

Estructura y juntas

Importancia del diseño de pisos industriales de concreto

Edgardo Becker, Loma Negra Ciasa

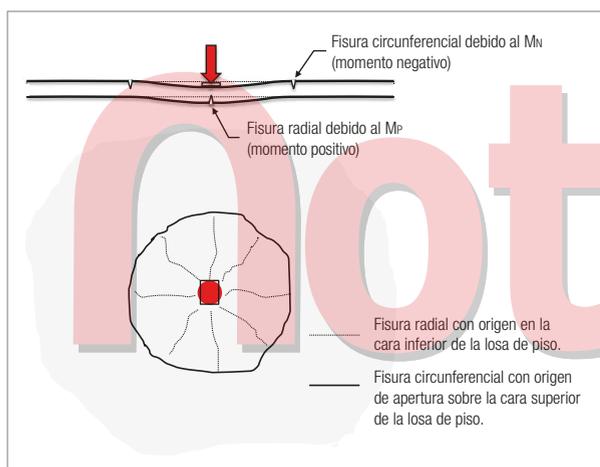


Figura 1. Fisuración esperada para carga concentrada que supera la capacidad estructural de la losa.

E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES

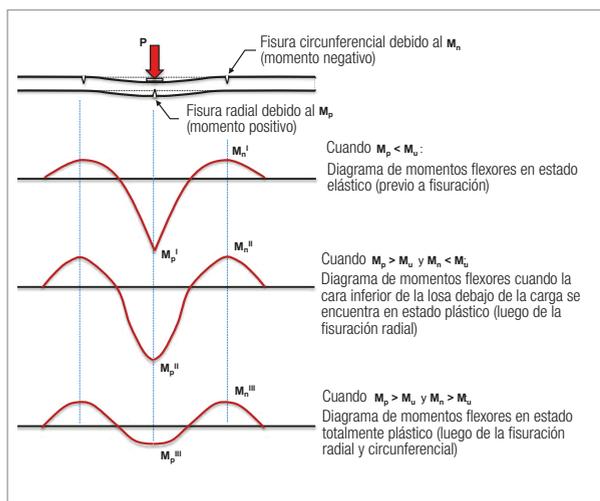


Figura 2. Evolución de los momentos flexores en función del grado de plastificación del concreto debido al aumento de la carga aplicada para concreto reforzado con fibras.

E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES

Introducción

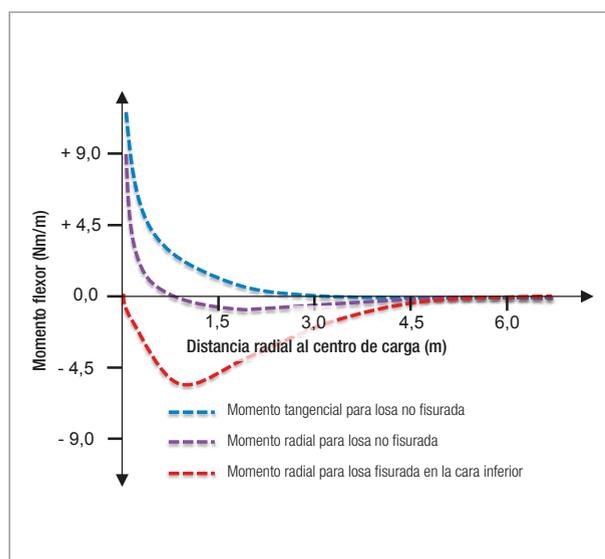
Sin duda, en un mundo donde todos los constructores deben poner un fuerte foco en la sostenibilidad, la tendencia actual es buscar soluciones logísticas que representen mayor eficiencia, lo que obliga a proyectar naves industriales cada vez más grandes y, por supuesto, pisos industriales de más altas prestaciones, con adecuada capacidad estructural y, sobre todo, con alto nivel de servicio durante la vida útil prevista para el proyecto.

En ese contexto, el diseño de pisos industriales debe atender de manera simultánea varios aspectos que se basan fundamentalmente en hallar las mejores soluciones que, como tendencia general, se enfocan en proyectar pisos de concreto de buenas prestaciones estructurales con adecuada resistencia al desgaste, además de limitar la materialización de juntas sin dejar de lado una buena planicidad. Es decir, condiciones que, en conjunto, tienden a mantener un alto nivel de servicio del piso debido a una baja tasa de deterioro que redundará en una clara reducción de los costos tanto de mantenimiento como de las operaciones propias de las áreas de almacenamiento.

Respecto al proceso de diseño, está claro que el espesor de las losas de un piso industrial es uno de los aspectos más importantes a determinar en función de las necesidades “estructurales” del proyecto. Por otro lado, todas las partes comprometidas en cualquier proyecto (cliente, diseñador, constructor, etc.) suelen considerar su influencia sobre el costo de construcción, por lo que suele ser uno de los puntos más debatidos a la hora de tomar decisiones. Sin embargo, esta discusión no siempre llega a los mejores resultados o, al menos, a los más eficientes.

En primera instancia, parece obvio que en la mayoría de proyectos de pisos industriales intervienen profesionales idóneos que realizan un diseño estimando los estados de carga más representativos de la actividad que se prevé desarrollar en el interior de la nave, a partir de los cuales determinan los espesores de losa de piso y de las capas de suelo de apoyo (base, subbase, etc.), encontrando un “equilibrio” entre las características del suelo, la disponibilidad local de materiales y el control de tensiones generadas por los distintos estados de carga.

A pesar de lo anterior, no siempre las decisiones en un proyecto resultan tan racionales pues, entre otras cosas, no es extraño tener un inversor que pondrá la superficie en alquiler o que no tiene claridad sobre la actividad que se desarrollará dentro de la nave. En ocasiones, aunque se conozcan los usos del edificio, no se dispone de información precisa sobre los pesos que se almacenarán o que tendrán movimiento, dificultando la estimación de los mencionados estados de carga o sus magnitudes.



← Figura 3. Momentos flexores en una losa de piso de 15 cm de espesor producidos por una carga concentrada de 45 kN (4,5 t) para concreto simple. E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES

Algunos aspectos del diseño de pisos

En general, el proceso de diseño de pisos suele centrarse en dos puntos esenciales:

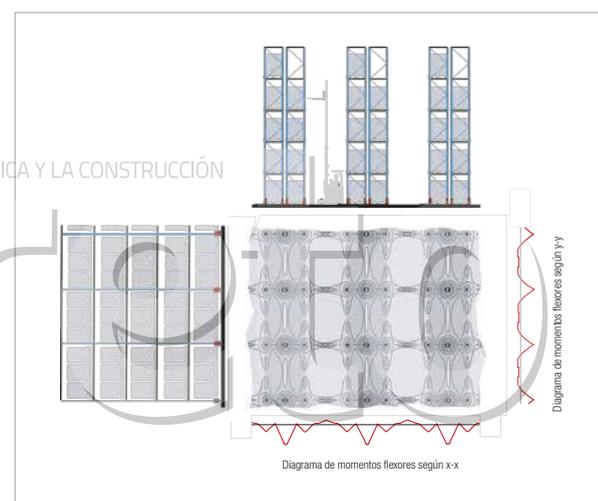
1. Diseño del paquete estructural en función de las cargas estáticas y dinámicas que se prevén y su potencial de interrelación
2. Diseño del trazado (*layout*) de juntas, que debe atender cuestiones funcionales (calidad y confort de circulación, planicidad, control de alabeo, cantidad y calidad de las juntas, necesidad de mantenimiento, etc.) que representan la calidad de servicio del piso

Por otro lado, el paquete estructural y el *layout* de juntas se interrelacionan a través de las tensiones inducidas por deformación lineal y alabeo, por lo cual el diseño es un proceso iterativo que, en términos reales, debe incluir un tercer aspecto, el económico, que deberá incluir no sólo los costos directos de construcción sino también los de mantenimiento. Adicionalmente, hay que considerar siempre los costos del usuario relacionados con los costos de operación (equipos y su mantenimiento), donde la calidad del piso juega un rol muy importante, y los costos de disponibilidad que aparecen en el momento de hacer algún trabajo de mantenimiento de los pisos, pues hay un área que no se puede utilizar, lo que genera costos directos e indirectos que suelen ser apreciables.

Diseño del paquete estructural

El paquete estructural de un piso de concreto debe ser diseñado, en primer lugar, para soportar las cargas estáticas y dinámicas a que estará sometido durante su vida en servicio. Conceptualmente, una carga concentrada aplicada sobre un piso de concreto genera una deformación que intenta ser resistida por la capacidad de tomar flexión de la losa y por la resistencia del suelo a ser comprimido, lo que se conoce como valor soporte.

→ Figura 4. Momentos flexores en una losa de piso de 15 cm de espesor producidos por las cargas concentradas de los apoyos de los estantes del tipo selectivo con pasillos de 3 m de ancho. E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES



En las figuras 2 y 3 se indican la evolución y comportamiento del diagrama de momentos en función de la capacidad de la losa para plastificarse o no.

Por otro lado, la figura 4 muestra un ejemplo con la distribución de momentos producidos por las cargas transmitidas por estantes selectivos, colocados en una losa sin juntas en un esquema típico de una bodega logística. Como se observa, en los pasillos se producen momentos positivos que, en general, tienden a reducir las tensiones generadas por el paso de los equipos montacargas cuando las ruedas se encuentran alejadas de los apoyos aunque, por el contrario, los momentos positivos tienden a aumentar cuando las ruedas pasan cerca de los apoyos de los estantes. Este estado combinado de cargas, con algunos otros, suele ser utilizado en el diseño de los pisos de bodegas de almacenamiento.

Dependiendo del caso, es posible realizar diseños que admitan cierto grado de plastificación del concreto en algunas zonas específicas cuando se usan macrofibras estructurales dosificadas en la mezcla de concreto, o admitiendo alguna falla localizada del concreto que deberá ser reparada siguiendo una estrategia de mantenimiento preestablecida en el diseño.

Diseño del layout de juntas

Una vez diseñado el paquete estructural necesario para soportar los esfuerzos, se deberá definir el layout de juntas teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, donde se precisan los tamaños de losa. Luego, con estos datos, se determinan los esfuerzos por restricción a la contracción por secado y por alabeo. Con estos nuevos esfuerzos se verifica otra vez el paquete estructural y se aplican los ajustes necesarios a través de un proceso iterativo hasta obtener el mejor paquete estructural y layout de juntas para el proyecto.

Como ya se dijo, la tendencia actual es diseñar pisos con pocas juntas o, de ser posible, sin juntas. En ese sentido, hoy en día existe una serie de tecnologías entre las que se destacan el CRC (Concreto de Retracción Compensada), CBCRF (Concreto de Baja Contracción Reforzado con Fibras) y, por supuesto, el concreto postensado, que permiten hacer pisos “sin juntas” y que, cuando se construyen con técnicas especializadas, pueden lograr inicialmente altos estándares de planicidad y en condiciones de diseño adecuadas pueden mantenerse en el tiempo, lo que permite obtener altos niveles de servicio durante la vida útil prevista para el proyecto sin grandes necesidades de mantenimiento.

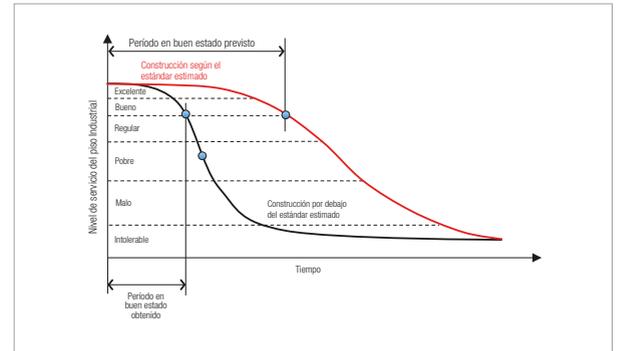
Vida útil y nivel de servicio

Hoy en día es inconcebible que un proyecto no contemple la vida útil del piso y el nivel de servicio esperado durante ese período. En consecuencia, será necesario establecer parámetros bien definidos y exigibles que brinden información al constructor acerca del nivel de servicio inicial esperado, fundamentalmente con especificaciones de planicidad, uso de juntas constructivas industrializadas y otras características relacionadas con el acabado superficial. Por otro lado, debe informarse al cliente que la misma operación desarrollada sobre el piso va a causar un deterioro progresivo que exigirá mantenimiento rutinario permanente e intervenciones relativamente importantes pasados algunos años cada vez que el piso tienda a caer por debajo de un nivel de servicio aceptable previamente definido. Un buen proyecto de piso de uso intensivo debe considerar conceptualmente este aspecto, que es uno de los parámetros técnicos más importantes del piso.

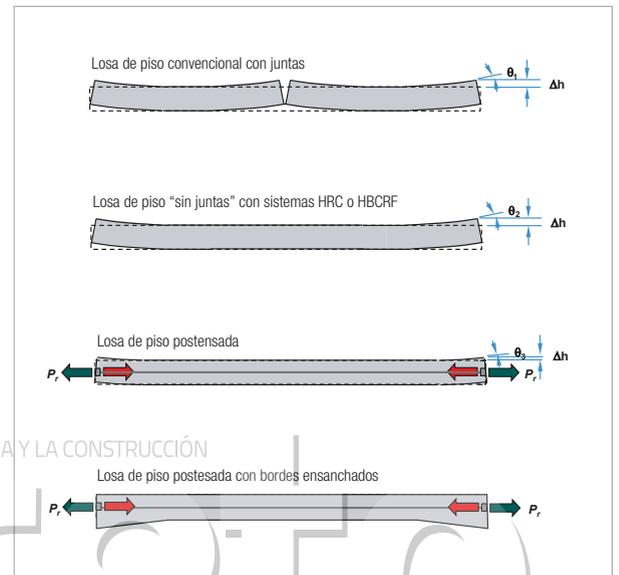
Análisis de costos

Una vez definidos los parámetros fundamentales del diseño –como son el paquete estructural, el layout de juntas, los niveles de servicio inicial y mínimo admisibles y la tasa de deterioro prevista en función del nivel de uso del piso en relación con su capacidad– será posible hacer, junto con el operador del piso, un análisis de costos y previsión de flujo de fondos que permitirá evaluar profesionalmente el retorno de la inversión y optimizar el proyecto “evaluando varias alternativas.

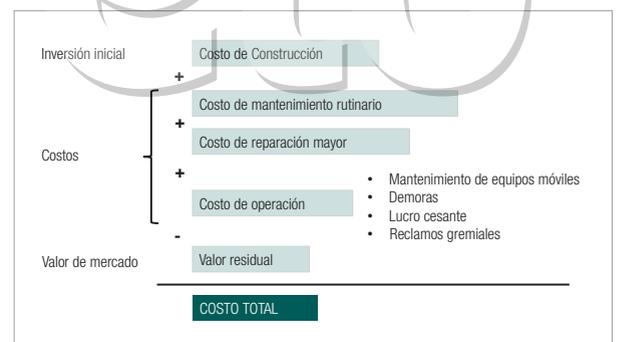
→ Figura 5. Curva típica de deterioro de un piso industrial. INSPIRADO EN LA FIGURA 5 SOBRE SOLUCIONES DE PRESERVACIÓN ADECUADAS PARA DIFERENTES ETAPAS DE LA VIDA DE SERVICIO DEL PAVIMENTO DEL DOCUMENTO “GUÍA PARA CAPAS DE REFUERZO DE HORMIGÓN” DEL ACPA.



→ Figura 6. Conceptualización de los alabeos típicos que muestran los diferentes sistemas constructivos. E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES



→ Figura 7. Costos asociados a la vida en servicio de un piso industrial. E. BECKER, 2012. SEMINARIO SOBRE PISOS INDUSTRIALES



Consideraciones finales

Aunque se busca atender los intereses de las partes, en ocasiones no se terminan de entender aspectos técnicos relevantes relativos al caso. Uno de ellos es la importancia del piso, que es uno de los aspectos técnicos más significativos a la hora de operar una bodega de almacenamiento o de realizar un proceso productivo, pues una falla podría afectar no solo la calidad del proceso sino también los costos de mantenimiento y de la disponibilidad real prevista de la superficie de almacenamiento o del proceso que se realice.

El diseño de un piso realizado por un profesional calificado, más el trabajo en conjunto con el cliente comprometido en el proceso de decisión, y que tenga en cuenta el proceso constructivo a través de un contratista especializado, permitirá determinar la inversión con la rentabilidad óptima, sin descuidar la sostenibilidad de la solución para el proyecto requerido.

Instituto del Concreto

Impulsa a nivel nacional e internacional la formación y capacitación, relacionada con la tecnología del concreto, su manejo, control y nuevos desarrollos a todas las personas que forman parte del sector de la construcción, por medio de seminarios, jornadas y visitas técnicas, así como cursos dirigidos a entidades, Gremios y Universidades.

CAPACITACIONES A LA MEDIDA

En los últimos **2 años** hemos llegado a mas de **30.000** profesionales del sector de la construcción en Colombia. Profesionales que se han formado en todos los temas de actualidad de la industria del concreto, a través de charlas y capacitaciones con el **Instituto del Concreto.**

El Instituto del Concreto organiza cursos, talleres, conferencias dirigidas a clientes y capacitaciones a grupos empresariales, con exclusividad de marca, para lo cual ofrece toda la operación.

-  Sede
-  Divulgación
-  Publicidad
-  Equipos
-  Telemarketing
-  Desarrollo de imagen
-  Material técnico

Estas empresas han confiado en nosotros:



Más información en:

Instituto del Concreto - Asocreto Dirección: Calle 103 # 15-80 - Bogotá, Colombia

Teléfono: (57 1) 618 0018 Ext. 127 Correo: instituto@asocreto.org.co