

Concreto doblable: concreto que puede deformarse sin romperse. CORTESÍA VICTOR LI.

¿Qué nos espera en la tecnología del concreto luego de 100 años?

Más de un siglo después de haber sido inventado, el concreto sigue siendo el material de construcción más utilizado a nivel mundial, y el desarrollo no se detiene. Son admirables los avances tecnológicos que ha experimentado desde cuando se dieron sus primeros usos, pues esta “roca líquida” se ha logrado adaptar a gran cantidad de aplicaciones en todo el planeta. Concretos con fibras, de resistencia acelerada, de baja

permeabilidad, bombeables y autocompactantes, son algunos de los muchos tipos de mezclas que hace cien años eran impensables y hoy se consiguen con facilidad en el mercado.

Sin embargo, siguen siendo sorprendentes algunos avances que se avizoran en el futuro del material y que abren puertas hacia nuevas aplicaciones o hacia mejoras importantes en los usos ya conocidos. *Noticreto* presenta un resumen de unos cuantos desarrollos e innovaciones que ya están disponibles, que lo estarán en el futuro cercano o que están en etapa experimental y pueden materializarse algún día.



Fibras sintéticas para el refuerzo de concreto. ARCHIVO ASOCRETO

El nuevo insumo del concreto: la sostenibilidad

Sin duda alguna, además del cemento, el agua, los agregados y los aditivos, al concreto se ha incorporado un nuevo insumo que está guiando su desarrollo: la sostenibilidad ambiental. En efecto, el concreto no ha sido ajeno a la creciente preocupación de la humanidad por cuidar del planeta y reducir los efectos del desarrollo de las civilizaciones.

Muchos de los avances tecnológicos descritos en este artículo son, en mayor o menor medida, una respuesta tecnológica a la creciente necesidad de mezclas de concreto que combinen mejoras técnicas con los requerimientos de sostenibilidad que demandan diferentes grupos de interés como diseñadores, productores, usuarios del material, propietarios de los proyectos o comunidades en general.

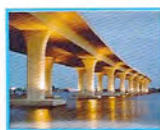
Basta pensar en el impacto que tiene para el ambiente disponer de concretos que se fabrican con menos agua, que requieren aún menos mantenimiento que hoy en día o que utilizan menos material para construir estructuras de la misma funcionalidad, garantizando al mismo tiempo mayor durabilidad.

Es posible anticipar que la producción de concreto a partir de desechos de otras industrias, la eliminación de los desperdicios en su producción y el aprovechamiento de material reciclado de construcción serán pilares de las tendencias en el desarrollo del material y que nos brindarán mezclas obtenidas con menos insumos, menos consumo de energía y mejores propiedades. No en vano hoy existen múltiples frentes de investigación que ofrecen alternativas y desarrollos como respuesta del concreto a la construcción sostenible, que deben resolver una ecuación aparentemente simple: más material para cubrir las necesidades de desarrollo del planeta, producido con menos insumos, menos energía y menores impactos.

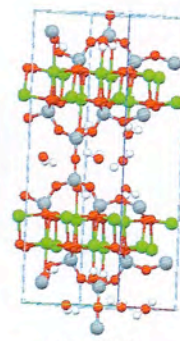
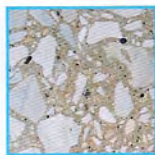


Reciclaje de materiales en la industria del concreto. CORTESÍA CEMENTOS ARGOS

Nota: En la sección "Sostenibilidad" de esta misma revista se hace un recuento detallado de algunos avances e iniciativas específicas relacionadas con la creciente aplicación de este concepto en el diseño de obras en concreto y en las iniciativas de las industrias del cemento y del concreto en este campo.



Concreto



C-S-H

Punto de partida de los estudios nano

Una nueva herramienta de desarrollo: la nanotecnología

La magia de los concretos del futuro –algunos de los cuales ya están en el mercado– vendrá en buena medida por la aplicación de la nanotecnología para producir y aplicar el material en las estructuras.

Disponer de tecnología *nano* significa que podrá realizarse análisis a las reacciones y propiedades químicas, físicas y biológicas del concreto, pero con la perspectiva de conocer lo que ocurre desde partículas con dimensión de un nanómetro (milmillonésima parte de un metro, o 10^{-9}). Para tener una referencia, 10 nanómetros (10nm) equivalen a 1/1.000 del diámetro de un cabello humano; es decir, hablamos de una escala muy detallada. En los usos habituales que conocemos, la nanotecnología tiene un uso extensivo en la industria electrónica (por ejemplo en sistemas de almacenamiento de información de alta densidad),

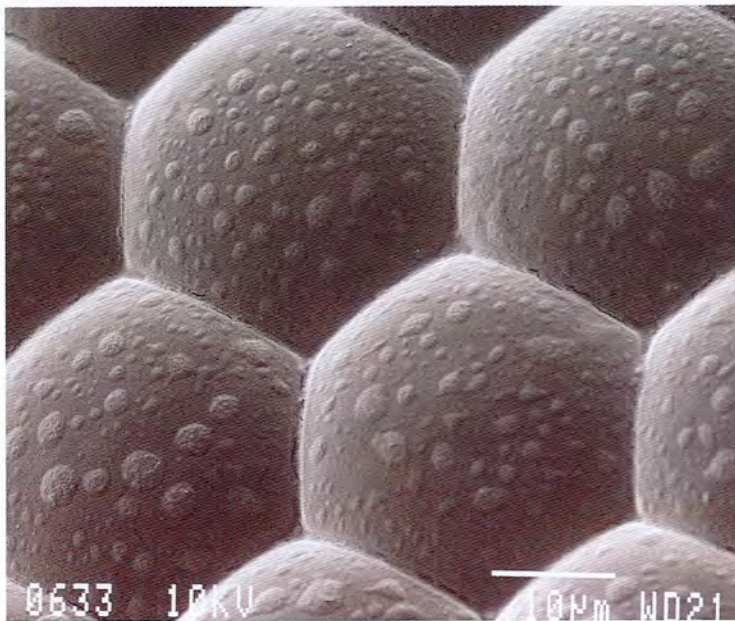
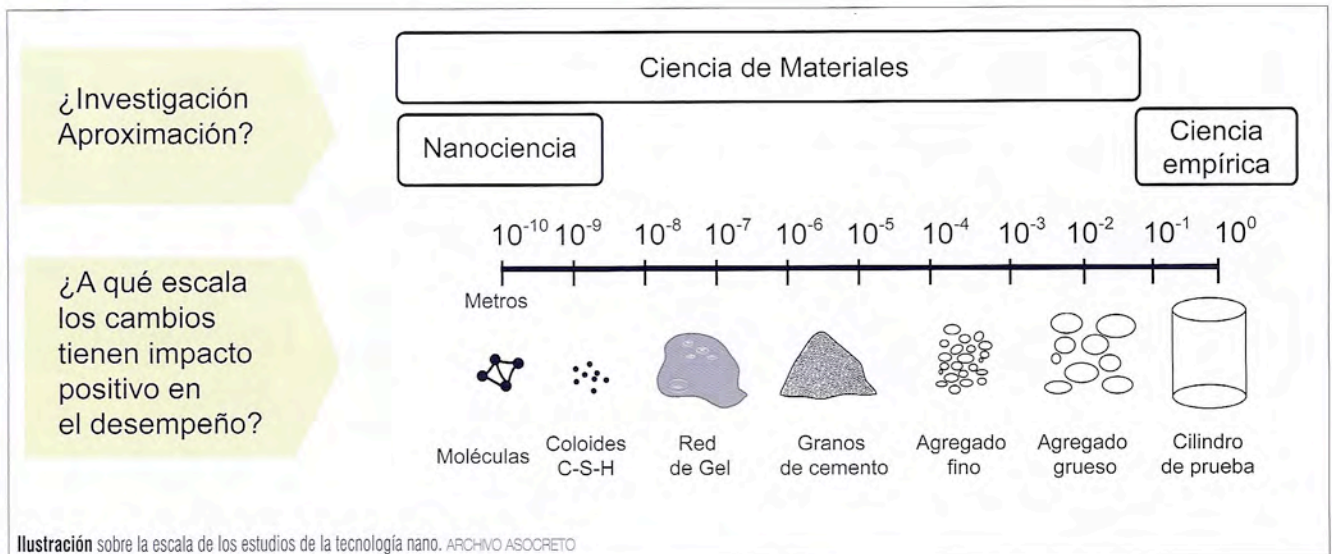


Imagen microscópica a niveles nano. © THE UNIVERSITY OF WALES - BIOMAGING LABORATORY

en el sector textil (en telas que repelen la suciedad), o en la medicina (en tejidos artificiales que se desarrollan en el organismo humano), pero es reciente en el sector de la construcción.

Específicamente en el concreto, el estudio a escala nano permite, por ejemplo, lograr mayor información sobre procesos críticos como la hidratación del cemento, la obtención de resistencia y la formación de fisuras, lo cual lleva a producir mejoras, predecir comportamientos y controlar virtualmente todas las propiedades y características del material.

En este campo ha tenido gran avance la industria de los aditivos químicos para el concreto mientras que los desarrollos nanotecnológicos se han venido implementando en determinadas mezclas especiales, desarrollos que en muchas ocasiones son imperceptibles a los ojos quienes no estén familiarizados con el tema.

Hoy son varias las aplicaciones existentes o en desarrollo que se relacionan con la nanotecnología en el concreto, derivadas de nuevos conocimientos que

han permitido lograr mejor adherencia entre los agregados y la pasta de cemento y mayor eficiencia en los procesos de hidratación.

Avances y desarrollos

A continuación se mencionan algunos avances disponibles en el mercado o en etapa de investigación, relacionados con la tecnología del concreto.

Concretos dúctiles y autorreparables

La ductilidad es una propiedad que permite a los materiales deformarse sin romperse. El concreto no es considerado tradicionalmente un material dúctil. Para producir mejoras en esta propiedad, indispensable en ciertas aplicaciones, por lo general se utilizan fibras de acero, vidrio o polímeros (concreto reforzado con fibras). Sin embargo, luego de más de 15 años de investigaciones, la Universidad de Michigan ha logrado producir concretos dúctiles, que tienen casi 300 veces la resistencia de los concretos normales antes de romperse: es decir, estos concretos pueden doblarse prácticamente en "U". Los investigadores encontraron una manera eficiente de transferir la carga de la matriz de mortero hacia las fibras de refuerzo, de manera gradual y ordenada. Tales concretos no utilizan agregados gruesos sino arena muy fina, cenizas volantes y microfibras.

Como ventaja adicional, son concretos que tienen la propiedad de autorreparar sus grietas y sellarlas de nuevo aunque, de acuerdo con los expertos de la Universidad de Michigan, las grietas no deben ser mayores de 150 micrómetros.

El concreto dúctil es un desarrollo existente y tiene aplicaciones en pavimentos, puentes, concretos arquitectónicos y reparaciones. Si pensamos en los daños mecánicos que puede sufrir el concreto por deformaciones de uso y por sismos, esta propiedad eliminaría gran parte del problema.



Concretos de alta resistencia inicial en la construcción de sistemas industrializados de vivienda. ARCHIVO ASOCRETO

Concretos de ultra-alto desempeño

Estos concretos se producen con materiales del concreto tradicional al cual se agregan cuarzo y fibras metálicas de carbono o de alcohol polivinílico (PVA). El diseño de la mezcla se adecúa para requerimientos específicos de las obras como son la durabilidad o la arquitectura. Sus propiedades alcanzan generalmente ultra-alta resistencia (hasta 30.000 psi a la compresión), gran capacidad de deformación dúctil, resistencia a la abrasión similar a una roca natural, impermeabilidad y gran facilidad de moldeo. Igualmente, son resistentes a la carbonatación o penetración de cloruros.

El mantenimiento por deterioro ambiental de las estructuras que utilicen estos concretos será cosa del pasado.

Concretos antiterroristas

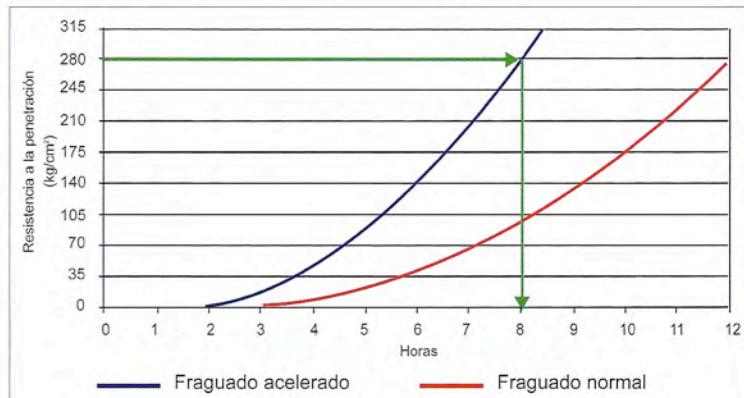
La Universidad de Liverpool ensayó en enero de 2009 un nuevo tipo de concreto específicamente diseñado para minimizar el daño de las explosiones causadas por ataques terroristas. El material, que ya ha sido utilizado en algunas edificaciones gubernamentales de Australia, es capaz de resistir más de mil veces la energía que un concreto convencional. Evidentemente serán muchas sus aplicaciones en el campo militar y en la protección de comunidades.

Concretos de resistencia a temprana edad

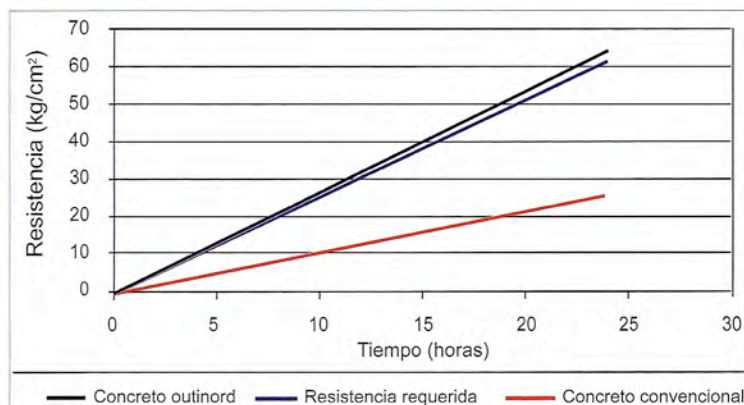
Las necesidades de la construcción actual son más exigentes y requieren tiempos de colocación y desencofrado



Concretos de ultra alto desempeño utilizados para la construcción de edificaciones. ARCHIVO ASOCRETO



Gráfica comparativa entre el tiempo de fraguado de un concreto convencional y un concreto de secado rápido



Gráfica comparativa del desarrollo de resistencia, entre un concreto convencional y un concreto de resistencia a edad temprana

mucho menores. Ya existen concretos que ofrecen tiempos de manejabilidad de dos horas para su colocación y, no obstante lo anterior, cuatro horas después los elementos fundidos pueden ser desencofrados o dados al servicio. En los concretos convencionales es difícil combinar un buen tiempo de manejabilidad con altas resistencias iniciales, pero en estas nuevas mezclas el problema ha sido resuelto. Las aplicaciones de tales concretos serán muy bienvenidas en todo tipo de obras que requieren utilizar formaletas.

Concretos de expansión/retracción controlada

¿Quién no anhela minimizar el número de juntas en los pisos y pavimentos sin exponerse a una fisuración descontrolada? La respuesta está en los concretos de expansión/retracción controlada que permiten realizar construcciones con menos juntas que son capaces de soportar grandes cargas. Ya existen aditivos que permiten reducir en más de un 50% la retracción del material.

Concretos autocurables

Son concretos que pueden absorber agua del aire para mejorar la hidratación del cemento y realizar así el proceso de curado. Este proceso resuelve los frecuentes problemas de baja resistencia y grietas generados por prácticas constructivas incorrectas como no curar el material o no hacerlo de manera apropiada.

Concretos con manejabilidad controlada

Algunas propiedades solicitadas para la entrega de los concretos y que tienen relación con su manejabilidad tales como el tiempo, la temperatura y las condiciones de entrega, podrán ser activadas con mayor facilidad o autoajustadas de manera inteligente mediante el uso de aditivos, lo cual reduce los riesgos que traen las adiciones de agua en las obras o la devolución de pedidos. El creciente problema del tráfico en las ciudades podrá llevar a que dentro de pocos años sea normal que los concretos salgan de las plantas prácticamente inertes y sus reacciones químicas y propiedades exigidas por el cliente se activen a partir del momento de llegar al sitio de la descarga.

Concretos aislantes

La creciente conciencia mundial por la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible exigen edificaciones de mayor eficiencia energética. Gracias al desarrollo tecnológico de la industria del concreto, hoy en día es posible aplicar diferentes estrategias de diseño de mezcla, tales como la inclusión intencional de altos contenidos de aire o el uso de agregados extremadamente livianos (riolita, espuma de poliestireno, entre otros), para lograr concretos que mejoran dramáticamente las capacidades de aislamiento térmico y acústico de un inmueble. De esta manera es posible mantener una temperatura estable en el interior de los edificios sin consumir más electricidad que la estrictamente necesaria para la operación de los sistemas de aire acondicionado o de calefacción.

Concretos arquitectónicos

El desarrollo del material ha llevado a que hoy en día tengamos una gran cantidad de aplicaciones arquitectónicas con nuevos colores, texturas y formas. Ya se comercializa el concreto traslúcido (ver Noticreto 94) que incorpora fibras y permite apreciar a trasluz lo que hay del otro lado de un muro, además de las múltiples ventajas que ofrece para la iluminación natural de los espacios interiores de una edificación. Pero también se están desarrollando concretos que

cambian de color con la temperatura, la humedad o el tacto, recreando estructuras más dinámicas y más amigables y traspasando una vez más las fronteras de la creación arquitectónica.

Concretos descontaminantes

Son concretos capaces de transformar los agentes contaminantes en la atmósfera en productos neutros para el ambiente.

Existen dos desarrollos en este campo: el primero de ellos se basa en el principio –aplicado hace más de diez años en sectores como el vidrio o la cerámica– de reaccionar con la luz solar. Específicamente en el concreto, una empresa italiana ha podido incorporar un principio activo al cemento para generar una reacción fotocatalítica en las superficies hechas con ese material, luego de una investigación cuyo costo superó los cinco millones de euros. El resultado ha demostrado que con recibir radiación solar durante tres minutos, una superficie tratada con el agente fotocatalítico es capaz de reducir hasta en 75% los agentes contaminantes en contacto con ella (sustancias nocivas como los óxidos de nitrógeno –NOx– y compuestos orgánicos volátiles –COV– como benceno, tolueno, etc., producidos por la actividad humana). Estos materiales ya se han utilizado en el aeropuerto parisino Charles de Gaulle. Durante las pruebas se pavimentó una calle en la ciudad de Segrate, Italia, donde se midió una reducción cercana al 60% de los gases NOx.

El segundo desarrollo se relaciona con un cemento carbón-negativo, es decir, capaz de absorber CO₂ de la atmósfera. De acuerdo con la empresa británica que lo fabrica, la producción de este cemento a base de óxidos de magnesio puede absorber cerca de 0,6 t de CO₂ por tonelada de cemento en su ciclo de vida. En el proceso de producción, y debido a las reacciones químicas, este material es capaz, además, de absorber cerca de 0,1 t más del CO₂ que se genera en su fabricación. Las propiedades del cemento continúan bajo investigación en cuanto a durabilidad y desempeño.

En términos de sostenibilidad, y en la lucha por combatir los gases de efecto invernadero, el uso de concretos descontaminantes en obras con grandes superficies expuestas será, sin duda, de gran ayuda.



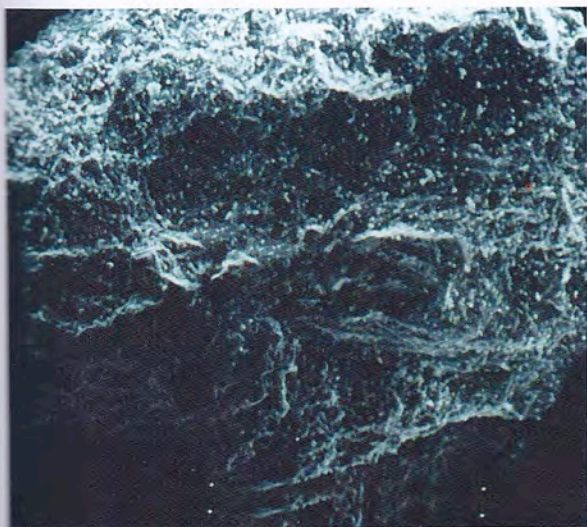
Iglesia del Jubileo en Roma. Construida en concreto blanco con un aditivo especial de dióxido de titanio, que además de preservar la blancura, es altamente reactivo cuando se expone a los rayos ultravioleta del sol. Esta reacción mata las bacterias y hongos que pueden afectar la superficie del material y además tiene la capacidad de eliminar otros contaminantes que suelen oscurecer el concreto con el tiempo. © RABEN DEWAREGA

Concretos para el espacio

Desde 1989, la NASA encargó al laboratorio CTL de Estados Unidos una simulación de mezclas de concreto utilizando materiales que una de las misiones Apolo halló en el suelo lunar. CTL realizó varias pruebas y encontró que es factible desarrollar cemento con el suelo de la Luna, pero con una gran barrera: no había agua para fabricar el concreto y construir bases lunares con materiales producidos localmente.

Con los planes de llegar hasta Marte utilizando primero una base lunar, y tras el descubrimiento de hielo en la Luna hecho por la NASA en octubre de 2009, se abrió de nuevo la posibilidad de producir concreto para una instalación en el satélite. El material sería ideal por la protección que ofrece frente a las radiaciones solares y las condiciones extremas que reinan allí. Las mezclas experimentales encontraron que las resistencias en promedio con los materiales lunares rondarán los 10.000 psi luego de un curado de 24 horas a 82 °C. Las mezclas se harían forzando un proceso de hidratación del cemento mediante inyecciones de vapor a alta presión.

Como se sabe, muchos desarrollos tecnológicos en una amplia gama de industrias se han logrado por exigencias específicas de los viajes espaciales; tal vez el proyecto de la Luna también lleve a cambiar la manera de fabricar el concreto en la Tierra.



Concretos para el espacio. CORTESÍA T.D. LIN

Conclusión

Como se ha visto, son muchos los avances que ya conocemos y muchos otros los que están en etapas finales de comercialización o puesta en marcha para ponerlos a disposición de todos en el futuro cercano. La tecnología del concreto avanza cada vez más rápido y seguramente son inimaginables muchos otros desarrollos del concreto que existirán en unos años. ■

Fuentes: Germán Arbeláez, César Constantino, David Jaramillo, Jorge Camilo Díaz, T.D Lin, Sitios web de Argos, Cemex, Italcementi, Lafarge, Novacem, Titán America. Revista Construcción y Tecnología, Mayo de 2007.



MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.

Prefabricados de Concreto



Tubería y Accesorios para Alcantarillado



Prefabricados para Espacio Público



Placas Alveolares para entresijos

www.titancemento.com
E mail: ventas@titancemento.com

OFICINAS Y PLANTAS

COLOMBIA

BOGOTÁ
OFICINA PRINCIPAL Y PLANTA
Autopista Medellín entrada 2.4 kilómetros al occidente del Río Bogotá.
PBX (571) 335 35 50 FAX: (571) 335 35 55
Cota - Cundinamarca

MEDELLÍN
TITAN ANTIOQUIA
Autopista Norte entrada km 19, antigua carretera a Girardota, contiguo a Procopal.
Tels: (574)274 52 55 - 274 23 65 - 274 94 86
Fax: (574) 274 20 49
Girardota - Antioquia

BARRANQUILLA
TITAN DEL CARIBE
Cra 16 No. 35 - 93 Entrada Soledad 2000
Tels: (575) 343 58 01 - 342 02 37 - 342 07 83
Soledad - Atlántico

PANAMÁ

TUBOS DE TOCÚMEN S.A.
Via Tocúmen frente al INADEH
Teléfono: (507) 2662444 - 2209172
Fax: (507) 2662694
Ciudad de Panamá - Panamá

PERÚ

TITAN PERÚ S.A.C.
Calle Comercial S/N Sección 1, Lote 14
Sector Industrial Pradera de Oriente
Tel: 430 02 80 Fax: 430 06 41
Lima - Perú