siguientes motivos:

- **Retracción.** El hormigón de la solera tiende a retraer por la desecación, las variaciones de temperatura de la masa de hormigón a lo largo de su proceso de fraguado y descensos de la temperatura ambiente, sobre todo durante la primera noche después del extendido. La retracción de secado no puede ser eliminada, pero puede ser minimizada, actuando sobre los parámetros que más influyen en la misma, como son el tamaño máximo del árido, el agua y el contenido de cemento. Para reducir la retracción de secado es preferible utilizar áridos con tamaño máximo superior, menores contenidos de cemento, cementos de categoría resistente inferior y menores contenidos de agua de amasado, compensando la pérdida de trabajabilidad mediante la incorporación de aditivos plastificantes o fluidificantes.

- **Alabeo.** Se produce como consecuencia del gradiente de temperaturas existente entre la superficie y el fondo de la solera de hormigón, que produce alargamientos diferentes en ambas, lo que provoca un combado de los bordes y por consiguiente, la aparición de tensiones. Cuando se utilizan hormigones con una excesiva rela-

ción agua / cemento, se produce un combado de las soleras con un efecto de subida de los bordes, que en este caso no está provocado por el efecto del soleamiento, sino por un efecto de gradiente de humedad (mayor en la mitad inferior de la solera que en la superficie), lo que se explica por el hecho de que sólo puede desecarse superficialmente, en la zona donde aparece una mayor retracción, capaz de llegar a provocar el mencionado efecto de alabeo.

- **Expansión.** Es un fenómeno provocado por el aumento de la temperatura o del contenido de humedad. Su valor depende de las características del hormigón y sobre todo de la naturaleza del árido utilizado. Este fenómeno no suele dar problemas, ya que los movimientos los absorben las juntas de alabeo y de aislamiento. Sí se puede producir, sin embargo, si las juntas no están bien selladas o por la entrada de algún elemento duro que pueda provocar el astillado de los labios de las mismas. Para el control de la fisuración hay que tener en cuenta que la solera de hormigón se fisurará en aquellos puntos donde se rebasen las tensiones admisibles de tracción producidas por la retracción, el alabeo y la acción de las cargas que actúan sobre el pavimento. Lo que se produciría

de forma totalmente aleatoria, si no se dispusiera un sistema ordenado de juntas.

Los tipos de juntas que nos planteamos son:

Juntas de aislamiento.

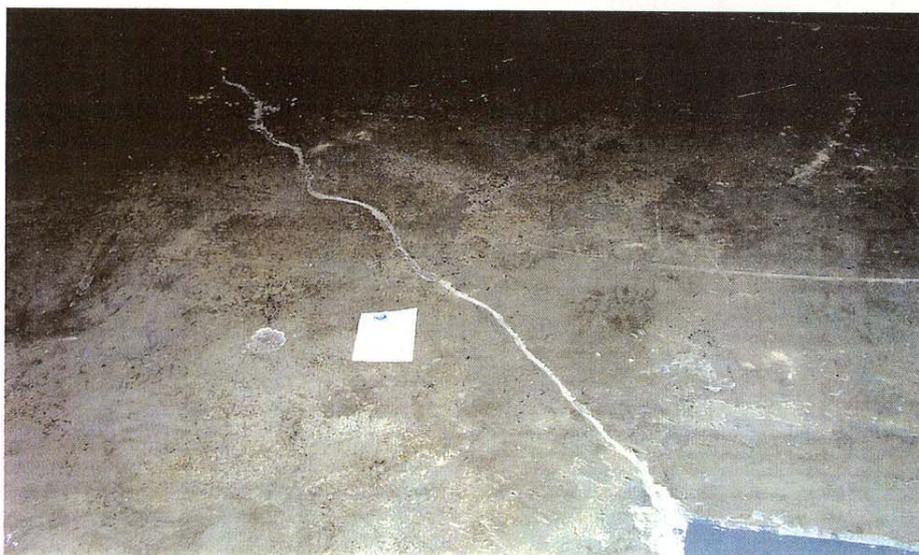
Es necesario realizar juntas de aislamiento en casos específicos en los que existan, integrados en la solera, elementos constructivos muy rígidos, tales como cimentaciones, muros, pilares, sumideros y pozos de registro, así como otros elementos singulares, que pueden restringir el libre movimiento de la solera, aislándola de dichos elementos. Suelen tener un espesor en el entorno a los dos centímetros, formadas por un material compresible, por ejemplo, el poliestireno expandido. La ejecución de las juntas de aislamiento debe preverse en la redacción del Proyecto oficial y después en el proceso de construcción de la solera.

Juntas de construcción.

Dividen el pavimento de zonas de soleras ejecutadas en momentos diferentes. Son necesarias al final de la jornada de trabajo y en los casos en que no se realice un hormigonado continuo, sino un hormigonado por tramos, como suele ser habitual. Dichas juntas se hacen coincidir en la mayoría de los casos con las juntas de contracción o de dilatación, con lo que se prevén al iniciar la jornada de trabajo.

Juntas de contracción.

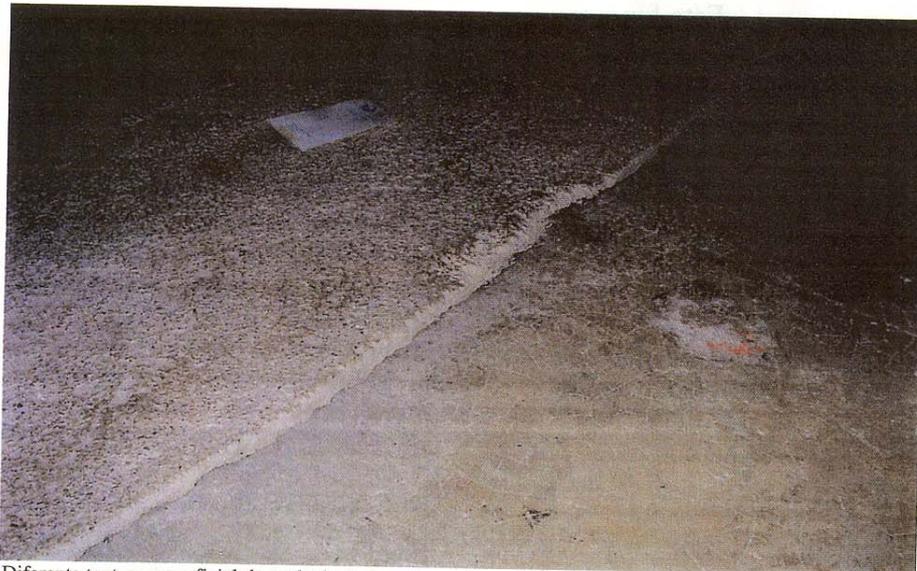
Los fenómenos de retracción son naturales en el hormigón, suelen manifestarse desde las primeras horas de la puesta en obra y se prolongan durante meses. La magnitud de la retracción depende de las características propias del hormigón, puesta en obra, curado, condiciones de temperatura y humedad del ambiente, armado y espesor de la solera. La presencia de restricciones a la retracción, así como al movimiento, son motivo de la aparición de tensiones de tracción que pueden derivar en fisuras. Por ello, en una solera es necesario establecer un diseño de juntas de retracción



Grietas longitudinales que aparecen junto a elementos singulares (refuerzos metálicos de los muelles de carga). Véase su trazado en bisetriz del ángulo que conforma el citado elemento singular



Grieta aparecida junto a otros elementos metálicos singulares de los muelles de carga de la nave afectada



Diferente textura superficial de acabado de la solera de hormigón, a una lado y otro de la junta de hormigonado

adecuado a cada caso, cuyo espaciado debe estar en función del espesor de la solera y del rozamiento estimado entre la cara inferior de la solera y la base de apoyo, teniendo en cuenta la presencia o no de un reductor de fricción como el polietileno, con el fin de conducir las fisuras y facilitar su sellado. Estas juntas deben ejecutarse entre las seis y veinticuatro horas a partir de la puesta en obra del hormigón, ya que si se realizan demasiado tarde, pueden originar la aparición de fisuras.

Juntas de dilatación.

Se prevén únicamente para hacer frente a las expansiones provoca-

das por los aumentos de temperatura. Este tipo de juntas sólo funcionan cuando seccionan el espesor completo de la solera con una distancia entre los bordes del orden de dos centímetros e incorporan en su interior un relleno de material compresible, que permite el libre movimiento de cada una de las zonas que separan estas juntas.

Aspectos relativos a la fisuración

Una de las patologías más frecuentes que aparecen en las soleras de hormigón, en naves industriales, son aquellas relacionadas

con cuadros fisurativos de distintos órdenes. A continuación analizamos los aspectos más significativos.

- Fisuras asociadas a la contracción o retracción. Son propias de fenómenos de contracción. A su vez una nivelación irregular del enchado de grava sobre el que apoya la solera supondría una coacción del movimiento de la solera, por lo que también se producirían fisuras en ella. El hecho es que, durante la retracción, cuando la cara inferior de la solera tiene fuertemente coartado su movimiento, las deformaciones que se producen inducen tensiones mayores que las que puede soportar el hormigón. La presencia de armadura contribuye a resistir estas tensiones de tracción y a la no aparición de fisuras según la cuantía de la armadura, suponiéndolas adecuadamente colocadas.

- Fisuras asociadas a las condiciones de apoyo irregular. Una colocación irregular y una compactación inadecuada del enchado de la base de apoyo, suponen la generación de esfuerzos de flexión en la solera, que superan su capacidad portante al paso de vehículos. La consecuencia del apoyo irregular se manifiesta en asientos diferenciales entre zonas contiguas, presentando un desnivel entre los bordes de las juntas de losas adyacentes, cuyo origen más probable sea el descalce de las zonas de apoyo de los bordes. En el caso de las fisuras entorno a los sumideros, estructuras metálicas y otros elementos singulares, también la falta de apoyo está en el origen de la aparición de dichas fisuras. En este caso, además, la inexistencia de juntas de aislamiento a su alrededor y su forma geométrica, produce la acumulación de tensiones en sus esquinas y favorecen la aparición de las fisuras.

- Fisuras asociadas a la dilatación o al aislamiento. El principal problema asociado a la deficiencia de las juntas de dilatación o

aislamiento, es la probable inducción de fisuras de retracción por la restricción al libre movimiento. Su ineficacia en el aislamiento puede provocar la transmisión de las vibraciones producidas por el paso de los vehículos sobre la solera. Para evitar la aparición de fisuras en los vértices de las arquetas de registro, pilares y otros elementos singulares ya citados, que aparecerían como consecuencia de la restricción al movimiento de la solera, ya que los ángulos vivos funcionan como inductores y generan fisuras, se realizan juntas diagonales de aislamiento en cada uno de los vértices, dejando dividido cada zona

en cuatro partes.

- Fisuras por deficiencias en la ejecución de las juntas. Las dificultades de ejecución de las juntas aserradas, impide la realización completa de la junta hasta el elemento constructivo correspondiente (pilar, muro, arquetas, elementos metálicos, etc), por lo que se prolonga la junta hasta dichos elementos, en forma de fisura. Para evitarlo se realizaron cortes de junta en forma de rombo, en el entrono del pilar o elemento singular.

Hasta ahora se han planteado una serie de análisis sobre las causas que han podido producir la

aparición de los daños en una solera concreta de un caso que fuera objeto de nuestro estudio, pudiendo dar paso ya a la emisión de las correspondientes conclusiones.

Conclusiones

A la vista de todo lo anteriormente expuesto, de los trabajos de inspección al inmueble llevados a cabo, estamos en disposición de emitir las correspondientes conclusiones, donde debe incluirse, como mínimo, la siguiente información, para un caso real analizado:

Se trata de un edificio con uso de carácter agrícola, donde se han conseguido unos altos niveles de calidad general en sus acabados, tanto en la zona de oficinas y atención al público, como en la nave de producción, almacén y cámara, propiamente dicha.

Que los resultados de los trabajos de Control de Calidad son del orden del 98% - 100% respecto al Proctor Modificado, las compactaciones de las capas de material granular de base y de 33,7 a 35,1 N/mm² de resistencia del hormigón de la solera, que se consideran aceptables para este tipo de obra y para las sollicitaciones a las que va a estar sometida la solera de hormigón.

No se aprecian daños ni lesiones debidas a un defecto de compactación, con lo que se ha conseguido una adecuada calidad de la compactación del terreno de base, apreciándose un adecuado acabado, que responde sin duda, a un correcto proceso de ejecución de la obra, no observándose patología alguna relativa a esta circunstancia.

Que no se aprecian daños ni lesiones debidas a los habituales fenómenos de retracción plástica del hormigón, que se traduce en la aparición de cuadros fisurativos superficiales, de trazados caprichosos y con una importante deficiencia en su aspecto estético y de durabilidad, lo que confirma el buen funcionamiento del mallazo de reparto, colocado en el proceso



Dos aspectos de las juntas en solera donde se aprecia el deterioro superficial de los labios de la junta (por falta de sellado) y un importante deterioro de la junta por una inadecuada solución en su trazado



Dos detalles de las lesiones por desconchados de la capa superficial en una solera de hormigón

de construcción, según indicaciones del Proyecto Oficial.

Se aprecia un adecuado trazado de juntas de hormigonado y de trabajo, correctamente ejecutadas en su día, mediante corte longitudinal con disco radial, sin sellado alguno, lo que provoca que con el paso del tiempo y de su uso, se deterioren los "labios" de la junta, con los consiguientes trastornos estéticos y de durabilidad de esa partida de obra.

Que en la solera de hormigón realizada en la zona de producción, se aprecian algunas lesiones, destacando:

- Deficiente nivelación puntual en algunas zonas del área de cámara frigorífica, donde no se ha alcanzado una total planeidad superficial, sin afectar al comportamiento estructural de la solera, ni a la propia explotación de la nave. Este fenómeno pudiera estar rela-

cionado con un ligero alabeo de los extremos de las losas contiguas, debido a la influencia del aislante inferior.

- Zonas puntuales con ligera aparición de desconchados de la capa superficial del hormigón de la solera, exclusivamente en la capa de acabado final, debido a una deficiente adherencia de la capa de mejora de resistencia al desgaste por rozamiento.

- Aparición de un cuadro fisurativo, en zonas muy localizadas, de trazado irregular, junto a elementos singulares, provocados por la unión de dichos elementos, con la propia estructura de la solera estudiada, provocada por la ausencia de juntas de aislamiento, no prevista en el proyecto, ni llevadas a cabo durante la ejecución de la solera.

- Aparición de importantes grietas longitudinales en la solera de hormigón exterior, en la zona de muelle de descarga, junto a su elemento metálico de coronación, producida sin duda, por efecto de los golpes de los vehículos sobre el muelle, en el momento de ejecutar la maniobra de descarga, al carecer de las citadas juntas de aislamiento por un lado y por la ausencia de elementos elásticos de protección o de separación,

que protegerían la estructura del muelle, de los golpes habituales en el proceso de explotación de la actividad.

Recomendaciones

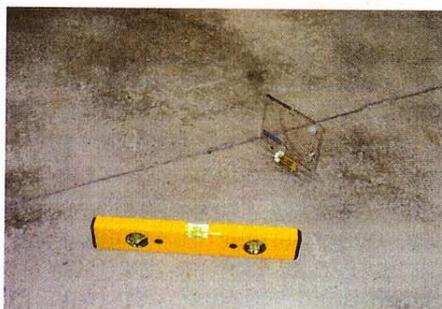
A la vista de todo ello, teniendo en cuenta la bibliografía existente al respecto y otros casos de similares patologías, debemos emitir las recomendaciones siguientes:

1º. Para evitar el deterioro de las juntas de trabajo de la solera de hormigón, se debe proceder a su limpieza, saneado y sellado longitudinal con mástico o masilla elástica, de adecuada calidad, dado el nivel de rozamiento al que va a estar sometida, prolongando así su vida útil.

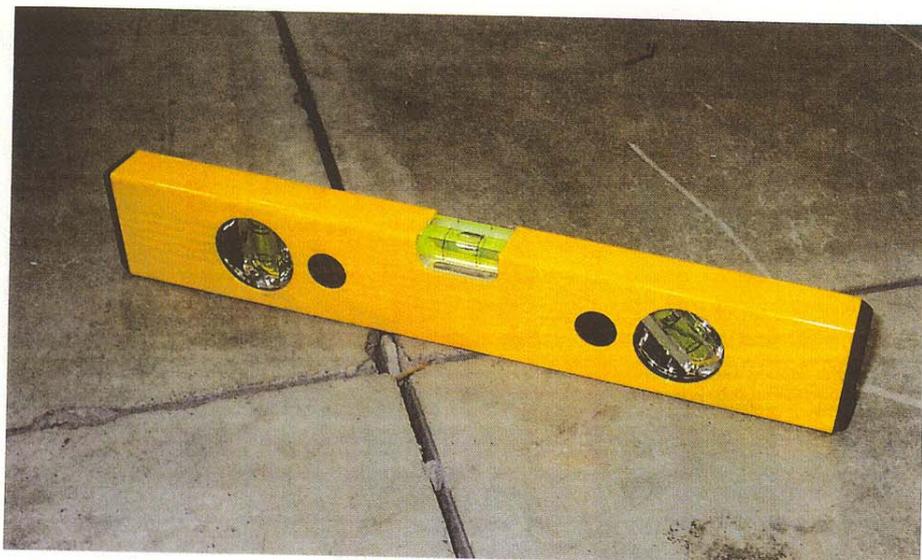
2º. En cuanto a las patologías citadas anteriormente, recomendamos las siguientes actuaciones:

- Dada la escasa diferencia de nivelación entre los puntos más afectados y puesto que se trata de un problema exclusivamente estético, sin afectar al desarrollo del proceso de producción, existen dos alternativas.

Una, amolar/lijar el pavimento, que reduciría el ya escaso y poco significativo desnivel, aunque por el contrario, estaríamos reduciendo y/o eliminando en algún caso, la capa de refuerzo de cuarzo,



Detalles del proceso de medición de las pendientes y de la falta de planeidad de una solera de hormigón



Detalles del proceso de medición de las pendientes y de la falta de planeidad de una solera de hormigón

aplicada en el proceso de ejecución de la solera, para mejorar su resistencia al desgaste por rozamiento.

La otra alternativa, sería mantener la solera en su estado actual, aceptando esa ligera diferencia de nivel, manteniendo su capacidad resistente al rozamiento y sin ningún tipo de actuación, ni tratamiento adicional.

- Respecto a las áreas donde se aprecia el desconchado, dada la escasa superficie afectada, se debe proceder a su limpieza, sin necesidad de ningún tratamiento adicional. No obstante y como alternativa, cabe la posibilidad de aplicar un nuevo tratamiento superficial mediante la aplicación de resinas epoxy de alta resistencia, en dos capas, previa limpieza y saneado de la superficie soporte, mediante lijado, barrido y aspirado de todo el material sobrante, de cara a garantizar una adecuada adherencia del material a aplicar.

- En cuanto a las grietas y fisuras existentes, de trazado variable, se debe proceder a su corte y profundización de la grieta, limpieza, saneado en profundidad y posterior sellado con el mismo tipo de masilla elástica, que permitirá sus posibles futuros movimientos.

3°. Respecto a las grietas y otras lesiones aparecidas en los muelles de carga y descarga y en otros puntos singulares, se plantean dos actuaciones.

Una, el picado, saneado y sellado, tal y como se ha indicado en anteriores apartados y otra, el colocar elementos de protección y de separación de vehículos, suficientemente elástico, para evitar la afección por impacto y por empuje o vibraciones, transmitidas de forma continuada por los vehículos, en las operaciones de maniobra de descarga, prolongando así la vida útil de esa parte de la nave. Las roturas del hormigón en el muelle de carga, deben ser reparadas mediante picado, saneado y restitución del hormigón, mediante morteros especiales de reparación, con alta adherencia, en base

a resinas epoxy.

Para finalizar y de cara a evitar la aparición de los daños citados, en futuras obras donde podamos intervenir como Proyectistas o como Directores de Obra, debemos tener muy claras tres ideas básicas:

- Necesidad de una adecuada compactación de la base de soporte de la solera.
- Control de calidad de los materiales y del proceso de puesta en obra y del hormigonado y tratamientos de curado.
- Adecuada realización de juntas, con los criterios ya conocidos, inmediatamente después del hormigonado de la solera.

Si llevadas a cabo estas tres ideas, nos aparece alguna de las lesiones o daños citados, no olvidemos que es imprescindible un minucioso estudio para llegar a un adecuado diagnóstico, previamente a la reparación de los daños existentes.

(* *Jesús H. Alcañiz Martínez es Arquitecto Técnico, Jefe de Área de Edificación de "ESFERA CONSULTORES" (Organización de Control), Director del GABINETE DE CONTROL, Profesor de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y Especialista de Materiales del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia (COAATMU)*
E-mail: gabinetedecontrol@ono.com



Detalle del proceso de medición de grietas y fisuras en una solera de hormigón, mediante lupa de gran aumento con micrómetro incorporado