



22 07 2026

SUSTRATO PARA PAVIMENTOS INDUSTRIALES DE HORMIGÓN: POR QUÉ INFLUYE EN LAS PRESTACIONES DE LA LOSA

El sustrato de los pavimentos industriales de hormigón determina gran parte de las prestaciones finales de la losa. La capacidad portante, la deformabilidad, la planeidad, la humedad y el comportamiento frente a la fisuración dependen de toda la estratigrafía, no solo del hormigón: por eso el diseño del plano de apoyo es una fase decisiva.

Gianluca Ghirardini – Consultor técnico y formador

El sustrato de los pavimentos industriales de hormigón no es una simple capa de relleno, sino un componente que condiciona el comportamiento de todo el pavimento. Este análisis explica por qué la capacidad portante, la deformabilidad, la planeidad, la humedad y la estratigrafía influyen en las prestaciones de la losa, y por qué la calidad del pavimento se construye ya en la preparación del plano de apoyo.

Capa de base, sustrato y losa de hormigón: por qué la estratigrafía determina las prestaciones

Cuando se habla de pavimentos industriales de hormigón, la atención se centra casi siempre en la capa superior: clase del hormigón, fibras, armado, juntas, acabado superficial, curado, planeidad final. Todos ellos son aspectos fundamentales. Pero hay un punto que a menudo queda en segundo plano: lo que hay debajo.

Ni la **capa de base** ni el **sustrato aligerado** son simples rellenos: son partes activas del sistema. No soportan la carga como una estructura en elevación, pero **condicionan la manera en que el pavimento trabaja**, se deforma, se fisura, absorbe humedad y transmite los esfuerzos al terreno o al soporte existente.

En un pavimento industrial, el hormigón no puede diseñarse como un elemento aislado. La losa, la capa de deslizamiento, la posible barrera de vapor, la base granular o estabilizada, el terreno de apoyo y las posibles capas de compensación deben considerarse en conjunto. **Es la estratigrafía, no el material individual, la que determina la respuesta final del pavimento.**

Pavimento industrial: no solo «hormigón»

El pavimento industrial de hormigón suele considerarse una gran placa apoyada en el suelo. Esta imagen solo es correcta en parte. La losa trabaja efectivamente sobre un apoyo continuo, pero ese apoyo nunca es perfectamente rígido, homogéneo o indeformable.

De ahí se deriva una primera consecuencia: **la capacidad portante del plano de apoyo y la regularidad de la capa de base y del sustrato son parámetros de proyecto**, no comprobaciones accesorias de obra.

Un sustrato no uniforme genera asientos diferenciales. Un sustrato demasiado deformable amplifica las flechas de la losa. Un sustrato con zonas rígidas y zonas blandas concentra las tensiones. Un sustrato no plano altera los espesores reales del hormigón, con efectos directos sobre la capacidad resistente y sobre el comportamiento en las juntas.

La cuestión es sencilla: **la losa de hormigón puede estar bien diseñada**, bien armada, bien aditivada y bien acabada, **pero si se apoya sobre un sistema incoherente, el riesgo para sus prestaciones sigue siendo elevado**.

Qué entendemos por sustrato

En el lenguaje de los **pavimentos interiores**, el sustrato es la capa situada sobre el soporte, con **funciones de compensación, aligeramiento, aislamiento o regularización**, destinada a recibir la capa siguiente.

En los **pavimentos industriales de hormigón**, el término adquiere a menudo un **significado más amplio** y abarca el conjunto de capas que preparan el plano de apoyo de la losa.

Según el caso, el sistema puede incluir:

- terreno natural compactado;
- capa de saneamiento o mejora;
- zahorra estabilizada;
- capas tratadas con conglomerantes hidráulicos;
- sustratos aligerados o de compensación sobre forjados;
- barrera de vapor o capa de separación;
- membrana de deslizamiento;
- losa de hormigón, armada o reforzada con fibras;
- posible tratamiento superficial o revestimiento.

Cada capa tiene una función. Pero, sobre todo, **cada capa introduce una variable**: rigidez, deformabilidad, humedad, rozamiento, planeidad, continuidad, capacidad de drenaje o capacidad de bloquear el ascenso del vapor.

Por lo general, entre el pavimento de hormigón y el sustrato se interpone una capa denominada capa de base. No siempre está presente y, en ocasiones, el propio sustrato aligerado actúa como capa de base.

Las prestaciones que se deben exigir al sustrato aligerado

El sustrato debe diseñarse en función del uso previsto del pavimento. Esta es la primera regla.

No es lo mismo ejecutar un pavimento para un almacén con estanterías ligeras, para una zona logística con carretillas elevadoras, para una nave de producción con maquinaria vibrante o para una explanada exterior expuesta a ciclos de hielo-deshielo, agua, sales y fuertes oscilaciones térmicas.

Las **características principales que deben evaluarse** son al menos cinco.

La primera es la **capacidad portante**. El sustrato debe ofrecer un apoyo adecuado y continuo a las capas superiores (la losa). Al pavimento industrial no le convienen los huecos, las zonas localmente blandas, los rellenos mal compactados ni las discontinuidades no controladas.

La segunda es la **deformabilidad**. No basta con que el sustrato «aguante»: debe deformarse de forma compatible con la losa. En muchos casos el problema no es el colapso del sustrato, sino su excesiva deformación bajo cargas repetidas.

La tercera es la **planeidad**. Una superficie irregular produce variaciones de espesor de la losa. En la práctica, donde el sustrato está más alto el hormigón será más delgado; donde está más bajo, será más grueso. Esta variabilidad influye en las retracciones, en los tiempos de maduración, en la respuesta a las cargas y en la calidad de las juntas.

La cuarta es la **gestión de la humedad**. El agua presente en las capas inferiores puede migrar hacia arriba, influir en el curado, aumentar el riesgo de deterioro de los revestimientos posteriores o generar problemas en los locales interiores. La presencia de una barrera o de un retardador de vapor no es una elección «de detalle»: debe diseñarse en función del ambiente, del soporte, del acabado y de la sensibilidad del sistema.

La quinta es la **estabilidad en el tiempo**. Un sustrato que cambia de volumen, se asienta, pierde compacidad o retiene agua de forma no controlada modifica las condiciones de apoyo de la losa. Y el pavimento, tarde o temprano, lo pone de manifiesto.

Vertido desde camión hormigonera de un sustrato aligerado en una nave industrial

Vertido desde camión hormigonera de un sustrato aligerado en una nave industrial

Control de la planeidad con nivel láser en una gran superficie industrial

Control de la planeidad con nivel láser en una gran superficie industrial

Rozamiento, deslizamiento y retracción: la relación entre losa y soporte

En los pavimentos industriales, uno de los temas más delicados es la relación entre la retracción del hormigón y la coacción que ofrece el sustrato.

Durante la maduración, el hormigón tiende a retraerse. Si el rozamiento con el sustrato impide el movimiento de la losa, se generan tensiones de tracción. Cuando estas tensiones superan la resistencia del material en esa fase, se forman fisuras. Las juntas de retracción sirven precisamente para controlar este fenómeno, induciendo la fisuración en posiciones predeterminadas.

Pero el **sustrato influye mucho en el resultado**. Una superficie rugosa, irregular y con un fuerte rozamiento obstaculiza el movimiento de la losa. Una superficie más regular y correctamente separada permite un deslizamiento más homogéneo. Esto no significa que la losa deba «flotar» sin control, sino que la interfaz debe ser coherente con el proyecto de juntas, con la geometría de los paños y con el tipo de hormigón empleado.

También aquí el sistema cuenta más que el producto individual. Un hormigón de retracción reducida puede ayudar. Un aditivo puede mejorar el comportamiento. Las fibras pueden aumentar la tenacidad. Pero si el soporte introduce coacciones aleatorias, el pavimento se comportará de forma igualmente aleatoria.

Pavimentos sobre terreno y pavimentos sobre forjado: dos situaciones distintas

En un **pavimento industrial sobre terreno**, la cuestión principal es la relación entre la losa, las capas granulares y el terreno de cimentación. Aquí pasan a ser centrales la compactación, la capacidad portante, el drenaje, la protección frente a la humedad ascendente y la capacidad de limitar los asientos diferenciales.

Un **pavimento industrial sobre forjado** responde en cambio a otra lógica. En este caso, el sustrato puede tener funciones de regularización, compensación para las instalaciones, aligeramiento o reparto de cargas. Pero debe ser compatible con la deformabilidad del forjado y con las cargas industriales previstas. No todas las capas ligeras son aptas para recibir directamente una losa o un recrecido industrial sometido a cargas concentradas. La densidad, la resistencia a compresión, el módulo elástico y la estabilidad dimensional pasan a ser parámetros decisivos.

El riesgo, en estos casos, es diseñar la capa superior como si estuviera apoyada sobre un soporte rígido, cuando en realidad trabaja sobre una capa deformable. Es un error frecuente y a menudo costoso.

La importancia de un diseño adecuado del pavimento

El diseño de un pavimento industrial debería partir siempre de algunas preguntas sencillas.

¿Qué cargas actuarán sobre el pavimento? ¿Serán estáticas, dinámicas, concentradas, repetidas? ¿Habrá estanterías, carretillas elevadoras, transpaletas, máquinas vibrantes, ruedas duras? ¿El pavimento será interior o exterior? ¿Se prevén lavados frecuentes, agua, agentes químicos, heladas, cambios bruscos de temperatura? ¿El soporte es un terreno, un forjado o un pavimento existente? ¿Hay instalaciones, arquetas, canaletas, tapas de registro, discontinuidades?

Solo después de responder a estas preguntas se puede definir la estratigrafía.

El sustrato no debe elegirse porque «siempre se ha hecho así», sino porque responde a requisitos medibles: cota, planeidad, capacidad portante, compacidad, humedad, absorción, rigidez, deformabilidad y compatibilidad con las capas superiores.

Controles en obra: el momento en que el proyecto se hace realidad

Después, el proyecto debe verificarse en obra. **Es inútil prescribir un sustrato prestacional si no se controla lo que realmente se ejecuta.**

Los controles mínimos deberían abarcar:

- cotas y planeidad del plano de apoyo;
- compactación y capacidad portante de las capas granulares;
- ausencia de zonas inestables o contaminadas;
- continuidad e integridad de las posibles membranas;
- correcta ejecución de solapes, remates en vertical y encintados;
- ausencia de agua estancada;
- limpieza antes del hormigonado;
- coherencia entre la posición de las juntas y las discontinuidades presentes en el soporte.

El pavimento industrial no perdona las improvisaciones. Un error en el sustrato es difícil de corregir después del hormigonado, porque se vuelve invisible. Pero sigue activo.

En resumen

El sustrato es la capa de la que menos se habla en los pavimentos industriales de hormigón, pero a menudo es una de las más determinantes.

Hablar de durabilidad, planeidad, fisuras, cargas concentradas, juntas y mantenimiento sin tener en cuenta la estratigrafía inferior significa ver solo la mitad del problema. La **calidad del pavimento nace antes del hormigonado**, en la preparación del plano de apoyo y en el correcto diseño de las capas.

Un buen pavimento industrial no es solo una buena losa de hormigón. Es un sistema coherente, en el que cada capa trabaja con las demás. **El sustrato no se ve, pero el pavimento siempre lo nota.**

Preguntas frecuentes técnicas sobre el sustrato de los pavimentos industriales de hormigón

¿Qué es el sustrato en un pavimento industrial de hormigón? Es el conjunto de capas que preparan el plano de apoyo de la capa de base y de la losa de hormigón. Puede incluir terreno compactado, capas granulares, capas estabilizadas, capas de compensación, barreras de vapor o membranas de deslizamiento. No debe considerarse un relleno neutro, porque influye en la capacidad portante, la deformabilidad, la humedad, el rozamiento y la planeidad. Su definición debe coordinarse con el proyecto de la estratigrafía.

¿En qué contextos se vuelve crítico el sustrato? Se vuelve crítico en los almacenes logísticos, en las zonas con carretillas elevadoras, en las naves de producción con maquinaria, en las explanadas exteriores y en los pavimentos sobre forjado. Las cargas concentradas, dinámicas o repetidas amplifican los efectos de sustratos poco homogéneos o deformables. En los pavimentos exteriores se suman el hielo-deshielo, el agua, las sales y las variaciones térmicas. En los pavimentos sobre forjado es decisiva la compatibilidad entre la deformabilidad de la capa inferior y la losa.

¿Qué normas son más relevantes para el encuadre técnico? En Italia, el documento técnico más utilizado para el diseño de los pavimentos industriales de hormigón es el **CNR-DT 211/2014** – Instrucciones para el diseño, la ejecución y el control de los pavimentos de hormigón, publicado por el Consejo Nacional de Investigación italiano (CNR), que constituye la principal referencia operativa para el dimensionamiento y la verificación de las prestaciones de la losa. La norma italiana **UNI 11146** es, en cambio, la norma nacional de referencia para el diseño, la ejecución y la recepción de los pavimentos industriales. En el plano aplicativo, el **Código de buenas prácticas de Conpaviper** (4.^a edición, 2024) –Conpaviper es la asociación italiana de empresas instaladoras de recrecidos y pavimentos– ofrece un apoyo adicional, ya que recoge indicaciones operativas compartidas por el sector sobre el diseño, la ejecución y los controles en obra. La norma italiana **UNI 11944** es útil por su terminología y por la lógica del sistema de pavimento, sobre todo cuando hay recrecidos u otras capas funcionales. Por último, la **EN 13813** se refiere a los materiales para recrecidos y no debe extenderse automáticamente a la losa industrial como capa de rodadura.

¿Qué ventajas ofrece un sustrato correctamente diseñado? Reduce el riesgo de asientos diferenciales, de variaciones no deseadas del espesor de la losa y de concentraciones de tensiones. Permite una distribución más coherente de las cargas y una mejor gestión de las juntas. Limita las coacciones aleatorias a la retracción del hormigón y hace más previsible el comportamiento frente a la fisuración. Favorece la durabilidad y un mantenimiento programable del pavimento.

¿Qué controles deben preverse antes del hormigonado? Deben controlarse las cotas, la planeidad, la capacidad portante, la compactación, la ausencia de zonas inestables, la limpieza, el drenaje y la continuidad de las membranas. También hay que comprobar la posible presencia de agua estancada, contaminaciones, tuberías, tapas de registro, arquetas y discontinuidades. La posición de las juntas debe ser coherente con la geometría, las coacciones y las discontinuidades del soporte.

¿Cómo influye el sustrato en la durabilidad del pavimento? Un sustrato estable mantiene en el tiempo las condiciones de apoyo de la losa. Un sustrato que se asienta, retiene agua o pierde compacidad puede generar fisuras, alabeos, asientos locales y deterioro de las juntas. La gestión de la humedad es determinante cuando se prevén revestimientos o ambientes interiores sensibles. El mantenimiento parte de la trazabilidad de las condiciones iniciales de colocación y control.

¿Qué errores de diseño o de ejecución deben evitarse? El primer error es diseñar la losa como un elemento aislado, sin cualificar el plano de apoyo. El segundo es confundir sustrato, recrecido, soporte y pavimento industrial acabado. El tercero es aceptar sustratos no planos, poco compactados o con rigideces poco homogéneas. El cuarto es introducir membranas, barreras o capas de deslizamiento sin verificar su función, su continuidad y su compatibilidad con las juntas y la retracción.