Pavimentos 360°

Los requisitos de algunos sectores industriales han elevado el listón en el desarrollo de revestimientos cada vez más eficientes y tecnificados.

En este amplio artículo elaborado por José Antonio Rodríguez, director de Aditivos de Mapei Spain, S.A. se da repaso a todos los aspectos que afectan a los prescriptores y profesionales que intervienen en el proceso de elaboración de pavimentos de hormigón, y se muestran las soluciones constructivas desarrolladas por Mapei.

INTRODUCCIÓN

Si se ha tenido alguna vez en la vida la oportunidad de participar en el reto de ejecutar un pavimento de hormigón (ya sea de tipo industrial y/o comercial), seguro que se habrá hecho a primera hora de la mañana la siguiente pregunta (qué tiene bastante de retórica): ¿Qué me voy a encontrar hoy?

Y no nos circunscribimos solamente a lo que pueda pensar la empresa aplicadora que realiza el pavimento; debemos considerar también el papel que desempeñan todos los agentes intervinientes. A medida que se incrementa la colaboración y el trabajo en equipo entre todos ellos, aumenta también la probabilidad de tener *"ciertas garantías"* de éxito en su ejecución.

Detalle de la construcción de un pavimento de hormigón.

MAPEI 360°
Proveedor integral para la construcción

Afortunada o desgraciadamente, cada día es diferente en la construcción de un pavimento de hormigón. Cuando, por ejemplo, empleamos un ladrillo para un cerramiento, podemos saber de antemano sus características y propiedades físico-mecánicas bien porque el fabricante y/o nosotros mismos tenemos la oportunidad de ensayar antes de que forme parte de la estructura final en la que va a ubicarse. Así, con los resultados obtenidos y en función de las especificaciones requeridas, podemos decidir si es conforme o no para su empleo en el cerramiento.

Al construir un pavimento de hormigón, empleamos materiales que también pueden ser ensayados e incluso validados con anterioridad. Sin embargo, el hormigón, fibroreforzado o no, es un material diferente cada vez que se fabrica, debiendo confiar en la estadística y en la trazabilidad para suponer que, alcanzada la edad de 28 días, cumpla con unos determinados requisitos de resistencia. Si estamos pensando en otra característica cada vez más importante como la retracción, se nos hacen cortos incluso los 90 días.

En este sentido, queremos destacar la importancia que tiene que todas las personas y empresas involucradas en el proceso trabajen de forma coordinada sin bajar la guardia (como una orquesta tocando una sinfonía). Basta con que un eslabón de la cadena se rompa para que se produzca una anomalía que puede resultar fatídica para el resultado final. Por mucho que se haya interpretado, incluso por la misma orquesta y coro, la Novena Sinfonía de Beethoven (este año 2020 tan atípico se conmemoran los 250 años de su nacimiento) sonará diferente cada vez.

Por poner un ejemplo: un descuido con un grifo abierto en un camión hormigonera hará que el hormigón llegue a la obra con una consistencia mayor (mucho más blando) de lo establecido y creará un verdadero quebradero de cabeza a la empresa que está ejecutando el pavimento. Si lo vierte, va a tener un comportamiento en estado fresco muy diferente al del resto de hormigones colindantes y, una vez endurecido, una zona del pavimento con una evidente merma de sus propiedades físico-mecánicas. Si lo devuelve a la central de hormigón y, en función de cuando llegue el siguiente camión, podría llegar a tener una "junta fría" o, al menos, un problema de "hormigón duro-hormigón blando" con las consecuencias derivadas de estos fenómenos a la hora de pulir en esos bordes: requemazos, falta de planimetría, etc.

Pero no debemos centrar el ejemplo sólo en el transportista: el Ingeniero que calcula el pavimento con la premisa *"por si acaso"* que conlleva un diseño no optimizado del "mix-design" del hormigón que supone un gran incremento de coste para la obra (es decir, *"diseñar un Ferrari último modelo para ir al monte"*); o el Palista de planta que sabe muchas veces que está echando arena húmeda o seca cuando lo que tiene en tolvas es arena seca o húmeda; o el Jefe de Planta que envió tres camiones hormigoneras seguidos cuando sabe que se van a acumular en la obra y tendrán que esperar un buen rato al sol antes de ser descargados; o en la misma Obra donde se ha subido un poco más de altura a la subbase, obligando a que el espesor del pavimento de hormigón sea un par de centímetros menor a lo indicado en el Proyecto; o el *"probetero"* que siempre pone en los albaranes que el cono de Abrams

es el que debería ser y no el que realmente ha dado (si lo ha ensayado) porque es amigo de los chóferes; o "*alguien*" que decide que es mucha fibra la que lleva el hormigón y reduce su cuantía por metro cúbico; o la empresa de control de calidad que, por ausencia, no controla lo que se está haciendo; o la empresa "especializada" en resinas que ahorra pasadas para preparar la superficie y luego tiene problemas al aplicar la resina… y lo dejamos aquí, porque creo que ya nos hemos explicado suficiente.

¿Y qué vemos al acabar el pavimento? Pues una superficie más o menos plana y/o nivelada, más o menos pulida y/o brillante. Tendemos muchas veces a juzgar el conjunto del pavimento por su resultado estético final, en especial la Propiedad, que la mayoría de las veces ni saben ni entienden de pavimentos… pero son los que pagan.

Sea en un pavimento pulido con capa de rodadura o terminado en resinas, estamos hablando de que los últimos milímetros del pavimento de hormigón van a suponer su criterio de aceptación. Sin embargo, cabe indicar que los buenos pavimentos pulidos con capas de rodadura no suelen ser especialmente bonitos en los primeros años de su vida, ganando en belleza y prestaciones a medida que se van usando. Los líquidos y sistemas de curado, si son efectivos, suelen dejar huella en los pavimentos al principio y la estrategia de emplear productos con ceras para disimular defectos y/o generar más brillo inicial de forma artificial no es más que un parche que no tiene largo recorrido. En el caso de revestimientos de resinas, deben ser capaces de resistir adecuadamente exigencias de distinto índole, manteniendo su funcionalidad y estética a lo largo del tiempo, siempre con un mantenimiento programado y sistemas de limpieza acordes a cada caso.

1. VENTAJAS DE LOS PAVIMENTOS DE ALTA CALIDAD

Una propiedad inherente a los pavimentos realizados con cemento Portland es la retracción debido a la disminución de volumen que experimenta el hormigón por diferentes causas. De todas ellas, la retracción por secado es la que normalmente presenta una mayor magnitud.

La retracción por secado se genera por la evaporación del agua libre contenida en los poros del hormigón endurecido lo que provoca una contracción volumétrica del mismo. Si tenemos restricción del movimiento, podría producirse fisuración en el pavimento cuando los esfuerzos de tracción generados por esta contracción superen la resistencia a tracción del hormigón, generalmente no demasiado alta.

Para controlar esta retracción, y en función de las necesidades del pavimento en cuanto a planimetría y diseño de cortes, tenemos una serie de etapas que deberían ser puestas en práctica en el siguiente orden:

1) Optimizar el diseño o "mix-design" del hormigón: en la medida de lo posible, reducir la cantidad de agua y de cemento nos permite reducir de por sí la retracción. Para ello, en MAPEI disponemos de una amplia gama de aditivos

superplastificantes de la familia **Dynamon Floor**, superplastificantes específicos para pavimentos, que permiten reducir la relación agua/cemento sin perjudicar la trabajabilidad del hormigón en estado fresco, ayudando a evitar delaminaciones y otras patologías asociadas a los aditivos en este tipo de hormigones. Además, debe acompañarse con el empleo de áridos de buena calidad, con el máximo tamaño de grava que permita el espesor del pavimento. Para pavimentos de 20 cm de espesor con retracción estándar, se recomienda un diseño de cortes de, aproximadamente, 5 x 5 metros.

2) Empleo de aditivos reductores de la retracción de la gama **Mapecure SRA** que reducen la tensión superficial del agua en el interior de los poros del hormigón, disminuyendo la presión capilar, garantizando una mejor estabilidad dimensional del elemento y también una drástica disminución de las fisuras causadas por este fenómeno. Además, actúan como curadores internos del hormigón. Recomendado para pavimentos con cortes de retracción más espaciados, en torno a 15 x 15 metros para un pavimento de 20 cm de espesor.

3) Empleo de un agente expansivo de expansión controlada de la gama **Expancrete** que genera tensiones de tracción en el armado y compresión en el hormigón. Esta "precompresión" inducida por el agente expansivo impide que las solicitaciones de tracción inducidas en el conglomerado por efecto de la retracción higrométrica superen la resistencia a tracción del hormigón evitando su fisuración.

Estas tres tecnologías están integradas dentro de un sistema completo que se denomina **MAPECRETE SYSTEM** (superplastificante de la gama **Dynamon Floor**, reductor de retracción de la gama **Mapecure SRA** y agente expansivo de la gama **Expancrete**). **MAPECRETE SYSTEM** permite conseguir pavimentos sin cortes de retracción con paños en torno a 1.000 m^2 (e incluso superiores).

MAPECRETE SYSTEM es fruto de un profundo trabajo de investigación de MAPEI durante muchos años, tanto a nivel micro como macroestructural, y su gran ventaja es que sus resultados son cuantificables. La proporción de cada producto en el Sistema puede calcularse, entre otros parámetros, en función de los tipos de cemento disponibles, las características de los materiales con los que se va a confeccionar el hormigón, el diseño del elemento y la climatología prevista durante la fase de hormigonado (a fin de lograr la máxima efectividad del sistema), etc. Además, permite determinar si la retracción final se corresponde a lo proyectado y garantiza una correcta estabilidad dimensional del elemento hormigonado.

MAPECRETE SYSTEM puede incorporar fibras poliméricas y/o metálicas con objeto de mejorar el comportamiento ante la retracción plástica y/o dotar al hormigón de una ductilidad que, de por sí, como material no tiene. **MAPECRETE SYSTEM** mejora la matriz cementosa y, por ende, el comportamiento de la fibra dentro del hormigón.

Detalle de un hormigón fibroreforzado con la fibra polimérica estructural ***MAPEFIBRE ST50 TWISTED****.*

Debe hacerse constar que el hormigón fibroreforzado no retrae menos que un hormigón sin fibra: su propósito es distribuir una o varias fisuras de tamaño microscópico en miles de microfisuras de tamaño microscópico. Asimismo, no resuelve el tema de la apertura de las juntas de construcción ni el alabeo en los bordes colindantes.

Los pavimentos sin cortes de retracción son más operativos siempre que se haya conseguido una planimetría adecuada en el pavimento, incluso en la zona de bordes, donde están las juntas de construcción que delimitan cada paño diario de hormigonado. Es evidente que, al no ejecutar cortes de retracción, estamos evitando diferentes patologías:

- Los cortes tienden a desportillar y deteriorarse con el paso del tiempo y/o por la maquinaria que circula sobre el pavimento.
- Los cortes, si no se protegen, se llenan rápidamente de suciedad y pueden ser una puerta de entrada a agentes agresivos para el hormigón.
- Los cortes, aunque se protejan con selladores, necesitan mantenimiento cada cierto tiempo.

- Si se ha producido alabeo en los cortes de las pastillas, la maquinaria que circula estará dando saltos cada vez que pase por ese punto, con la posibilidad real de rotura del pavimento al no estar apoyado sobre la subbase (en ménsula). Además, la reducción de la velocidad de las carretillas elevadoras o similares en esas zonas hace que se pierda capacidad operativa.
- La zona de bordes está debilitada: la capacidad de transmisión de carga es menor al haberse reducido el espesor del pavimento en la cuantía de la profundidad del corte.

Como hemos dicho, recurrir a la fibra estructural para no dar cortes de retracción no soluciona totalmente la estabilidad dimensional del pavimento lo que es visible en la planimetría de la zona de bordes. Es por ello por lo que el empleo de **MAPECRETE SYSTEM** resuelve de forma eficaz esta problemática, ayudando también a controlar la apertura de las juntas de construcción.

Un pavimento de hormigón sin cortes de retracción, pulido con una buena capa de rodadura y curado adecuadamente es más bonito y resistente a la abrasión a medida que se utiliza y presenta un mantenimiento casi nulo.

2. TIPOS DE PAVIMENTOS

Cada día es más habitual incluir un acabado o terminación en un pavimento de hormigón ya que aportan diversas cualidades que permiten cubrir algunos de los requerimientos que la propia solera de hormigón no puede satisfacer por sí sola. Las demandas que a menudo se plantean a la hora de proteger un pavimento de hormigón pueden ser de carácter prestacional (ej. aportando impermeabilidad, resistencias químicas, resistencias al desgaste, etc.) o meramente estéticas (ligadas más a terminaciones con productos y sistemas de base cementosa).

Desde hace ya más de 15 años, los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de Mapei han ido desarrollado una serie de sistemas de revestimientos y acabados para pavimentos, a base de resinas epoxi, poliuretano, poliuretano-cemento, epoxi-cemento y cemento que cubren satisfactoria y eficazmente las expectativas sobre el acabado final y su idoneidad para el uso previsto.

Cualquier Prescriptor (un arquitecto, ingeniero, diseñador, etc.) puede elegir el acabado más eficiente teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos necesarios (ej. resistencia a la abrasión, al impacto, a la fisuración, a agentes químicos, choque térmico, etc.) mientras que, simultáneamente, pueden mejorarse otras cuestiones como la nivelación del pavimento, corrección de pendientes e incluso cuidar detalles de tipo estético y/o decorativo, asegurando, en cualquier caso, la facilidad de limpieza y mantenimiento del pavimento industrial o decorativo.

Los requisitos de algunos sectores industriales han elevado el listón en el desarrollo de revestimientos cada vez más eficientes y tecnificados. Veamos algunos ejemplos:

- Industria agroalimentaria: cárnicas, conservas, lácteos, tratamiento de frutas y verduras, almazaras, bebidas en general, etc.
- Farmacéuticas: laboratorios, salas limpias, etc.
- Industria química: productos inflamables, cubetos de contención, etc.
- Industria de la óptica, de componentes electrónicos, etc.

Todas ellas desarrollan actividades altamente exigentes y que además deben cumplir en muchas de sus aplicaciones con los requerimientos de normativas específicas en materia de uso alimentario (ej. emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), certificados para Salas Limpias, clasificación frente al fuego, etc.)

La aplicación de las directivas comunitarias que regulan y controlan la Seguridad Ambiental, conforme a las Directivas en materia del HACCP (Reglamento CE N.º 852/2004 del Parlamento Europeo) y de Seguridad en el Trabajo (Decreto Legislativo 81/2008), prevé la introducción de normas de higiene cada vez más estrictas y el cumplimiento de elevados estándares prestacionales para los pavimentos ejecutados dentro del sector alimentario.

3.1. Capas de rodadura: acabados minerales

Las capas de rodadura minerales suponen la opción con mayor uso en los acabados de pavimentos industriales, especialmente en áreas de desgaste por rodadura de vehículos y medios de transporte de mercancías varios.

La gran diferencia de este tipo de acabados frente a otras opciones es que estas se aplican mediante técnicas de espolvoreo (por parte de empresas especializadas) junto al hormigón en el momento de la ejecución de la solera, quedando entonces plenamente integrada en la estructura de la solera.

Desde MAPEI proponemos para dicho uso la gama **MAPETOP**, siempre en base a la normativa europea UNE-EN 13813 de “Mortero para recrecidos y acabados de suelos. Propiedades y requisitos”:

- **Mapetop N:** acabado mineral a base de cemento Tipo CEM I, aditivos específicos, pigmentos y granulometría de cuarzo puro (proporción de SiO_2 > 95%). Clasificación: CT C70 F7 AR6 A1f .
- **Mapetop S:** incluye frente al Mapetop N la inclusión total o parcial de cargas extraduras a base de corindón puro (proporción de Al_2O_3 > 95%). Clasificación: CT C70 F7 AR3 A1f.
- **Mapetop M:** en este caso, la carga que se incluye en la mezcla es metálica no oxidante. Clasificación: CT C70 F7 AR3 A1f.

*Ejecución de un pavimento con capa de rodadura **MAPETOP N AR6** (color rojo)*

El empleo de nuestros acabados minerales está siempre recomendado a través de empresas aplicadoras altamente especializadas con las que colaboramos estrechamente en el estudio y diseño del hormigón y sus acabados. Esta unión de experiencias y tecnologías permiten ofrecer un servicio altamente personalizado que satisface las demandas del cliente final al máximo nivel.

3.2. En el ámbito de los pavimentos de resina y de base cementosa

Mapei ha desarrollado una amplia gama de sistemas tecnológicamente avanzados que ofrecen, para cada uso específico (público, privado, industrial y/o civil), unos elevados estándares de calidad que garantizan al usuario final unas excelentes características en términos de funcionalidad, durabilidad y estética.

Los laboratorios de I+D de Mapei han desarrollado 2 familias de productos: **MAPEFLOOR SYSTEM**, línea completa de sistemas epoxídicos y poliuretánicos, y **ULTRATOP SYSTEM**, sistema cementoso autonivelante de endurecimiento rápido que, gracias a su versatilidad, está indicado tanto para pavimentos industriales como para pavimentos civiles en interior de los ambientes más diversos (ej. oficinas, aparcamientos, centros comerciales, etc.)

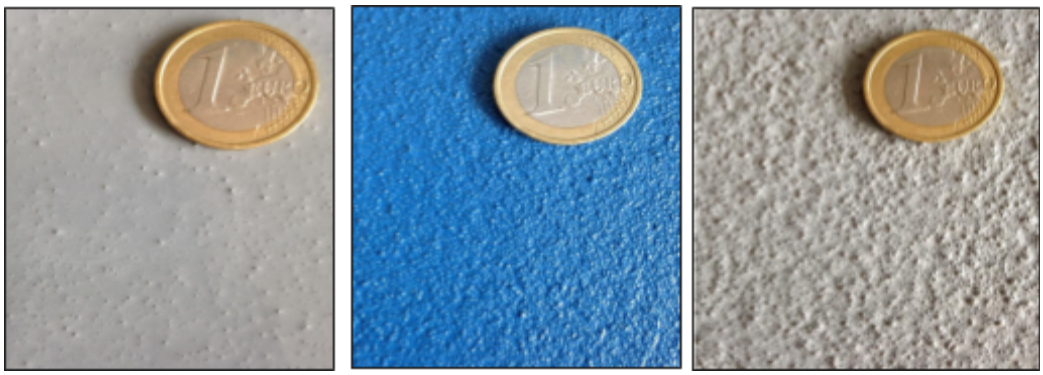
Los acabados no integrados en el hormigón pueden clasificarse según su espesor de película seca o DFT (del inglés, "*Dry Final Thickness*"). Al aumentar el DFT, aumentan las prestaciones y la durabilidad del acabado:

- Impregnaciones: no generan película seca o muy limitada. Suelen ser hidrófugos e incluso oleo repelentes. También existe la posibilidad de emplear productos organofuncionales, como sales de litio, magnesio, etc., que reaccionan químicamente con el sustrato pudiendo renovar superficies de hormigón pulido.
- Filmógenos: crean superficialmente una película seca de hasta 1 mm de espesor. No permiten correcciones de planeidad en la superficie y su concepto es de protección.
- Revestimientos multicapa y autonivelantes: crean un espesor final de película seca de entre 1 a 5 mm.
- Recrecidos: generan una capa adherida al soporte a partir de 5 mm hasta llegar incluso a los 40 - 50 mm.

De forma genérica, los tratamientos superficiales de acabado a base de resinas (ej. epoxi, epoxi en base agua, epoxi-cemento, epoxi-acrilatos, poliuretanos, poliuretano-cemento, MMA, etc.) mejoran las prestaciones y la vida útil de los pavimentos, haciéndolos mucho más resistentes y eficientes para su uso diario, pudiendo aportar, según sus bases químicas, prestaciones y espesores:

- Impermeabilidad: evitando que el subsuelo pueda contaminarse por vertidos, limpiezas frecuentes, etc. al mismo tiempo que se protege y alarga la vida útil de la solera de hormigón. Además, existe también la posibilidad, en caso necesario, de revestimientos con elevada capacidad de deformación y cubrición de fisuras como es el caso de los revestimientos a base de poliuretano que presentan elevados niveles de flexibilidad, adaptándose a deformaciones de la estructura, flechas en los forjados, vibraciones, fisuras, etc.
- Resistencia al desgaste: esta característica es muy importante en áreas de tráfico rodado muy intenso e incluso con posibilidad de superficies mojadas que precisen acabados antideslizantes acordes al tipo de uso y/o exigencias de seguridad.
- Resistencia al impacto: por ejemplo, por caída de objetos almacenados en estanterías, ganchos en la industria alimentaria, talleres de mecanizados, recambios, etc.
- Resistencia al ataque químico: salpicaduras, vertidos de ácidos y bases (incluso concentrados) y, en ocasiones, altas temperaturas. Para este tipo de requerimientos de alta exigencia, podemos destacar los pavimentos a base de poliuretano-cemento (gama **MAPEFLOOR CPU**) que resisten temperaturas desde -40°C hasta +120°C.

- Seguridad y resistencia frente al deslizamiento: de especial demanda en sectores de la industria definidas como áreas húmedas o donde pueden darse vertidos de sustancias o contacto con grasas, sangre, etc. Requerimientos según el Código Técnico de la Edificación y la Norma UNE EN 13036-4 sobre la medición de la resistencia al deslizamiento/derrape por el ensayo del péndulo.
- Superficies higiénicas: de fácil limpieza y no propagadoras de bacterias, hongos, etc. Superficies conductivas y/o disipativas: en áreas con riesgo de explosión, equipos y/o maquinaria susceptible de sufrir alteraciones por sobrecargas eléctricas, etc.
- Acabados decorativos: amplias posibilidades tanto en materia de revestimientos a base de resinas como cementosos, incluso sistemas confortables en espacios públicos (**MAPEFLOOR COMFORT SYSTEM**) o cementosos autonivelantes o espatulados (**ULTRATOP SYSTEMS**).



*Ejemplo de posibles texturas de acabado por combinación de una resina epoxi 100% sólidos (**MAPEFLOOR I 300 SL**) con cargas minerales seleccionadas de distinta granulometría.*

Detalle de la fácil limpieza de este tipo de revestimientos en la industria cárnica.

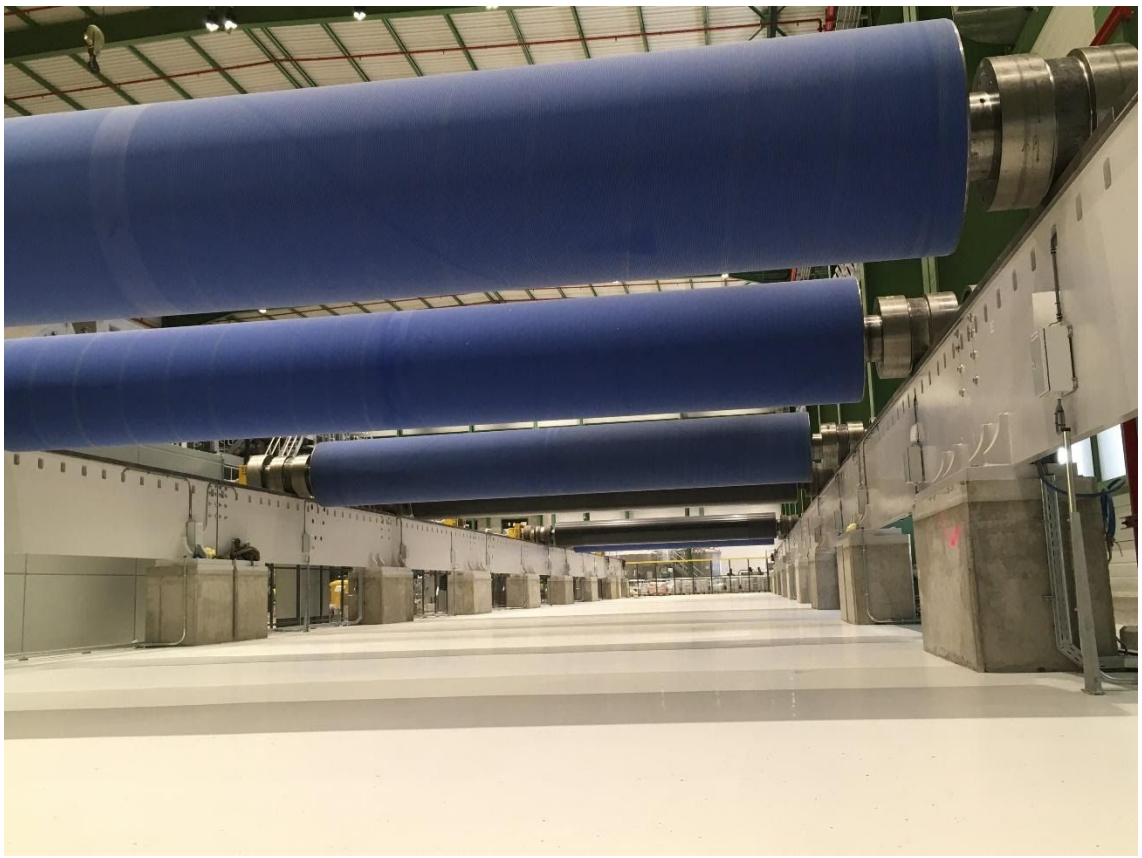
MAPEI 360°
Proveedor integral para la construcción

También existe la opción de actuar sobre pavimentos antiguos, incluso fuertemente degradados, aportando mejoras importantes sobre el diseño original y asegurando una larga vida útil al pavimento rehabilitado. En este sentido, hay que destacar la importancia de disponer del máximo nivel de información acerca del estado y uso previsto del pavimento. De esta forma, la propuesta técnica final estará más cerca del pavimento perfecto.

4. CONCLUSIONES

Por todo lo visto anteriormente, es posible realizar pavimentos cementosos, de resina y mixtos de muy alta calidad, que cumplan las expectativas tanto desde el punto de vista funcional como estético, asegurando de esta forma su durabilidad a lo largo del tiempo.

En Mapei tenemos los productos, los sistemas y el conocimiento para ayudar a que así sea. **SOLUCIONES 360°** que, con nuestra experiencia, contribuyen a la creación de un pavimento singular en cada momento ya que cada solera es única e irrepetible. Cada proyecto es exclusivo. Las posibilidades de acabados son casi infinitas y el fruto de un trabajo bien hecho nos hace sentir una emoción indescriptible al contemplar y sentir en nuestras pisadas el resultado final.



Detalle de acabado de un revestimiento de resina en la industria papelera.

Nuestro principal objetivo es que el resultado final tenga la satisfacción de todas las partes implicadas: nosotros como proveedores, proyectistas, ingenieros, técnicos, constructores, aplicadores, cliente final y, por supuesto, los usuarios del pavimento: trabajadores de la industria, de un laboratorio, operarios de carretillas elevadoras en un centro logístico, clientes de un Centro Comercial, estudiantes de una universidad, transportistas, personal de limpieza, etc.

En conclusión: nuestra responsabilidad es poner nuestros productos y conocimientos en hacer bien lo que sabemos para tratar de mejorar, en lo posible, la vida de los demás y contribuir al Desarrollo Sostenible, diseñando soleras eficientes, duraderas y que requieran de los mínimos recursos para su mantenimiento futuro

Pavimento de hormigón ejecutado con la filosofía "Soluciones 360°" y MAPECRETE SYSTEM de MAPEI.

Acerca de Mapei: La empresa fundada en Milán en 1937 y que opera en España desde 1991 y posee actualmente las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y ISO 45001, es el mayor productor mundial de adhesivos, selladores y productos químicos para la construcción. Cuenta con más de 10.500 empleados (El 12% trabaja en sus 31 centros de I+D), 83 fábricas en 36 países y 90 filiales en 57 países. Sirve más de 25.000 toneladas diarias de sus 5.000 productos a más de 67.000 clientes y factura por ello más de 2.800 millones de euros anuales. Mapei ayuda a los prescriptores en la realización de todo tipo de proyectos innovadores y sostenibles mediante certificados LEED, BREEAM, DGNB, VERDE, etc. y ofrece asesoramiento técnico e información a través de su web: https://www.mapei.com/es

Contacto prensa: ONLY MEDIA NEWS

Xavier Jiménez Sama **xjimenez@onlymedinews.com 93 500.85.30 / 619 01 44 41**

MAPEI 360°
Proveedor integral para la construcción

MAPEI360°

Proveedor integral para la construcción