

# El concreto aliado en la Catedral

Juan Fernando González G.  
Fotos: A&S Photo/Graphics



Símbolo del sincretismo mexicano, la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México se erige como el gran monumento al que se le cuida con esmero desde hace varios lustros. Construida en el siglo XVI, se yergue grandiosa; sin embargo, desde sus primeros años de vida tuvo que luchar contra los hundimientos diferenciales 1.



◀ Página 1 de 1 ▶ ▶▶

Han transcurrido más de 15 años de que fue constituido un comité de emergencia para salvaguardar la integridad estructural de la Catedral Metropolitana gracias a lo cual, se puede afirmar que el hundimiento diferencial se redujo en 34%, toda vez que pasó de 240 cm a 83cm. Este logro, así como el reforzamiento de las estructuras para mejorar la seguridad del templo formaron parte de un programa que duró nueve años y concluyó en 1998. A la cabeza de este esfuerzo estuvo el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, —representado por el dr. Roberto Meli Piralla, Investigador Emérito de la UNAM— y por el ingeniero Abraham Roberto Sánchez Ramírez, perteneciente a la misma institución educativa, quien tuvo a su cargo la supervisión del monitoreo y los estudios experimentales realizados en el edificio. Luego de cumplir esta importante misión, los funcionarios responsables de la obra ordenaron que se trabajara en la restauración de todos los atrios, el retiro de andamios y reforzamiento de las columnas, así como en la terminación de las labores de conservación de la cúpula principal y el tratamiento de la cubierta. También se rehabilitaron las criptas —incluidas las de los arzobispos— se protegieron las ventanas, se limpió la fachada y fue abierta la apertura de la Sacristía y del Sagrario Metropolitano.

## La estructura

En el número dos del segundo tomo de la Revista Digital Universitaria, (2001), el dr. Meli Piralla y el ingeniero Sánchez Ramírez realizan una descripción detallada de los elementos estructurales del templo capitalino. De acuerdo con los datos que ofrecen los investigadores, “el templo está constituido por cinco naves. La central está cubierta por una bóveda cilíndrica, interceptada transversalmente por otras de forma conoidal. Esta bóveda está soportada por 16 columnas de cantera. Las dos naves laterales procesionales tienen bóvedas esféricas.

Así, las dos naves extremas de capillas están subdivididas por muros robustos de mampostería que encierran una serie de éstas”.

Algunos datos más se pueden resumir de la siguiente manera:

- Una nave transversal con bóveda cilíndrica cruza el templo, y sobre su intersección con la nave principal se

levanta la gran cúpula central que transmite cargas elevadas a las cuatro columnas que la soportan. Los muros que dividen las capillas, junto con los de la fachada y sus contrafuertes, constituyen un cinturón perimetral que proporciona al monumento una considerable rigidez y resistencia ante cargas laterales.

- El material primario de construcción es una especie de concreto ciclópeo integrado por piedras de origen volcánico (andesitas y tezontle), aglutinadas por un mortero de cal y arena. La composición de este material, y, por tanto, su peso volumétrico y propiedades mecánicas, varían según los elementos constructivos y las épocas en que se realizó cada parte de la construcción.

- Las columnas, arcos y algunos elementos decorativos son de sillares de piedra andesítica (cantera y chiluca). Queda un núcleo central de mampostería pobre, cuya contribución a la resistencia es poco significativa.

- Las inclinaciones que sufrieron las columnas, cada vez que se vio interrumpida su construcción por un lapso prolongado (sobre todo en la zona norte), hicieron necesarias correcciones en su verticalidad.

Los cambios de pendiente que ahora se detectan en su fuste, indican que en una primera etapa se levantaron las columnas hasta una altura de 3.7 metros y después hasta 10 metros.

En esta última medida se detuvo su construcción por largo tiempo, hasta ser rematadas en el arranque de los arcos. Hay una diferencia de pendiente de hasta 1.4%, entre los diferentes tramos del fuste.

### **Un hundimiento sumamente complejo**

El dr. Roberto Meli Piralla —ganador del Premio Nacional de Ciencias y Artes y autoridad en la ingeniería estructural— comenta en exclusiva para Construcción y Tecnología que “la acción principal realizada en Catedral fue entender el comportamiento y las razones de los daños que había tenido, y a partir de ello tener un monitoreo continuo de la construcción para ver qué tan eficaces iban siendo las medidas que se tomaban”. Lo que hicimos fundamentalmente fue poner en marcha medidas geotérmicas, es decir, trabajamos en la cimentación “para tratar de eliminar el efecto de los hundimientos diferenciales.

Se ha rigidizado la cimentación con una estructura de acero y concreto para evitar los hundimientos y también se han reforzado las columnas de la nave principal, fundamentalmente con inyecciones, para mejorar las uniones entre las piedras.

Del mismo modo, se han colocado tensores para detener la tendencia al volteo de algunas fachadas y para evitar la apertura de arcos y bóvedas, por ejemplo, pero también se han atacado diferentes problemas locales, como cúpulas, arcos, torres, etcétera

Dentro de la parte de la instrumentación se han colocado redes de monitoreo que permiten seguir casi en tiempo real cómo se va comportando la estructura, y de esa manera detectar síntomas de mal comportamiento”.

Retornando a lo publicado en revista citada líneas arriba, los autores explican que el hundimiento de la Catedral es muy complejo. En un primer análisis, dicen, se pueden identificar dos mecanismos principales: un hundimiento generalizado hacia el surponiente, y una “emersión” de la zona central, al norte del crucero. “El primer mecanismo ha producido una configuración de grietas transversales en la cubierta y en los muros laterales, sobre todo en la zona cercana al crucero. Ha producido también una separación entre la fachada sur, con sus pesadas torres, y el resto de la construcción. El segundo ha ocasionado una rotación hacia afuera de las columnas y las naves laterales, así como la abertura de los arcos y las bóvedas. Esto ha dado lugar a un patrón de grietas longitudinales en la cubierta, principalmente, aunque también en el piso y la cimentación. Este segundo mecanismo es muy importante —desde el punto de vista estructural— porque ha dado lugar a grandes desplomes en las columnas”.

Así culmina la descripción de los especialistas estructurales, quienes afirman en sus conclusiones que el templo tiene condiciones de seguridad muy aceptables y que se logró reducir casi un metro los hundimientos diferenciales que existían al iniciar el proyecto, los cuales eran de 2.4 m

nudamientos diferenciales que existían al iniciar el proyecto, los cuales eran de 2.4 m.

### Datos de interés sobre la Catedral Metropolitana

- El arquitecto español Claudio de Arciniega fue el autor de su trazo.
- Mide 110 m de largo por 55 m de ancho.
- El proyecto original incluía torres en los ángulos, pero sólo se construyeron las dos de la fachada, que se caracterizan por su composición horizontal, con acentuados adornos y barandales. Las torres están coronadas por estatuas del arquitecto y escultor valenciano Manuel Tolsá, quien también diseñó la cúpula.
- En la primera etapa de la rehabilitación, que culminó en 1998, se gastaron 40 millones de dólares. La segunda fase tuvo un costo de 100 millones de pesos.
- El 17 de enero de 1967, un incendio destruyó algunas obras de arte colonial en el interior de la Catedral Metropolitana: el bello altar con su hermosa e importante pintura de Nuestra Señora del Perdón o de las Nieves, gran parte de la sillería del coro, la grandiosa pintura que representaba el Apocalipsis de San Juan, obra del novohispano Juan Correa —situada en el respaldo del altar— y buena parte de los cuerpos de madera que sostienen las flautas de los órganos monumentales, dejando ahumados retablos, esculturas y pinturas de las numerosas capillas de la Catedral, además de los murales de Rafael Ximeno y Planes que estaban en bóvedas y cúpula.
- Los dos órganos de la Catedral Metropolitana fueron restaurados hace treinta años por la compañía holandesa Fientrop Orgelbouw de Zaandam. Se tiene contemplada una nueva intervención para mantener en perfecto estado los instrumentos musicales.
- En el futuro, comentó el dr. Meli Piralla, deberán realizarse una veintena de acciones relacionadas con la seguridad, pero se trata de aspectos locales y, por tanto, no tienen carácter urgente.

### Un poco de historia

El arquitecto Julio Valencia Navarro —director de Obras de Restauración de la Dirección General de Sitios del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA)— explica en entrevista que construir la Catedral fue un proceso complejo porque una vez que estaba definida la traza de la misma, en 1563, “se tuvieron que esperar 10 años para iniciar el desplante de los muros debido a que el nivel freático de la ciudad estaba prácticamente a flor de tierra. Fue necesario idear sistemas de bombeo para empezar a construirla, y luego colocar un conjunto de pilotes de madera (aproximadamente 25 mil), y sobre ellos desplantar un gran pedraplen, es decir, una plataforma de tezontle aglutinado con cal (una gran losa de cimentación) y a partir de allí empezar a subir los muros. Este conjunto de materiales es de gran peso y el suelo de la Ciudad de México no resiste más de cinco toneladas por metro cuadrado. La Catedral, tal y como se encuentra ahora, descarga más de 15 toneladas por lo que su capacidad está rebasada y ha tenido problemas de asentamientos diferenciales desde las primeras etapas de su construcción”.

### Cemento y concreto, pilares de la restauración

El arquitecto Valencia Navarro afirma que muchas de las mezclas usadas para la construcción del templo, preponderantemente a base de cal, “tienen una resistencia excepcionalmente alta; prácticamente podríamos decir que fueron los concretos de aquella época. Algunas de estas mezclas de cal con arenas, y algunos aglutinantes naturales —que seguramente

incluyeron la baba del nopal— le confirieron al final una resistencia importante. Todo esto es el antecedente de lo que propiamente sería siglos después la tecnología del concreto como lo conocemos”.

Sin embargo, “con el tiempo se generaron gran cantidad de deterioros, como fisuras y pérdida de la geometría propia del edificio, es decir, una serie de afectaciones que lo ponían en riesgo. De esta manera, en los años 40 se realizó una primera intervención que consistió en conformar un conjunto de trabes de concreto que se ubican debajo de la catedral, diseñadas para generar un sistema de rigidez que impidiera los asentamientos diferenciales. “No obstante, es tan grande el edificio y tan intensa la deformación del subsuelo que para los años 60 —a pesar de que existía esta subestructura de concreto— se decidió colocar un sistema de pilotes de control, el cual ayudó en gran medida a evitar el desarrollo de los asentamientos diferenciales; pero la extracción del agua para consumo humano ha ocasionado que la ciudad tenga un asentamiento cada vez mayor.

Actualmente ese proceso es de aproximadamente 7 centímetros por año, y dadas las dimensiones de la ciudad es muy difícil que se pueda revertir”. Así las cosas, explica Valencia, a fines de los ochenta se detectaron nuevas deformaciones e inició un estudio para intentar frenar en forma definitiva, los daños que ponían en riesgo la integridad del inmueble, sobre todo después del sismo de 1985.

“En términos generales, el primer proceso consistió en

En términos generales, el primer proceso consistió en la subexcavación, es decir, una serie de lumbreras construidas con concreto que permiten llegar a ciertas profundidades y extraer la arcilla en puntos estratégicos, lo cual a lo largo de varios años permitió hacer lo que se denomina corrección geométrica. Mover una estructura de estas dimensiones y peso representó un logro importante para la ingeniería mexicana, a tal grado que todos los estudios derivados de este primer proceso fueron una aportación para la recuperación de edificaciones en otros lados del mundo, como fue el caso de la Torre de Pisa”.

La segunda etapa para controlar los asentamientos diferenciales se basó en la consolidación del subsuelo, lo que se hizo practicando una serie de perforaciones e inyectando un mortero con un contenido de cemento que le ofrece mayor resistencia al subsuelo arcilloso y evita que los asentamientos diferenciales tengan un desplazamiento mayor.

#### MONITOREO AUTOMÁTICO

A partir de 1994 se pudo contar con un sistema de medición capaz de proporcionar, de manera continua y automática, la información mínima necesaria para detectar señales de alarma en la respuesta estructural. Esta tecnología es similar a la que opera en algunos de los templos de mayor relevancia en Italia y otros países. Este sistema consta de:

- Diez péndulos con telecoordinómetros, para medir el movimiento vertical de la parte superior de las columnas, torres y muros de fachadas
- 22 extensómetros de gran longitud, para medir los cambios en las distancias, entre distintos puntos de la cubierta, principalmente los cambios de claros de bóvedas, arcos y cúpulas.
- Cinco sensores de temperatura en el extradós e intradós de la cubierta, para tener bases de estimación sobre el efecto de los cambios de temperatura en las mediciones de los diferentes parámetros de la respuesta estructural.
- Un radiómetro para medir la radiación solar y relacionarla con los efectos de la temperatura.

Es un hecho, afirma Valencia Navarro: “En términos generales el uso del cemento y el concreto han tenido una participación muy importante en la restauración de la catedral”. Comentarios valiosos El dr. Meli Piralla, quien fue director general del Centro Nacional de Prevención de Desastres entre 1995 y 2000, establece que “el concreto es muy utilizado y sumamente eficaz en muchos aspectos cuando se habla de la restauración de edificios, “sin embargo, desde hace 20 años ha habido una cierta oposición de parte de los restauradores y conservadores porque consideran que ha sido usado de forma exagerada; dicen que se altera la autenticidad del edificio por lo que prefieren que se empleen técnicas y materias primas más parecidas a las originales”. Otros, afirma el catedrático, comentan que existe “cierta incompatibilidad o diferencia de comportamiento entre el concreto y la mampostería original, que ha conducido en algunos casos a reacciones químicas dañinas o a provocar efectos no del todo favorables de algunos elementos de concreto muy rígidos insertados en la construcción original.

Esa es una clase de oposición, pero ante ello lo que hay que hacer es utilizar todas las técnicas disponibles, pero con el debido cuidado de no alterar o causar un efecto negativo. En las cimentaciones de la Ciudad de México el concreto ha sido de gran ayuda para rigidizarlas y corregir los patrones de hundimiento de edificios, que es el principal problema que tenemos en la capital. El uso de micropilotes e inyecciones, e incluso los preesfuerzos ha sido muy efectivo y generalizado en el refuerzo de estas construcciones”, afirma el investigador. Cabe decir que Meli Piralla ha participado como consultor en ingeniería estructural en prácticamente todo tipo de obras, desde aeropuertos, vialidades elevadas, plataformas marinas y, por

supuesto, edificios históricos. El expresidente de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica comenta que lo más complicado del proceso en Catedral fue “entender el comportamiento de la estructura y los orígenes de sus debilidades, y también hacer las correcciones sin afectar el funcionamiento de la catedral, la cual nunca estuvo cerrada al culto, por lo que tuvimos que trabajar con algunas limitaciones.

No puedo decir que es un reto mayor, pero sí el más grande de este tipo”, dice el maestro Meli, “aunque lo más especial que ha tenido este trabajo es la necesidad de conciliar y hacer compatibles distintos criterios y distintos aspectos. No fue un trabajo de una persona, sino de un comité bastante amplio que discutían la situación y tomaban las decisiones en un trabajo que ya rebasa los 15 años. Ha sido un proyecto laborioso y el que ha representado un desafío mayor no en cuanto a la dificultad sino a todo la problemática que está alrededor.

Por su extensión en el tiempo, por la importancia del monumento y por la complejidad, entonces en ese sentido sí ha sido una forma de atacarlo opuesta a la mayoría de los otros proyectos en los que he intervenido, el enfoque es muy distinto porque además de todo se trabaja con mucha presión en cuanto a la necesidad de dar soluciones casi inmediatas”, asevera.

1 Agradecemos a EJ Krause y Hanley Wood las facilidades otorgadas para la realización de este artículo y por la visita a la estructura interna de la Catedral Metropolitana, con motivo de la presentación de WORLD OF CONCRETE México, 2007.

**Temas relacionados**

**Su opinión**

**Artículo El concreto: aliado en la Catedral**

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

[El sello de Farrater el Castellon de la plana](#)

[Capacitar y asesorar tarea de primer orden](#)

[El arquitecto sin adornos](#)

[Un aeropuerto para el siglo XXI](#)

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [\[ siguiente >>\]](#)



# Estamos en el mes del WOC México

Los Editores.

“Junio es el mes de WORLD OF CONCRETE México”.



Junio es el mes de WORLD OF CONCRETE México, la gran expo dedicada al concreto que desde hace cuatro años tiene lugar en nuestro país. Como sabemos, se trata de la más importante exhibición del ramo por lo cual, numerosas empresas exponen sus productos al tiempo que son mostradas muchas de las innovaciones tecnológicas que están teniendo lugar en materia de cemento y concreto.

Las personalidades que dictarán conferencias en esta ocasión son, como se busca año con año, verdaderos especialistas en la materia. En este sentido, en esta ocasión contaremos con la presencia de doctos personajes provenientes de Brasil, Estados Unidos, Japón y Venezuela además de los siete panelistas mexicanos que también estarán presentes. En total tendrán lugar 28 conferencias, de las cuales dos de ellas serán magistrales.

Destaca sin duda alguna la presencia del doctor Masahiro Ouchi, de la Universidad Tecnológica de Kochi, en Japón, verdadero experto en la materia quien nos explicará los avances más recientes en torno a los concretos autoconsolidables.

Invitamos cordialmente a todos nuestros lectores a que visiten esta importante exposición vinculada a la industrial del cemento y del concreto la cual, como todos los años, seguramente nos brindará información novedosa y útil para el crecimiento y mejora de nuestro sector.

Su opinión

Artículo Estamos en el mes del WORLD OF CONCRETE México.

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar

# ¿Buscando cambiar la cara del concreto?

*Imágenes: Cortesía de Kemiko*



Es importante conocer que existen productos y sistemas que pueden transformar el concreto ordinario en una superficie elegante durable y original de una manera fácil y económica. A continuación presentamos un ejemplo.

Con la aplicación de los oxidantes Kemiko (Kemiko Stone Tone Stain), se puede cambiar el color de cualquier superficie de concreto sin importar su edad o su textura. Kemiko no es pintura; se trata de un producto que genera una reacción química con el concreto —ya sea nuevo o antiguo— obteniendo una coloración permanente. Sus ocho colores dan versatilidad para lograr diseños ilimitados en pisos y otras superficies de concreto.



principal imprimir enviar a su agregar a  
un amigo opinión favoritos

◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Se pueden aplicar en exteriores e interiores, en pisos, fachadas, columnas, muros, lavabos, bancas, esculturas, andadores y cocheras.

## Un buen acabado

Este sistema comprende tres conceptos básicos: Al vaciar el concreto, se define la forma y textura de la superficie. El oxidante cambia el color del concreto de forma permanente. El recubrimiento adecuado asegura la protección de la superficie y da el acabado final.

1. Al vaciar el concreto se define la forma y la textura de la superficie.

El sistema Kemiko ofrece una coloración transparente sin poder cubriente, por lo que todos los efectos naturales que tiene el concreto en diferentes intensidades de grises, al ser oxidados se reflejan en matices de colores que asemejan el resultado del proceso de intemperización por el que pasan las piedras naturales.

Es importante que mientras se realizan los vaciados, se busque dar la forma deseada y se planeen las juntas de control de tal manera que no rompan la armonía del diseño. Además, antes de aplicar los oxidantes y mientras el concreto está fraguando, se recomienda usar cartón o papel para proteger la superficie de la absorción de manchas. No es adecuado utilizar plástico, pues no permite la evaporación consistente del agua de la mezcla de concreto y pueden aparecer marcas permanentes en la superficie, que inevitablemente se notarán en el acabado final.

2. El oxidante cambia el color del concreto de forma permanente El oxidante reacciona químicamente con el concreto fraguado, cambiándole el color sin afectar sus propiedades de dureza, textura, o porosidad.

3. El recubrimiento adecuado asegura la protección de la superficie y le da el acabado final.

El concreto tiene una superficie porosa, por lo que cualquier líquido que se derrame —como pintura, grasa,

aceite, comida, etc.— se absorberá y podrá manchar la superficie. Los recubrimientos transparentes forman una película de protección para que no se absorban estos líquidos. El color durará lo que dure el concreto. Por ejemplo, si el concreto se oxidó hasta en un milímetro de profundidad, se debe cuidar que no se gaste ese milímetro de concreto. La mejor forma de prevenir el desgaste es protegiendo la superficie con una película de sacrificio.

La protección adecuada y el acabado deseado (mate, semimate o brillante) se le dan a la superficie con un recubrimiento transparente. Los recubrimientos deben ser 100% resistentes a rayos UV y pueden ser selladores de película, selladores impregnadores o ceras.

### **Componentes del oxidante**

El oxidante Kemiko Stone Tone Stain tiene tres componentes básicos:

- Iones metálicos, que al estar en contacto con el concreto generan el cambio de color
- Ácido clorhídrico, agente penetrante que permitirá que los iones metálicos reaccionen no sólo en la superficie, sino con alguno(s) milímetro(s) de profundidad
- Agua, que facilita la aplicación del producto.

Cada uno de los ocho colores de la línea Kemiko corresponde a un ion metálico diferente. Se pueden aplicar distintos colores en la misma área para generar una variación en los colores e incrementar la naturalidad del acabado.

Sin embargo, no se puede esperar un comportamiento similar al de la pintura. Por ejemplo, si se toma el color rojo inglés y negro y se mezclan en una cubeta para después aplicarlos, no necesariamente se obtiene un tono morado como resultante. En caso de querer mezclarlos, es preferible aplicar los colores en diferentes capas cada uno (fusión en seco) o tener dos aplicadores rociando cada color de forma simultánea (fusión en húmedo) para tener un mejor control del resultado final.

### **Procedimiento de aplicación**

El procedimiento de aplicación consiste en:

1. Lavado completo de la superficie.
2. Secado completo.
3. Protección y enmascarado de paredes y de todo lo que no se desea oxidar.
4. Aplicación de primera capa de Kemiko en la superficie a oxidar.
5. Secado completo.
6. Aplicación de segunda capa de Kemiko en la superficie a oxidar.
7. Secado completo.
8. Lavado de residuos en la superficie.
9. Secado completo.
10. Aplicación de recubrimiento transparente.

La limpieza de la superficie es clave en la instalación pues representa el 80% de los resultados finales. Cualquier material o contaminante debe ser removido para que el oxidante tenga una reacción adecuada.

Para este proceso se recomienda usar una pulidora de pisos con discos de fibra de color negro (la de mayor abrasión) y agua con jabón neutro en caso de ser necesario (no utilizar ácido muriático ni cloro), para reducir tiempos y hacer el proceso más eficiente. Como paso final se puede trapear con agua, jaladores de agua y usar una aspiradora industrial para dejar la superficie limpia. Antes de la oxidación, se deben proteger las áreas colindantes que no se desean oxidar pues cualquier superficie expuesta a ser salpicada con el

químico tiene que ser protegida. Se recomienda utilizar masking tape profesional color verde y papel especial para enmascarar.

Para aplicar el oxidante, generalmente se mezclan partes iguales de Kemiko Stone Tone Stain con agua en una relación 1:1. En caso de buscar un tono con mayor o menor saturación, se puede utilizar menor o mayor cantidad de agua en la solución. Generalmente, la aplicación se realiza con una bomba aspersora (similar a las que se usan para fumigar) con componentes de plástico. Se rocía en la superficie evitando seguir un

ras que se usan para fumigar) con componentes de plástico. Se toca en la superficie evitando seguir un patrón uniforme de aplicación de ida y vuelta. Hay que subrayar que al estar aplicando el producto puede generarse burbujeo y vaporización, señal de que la reacción se está generando.

El tiempo de secado de cada capa es similar al del agua, depende de la porosidad del concreto, la humedad y la temperatura del medio ambiente. Al secar la primera capa el cambio de color es tenue y en ocasiones se presenta hasta la segunda aplicación. Después de aplicar la segunda capa es preferible dejarlo secar por el resto del día y la noche para permitir una adecuada reacción química antes de lavar los residuos.

Los residuos (polvo de color similar al aplicado) que aparecen son sales minerales que sobraron después de la reacción química. Al limpiarlos con agua abundante puede parecer que el agua se está ensuciando y que se está removiendo el color del concreto; sin embargo, el color no se va a perder. La realidad es que el oxidante reaccionó y el color de la cal que contenía el concreto en lugar de ser gris ahora será de otro color permanentemente. Mientras se limpia, se debe tener cuidado con esa agua sucia residual, pues si pasa por algún lugar que no se quiere oxidar y se deja que penetre y se seque, puede llegar a manchar dicha superficie.

El lavado de residuos se hace de la misma manera que se hizo la limpieza inicial, sólo que con menos abrasión. Para el lavado, puede ayudarse con agua abundante, cepillo de cerdas duras de plástico, jaladores de agua y trapeadores o aspiradora industrial. En caso de utilizar una pulidora con fibra, se debe utilizar fibra verde o canela, que no es tan abrasiva como la negra. Cuando se tiene una combinación de colores, es preferible primero hacer una limpieza con estopa y agua en los bordes para evitar que escurra residuo de un color a otro. Se recomienda trapear con agua limpia hasta quitar completamente el residuo. Se debe repetir la limpieza hasta que pueda frotar su mano sobre la superficie sin mancharse con los residuos de la reacción. Antes de aplicar el recubrimiento transparente se recomienda dejar que la superficie seque completamente (48 horas o más) para garantizar resultados de máxima calidad.

### **La cera y el sellador**

La línea Kemiko tiene dos tipos de recubrimientos: la cera de pasta y de mantenimiento (cera líquida) y el sellador. La cera de pasta es ideal para superficies interiores pulidas por su resistencia a la abrasión y fácil mantenimiento. Esta debe ser aplicada con una pulidora industrial de pisos y un accesorio de cepillo. La fricción que genera el cepillo hará que la pasta penetre en el concreto para el color de la superficie y formar una película de protección. Por su parte, el sellador es una película o barniz sin color que se puede aplicar con brocha, rodillo o pistola para aspersión. Después de haber elegido el sellador adecuado aplíquelo como si estuviera pintando o barnizando una superficie.

La segunda capa se aplica perpendicular a la primera. En el caso del sellador siempre será mejor aplicar mayor cantidad de capas de menor espesor, que aplicar menos capas con mayor espesor de producto. Los selladores Kemiko son 100% resistentes a los rayos UV recomendados para cualquier tipo de superficies en interiores y exteriores.

En interiores, para alargar la vida de un sellador y facilitar su mantenimiento se recomienda aplicar múltiples capas de cera líquida. Esta cera se aplica lentamente con un trapeador de rayón y normalmente tres capas deberán ser suficientes para darle la protección necesaria al sellado. La frecuencia con la cual se aplique dependerá del gusto del usuario y del tráfico al que esté sometida la superficie. Esta cera es recomendable sólo para superficies pulidas en interiores. Con el respaldo de 76 años de experiencia en los Estados Unidos y ahora con millones de metros cuadrados de concreto oxidado en México, Kemiko representa hoy en día una opción confiable y comprobada para cualquier proyecto, sin importa la unidad.

**Nota:** Este documento es una síntesis de la información proporcionada en el DVD instructivo, elaborado por Servicios Proconsa, SA de CV Distribuidor Nacional de Kemiko en México.

Para mayor información o para localizar a su distribuidor más cercano, favor de visitar <http://kemiko.com.mx>, o contactar al: 01-800-099-5364.

analisec

Pruebas no destructivas del concreto

Para conservar la tersura

Construyendo verde con concreto gris

Tecnología de punta y voluntad de servicio

Los vientos del cambio del concreto

Nanotecnología

Las pruebas de cilindros de concreto

Demolición y reciclaje del concreto y la mampostería

AVANCES EN TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

**Artículo ¿Buscando cambiar la cara del concreto?**

- MALO
- BUENO
- REGULAR

Votar

1 2 [\[ siguiente >> \]](#)

# Alcanzando el cielo:

*PERI ACS permite  
ciclos de trabajo  
semanales.*

## Conjunto Rascacielos Las Cuatro Torres, Madrid, España

Con el sobrenombre de las “Cuatro Torres” actualmente en construcción en Madrid— este complejo de espectacular diseño toma rápidamente forma.

El conjunto incluye, entre otros, Torre Espacio, Torre de Cristal y Torre Repsol. Además de alcanzar nuevos récords de altura en la construcción de edificios en España, estas impresionantes torres cautivan la imaginación a través de diversos estilos arquitectónicos.



principal imprimir enviar a galería de su agregar a  
un amigo imágenes opinión favoritos

◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

La multinacional PERI —fabricante de cimbra y andamios— ofrece la solución más eficiente en costo en cada caso con el sistema autotrepante ACS. La independencia del sistema de la grúa y de las condiciones meteorológicas permite mantener el ritmo de avance garantizando la máxima productividad durante todo el proceso constructivo. La viga para cimbra de muro PERI VARIO GT 24, así como otros muchos sistemas de cimbra y andamios de PERI, completaron a la perfección las soluciones constructivas.

### Utilización de sistemas PERI Torre Espacio

Con más de cincuenta plantas, Torre Espacio tiene una altura total de 223 metros. Alrededor de los tres núcleos centrales, la planta de forma cuadrangular inicial se transforma de forma gradual en elíptica. El núcleo central de forma rectangular de dimensiones 15 m x 10 m y con espesores de muro que varían desde 40 cm hasta 100 cm, está entre los núcleos laterales con forma de U, y con espesores de 30 cm.

Para los núcleos laterales, los 120 m<sup>2</sup> de cimbra de muro VARIO son montados sobre una consola autotrepante PERI ACS G (G=gallows); para el núcleo central requiere un tratamiento diferente. La consola PERI ACS P (P=platform), permite al constructor el posicionamiento simultáneo de 450 m<sup>2</sup> de cimbra de muro y losa en una única secuencia de trepado.

El complejo de rascacielos, Cuatro Torres, en agosto de 2006: Torre Repsol y Torre Cristal han superado los 100 m de altura; Torre Espacio, con más de 150 metros, ya ha comenzado la fase final. Con el sistema de cimbra autotrepante ACS, PERI ofrece la solución más eficiente en costo en cada momento, cumpliendo un amplio abanico de requisitos.

La bomba para concreto premezclado puede acoplarse sobre la consola ACS P trepando todo el conjunto, que mediante un diseño especial de elementos en acero estructural garantiza la transferencia de cargas del sistema ACS al edificio.

## Torre de Cristal

El arquitecto César Antonio Pelli es el autor del proyecto Torre Cristal con una altura de 249 m. También fue el responsable de las Torres Petronas en Malasia, construidas hace 10 años y que, en su momento, fueron las construcciones más altas del mundo y donde también se emplearon los sistemas de cimbra autotrepantes PERI ACS.

Para el núcleo de la Torre Cristal, se están empleando las tres versiones del sistema modular ACS. No existen problemas al disponer las consolas ACS R (R=regular), ACS P (P=platform), y ACS G(G=gallows) que pueden trabajar en paralelo asegurando los procedimientos óptimos de trabajo.

El conjunto de 1.150 m<sup>2</sup> de cimbra de muro VARIO —incluida la bomba de concreto premezclado— ha sido distribuido en diez unidades de consolas independientes. Según el edificio gana en altura, el espesor de los muros del núcleo se reduce desde 120 cm hasta 70 cm. Adaptadores especiales permiten realizar las operaciones de trepado salvando las variaciones del espesor de los muros. En el nivel superior, la variación de la planta genera cambios en los cuatro planos de la fachada que ofrece al edificio la apariencia de un cristal tallado.

## Torre Repsol

Los dos núcleos externos de la Torre Repsol aparecen en solitario con cimbra autotrepante PERI ACS. En la parte posterior, la Torre Cristal y la Torre Espacio pueden ser vistas como se construyen con las soluciones decimbra y andamios PERI.

Esta torre domina el nuevo complejo de rascacielos, convirtiéndose en el edificio más alto de España. Norman Foster diseñó esta estructura con dos núcleos externos de concreto reforzado. Cada núcleo contiene siete ascensores, escaleras y zona de servicios. Entre las dos características columnas externas, se organizan las plantas de forma similar a una estantería. Tres plataformas intermedias soportan de once a doce plantas en cada caso. La cimbra de muro de vigas VARIO GT 24 y el sistema PERI ACS se adapta a las variaciones de espesor de los muros desde 30 cm hasta 200 cm.

Durante el proceso de planificación, los ingenieros de PERI consideraron la posición en el núcleo de una grúa torre fija. Desde el bastidor de apoyo de la bomba de concreto premezclado hasta la plataforma inferior de acabado para los anclajes de acero, la unidad de ACS tiene una altura total de 25 metros en el área de la losa de ascensores. Al emplear las soluciones autotrepantes de PERI, los constructores cumplen con éxito el ciclo semanal de avance de 4.70 m para ambos núcleos.

Torre Espacio con 223 m de altura, tiene tres núcleos de concreto armado con diferentes espesores de muro. El sistema modular autotrepante PERI ACS permite a los operarios de la obra mover todos los elementos de forma simultánea, incluida la bomba de concreto la cimbra horizontal de la losa de interior del núcleo central, sin necesidad de grúa.

## Plan ajustado

La conclusión de las obras de los edificios está prevista entre mayo 2007 y el inicio del año 2008. Para cumplir el ajustado plan, los sistemas de cimbra PERI, además de ACS y VARIO, están siendo usados de forma eficiente en esta obra. La cimbra de aluminio de losa PERI SKYDECK con el cabezal de caída integrado, por ejemplo, permite descimbrar en los plazos más reducidos.

La combinación de las tres diferentes versiones de los sistemas autotrepantes ACS asegura una secuencia extremadamente eficiente en el núcleo hasta alcanzar la altura de 249 m en Torre Cristal.

Los constructores están completando las plantas de 4.70 m de altura estándar para los núcleos de Torre Repsol en ciclos semanales según lo planificado. Desde el bastidor de apoyo de la bomba de concreto premezclado hasta la plataforma inferior de acabado para los anclajes de acero, la unidad de ACS tiene una altura total de 25 metros en el área de la

Esto significa que los paneles y las vigas pueden ser usados en el siguiente ciclo dos días después de la colocación del concreto. El sistema modular de andamio PERI UP ROSETT ha demostrado su versatilidad como cimbra, diseñada para transmitir cargas desde una elevada altura, así como en el

transmitir cargas desde una elevada altura, así como en su uso para torres de escalera. una altura total de 25 metros en el área de la losa de ascensores.

## Datos de construcción

### Contratistas

OHL Group, Madrid (Torre Espacio),  
Dragados (Torre de Cristal),  
UTE Torre 1, FCC/Dragados (Torre Repsol)

### Asesoramiento de proyecto

PERI España y PERI Alemania

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

### Artículo ¿Alcanzando el cielo del concreto?

- REGULAR
- MALO
- BUENO

[Votar](#)

[Consideraciones para un buen curado](#)

[10. la constructora perfecta](#)

[De bandas, bombas y tractocamiones](#)

[México y la construcción industrializada](#)

[Nervi y el arte de la "construcción correcta"](#)

[México y la construcción industrializada](#)

**Curado del concreto fresco**

**Preparando superficies para recubrimientos**

**Situación de la industria de la construcción**

**Alta tecnología para estructuras de concreto bajo el agua**

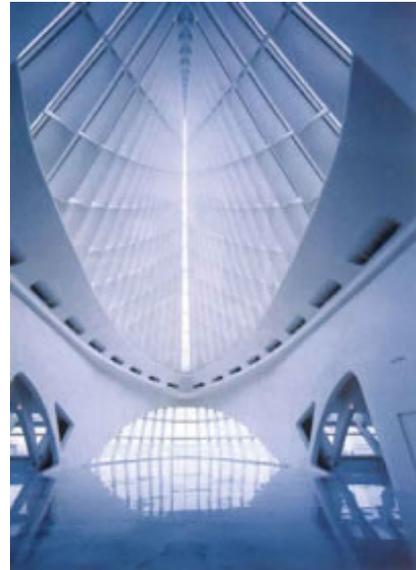
1 [2 \[ siguiente >> \]](#)

# El futuro en concreto

*Jorge Torres Guzmán*

**Nadie puede decir con certeza lo que nos depara el porvenir; sin embargo, vienen cambios pues las mejoras en los productos existentes, aunadas a las nuevas tecnologías, conducirán a avances en la eficiencia y mejores productos.**

Para el año 2056 la construcción con concreto será la forma más común en países como los Estados Unidos. El clima cambiante hará que la construcción con concreto adquiera prominencia, gracias a ser un monolítico, masivo, sustentable y resistente. El proceso total de la construcción con concreto será más simple y efectivo como resultado de la necesidad de reducir energía. Los procesos incluirán mejoras en la producción, entrega y técnicas de control de calidad del material.



Los operadores de negocios —altamente entrenados— administrarán las organizaciones de la construcción al tiempo que el entrenamiento para obtener habilidades de liderazgo será norma para los dirigentes de las compañías. También el proceso de construcción usará criterios de desempeño de artesanos altamente entrenados.

La presión por nuevas materias primas hará de la administración de la calidad por los productores algo muy importante. Se usarán altas tecnología para ajustarse a las variaciones de las materias primas sin disminuir el ritmo del proceso de construcción. La robótica acelerará la construcción, al tiempo que reducirá los costos de energía. Dentro de 50 años el concreto será diferente al de la actualidad.

**El sofisticado concreto de alto desempeño permitirá a los diseñadores construir con elementos de concreto más delgados, más largos, más ligeros, y desafiará a los contratistas a convertir diseños en realidad.**

Los materiales de diseño a escala molecular usando poderosas herramientas de cómputo y visualización liderarán los progresos en concreto así como en otros materiales. Hoy, la nanotecnología está permitiendo a los científicos y a los ingenieros analizar el comportamiento de los materiales.

La tecnología de mezclado y producción podrá ser similar a la práctica actual, pero el producto será muy diferente.

La sustentabilidad será el gigante dormido que despertará. Para obtener ventajas del reciclado, se buscará cómo manejar una amplia variedad de materiales cementantes y agregados reciclados sin tener que

como manejar una amplia variedad de materiales cementantes y agregados reactivos en tener que reinventar la rueda y particularizar cada mezcla de concreto con cada variación en la corriente de entrada del material. Habrá que explotar la ventaja natural del concreto de ser capaz de convertir los materiales locales en robustos materiales de construcción —y así minimizar los costos de transporte y el consumo de energía—, encontrando maneras para usar mejor materiales marginales como agregados reactivos. Del mismo modo, la realidad del calentamiento global se asentará, y con los costos de energía, obligará al uso más eficiente del cemento. La sustentabilidad demandará que dejemos de construir costosas estructuras temporales de madera (la cimbra) y luego tener que desecharlas después de colar estructuras permanentes, menos caras, de concreto y acero. Esta sustentabilidad será mejorada a medida que dupliquemos o tripliquemos la vida de servicio usando detalles de diseño y materiales sólidos y prácticas de construcción.

La atención a las especificaciones de desempeño resaltarán la necesidad de pruebas que midan confiablemente las características del concreto que realmente importan, y por las que los propietarios pagarán con gusto. Quizás llegue el adiós al revenimiento y a las pruebas de aire tal como las conocemos, dándole la bienvenida a maneras rápidas y confiables para valorar el concreto mientras está en el camión para saber la trabajabilidad potencial, resistencia y durabilidad.

Se innovará en la forma de evaluar y proyectar la durabilidad del concreto endurecido, y de construir aquellos resultados de prueba en modelos prácticos para predecir la vida de servicio. Si se quiere elevar el estado de la práctica de campo, serán necesarios vínculos más directos y cuantitativos entre la colocación, consolidación, acabado, curado, protección térmica y propiedades del concreto en el lugar de la obra.

Desempeño superior en ingeniería Los científicos trabajan ya en nuevas generaciones de aditivos que entregarán niveles más altos de control sobre el desempeño del concreto, tanto en estado plástico como endurecido. La nanotecnología usada en la investigación y desarrollo de aditivos químicos traerá nuevas oportunidades.

Estos avances anunciarán una era en donde la durabilidad del concreto será mejorada, permitiendo una ventaja competitiva para el concreto. Con los nuevos aditivos la industria tendrá la capacidad para “imaginar como un ingeniero” el concreto a fin de satisfacer costos específicos del ciclo de vida y especificaciones de desempeño. Los problemas ambientales continuarán influyendo en la industria de la construcción con concreto.

El uso de subproductos y concreto reciclado, concreto permeable y tecnologías para controlar los desechos de concreto, serán importantes para posicionar el concreto como un producto “verde”.

Uno de los cambios más significativos para la industria del concreto será la amplia aceptación de la iniciativa Prescripción para el Desempeño (P2P: Prescription- to-Performance), programa que aboga por el uso de especificaciones de desempeño. Esto facilitará la aceptación más rápida de nueva tecnología tanto en el sector privado como en el sector público.

### **El afincamiento del verde**

El verde será el color. Los propietarios, arquitectos y desarrolladores construirán así. Se deberá promover el concreto como un producto verde y, como resultado, se ganará una buena porción del mercado. El concreto tendrá una participación del mercado más grande en respuesta a los problemas como el calentamiento global, el terrorismo, las preocupaciones sísmicas y el achicamiento del planeta.

En tecnología veremos a los sucesores de los agregados ácidos y del concreto autocompactante, el

**Sin trabas sobre los límites de lo posible, los futuros diseñadores usarán el concreto en audaces maneras expresivas que se apartarán del aspecto masivo tradicional.**

**Los avances en los materiales permitirán el diseño de elementos de concreto delgados y ligeros para las más diversas aplicaciones. Más de 100 truchas de concreto —cada una de sólo 2 a 4 pulgadas de grueso y con un peso de aproximadamente 850 libras— pronto adornarán los muros de retención de concreto a lo largo de paso a desnivel en Calgary. Los ornamentos están siendo colados con Ductal, el concreto reforzado con fibra, de ultra alto desempeño, de Lafarge, que ofrece ductilidad, resistencia, durabilidad y estética. Hecho por Lafarge North America.**

En tecnología, veremos a los sucesores de las enrazadoras laser y del concreto autocompactante al acercarse ya el próximo tsunami de tecnología. Máquinas robóticas de allanado, con dispositivos sensibles a la presión para leer el concreto; robots para la colocación de la varilla de refuerzo y el doblado en el campo y autosoldadura; sensores de proximidad para zonas de peligro y cajas inteligentes libres de fallas en todos los equipos.

### **Predicciones clave**

Los próximos 50 años serán equivalentes a los cambios de los últimos 400 años. Los miembros de concreto estructural de los edificios continúan incrementándose en claros con espesores reducidos. Esta tendencia es reforzada por incrementos en las propiedades de los materiales tales como resistencia a compresión y a tensión. Los materiales que pueden colarse tendrán suficientes propiedades de tensión y compresión, eliminado el refuerzo separado. Los componentes de concreto serán más eficientes y más delgados, conduciendo a una carga muerta reducida de las estructuras. Los volúmenes de los materiales que se usen serán reducidos al tiempo que el reciclaje se convertirá en la gran actividad.

### **Transferencia de la tecnología del concreto**

Hace 50 años, los problemas de pisos debido a la humedad eran bien conocidos estableciéndose muchas buenas prácticas. Asombrosamente, la industria de la construcción y los propietarios de instalaciones públicas todavía gastan cientos de millones de dólares para resolver problemas de humedad en las losas de pisos de concreto. Durante los próximos 50 años habrá cambios significativos en las prácticas para eliminar costos a través de la educación, disponibilidad de información y actuando conjuntamente entre los diferentes niveles de profesionales de la construcción.

Los arquitectos consultarán a los subcontratistas y los comerciantes antes de licitar los proyectos; los subcontratistas no tendrán miedo de decir a los contratistas generales lo que ellos piensan y los GCs serán más receptivos para escuchar; los edificios serán más inteligentes y se monitorearán a sí mismos desde el momento de la colocación del concreto; los nuevos diseños de pisos de alta tecnología y las prácticas de construcción acortarán la ruta a la ocupación desde meses a semanas.

Los segmentos tilt-up y las cimbras removibles para concreto crecerán en los próximos 50 años, superando la actividad del mercado. Hoy, la industria del tilt-up se encuentra lejos de haber penetrado completamente el mercado. En algunos mercados tiene una fuerte presencia, en particular en los segmentos del mercado de edificios de baja y mediana altura. A medida que el conocimiento del sistema crezca, crecerá su popularidad.

**Los próximos 50 años serán equivalentes a los cambios de los últimos 400 años.**

Las industrias de las simbras aislantes y de mampostería han pavimentado el camino para las casas de concreto. La pericia, fuerza de trabajo y los materiales ya están en su lugar para el rápido crecimiento del mercado de las casas de concreto hechas con simbras removibles.

Todo lo que se requiere es que aquellas compañías con estos ingredientes esenciales levanten la mirada para que las oportunidades se expandan a sus negocios. La durabilidad, el desempeño de la energía, la velocidad de la construcción y la estética ayudarán a incentivar el crecimiento.

La tecnología continuará contribuyendo al crecimiento de la industria mejorando el producto y simplificando su colocación. El SCC y sus derivados serán la norma, no la excepción. El bombeado del concreto desde la base —desde cualquier parte— se incrementará, y los acabados casi perfectos, tanto en términos de planicie como de superficie, serán obtenidos en una base consistente.

### **Sofisticación del concreto**

En pavimentos, en los próximos 50 años, se dará un movimiento hacia un concreto de calidad más alto llevado por la implementación de la investigación del 10 a 12 años del Mapa de Carreteras de Pavimentos de Concreto de la FHWA, empezando con su “Sistema de Diseño de Mezcla de Pavimento de Concreto con

Base en el Desempeño.”

Se prevé un mayor énfasis en las especificaciones de desempeño. En donde se especifique resistencia, no habrá limitaciones sobre un mínimo de los materiales cementantes o en la relación de agua-materiales cementantes.

Habrà limitaciones en la segregación del mezclado durante la colocación y en la durabilidad. El agregado desde una fuente única será juzgado con base en la calidad, y no por su aplicación para concreto, asfalto, u otra aplicación especial. Las proporciones de las mezclas de concreto serán automáticamente ajustadas en la planta de dosificación para replicar el diseño de la mezcla.

El concreto hecho con cemento Portland dentro de 50 años será un producto más sofisticado de lo que es actualmente. Los retos del futuro están en cinco áreas claves: requisitos de la capacidad futura, economía de los materiales, características balanceadas de la superficie, seguridad y firmeza, y sustentabilidad. Podemos esperar ver una elevación dramática tanto en el tráfico como en la carga, al continuar aumentando la población. Eventualmente, habrá que expandir las redes de carreteras, considerar carriles para camiones únicamente, y asegurar la conexión entre aeropuertos, puertos, y terminales de ferrocarriles.

Por su parte, las agencias y los propietarios, los legisladores y los que pagan impuestos, deben de estar seguros de obtener una mejor rendición de cuentas por inversión en carreteras. No deben sacrificarse la seguridad y la durabilidad del pavimento por una rápida negociación de las condiciones del pavimento. Los pavimentos de concreto son más seguros y pueden ser diseñados para proporcionar excelente calidad de sonido y retener aquellas calidades por mucho más tiempo que los pavimentos de asfalto.

En cimbras, los materiales compuestos serán los que más predominen. Durante años se han realizado investigaciones con superficies compuestas como un reemplazo al triplay, pero los costos más altos de los compuestos todavía no los ha hecho una alternativa económica. A medida que las desventajas en costos se reduzcan y la provisión de triplay se haga menos confiable, más proveedores introducirán productos compuestos. Los compuestos no estarán limitados únicamente a reemplazos de triplay. Probablemente también veamos componentes de acero y aluminio evaluados y reemplazados en muchos sistemas.

El tiempo para el ensamble de las cimbras será reducido usando imanes o compuestos que se cierran a presión para conectar, alinear y amarrar las cimbras. El diseño de mezclas de concreto continuará avanzando. El concreto autocompactante será usado más ampliamente. La innovación en premezclados podría reducir las altas presiones en las cimbras que limitan el ritmo de colocación en muro y columnas altas.

Los materiales aislantes podrían ser incorporados en el premezclado y se podrían eliminar los paneles de espuma que actualmente son colocados dentro del muro o agregados después de la remoción de las cimbras. La selección del agregado podría ampliarse para incluir compuestos de cerámica moldeados para optimizar la resistencia, el peso y otras propiedades de diseño requeridas. El software de computadoras continuará reduciendo los requisitos de tiempo en la oficina. La programación del proyecto y el flujo de materiales mejorarán.

Los chips empotrados serán usados para proteger, controlar, y monitorear el equipo. Los componentes “inteligentes” notificarán a los usuarios si las presiones o las cargas se están aproximando o excediendo los límites de diseño. Los sistemas inteligentes podrían inclusive alertar a los usuarios sobre conexiones o componentes críticos que faltan o que están siendo instalados inapropiadamente. Continuarán proliferando los sistemas especiales. Inclusive, habrá más sistemas de moldeado diseñados para estructuras específicas de concreto para maximizar la productividad de la construcción.

Referencia: Concrete Construction.

**Temas relacionados**

**Su opinión**

**analisec**

**Pruebas no destructivas del concreto**

[Pruebas no destructivas del concreto](#)

[Para conservar la tersura](#)

[Construyendo verde con concreto gris](#)

[Tecnología de punta y voluntad de servicio](#)

[Los vientos del cambio del concreto](#)

[Nanotecnología](#)

[Las pruebas de cilindros de concreto](#)

[Demolición y reciclaje del concreto y la mampostería](#)

[AVANCES EN TECNOLOGÍA DEL CONCRETO](#)

**Artículo El futuro en concreto.**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

1 2 [\[ siguiente >> \]](#)

## Enamorado de las sombras

Gregorio B. Mendoza

Fotos: A&S Photo/Graphics

(Imágenes obra: cortesía Noriegga Iluminadores Arquitectónicos)

El lighting designer Ricardo Noriega Serrano es también conocido como el “Poeta de la Luz”; dentro de su biblioteca se encuentran libros con ejercicios realizados por aquellos que considera verdaderos maestros y entonces, parece recordar cómo fue su primer acercamiento con la luz.



La luz ha sido su emblema y orgulloso lo afirma. Este mexicano ha antepuesto siempre el hecho de llevar a mejor y con mejores condiciones el rostro nocturno e íntimo — en algunos casos — de la arquitectura o el paisaje en cualquier región y bajo las circunstancias específicas en las que ha trabajado, muchos de estos



espacios deben su sorprendente metamorfosis nocturna a la apasionada forma de trabajo de él y su equipo, su filosofía es simple: provocar que los espacios sean percibidos como nunca han sido.

### ¿Puedes decirme cómo se da este primer acercamiento a la arquitectura y a la luz en ella?

En realidad nunca pensé en llegar a ser un iluminador, fui un niño muy tímido y malo para los deportes. Me puedo considerar como una generación experimental, urbanamente hablando, porque mi generación fue un experimento. Tuve la oportunidad de crecer en una unidad habitacional en los años sesentas, y mis padres le apostaron al auge de los departamentos, al habitable modo vertical.

Te confió esto por que tal vez para mucha gente sea desagradable el vivir en un departamento, para mi fue una gran experiencia. Me sentaba en la entrada de un edificio orientado hacia el poniente de la ciudad y me percataba de que, al ponerse el sol como a las 5 ó 6 de la tarde la calidez de la luz natural empezaba a crecer y entonces el edificio que era blanco se tornaba en un color anaranjado candente, cálido; era también agradable ver ese juego de ramificaciones que producía la sombra de los árboles y el viento; en mi imaginación veía una danza de sombras sobre el muro del edificio frontal; en realidad no me enamoré de la luz, sino de las sombras, y ese fue el primer contacto que tuve entre la luz, la sombra y el concreto hecho arquitectura. Por eso lo mío son las sombras, aunque la gente piense que es la luz.

### ¿Qué pasa entre la luz y el concreto?, ¿Cómo manejas esta fusión?

“Mira la fusión existe históricamente, es formidable, pero la gente le tiene miedo al concreto, piensan que es frío; eso es imposible, el concreto no puede ser de esta forma y mucho menos realizando un buen ejercicio

de iluminación en los espacios realizados con este material.

Vivimos dentro de una ‘capsula’ de concreto, el concreto gris o negro no puede ser frío, uno es el que se encarga de hacerlo cálido con la luz y su ubicación perfecta. Para el latino el concreto representa la

energía de manera cálida con la luz y su abstracción poética. Para el teatro el concreto representa la protección de lo más sagrado que tiene: su casa y familia, esto es completamente diferente a lo realizado en países como Estados Unidos donde la madera exhibe constantemente su fragilidad por su falsa calidez”.

Los comienzos de Noriega en el ambiente son estrafalarios y diversos. Todo comenzó —afirma— al observar los efectos de luz que se realizaban en el escenario de un concierto de rock, a partir de ahí comenzó a cuestionarse cómo se producían esos colores y el por qué generaban un importante cúmulo de emociones los efectos logrados.

“Me interesaba mucho el tema. Lo primero que se me ocurrió fue ir al Palacio de Bellas Artes; cuando llegué me introduje hasta el escenario, ahí fue donde conocí al encargado de la iluminación quien me dio la oportunidad para trabajar con ese juego de luces; posteriormente, me di cuenta de que no congeniaba con el sindicato de Bellas Artes, dada esa cuestión conseguí trabajo en el canal 13 y Televisa en giras de agrupaciones de rock, hasta que senté cabeza, y me dediqué a vender iluminación arquitectónica y ahí fue donde me di cuenta de que representaba un buen futuro. Sin embargo, lo dejé en un tiempo para unirme a un comercializador de piezas para la fabricación de artefactos lumínicos, después decidí estudiar arquitectura para buscar un vínculo con el diseño de iluminación.

Desde ese tiempo he tratado de que el diseño mexicano esté en lo alto y eso nos compromete (a Noriega Iluminadores Arquitectónicos) a hacer las cosas más que bien, buscar la excelencia; en nuestra vida cotidiana procuramos enaltecer los espacios con luz. Con ello me refiero no sólo a espacios interiores sino a todos aquellos hasta de carácter funcional o simbólico como distribuidores viales o monumentos: la luz tiene esa magia, puede hacer majestuoso un puente de concreto al igual que una fuente o un espejo de agua”.

### **¿En ese punto es donde entra la luz como articulador de vida?**

“Por supuesto, la gente hoy por hoy piensa que la luz es mala, imposible, la luz no puede ser mala; es buena, tiene una función orgánica. Está comprobado de acuerdo a numerosos estudios que la luz adecuada puede incrementar la calidad de vida y hasta curar enfermedades graves como el cáncer.

Por ello es un compromiso configurar espacios partiendo de un buen análisis de éste para saber que tipo de iluminación necesita y a qué grado utilizar los conocimientos de diferentes índoles para obtener dichos resultados, ya sea que queramos un espacio cálido o uno frío. Lo anterior nos puede generar un ahorro de energía importante y diferentes tipos de sensaciones en los que habitan estos espacios; creamos experiencias en el usuario dependiendo la tipología que se maneje ya que no es lo mismo un restaurante que una residencia, pero la filosofía de trabajo siempre se conserva.

Nosotros debemos de estar concientes que los retos a nivel ambiental son mayores, hace tiempo en las principales ciudades europeas durante cinco minutos fueron apagadas todas las luces para disminuir el calentamiento global, esto es una buena iniciativa aunque se puede combatir estos cambios radicales en el planeta siendo concientes de los equipos y la tecnología empleada.

No podemos hacer mucho mientras la gente siga llamando foco a la luminaria y lámpara al luminario. Hay que entender que si nosotros tenemos una excelente lámpara necesitamos un excelente luminario con un excelente óptica, si tenemos un balastro electrónico vamos a darle una mejor vida y rendimiento lumínico a la lámpara, esto nos permitirá darle un mejor diseño estilizado de luminaria, eso se llama evolución, vanguardia, ahorro de energía, de material, lámparas más compactas, mayor calidad de vida al usuario.

Proyectos de iluminación urbana han sido parte de diversos rescates de sitios históricos o monumentos **¿qué piensas de ello?** Aplaudo mucho lo que hacen los gobiernos y diversas fundaciones, por ejemplo en la Ciudad de México o San Luis Potosí, porque ahí existe un plan; en el momento que entendamos que es responsabilidad de cada uno de los especialistas o de los mandatarios que intervienen en ellos, en ese momento vamos a postrarnos en el primer mundo. La cuestión es cambiar la cultura existente y entender que estos espacios nos dan identidad, nos parte de nuestra historia, merecen tener un carácter festivo y digno

estos espacios nos dan identidad, son parte de nuestra historia, merecen tener un carácter festivo y digno que nos represente como país porque nos olvidamos que México tiene un gran potencial turístico, si lo ves desde el punto de vista económico un buen trabajo de iluminación en una catedral o sitio arqueológico provoca mayor ingreso por concepto de atracción turística”.

### **¿Ha cambiado esta cultura a la que te refieres?**

“Si ha cambiado, porque hay arquitectos comprometidos con la luz y el mercado, un ejemplo es Gustavo Avilés que trabaja a nivel global, hace obras en México como las hace en Europa. Dentro de los proyectos que nos enaltece mencionar a nosotros es un hotel en La Habana, Cuba, que se rescató cuidando el ahorro de energía. Lo más importante fue haber participado con un especialista en un lugar tan precario como lo es La Habana y el superar ese aislamiento de todo tipo, ese fue el reto del que estamos orgullosos.

Otro proyecto interesante es el Puente Negro; en éste se generó no sólo un cambio estético de la zona sino una paulatina pero fuerte transformación social de los barrios que rodeaban este símbolo local del Estado de Chihuahua. México exporta talento debemos seguir en esa línea”.

En arquitectura, urbanismo, o paisajismo

### **¿cómo crees que se podría definir el papel de la luz?**

“Confort más espacio igual hábitat.

Definámoslo como fundamental porque, por ejemplo claro sería el decir que cuando descansas y despiertas, lo primero que vez es la luz y te das cuenta de que estás vivo; si estás en un lugar pésimamente iluminado no vives, hay que ser iluminado, no alumbrado. Este último término debe aplicarse a aspectos urbanos como las calles o plazas donde el factor a cuidar es sobretodo el confort visual”.

Hoy, a casi 10 años de haber sido fundada la firma Noriegga Iluminadores Arquitectónicos, Ricardo Noriega afirma que falta mayor preparación en las universidades para abordar el tema como una verdadera especialidad, aun así reconoce los esfuerzos que empresas como Phillips han realizado por incrementar la difusión y la responsabilidad ambiental en este sector profesional.

“La base de una verdadera evolución serán las universidades, las empresas y los estudiantes, esa generación de alumnos que se enfrentan a un mundo real competido y que tienen la capacidad o el valor de hacerlo. Es aberrante pensar que la solución en iluminación se considere al final de la obra, que primero se haga el proyecto eléctrico y después la iluminación; esto ha traído acciones nefastas. Se necesita hacer un ejercicio de conciencia para no utilizar el termino “similar” que tanto daño provoca, habrá que recordar por ejemplo que, un conducto es un polímero de alta ingeniería con agentes retardantes de fuego y no es algo tan sencillo como lo plantean aquellas empresas que ofrecen productos similares con bajos estándares de calidad”, Señaló. “Creo firmemente que habrá que pensar ya en cuestiones más allá de los protagonismos comunes; tenemos que ver un fin común de progreso continuo; por ello, en el caso de la iluminación esto no se dará si no pensamos de manera integral: aquel que diseña la iluminación es el que la suministra, instala y le da mantenimiento, ya que cada parte es independiente e importante, es cuestión de calidad y de respeto a un mercado.”

### **Finalmente, ¿cuales son tus expectativas en esta especialidad de la arquitectura en México?**

“Creo que vamos por buen camino aunque nos falta mucho por recorrer en comparación con lo que se hace

en Europa (estas comparaciones siempre son malas pero ayudan a esforzarse). Hay un importante avance debido a que muchos de los maestros mexicanos de la Luz como Álvaro Nieva y Avilés son personajes dispuestos a impartir cátedra o compartir sus conocimientos; esta es una visión del futuro que no muchos tienen, por ello se verá en poco tiempo el avance significativo de esta área de la arquitectura ya que no sólo se harán más trabajos a nivel público sino con mayor calidad”. Cabe señalar que actualmente Noriegga Iluminadores está trabajando en el desarrollo de proyectos residenciales y viviendas unifamiliares en la provincia mexicana; comercios, bares, restaurantes y hoteles de mayor escala con sedes extranjeras comienzan a integrar la nueva carga de encomiendas de este joven despacho de iluminadores

arquitectónicos.

### Temas relacionados

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

[El sello de Farrater el Castellon de la plana](#)

[Capacitar y asesorar tarea de primer orden](#)

[El arquitecto sin adornos](#)

[Un aeropuerto para el siglo XXI](#)

1 [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [\[ siguiente >>\]](#)

### Su opinión

**Artículo Enamorado de las  
sombras.**

- MALO
- BUENO
- REGULAR

Votar

• **Mientras espera... nace un libro**

Con información de Cemex, de El Economista del Excélsior.

• **La Tecnología del Concreto**

Luis Antonio Cruz Ulloa.

• **La prefabricación en la vivienda**

Juan Fernando González G.

• **Nuestra Semana Mayor**

Juan Fernando González G.


  
 principal imprimir enviar a su agregar a
   
 un amigo opinión favoritos

## Mientras espera... nace un libro

CEMEX México presentó el libro conmemorativo del Premio Obras CEMEX 2006, en donde son reconocidas, desde hace 15 años, las mejores construcciones de concreto en el mundo. Además el licenciado Francisco Garza Zambrano, Presidente de CEMEX México, Estados Unidos y Comercio Internacional anunció la creación de la Beca “Arquitecto Marcelo Zambrano” que apoyará estudios de posgrado en el extranjero de jóvenes arquitectos mexicanos.



En el libro están reseñadas las obras ganadoras y finalistas del certamen —que en 2006 formó parte de las celebraciones del centenario de la cementera—, en el que participaron un total de 298 proyectos realizados en México y 59 más en 23 países de cuatro continentes. Ante profesionales de la arquitectura y representantes de la industria de la construcción, Garza Zambrano, señaló que el premio busca estimular la generación y el intercambio del conocimiento, así como la innovación y competitividad en la construcción, al tiempo que reconoce a los profesionales que hacen posible edificar un México y un mundo cada vez mejores. Cabe recordar que el Premio Obras CEMEX fue instituido en 1991 para reconocer a lo mejor de la construcción en concreto de México, y a partir de 2004 la convocatoria del certamen es internacional.

Respecto al anuncio de la beca “Arquitecto Marcelo Zambrano”, dijo que tiene como objetivo apoyar a jóvenes arquitectos mexicanos para que realicen estudios de posgrado en alguna universidad de prestigio del extranjero y de esta manera continúen su formación. La designación del ganador de la beca estará a cargo de un Consejo de Expertos, integrado por algunos de los arquitectos más importantes del país y un miembro de la familia del arquitecto Marcelo Zambrano. En otras actividades, la cementera informó el 23 de abril que sus ventas netas consolidadas del primer trimestre de 2007 crecieron 9% respecto al mismo periodo de 2006, ubicándose en 4 mil 301 mdd. El flujo de operación fue 6% superior, para ubicarse en 868 mdd en el trimestre.

En cuanto a las ventas fueron impulsadas por mayores volúmenes de cemento y agregados, así como por una mejor dinámica de oferta y demanda en la mayoría de sus mercados. Héctor Medina, Vicepresidente Ejecutivo de Planeación y Finanzas, afirmó: “CEMEX sigue incrementando sus ventas, mejorando su eficiencia y reduciendo deuda, a pesar de la desaceleración en el mercado de vivienda en Estados Unidos. Tenemos sólidos fundamentos financieros y estamos bien posicionados en nuestros mercados para continuar creciendo rentablemente.” Con información de Cemex, de El Economista del Excélsior.

## La Tecnología del Concreto

En un ambiente cálido como su gente tuvo lugar el primer curso en Sinaloa —desde hace diez años— dedicado a Tecnología del Concreto, desarrollado los pasados 14 y 15 de mayo. Se trató de un curso peculiar que mostró una visión actual sobre los requerimientos de concreto. Esta



que mostro una vision actual sobre los pavimentos rigidos de concreto. Esta combinaci3n result3 interesante para los m3s de 200 asistentes, que adem3s tuvieron la oportunidad de observar c3mo se construye un piso industrial, un pavimento r3gido de concreto al tiempo que conocieron las siete pruebas b3sicas al concreto en estado fresco.



Tecnolog3a del Concreto en Culiac3n es resultado de la suma de esfuerzos que el IMCYC —tanto desde el 3rea de Enseñanza como de la Universidad Aut3noma de Sinaloa, a trav3s de su Facultad de Ingenier3a— organizaron junto con el apoyo de el Colegio de Ingenieros Civiles de Sinaloa AC y la CMIC, Delegaci3n Sinaloa. Cabe decir que tambi3n se cont3 con el patrocinio de CEMEX Concretos Culiac3n y TecnoConstrucciones.

El ing. Luis Garc3a Chowell mostro a los asistentes los puntos b3sicos en los procesos de elaboraci3n, manejo y colocaci3n de un buen concreto, as3 como el desarrollo de un diseño de mezclas y la normalizaci3n al respecto. Ya en campo, con la ayuda de un t3cnico fue realizada una demostraci3n de las pruebas b3sicas al concreto en estado fresco, donde los participantes aclararon sus dudas durante la ejecuci3n de las pruebas. Por su parte, el ing. Aurelio Salazar, expuso una introducci3n a los pavimentos r3gidos de concreto, diseño, procesos, cuidados, mantenimiento y rehabilitaci3n. Ya en campo el ing. Jes3s E. Alfaro explic3 el proceso de elaboraci3n de construcci3n para un piso industrial, as3 como el equipo, materiales y aditivos necesarios para obtener el resultado requerido. Adem3s de tener gran asistencia local de gente de la Universidad Aut3noma de Sinaloa (UAS), la Universidad Casa Blanca y empresas locales, tambi3n acudieron asistentes de Mazatl3n, donde pr3ximamente se desarrollar3 un trabajo de capacitaci3n en la Escuela de Ingenier3a y Arquitectura de la UAS, con la colaboraci3n de los Colegios de Ingenieros y Arquitectos.

Por otro lado, cabe mencionar que el MC H3ctor Melesio Cu3n Ojeda —Rector de la UAS— y el MC Daniel D3mazo Ju3rez —Director General del IMCYC— firmaron un Convenio de colaboraci3n con el cual se pretende alcanzar una mayor capacitaci3n de alta calidad y educaci3n continua en materia de cemento y el concreto en el estado de Sinaloa.

## La prefabricaci3n en la vivienda

La industria de la construcci3n es detonante econ3mico fundamental para la econom3a de cualquier pa3s, y M3xico no es la excepci3n. De hecho, se espera que el crecimiento de este rubro durante 2007 sea de 4.5%, y particularmente en el sector de la vivienda que la inversi3n supere los 241 mil millones de pesos, lo que significa un crecimiento del 3.2% con relaci3n al año pasado. Es en este contexto que cobra importancia la construcci3n de vivienda con sistemas prefabricados, lo cual qued3 de manifiesto en el recorrido que realizaron algunos de los organizadores del WORLD OF CONCRETE M3xico 2007 y funcionarios de la Comisi3n Nacional de Vivienda (CONAVI) a trav3s del complejo habitacional Rinc3n de la Montaña, ubicado en Atizap3n, Estado de M3xico, el cual est3 a cargo de la constructora Hogares Mexicanos (HOMEX).

Este desarrollo de vivienda media es ejemplo de la utilidad de los elementos prefabricados que aceleran el proceso de construcci3n, lo simplifican y, por si fuera poco, se abarata el costo de este tipo de vivienda hasta en un 30 por ciento, a decir del ingeniero Francisco Javier Willis L3pez, Coordinador Regional Sur de Vivienda Residencial de la constructora Hogares Mexicanos (HOMEX).

El proyecto en referencia supone una inversi3n de 250 millones de d3lares, monto que se aplicar3 en la construcci3n de un total de 53 edificios de 6,7 y 8 niveles —se han concluido a la fecha 17— que albergar3n 1696 departamentos de entre 96 y 100 metros cuadrados asentados en una extensi3n de 30 hect3reas. Por su parte, el ingeniero Daniel D3mazo Ju3rez —director general del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto— destac3 la importancia que tienen los elementos prefabricados en esta clase de desarrollos y estableci3 que “la vida 3til de estas edificaciones rebasar3 los 70 años porque aqu3 todo es estructural y no hay tabiques. Pensemos que la resistencia de un tabique es de entre 25 y 30 kilos, mientras que la del block tiene una resistencia de entre 40 y 50 kilos.

Aqu3 estamos hablando de 250 kilogramos de resistencia en todo el muro. “Deber3a haber m3s obras de este tipo. Tiene muchas ventajas; son m3s baratas las viviendas, es una obra muy limpia, no hay desperdicio y todo se hace muy r3pido. Este tipo de desarrollos son escasos, pero puedo decir que este proyecto y este sistema de prefabricado es 3nico hoy d3a. Claro, existe el proceso prefabricado presforzado, postensado, pero es m3s caro y es diferente”, coment3. En su oportunidad, la licenciada Rosa Mar3a Escobar Briones, —subdirectora de Desarrollo Tecnol3gico de Vivienda de CONAVI— aplaudi3 el desarrollo de esta clase de proyectos: “Hacer una vivienda sustentable se basa en el ahorro de los recursos, como el agua y la energ3a el3ctrica, y en el caso de este desarrollo tiene una planta de tratamiento de agua. Sin embargo, se podr3an contemplar algunos elementos para el buen manejo de los residuos s3lidos, la instalaci3n de calentadores solares, o vidrios que reflejen el calor, as3 ahorradores de agua en los sanitarios. Todos estos elementos contribuyen a que

la vivienda sea más eficiente, y se pueden asumir independientemente del sistema constructivo que se esté utilizando”, afirmó.

## Promoción de la equidad

En su cuarta edición, WORLD OF CONCRETE México 2007, contará con una serie de conferencias dictadas por ponentes del más alto nivel. Al respecto, el ingeniero Donato Figueroa Gallo —gerente de Enseñanza del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto—, responsable de organizar este ciclo de presentaciones, comenta que “organizar este tipo de eventos es complejo pues tratamos de satisfacer las demandas de grupos de profesionales importantes, los cuales requieren este tipo de conocimientos. Hay tanta información que tendríamos que hacer este encuentro durante un mes, pero el reto es hacerlo en tres días”.

### Una probadita

Se darán 28 conferencias —dos de ellas magistrales— que darán un panorama completo de las distintas áreas de oportunidad en la industria de la construcción. Destaca la participación del concreto en las casas habitación, con las conferencias auspiciadas por la Comisión Nacional de Vivienda, entidad que de nueva cuenta se suma a este esfuerzo para celebrar el Segundo Seminario de Vivienda Sustentable: Cambio Climático y Desarrollo Habitacional.

El encuentro, dice Figueroa, ofrece un sinnúmero de oportunidades para arquitectos, ingenieros, técnicos y contratistas, pero tal vez el interés generalizado debería enfocarse “en las áreas de la tecnología, porque cuando comprendamos bien cómo se concibe un concreto hidráulico tendremos la plataforma para saltar y entender el comportamiento de las estructuras de concreto”. Una de las presentaciones que ha despertado mayor expectación es la que dictará el doctor Masahiro Ouchi, adscrito a la Kochi University of Technology, de Japón, quien explicará los avances más recientes en torno a los concretos autoconsolidables.

### El rostro del público

En este tipo de encuentros converge toda clase de gente. Sobre el perfil del asistente, Donato Figueroa dice: “Hay un amplio sector que toma decisiones y busca colocar sus equipos, o existe la otra cara, gente que quiere adquirir equipos y lo complementa con las conferencias. Muchos especialistas acuden a las conferencias porque saben que necesitan actualizarse en un tema, y hacerlo en México es más accesible que en el extranjero”. Quienes visitan WOC México son exigentes, “y de allí la preocupación para satisfacer a la gran mayoría. Mucha gente nos sugiere que llevemos a un conferencista a otro país, o que las exposiciones tengan un nivel más alto porque ya tienen un conocimiento intermedio. Lo que tratamos de hacer es satisfacer a la gran mayoría. No presentamos investigaciones profundas, ni tampoco nos metemos a los reglamentos de una manera muy exhaustiva porque no es el objetivo. Sabemos que son importantes las normas y los reglamentos de construcción, pero lo que queremos es ver el asunto desde el punto de vista práctico.

La huella de las conferencias tiene el sello del IMCYC, ya que para definir sus contenidos participamos entre 3 ó 4 personas. En suma: “el programa de conferencias es el alma, la columna vertebral del WOC México; efectivamente tenemos empresas importantes dentro de la exposición, pero creo que las exposiciones son la chispa y el brillo de WOC México 2007”, concluye.

19 DE JUNIO

	FUNDAMENTOS DEL CONCRETO	CONCRETO EN LA VIVIENDA	CONCRETO PREFABRICADO
8:00-10:00	<p>MATERIALES PARA CONCRETO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso correcto de los materiales que constituyen el concreto.</li><li>• Obtenga mezclas de calidad basadas en normas vigentes que le traerán beneficios y ahorros en los costos.</li></ul> <p><i>Calvin McCall, SR ingeniero constructor, Concrete Engineering Specialist</i></p>	<p>INFRAESTRUCTURA: ENERGÍA RENOVABLE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprenda la gran importancia de la utilización de energías renovables en la infraestructura para vivienda (eólica, solar, entre otras).</li><li>• Conozca cómo la eficiencia energética, una oportunidad de desarrollo de infraestructura así como los servicios de infraestructura eficientes.</li></ul> <p>CONAVI</p>	<p>ELEMENTOS PREFABRICADOS PARA FACHADAS EN EDIFICIOS ALTOS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conozca la versatilidad de estos elementos. Como se realiza el izaje y la unión de estas piezas.</li></ul> <p><i>Francisco X Barona y Rafael Barona, FAPRESA</i></p>
10:15 - 12:15	<p>PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evalúe las mezclas de concreto y entérese cómo ajustar las mezclas con agregados y aditivos.</li></ul> <p><i>Calvin McCall, SR ingeniero constructor, Concrete Engineering Specialist</i></p>	<p>VENTAJAS Y APLICACIONES DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE VIVIENDA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se enterará de los nuevos desarrollos industrializados que proporcionan beneficios adicionales en el programa de construcción y en las inversiones realizadas.</li></ul> <p><i>Fernando Mayagoitia, Lean House</i></p>	<p>CONCRETO SIN MANO DE OBRA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Entenderá una nueva tecnología integral para incrementar la productividad en la elaboración de elementos prefabricados.</li></ul> <p><i>Rosa Elba Rodríguez, CTCC</i></p>
12:30 – 14:30	<p>NUEVOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES ASTM EN CONCRETO AUTOCONSOLIDABLE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Usted distinguirá nuevas normas aplicables al concreto autoconsolidable para su evaluación</li><li>• Estándares internacionales ASTM, revisión y relaciones</li></ul> <p><i>James Olshefsky, ASTM Internacional</i></p>	<p>CALIDAD Y PERSPECTIVA DE MERCADO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Observará sistemas de calificación para vivienda verde y aprenderá la normatividad para la calidad, seguridad y sustentabilidad de la vivienda</li><li>• Conocerá la importancia de la certificación de los desarrollos habitacionales verdes, sus herramientas de simulación y monitoreo.</li></ul> <p>CONAVI</p>	<p>PARTICIPACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA PREFABRICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN URBANA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Esté al tanto de cómo la construcción de puentes peatonales, pasos deprimidos se pueden integrar con el paisaje del entorno urbano.</li></ul> <p><i>José Eduardo Chávez Aviña, ANIPPAC</i></p>
14:30 - 15:00	<p>CEREMONIA DE INAUGURACIÓN</p>		

15:00

LUNCH BUFFET - AREA DE EXPOSICIÓN

20 DE JUNIO

	PRODUCCIÓN EN CONCRETO	PISOS Y PAVIMENTOS	NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES
	MANEJO DE LA SEGURIDAD EN OBRA AL USAR LAS BOMBAS DE CONCRETO	DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES	INNOVACIONES EN CONCRETO
8:00-10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad básica en la obra para trabajar con bombas de concreto.</li> <li>• Procedimiento de emergencia, peligros de electrocución, señalización, técnica para el manejo adecuado de mangueras.</li> <li>• Causas comunes de accidentes y procedimientos de seguridad al trabajar con concreto bombeado.</li> </ul> <p><i>Robert Edwards y Dan Mace, ACPA.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenda cómo diseñar de manera más correcta pisos industriales.</li> </ul> <p><i>Antonio Gallovich S., Colegio de Ingenieros de Venezuela.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto de alto rendimiento.</li> <li>• <i>Self cleaning concrete.</i></li> <li>• Concreto translúcido.</li> <li>• Materiales y aplicaciones especiales.</li> </ul> <p><i>Terry Holland, Consultant.</i></p>
10:15 - 12:15	CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto lanzado para la estabilización de taludes, minas y túneles</li> <li>• Prefabricados, reforzados con fibras de acero</li> </ul> <p><i>Jeff Novak, American Society of Testing and Materials - ATSM - Fiber Reinforced Concrete.</i></p>	LA IMPORTANCIA DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO EN LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entérese cómo extender la vida útil de los pavimentos de concreto.</li> <li>• Conozca los conceptos relevantes sobre durabilidad del concreto.</li> </ul> <p><i>Shiraz Tayabji, CTL Group.</i></p>	SISTEMAS COMPUESTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL PARA ELEMENTOS DE CONCRETO <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conozca los materiales disponibles y su facilidad para instalarlos en elementos estructurales.</li> <li>• Vea las etapas constructivas que se deben considerar en la colocación del refuerzo.</li> <li>• Aplicaciones prácticas en estructuras de concreto reforzado y mampostería.</li> </ul> <p><i>Ari Da Paula Machado, Consultant, BRASIL.</i></p>
12:30 - 14:30	OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO UTILIZANDO LOS CEMENTOS DE MANERA ADECUADA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenda a optimizar y perfeccionar las propiedades del concreto.</li> </ul> <p><i>Terry Holland, Consultant</i></p>	CONSTRUCCIÓN DE PISOS INDUSTRIALES <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conozca el método constructivo más eficiente así como todos sus elementos: barreras de vapor, juntas y acabados.</li> </ul> <p><i>Antonio Gallovich S., Colegio de Ingenieros de Venezuela</i></p>	TECNOLOGÍAS APLICABLES EN LA CONSTRUCCIÓN VERDE <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenda el uso eficiente de la energía en el diseño de la edificación.</li> <li>• Las estrategias y tecnologías para el aprovechamiento integral del agua, así como los materiales y sistemas constructivos de emisiones bajas.</li> <li>• Observe manejo de residuos sólidos en edificios verdes.</li> <li>• Conozca las opciones de energía renovable: pared solar, calentadores solares, fotovoltaicos, materiales amigables con el medio ambiente y materiales con contenido reciclado.</li> </ul> <p><i>CONAVI</i></p>
14:30 - 15:00	LUNCH BUFFET - AREA DE EXPOSICIÓN		
16:00 - 18:30	<b>CONFERENCIA MAGNA</b> "Concreto autoconsolidable experiencias exitosas" <small>Members Only! Knowledge of Technology in CONCRETE</small>		

21 DE JUNIO

CONCRETO AUTOCONSOLIDABLE. EXPERIENCIAS EXITOSAS		REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS	
8:00 - 10:00	<p>EXPERIENCIAS RECIENTES EN LA INFRAESTRUCTURA DE JAPÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe todos los beneficios en el procedimiento constructivo y aprenda de casos específicos en Japón.</li> </ul> <p><i>Masahiro Ouchi, Kochi University of Technology, JAPÓN.</i></p>	<p>REPARACIONES ESTRUCTURALES Y TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenda las técnicas de reforzamiento empleando acero suplementario, paneles, fallas de cortante, vigas adicionales y cables postensados.</li> </ul> <p><i>Predrag Popovic, Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc.</i></p>	
ADMINISTRACIÓN	CONCRETO DECORATIVO Y ARQUITECTÓNICO		
10:15 - 12:15	<p>FINANCIAMIENTO E HIPOTECAS VERDES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinga el financiamiento para la infraestructura eficiente.</li> <li>• Hipotecas verdes.</li> <li>• Conozca los mecanismos y estrategias financieras para la construcción verde y las áreas de oportunidad para el financiamiento de la vivienda sustentable.</li> </ul> <p><i>CONAVI</i></p>	<p>CONCRETO DECORATIVO EN ELEMENTOS VERTICALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conozca este tipo de concreto tan útil en la construcción.</li> <li>• Vislumbre las oportunidades para aplicar nuevas formas y texturas en elementos verticales.</li> </ul> <p><i>Harry Moats LM Scofield Company</i></p>	<p>EVALUACION Y REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO CON FIBRAS DE CARBÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúe su estructura y los métodos de reforzamiento.</li> <li>• Conozca las especificaciones de los productos a emplear.</li> </ul> <p><i>Ari Da Paula Machado, Consultant, BRASIL</i></p>
12:30 - 14:30	<p>SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenda a clasificar riesgos y medidas preventivas y controle la señalización, trabajos en altura, equipos y herramientas con ejemplos prácticos</li> </ul> <p><i>Raúl Bracamontes ADRA Tecnología en servicios S.A. de C.V.</i></p>	<p>MANTENIMIENTO DE FACHADAS Y CONCRETO ARQUITECTÓNICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como reparar y mantener fachadas de concreto arquitectónico</li> </ul> <p><i>Predrag Popovic, Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc.</i></p>	<p>VIDA ÚTIL Y DURABILIDAD EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo enfoque de la vida útil de las estructuras de concreto.</li> <li>• Conozca cómo influye el diseño arquitectónico en la durabilidad de estructuras de concreto.</li> <li>• Maneje el control de calidad y criterios de aceptación de una reparación.</li> <li>• Analice casos de estudio.</li> </ul> <p><i>Pedro Castro Borges, Investigador titular del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - CINVESTAV- Unidad Mérida.</i></p>
14:30 - 15:00	LUNCH BUFFET - AREA DE EXPOSICIÓN		
16:00 - 18:30	<p><b>CONFERENCIA MAGNA</b></p> <p>"Cambio climático y desarrollo habitacional".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Debe adecuarse la construcción de vivienda</li> <li>• El desarrollo de políticas públicas de vivienda ante el cambio climático.</li> <li>• ¿Cómo puede contribuir la vivienda a revertir el cambio climático.</li> </ul> <p><i>Adrián Fernández/INE-MEX Fernando Tudela/SEMARNAT-MEX Gabriel Quadri/Ecosecurities-MEX</i></p>		



- [Pavimentos urbanos de concreto 2a parte](#)
- [Guía para solicitar servicios de bombeo 2a parte](#)
- [Pinturas para prefabricados de concreto arquitectónico 1a parte](#)
- [Tubos Flexibles de concreto](#)
- [Relación agregado - material cementante](#)



## PAVIMENTOS

### Pavimentos Urbanos de Concreto 2a parte

Desde la perspectiva de la Tecnología del concreto, se ha observado gran desarrollo tanto en lo relativo a cementos como a aditivos lo cual permite obtener hoy concretos de alta resistencia y durabilidad bajo cualquier condición climática y con las exigencias impuestas por los materiales locales. Asimismo, estos desarrollos han permitido que no sea necesario esperar semanas para habilitar un pavimento de concreto al tránsito, debido a que las mezclas de concreto convencional empleadas en la construcción de pavimentos alcanzan con cierta holgura a la edad de 3 días los 20 MPa de resistencia a la compresión necesaria para la habilitación. Bajo condiciones en donde se requiere una rápida habilitación al tránsito existe la alternativa de emplear mezclas del tipo fast-track mediante las cuales resulta posible la habilitación entre las 12 y 24 horas de edad.

Otro aspecto que contribuyó constructivamente fue el del desarrollo de membranas químicas de curado, entre los cuales destacan las resinas vehiculizadas en solvente que han mostrado ser sumamente efectivas y confiables para su empleo bajo las condiciones climáticas más exigentes.

#### Técnicas de reparación y rehabilitación

Durante los últimos 30 años han ido desarrollándose una serie de técnicas destinadas a la reparación de pavimentos de concreto, los cuales luego de haber brindado durante su vida útil un adecuado nivel de servicio, comenzaban a mostrar signos de deterioro. Mediante estas técnicas de probada eficiencia, resulta posible bajo un costo razonable llevar el pavimento a una condición de prácticamente nuevo y extender la vida útil del pavimento de 10 a 20 años. Dentro de estas técnicas se destaca las reparaciones en profundidad total y parcial, recolocación de pasadores, reparación de fisuras y pulido superficial.

La técnica de pulido superficial involucra la eliminación de una capa delgada de pavimento de concreto mediante el empleo de equipos que cuentan con un tambor de discos diamantados dispuestos cercanos entre sí. Esta operación resulta ideal para la restauración de pavimentos de concreto con escalonamientos significativos o donde se verifique una pérdida de fricción superficial, permitiendo alcanzar una calidad de circulación y seguridad de óptimas condiciones.

Entre las técnicas de rehabilitación, destacan los recubrimientos de concreto sobre pavimentos flexibles deteriorados. Esta técnica, conocida mundialmente como Whitetopping, ya ha sido aplicada en algunas obras en América Latina con éxito; está basada en la construcción de un recubrimiento de concreto de similares características que un pavimento convencional, directamente sobre el existente, brindando una expectativa de vida igual a la esperada en una obra nueva de concreto. Referencia: Instituto del Cemento Portland Argentino.

## PREMEZCLADOS

[Guía para solicitar servicios de bombeo 2a parte](#)

## **Guía para solicitar servicios de bombeo 2a parte**

Para solicitar un servicio de bombeo hay que tener la identificación del cliente con el proveedor. Es importante que el proveedor del servicio conozca la razón social del cliente. Esto identifica al solicitante como cliente de la empresa prestadora del servicio y ayuda a librar los trámites administrativos necesarios para que se pueda brindar el servicio. Sobre la identificación de la obra, es importante que los datos de la obra sean correctos. Si el acceso es complejo o es la primera vez que se solicita el servicio, es necesario proporcionar direcciones exactas. Este punto es fundamental ya que si no es claro el dato, se corre el riesgo de que la bomba llegue tarde el día del colado. En algunos casos, se puede dar de referencia adicional el número de plano y coordenadas de la obra en la Guía Roji. Regularmente, el proveedor de servicio hace una visita previa para ver las condiciones de accesos e instalaciones.

Acerca del horario del servicio y la fecha, resulta un punto obvio ya que indicará cuándo y a qué hora se deberá prestar el servicio. Es importante que se informe al prestador del servicio, la hora exacta en la que se ha solicitado el concreto y que será cuando la bomba deberá estar lista en la obra, instalada, preparada, lubricada, etc. Del volumen de concreto a colocar y el ritmo de colocación: esta información es también relevante ya que definirá la necesidad de una bomba mayor o menor. También debe informarse el ritmo de servicio de concreto que se ha solicitado, ya que la capacidad de bombeo de la máquina puede limitar un proceso balanceado de colocación del concreto. Sobre los elementos a colar y su ubicación en la obra, es necesario conocer si se colocará el concreto en pisos, muros, columnas, travesaños o zapatas. Si los elementos a colar estarán abajo del nivel de piso, a nivel o en niveles superiores. Generalmente las empresas de bombeo tienen tarifas diferenciadas por nivel de colocación del concreto.

Acerca del tipo de equipo de bombeo solicitado, cabe decir que si se solicita bomba de tipo estacionario, debe definirse cuanta tubería se necesitará para hacer el colado, qué distancias horizontales y verticales hay entre el lugar de descarga del concreto y su ubicación final en la obra. Hay que definir cuantos codos se requieren, y si serán de 90° o de 45°. Esto también puede significar la necesidad de modificar el tamaño y capacidad del equipo de bombeo ya que a mayor distancia o mayores cambios de dirección se requerirá un equipo distinto.

Si se solicita bomba de tipo pluma o telescópica debe definirse el alcance necesario de la misma y tomar en cuenta que los equipos requieren de espacio para su ubicación ya que tienen que abrir sus patas estabilizadoras y usualmente bloquean uno o dos carriles en las calles o accesos de obras. No deben existir cables eléctricos cercanos. Si se tienen dudas en estos temas, es mejor solicitar con anterioridad a la empresa del servicio que envíe a un supervisor a verificar estas situaciones. Se debe considerar que una bomba pluma se instala rápido, y una bomba estacionaria requiere de mayor tiempo de instalación y más cuando los accesos son complicados o existen instalaciones que lo dificultan o las líneas de tuberías son extensas y con múltiples accesorios.

De las características del concreto a manejar: Este punto es importante para saber la resistencia del concreto, su revenimiento, si se usarán aditivos superfluidificantes que auxilien en el proceso de colocación, si será algún concreto autocompactable o con agregados especiales ya sean pesados o ligeros, si se usará algún acelerante de fraguado o retardante del mismo, etc.

Es necesario saber de la empresa que surte el concreto y la planta o plantas de origen del mismo. Ya sea que el proveedor esté integrado con una empresa premezcladora o no, ya que dada su actividad, se conocen entre sí, y facilita la operación y coordinación el hecho de existir una buena relación entre empresas, cuando estas son distintas. Cuando es una sola empresa la que suministra el concreto y el bombeo, el punto se debe dar automáticamente. El conocer la planta o plantas que surtirán el concreto, ayuda a la adecuada coordinación entre las partes.

## **PREFABRICADOS**

### **Pinturas para prefabricados de concreto arquitectónico 1a parte.**

Hoy se ha dado enorme cambio en la forma de pensar de las plantas de prefabricados canadienses v

estadounidenses de concreto arquitectónico en cuanto al diseño de las superficies de los muros se refiere. Antes, la mayoría de los fabricantes de muros de concreto arquitectónico dotaban a sus productos con mezclas de concreto decorativo que consistían en cemento gris coloreado con agregados o con arena de color. La mayoría de los fabricantes de prefabricados de concreto arquitectónico usa en sus mezclas de decorativo un 100% de cemento blanco, agregados y arena con un color neutro, así como pigmentos para obtener el aspecto deseado.

Gracias a los cambios experimentados en la fabricación de mezclas de concreto decorativo en las plantas de producción de prefabricados de concreto, en este sector industrial creció la necesidad de desarrollar sistemas automáticos de dosificación de pigmentos en polvo. Entre los diferentes fabricantes existe una tendencia a las diferencias más que a las que similitudes; los fabricantes de pigmentos se vieron ante un gran reto, ya que debían ofrecer una gama de sistemas de dosificación lo más variada posible para satisfacer las demandas de toda la industria de los prefabricados de concreto. Una empresa que ha desarrollado una serie de sistemas es Dynamic Color Solutions, Inc., de Milwaukee, Wisconsin; es uno de los proveedores líderes de pigmentos para la industria de los prefabricados de concreto y fabrica equipos de dosificación automáticos.

La empresa no ha escatimado esfuerzos en esta labor y ofrece sistemas de dosificación de pigmentos exclusivos diseñados especialmente para las plantas de producción de prefabricados de concreto. Los ingenieros de Dynamic Color se dieron que un solo sistema de dosificación no era suficiente para atender las necesidades de la industria de los prefabricados. También estaban conscientes de que, a diferencia de otros productos de concreto, debido a los elevados costos de producción de los muros prefabricados, era necesario crear un sistema de dosificación de pigmentos que fuera más preciso y fiable que el resto de sistemas que se utilizan en otros campos de producción.

Con el fin de hacer frente a este reto, los ingenieros decidieron que en sus sistemas sólo se podrían utilizar pigmentos fluidos especialmente desarrollados que fueran adecuados para los prefabricados de concreto arquitectónico. Se optó por los pigmentos fluidos porque se pueden mezclar fácilmente con el concreto. Se abandonó la idea de poder mezclar con precisión todos los pigmentos teniendo en cuenta su volumen. En su lugar se optó por un método en el que se pesaría cada pigmento. Fuente: Planta de Hormigón Internacional, febrero 2007.

## TUBOS

### Tubos flexibles de concreto

En la anterior ocasión se hizo referencia en este apartado a la correcta instalación y a las ventajas de las tuberías de concreto. Hoy abordaremos el tema de los tubos flexibles. En este sentido, los tubos flexibles — como el tubo corrugado de polietileno de alta densidad y el corrugado de metal— no ofrecen suficiente resistencia estructural dentro del sistema tubosuelo.

La resistencia estructural del tubo de metal corrugado pocas veces pasa del 15% requerido en el sistema. Resulta aún menor la resistencia estructural de la mayor parte de la tubería plástica. Cabe subrayar que cuando el tubo rígido —como es el de concreto— es entregado en la obra, lo que se entrega es un conducto y la mayor parte de la estructura.

Por su parte, cuando se entrega tubo flexible —como el corrugado de polietileno de alta densidad— el contratista sólo recibe el conducto pero casi nada de la estructura. De ahí que para la instalación de los tubos flexibles se deberá construir un sistema sólido que aporte una estructura resistente al tiempo que será necesario un relleno adicional y material de soporte para enfrentar las especificaciones necesarias para crear la estructura.

Mientras que con el tubo de concreto el fabricante incluye la estructura en el tubo entregado, como ya se dijo, con la tubería plástica el contratista dependerá de una cuadrilla de instaladores para crear la estructura y la zanja con los materiales apropiados, que deberán ser colocados en forma correcta y con una cuidadosa compactación. Cuando el contratista instala tubería flexible la estructura deberá ser construida en la zanja lo

que frecuentemente significa que la tierra excavada deberá ser sustituida por materiales que provean un mayor soporte, como la roca.

El material de relleno debe ser colocado con precisión y ser compactado; por ejemplo, por lo menos del 85 al 95 por ciento es requerido debajo del arco del tubo flexible, así como por arriba del tubo para dar la estructura requerida que proteja al conducto.

Por el contrario, el tubo de concreto reforzado está fabricado usando un diseño indirecto o el método del diseño directo lo que permite determinar la cantidad de resistencia estructural que deberá tener el tubo sin importar la resistencia de los materiales de relleno. Por tanto, se podrá usar como relleno la tierra excavada en el sitio. Asimismo, el tubo del conducto aporta el 95% de la resistencia estructural del sistema independientemente de la calidad del material de relleno a usar. Así que casi nunca son requeridos materiales especiales para dar resistencia. Dependiendo de los requerimientos de una instalación, se puede usar un tubo de gran resistencia en el suelo blando, o uno de menor grado cuando el suelo es más duro.

Referencia: La instalación exitosa, Asociación Mexicana de Fabricantes de Tubería de Concreto AC.

## **MORTEROS**

### **Relación agregado - material cementante**

El método para la relación del agregado en el mortero es una prueba y está descrita en el ASTM C780, Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry. Este método determina la relación agregado material cementante de una muestra de un mortero fresco. La relación define el volumen del agregado (arena) y el de los materiales cementantes en una muestra de mortero. Los materiales cementantes incluyen los cementos Portland y los combinados, cementos para mampostería y mortero y cal.

Al comparar los valores de la relación de los agregados tomados de las muestras obtenidas durante la construcción, los productores, arquitectos y contratistas tienen una herramienta para el control de la calidad. Pueden evaluar si una muestra de un mortero particular fue bien mezclada comparando los resultados de las pruebas con la relación del diseño aprobado de mezcla del mortero.

El volumen del agregado se determina por medio del tamizado húmedo de una porción de la muestra de mortero fresco en un tamiz No. 100, y luego secando en un horno el material retenido para encontrar un peso seco. Los técnicos también realizan una prueba del contenido de agua para probar una muestra de mortero acompañante. Aquí, eliminan cuidadosamente el alcohol de la muestra que estaba en el sitio de la obra para retardar la hidratación.

Luego secan en un horno la muestra para encontrar el peso de los ingredientes cementantes. Usando estos dos resultados, siguen el procedimiento de cálculo que determina la relación de volumen de las dos porciones. Una ventaja de la prueba de la relación de agregado del mortero es la rapidez. Los técnicos pueden determinar la relación usando el procedimiento en horas. Las pruebas de compresión usando cubos o cilindros de mortero pueden requerir de varias semanas para desarrollarlas, ya que las muestras deben ser curadas, típicamente en tres, siete o 28 días. Aun entonces, los resultados de las pruebas de compresión

dependen en gran medida del método para elaborar y curar los cubos de las muestras. Existe, sin embargo, una desventaja. Puesto que el método de la prueba de la relación del agregado en el mortero usa un análisis de criba para medir la cantidad del agregado, es posible que haya ocurrido algo de hidratación del cemento con el paso del tiempo. Estas partículas más grandes o coágulos de cemento pueden ser retenidos en la criba. Entonces serían incluidos erróneamente en el volumen de arena, en vez de ser incluidos en la cifra de los materiales cementantes.

El grado de coagulación dependería de los materiales y las condiciones del sitio en donde se usa el mortero. Para resolver esta cuestión, la Asociación de Cemento Portland estableció un proyecto de investigación con la Asociación Nacional de Mampostería de Concreto para refinar el procedimiento esbozado en el documento de la ASTM. Su trabajo descubrió tres refinamientos que reducen directamente la preocupación

por el cemento hidratado. Recomendaron usar un tamaño correspondiente a una muestra de 500 gramos, limitar la ventana de pruebas a un límite de cuatro horas de dosificación, y exigir que el recipiente que contenga la muestra de mortero y alcohol sea completamente agitado. Las fuentes para la respuesta son "Ruggedness Testing of the Mortar Aggregate Ratio Procedure" [Pruebas de Robustez del Procedimiento de la Relación del Agregado en el Mortero.] Jeffrey Greenwald, Asociación de Cemento Portland, SN2767, 2004; y Asociación Nacional de Mampostería de Concreto, "Sensitivity Analysis of the Mortar Aggregate Ratio" [Análisis de Sensibilidad de la Relación de los Agregados en el Mortero.] Asociación de Cemento Portland, SN2842, 2006.

Fuente: The Concrete Producer, abril de 2007.

Temas relacionados

Su opinión

**Artículo Pavimentos urbanos de concreto. (Segunda parte).**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

[Especialización en la ingeniería Mexicana una necesidad](#)

[Cimbras que incrementan la producción](#)



## Precisión y elegancia

Gregorio B. Mendoza  
Fotos: Reinhard Zimmermann

Con esta obra, Agps Architecture —de la mano del arquitecto Marc Angéil— ha configurado un discreto objeto arquitectónico a nivel formal que por su transformación geométrica y el manejo de los materiales adquiere una importancia relevante, aun a pesar de su escala y la repetición constante de formas geométricas regulares.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Sin duda alguna, la localización de este edificio de vivienda es afortunada; su presencia se vislumbra desde de 2006 en lo alto del Lago Zurich, en Suiza, en el borde de una ladera desde la cual la vista es verdaderamente impresionante: desde el edificio es posible tener la panorámica de las colinas, montañas, árboles y diversos accidentes topográficos que integran el paisaje que rodea a este prisma rectangular de sólo tres niveles de altura y un subterráneo, el cual tuvo como uno de los fundamentos más importantes de su diseño el contacto visual con el exterior.

De hecho, éste fue el tema que generó las prioridades del programa arquitectónico al interior así como el concepto global de diseño, y es que no se hubiera podido entender de otra manera, hacia el oriente se extiende el lago que recorre la parte baja del valle, mientras que en el oeste una impresionante vista de las colinas hacen una magnífica compañía. Justo en las fachadas principales del edificio se localiza la obra e intervención artística de Blanca Blarer quien con una serie de bastidores móviles determinó —con base a los cuestionamientos sobre la organización interna y las vistas— romper las directrices horizontales de la fachada acentuando con paneles de madera en distancias irregulares respecto a la estructura y las cancelarías de aluminio, de tal modo que la apariencia exterior del edificio en sus caras más amplias son resultados como un collage de diversos materiales en tonos de gris que se transforman en superficies sutiles, donde los armazones confinan las ventanas, mientras que los elementos cerrados bloquean totalmente la vista.

No hay desventajas con esto ya que simplemente en el interior se dirigen las vistas deseadas (por un inadvertido marco hacia el lago, el parque y las montañas) y en el exterior se rompe con la monotonía que en determinado momento se generaba. De esta forma, el valor de este trabajo está en los diversos juegos de luz que se producen tanto al interior de los departamentos, así como la posibilidad de aligerar la sólida presencia del concreto al perforarlo por pequeñas aberturas en las fachadas laterales. Hay un contraste dinámico entre el interior del edificio, donde la luz y la transparencia dominan, y su exterior. Es un bloque pequeño, gris que parece atípico de un edificio residencial debido a que integra conceptos como el manejo de la perspectiva y la duplicación visual.

### Programa

El edificio está integrado por un sótano desde el que es posible acceder tanto a la zona de estacionamiento

### Un compromiso

puede acceder tanto a la zona de estacionamiento para los condóminos como al vestíbulo principal donde también se localiza la recepción, un primer departamento y los locales de servicio (cuarto de maquinas, subestación eléctrica, etcétera). La circulación vertical es prudente, con apenas un elevador desplazado hacia una de las esquinas y una escalera de servicio dispuesta en la parte central del volumen queda resuelta. Utilizando la profundidad entera del edificio, cada departamento cuenta con orientaciones hacia el oriente y el poniente al mismo tiempo, esto permite obtener una favorable ventilación cruzada ya que los espacios interiores como recamaras, cocina, baños y estancias no se ubican de manera homogénea en las plantas arquitectónicas. La luz del día entra por ambos lados dando por resultado una transparencia, que incluso se incrementa por un patio interior: gesto constructivo que le otorga una cualidad excepcional al ambiente interior al recorrer todos los niveles y contar con cuatro aberturas de piso a techo.

Marc Angeli es profesor del Departamento de Arquitectura del Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH, Zurich) y líder del Comité Académico del Foro Holcim 2007, además de miembro del Consejo de la Holcim Foundation for Sustainable Construction. Ha sido profesor de tiempo completo de arquitectura y diseño en el ETH Zurich desde 1997 y es responsable de los cursos del primer año en el departamento de arquitectura. Sus actividades profesionales han abarcado los campos de la investigación donde se ha interesado en analizar —con base a sus estructuras físicas— los progresos y transformaciones contemporáneas de las áreas metropolitanas a nivel urbano usando varios casos de estudio en Europa, Asia y los Estados Unidos de América. Su énfasis urbano por resolver con estrategias de desarrollo sustentable las intervenciones que realiza busca lograr una formación y transformación de las ciudades, para ello ha trabajado con sus socios Sarah Graham, Reto Pfenninger y Manuel Scholl, desde sus oficinas en Los Ángeles y Zurich.

Su fachada consiste de cristales que se alternan rítmicamente, agregando luz natural en cuatro de los seis apartamentos principales. Este patio permite diversas vistas de los planos opuestos con lo que se invita a observar al interior, las circulaciones y en algunos casos la percepción espacial se incrementa debido a los reflejos del cristal en conjunto con la opacidad de la losa de concreto aparente y el piso color negro mate que tiene cada uno de los departamentos.

Éstos se pueden configurar y modificar sin ningún problema permitiendo un buen número de combinaciones al ajustar los paneles que limitan las áreas comunes y aprovechar la disposición de dobles alturas en el interior de algunos de ellos, por ejemplo: el dúplex se puede ensamblar con el ático. El estudio en el sótano se puede agrandar en uno o dos cuartos más con el departamento colindante. Destacan las dos terrazas ubicadas en contra-esquina del último nivel, su amplitud y privacidad son afortunadas, la visual que tienen es considerable respecto al jardín que rodea el acceso del edificio.

## Ficha Técnica

Nombre del Proyecto: New residential building Gheistrasse 1.  
Ubicación: Kilchberg, Suiza.  
Proyecto Arquitectónico: Agps. Architecture Zürich-Los Ángeles.  
Marc Angéll, Sarah Graham, Manuel Scholl, Reto Pfenninger, Hanspeter Oester.  
Equipo de Proyecto: Reto Pfenninger, Bettina Klinge (director de proyecto), Gabi Hauser y la artista Blanca Blarer.  
Construcción: GMS Partner AG, Daniel Gantner.  
Cliente: Monika Relman (Washington, DC).

Este edificio sin duda, se puede considerar una especie de casa para varias generaciones que pueden satisfacer sus necesidades específicas al vivir “juntos” a través del tiempo, el concreto funge sólo como el contenedor espacial general en el cual todo parece suceder sin limitantes debido a sus características propias. Y es que la forma de tratar este material colado in situ le otorga una sobriedad que lo diferencia de su contexto arquitectónico pero al mismo tiempo lo distingue por la manera de convertirlo en el protagonista interior, donde la aparente frialdad es sustituida por una elegancia indiscutible: no se recurre a ningún elemento para ocultar el sistema constructivo, por el contrario es posible apreciar las estrías de las cimbras empleadas en su proceso de fraguado.

Mosaicos venecianos, maderas claras, granito negro, muros de concreto en color blanco, cristales esmerilados, molduras de aluminio y algunos otros accesorios metálicos dan el toque final a un diseño libre de excesos que conserva la serenidad del contexto en cada uno de los rincones interiores. Este edificio cumplió una serie de dificultades al haber tenido que ser coordinado en cada una de sus fases de concepción y

construcción desde las oficinas de Agps Architecture en Zurich o Los Ángeles y con el cliente radicado en Washington.

wasnington.

Hoy, este nuevo edificio —lejos de posarse como un incipiente cubo gris— se ha convertido en uno de los ejemplos a seguir dentro de los nuevos esquemas arquitectónicos de la zona; sus cualidades son muchas: los sistemas con que cuenta para tratar el agua, el bajo consumo energético que realiza, y el confort climático al interior que le permite quedar libre de equipos artificiales de aire acondicionado, entre otras.

### Finalmente

Marc Angéllil es un arquitecto comprometido con su contexto y esta obra es un ejemplo de su interés por expandir los ámbitos en los cuales puede desenvolverse la arquitectura como proceso creativo. La colaboración artística que realiza se aleja de la cuestión estética y profundiza en las cualidades que le permiten generar sensaciones de todo tipo al usuario, siempre con una contundente resolución pragmática y precisa de los sistemas constructivos empleados.

Temas relacionados

Su opinión

#### Artículo Precisión y elegancia.

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

**El sello de Farrater el Castellon de la plana**

**Capacitar y asesorar tarea de primer orden**

**El arquitecto sin adornos**

**Un aeropuero para el siglo XXI**

**1** [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [\[ siguiente >>\]](#)

# Vivienda verde, vivienda sustentable

Juan Fernando González G.

Fotos: Cortesía CONAVI.

Los hechos saltan a la vista: El entorno en el que nos desenvolvemos los habitantes de la Tierra es muy diferente al que existía hace apenas 200 años. Hoy, acudimos al encuentro con una debacle sin precedentes que nos enfrenta a cuestionamientos severos sobre nuestra conducta. Quizá, todo se resume en la siguiente pregunta: ¿Por qué los seres humanos nos comportamos como si fuésemos la última generación sobre el planeta?



La sustentabilidad en relación con la vivienda tiene un lugar primordial toda vez que —coinciden los expertos— debe apostarse por el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente a favor de las generaciones futuras. Si desmenuzamos el asunto, veremos que los desarrolladores de vivienda están cada vez más convencidos de la necesidad de adoptar sistemas que optimicen el uso de aguas recicladas o de lluvia, al igual que métodos alternativos para la obtención de energía y el calentamiento del agua, como los basados en celdas fotovoltaicas, por ejemplo. En el rubro energético, el aprovechamiento se establece desde el proyecto original ya que hay que cuidar aspectos como la orientación, ventilación, aislamiento térmico y acústico, así como el sombreado adecuado. Si se cuida el diseño de la obra se podrá, asimismo, tener un ahorro en la cantidad de desperdicios durante la construcción inicial y se reducirá la necesidad de realizar modificaciones posteriores.

## La mirada experta

La sustentabilidad es un tema que tiene entre nosotros aproximadamente 20 años, pero ha cobrado tal importancia que la ONU ya está interesada en ver cuáles son los parámetros de una vivienda para que pueda considerarse como habitable. Así lo establece la arquitecta Evangelina Hirata Nagasaki, subdirectora general de Fomento al Crecimiento del Sector Vivienda, perteneciente a la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), quien agrega que “el nuevo urbanismo está enfocado a la sustentabilidad, lo cual implica una serie de aspectos que parecen muy teóricos pero que en la vida real serían fácil de conseguir”.

En esta situación deben intervenir todo los implicados, señala la funcionaria, desde los arquitectos y los responsables de elaborar los reglamentos de

## Los 10 principios del crecimiento urbano inteligente

- Combinación de usos del suelo.
- Incentivar diseños de edificación compacta.
- Ampliar la gama de oportunidades y alternativas de vivienda.
- Crear comunidades peatonales.
- Desarrollar comunidades atractivas y distintivas que provoquen un sentido de pertenencia.
- Preservar espacios abiertos, de belleza natural, agrícolas y áreas ambientalmente críticas.
- Fortalecer y dirigir el desarrollo urbano hacia comunidades existentes
- Proveer una variedad de opciones de transportación.
- Decisiones sobre desarrollo del suelo predecibles, justas y benéficas en cuanto a costos.

responsables de elaborar los reglamentos de construcción hasta los desarrolladores de vivienda, “quienes no siempre son arquitectos e ingenieros”, y por ello no comprenden la importancia de respetar las normas y proteger el hábitat en torno a los desarrollos inmobiliarios. “Cuando hablamos de normatividad la gente se asusta porque piensan que se trata de imponer más reglas, pero yo siempre he dicho que hay que quitar las viejas y usar las bonitas y nuevas, lo que nos ayudaría a simplificar el tema”. Ya no se trata de “pan con lo mismo”, dice la entrevistada, ni de aplicar el mismo programa o el mismo subsidio. Se sigue hablando de la autoconstrucción, pero esto tiene otros enfoques porque la globalización nos obliga a comprometernos con el tema de la calidad, de acuerdo con políticas de corte mundial, afirma. Sin embargo, apunta Hirata, “primero hay que definir qué es la calidad en la vivienda; segundo, cómo se mide la calidad y luego, elaborar una base de datos para tener un indicador. Un indicador que usó siempre INEGI fue el de saber cuántas viviendas tienen infraestructura, cuántas casas están pavimentadas y cuántas son de material firme.

calidad y contenidos en cuanto a costos.

- Propiciar la colaboración de la comunidad y otros grupos interesados en la toma de decisiones sobre el desarrollo del suelo.

Fuente: CONAVI.

“En México, la tecnología tradicional se basa en el concreto y el tabique, por ello decimos que esas viviendas son de calidad, pero hay otras más que tienen otros materiales y también son de calidad. Lo que hay que hacer es certificar este aspecto en términos de cuánto dura la vivienda y el mantenimiento que tiene, para luego incorporar esos parámetros a la plusvalía del inmueble”.

#### Ecotecnologías para la vivienda sustentable

- Materiales térmicos y aislantes.
- Focos ahorradores de energía.
- Aprovechamiento de energía solar.
- Microsistemas para tratamiento de aguas grises.
- Sanitarios ecológicos.
- Captación, almacenamiento y re-uso de aguas pluviales.
- Calentadores de agua.
- Análisis de radiación térmica e indicadores climatológicos.

#### Lo barato sale caro

La arquitecta Hirata Nagasako se niega a aceptar que una vivienda sustentable tenga un alto costo. Se cree que todo es alta tecnología, celdas fotovoltaicas y doble vidrio, y no es así. Lo que sucede, dice la entrevistada, es que los costos tienden a elevarse pues este tipo de adelantos son subutilizados:

“Es lo mismo que sucedió con los celulares, que antes eran muy caros, pero ahora todos los podemos tener porque hay competencia y son mucho más baratos”. La arquitectura bioclimática, tema por demás fundamental, entra de lleno a la charla ya que, señala la funcionaria, es muy importante que desde el

principio se realice bien el proyecto, lo que implica que la orientación de la vivienda sea la adecuada, que se designe correctamente dónde se colocan las ventanas y dónde los alerones, y de esta manera evitar la colocación de aire acondicionado.

Un ejemplo de ello son algunas casas en Acapulco y Monterrey, que fueron construidas de acuerdo con este principio pero al que, además, se sumó la elección del material más adecuado “porque hay lugares en donde el concreto es lo ideal, mientras que en otros lo será el tabique o la combinación de ambos.

Beneficios a largo plazo			
Tipo de vivienda	Tradicional	Sustentable	Ahorro sostenido
Valor del inmueble	\$500,000	\$625,000	
Financiamiento	\$450,000	\$562,000	
Mensualidad	\$5,698	\$7,122	
	\$10,000	\$7,150	29%

Gastos de la vivienda anual (Total)	\$10,230	\$7,456	27%
Luz	\$2,460	\$1,722	30%
Gas LP	\$2,890	\$1,734	40%
Agua	\$2,880	\$2,400	17%
Mantenimiento	\$2,000	\$1,600	20%

El ejercicio toma en cuenta una tasa de 11.75%, un plazo a 15 años y un financiamiento del 90%. Simulación para una vivienda de 100 m2.  
*Fuente: Asociación de Bancos de México (ABM).*

“Ahora existe, por ejemplo, la pintura antirreflejante, que es dos pesos más cara que la tradicional y que bien vale la pena aplicar en estas zonas en donde queremos bajar la temperatura. Sabemos que el problema principal de estas viviendas en México es el calor, más que el frío; entonces, hay ciertos elementos que no cuestan más y podemos utilizarlos”. En el mismo sentido, se pueden diseñar cubos para que haya ciertos cruces de ventilación o aplicar impermeabilizantes que tienen una capa aislante-

Colocar focos ahorradores que, por supuesto, no implica cambiar la instalación eléctrica, y economizar en el uso del agua mediante la instalación de inodoros de dos pasos, cuyo costo es solamente 10 pesos más caro que los de tipo estándar. “Si voy a hacer una vivienda media, tengo mayor capacidad de poner mayor tecnología, por ejemplo calentadores solares o celdas fotovoltaicas, un sistema que en México es muy caro pero que un tiempo medio nos beneficiará al ahorrar en el recibo de la luz”.

Al respecto, hay que decir que el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), de manera conjunta con el Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), diseñaron un Programa Piloto para fomentar la construcción de viviendas con ahorro de energía eléctrica. El proyecto contempla la aplicación de aislamiento térmico en techos, la instalación de luminarios con lámparas fluorescentes compactas, aire acondicionado de alta eficiencia y ventanas térmicas de doble cristal.

### Hipotecas verdes

Pronto estará disponible el plan Hipoteca Verde, que permitirá a los derechohabientes que adquieran una vivienda con características ecológicas acceder a un crédito mayor. Víctor Manuel Borrás Setién, director general de INFONAVIT, ha manifestado que los desarrolladores de vivienda empiezan a conocer los pormenores del programa, por lo que muy pronto lo contemplarán en sus nuevos proyectos.

Los criterios ecológicos para estas viviendas empezarán con mecanismos sencillos, como calentadores solares y ahorradores de agua, y en la medida en que madure el concepto los desarrolladores comenzarán a incorporar dispositivos de otro tipo. El programa se impulsa en el norte del país, sobre todo en Baja California y Sonora, con la aplicación del aislamiento térmico, que permite un menor uso del aire acondicionado y con ello un

### Consumo de energía en México

- En México, el consumo de energía en la vivienda representa el 25% del total.
  - Se estima que: 61% de la energía es usada para cocinar, 28% para calentar agua, 5% para iluminación y 3% para enfriamiento.
  - Los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE,) entre los que se cuentan Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Francia y Estados Unidos, entre otros, utilizan la energía de manera muy diferente. En primer lugar, para el calentamiento de espacios, seguido del calentamiento de agua. Utilizan proporciones pequeñas para cocinar e iluminar su vivienda.
- Fuente: CONAVI.

ahorro de energía eléctrica.

El otorgamiento de Hipotecas Verdes se efectuará en todo el país, ha declarado públicamente Borrás Setién, pero serán los estados de climas más extremos los que tengan posibilidades de tener mayores ahorros de energía eléctrica (lugares cálidos) y de gas (zonas frías). El concepto es simple y así lo resume Borrás Setién: “Prestar un poco más para que se puedan adquirir este tipo de dispositivos que van a generar un ahorro a futuro”. Al respecto, la arquitecta Hirata Nagasaki considera que el plan de Hipoteca Verde debe entenderse como una vivienda diferente a la tradicional, pero que tiene que ser competitiva porque de lo contrario el comprador buscará el plan más barato y con menor tasa de interés, en lugar de observar que al paso del tiempo ahorrarán en forma consistente en su recibo de luz, por mencionar un ejemplo.

“Hacia afuera se ve como si la hipoteca verde fuera entregar una casa a la que se le pusieron tres árboles o se le cambiaron tres focos, y no es así”. Debemos empezar ya, dice la funcionaria, aunque no alcancemos los estándares de eficiencia energética que se consideran ideales. Dentro de poco el desarrollo de este tipo de proyectos sustentables será sumamente competitivo, y quien esté allí en ese momento hará un gran negocio, concluye. Arq. Evangelina Hirata, subdirectora general de Fomento al Crecimiento del Sector Vivienda, perteneciente a la CONAVI.

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

**Artículo Vivienda verde, vivienda sustentable.**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

[Hacia un Concreto Ecológico](#)

[La construcción y los aspectos ambientales](#)

[Cemex 100 años construyendo](#)

[Festeja Cemex 100 años](#)



## New 7 wonders

Por Gregorio B. Mendoza

Conocido como  
“El mago de los  
cascarones de concreto”  
Félix Candela cumple  
este año una década  
de haber fallecido.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Los historiadores de la Roma clásica acuñaron este nombre para designar a los monumentos antiguos que consideraban realmente unas obras maestras del arte y de arquitectura. Hoy de nuevo Las siete maravillas del mundo cobran actualidad dado que el cineasta y explorador Bernard Weber creó en 2001 la Fundación “New7wonders”. Con ella planteó la idea de proteger el patrimonio de la humanidad alrededor del mundo organizando una campaña con el mismo nombre que en primer término documentaría, recuperaría y reconstruiría el patrimonio del mundo bajo el lema Nuestra Herencia es nuestro futuro. Pronto se conocerán los nuevos iconos históricos merecedores de la distinción como Maravillas modernas, mismas que iniciaron un largo camino desde finales de 2005 cuando se seleccionaron a 21 candidatos de entre 77 nominados inicialmente.

Debemos recordar que la mayoría de las consideradas maravillas de la antigüedad no son obras existentes, han sucumbido ante el paso del tiempo, salvo las Pirámides de Egipto; por ello en esta nueva consideración histórica destacamos algunas obras que siguen en la batalla por ganar tal distinción, las vincula un hecho: la importancia que cobró el concreto en su creación.

### Coliseo Romano

El Anfiteatro de Flavio comenzó por Vespasiano, inaugurado por Tito en el 80 d.c. y terminado por Domiciano. Fue el primer anfiteatro permanente que se construyó en Roma. Su tamaño, así como su organización práctica y eficiente para producir espectáculos y controlar a las muchedumbres lo hacen uno de los grandes monumentos arquitectónicos alcanzados por los antiguos romanos.

La construcción de sus elementos arquitectónicos más notables requirió una combinación de cemento puzzolánico -denominado así por ser obtenido cerca de Pozzuoli, Italia-, limo y materiales como grasa animal, leche o sangre.

### Pirámides de Giza

Recientemente Michael W. Barsoum, profesor de ingeniería de los materiales de la Universidad de Drexel, en Philadelphia, y de origen egipcio afirma haber encontrado en algunas de las partes originales de estas imponentes estructuras bloques de concreto, de ser cierto el descubrimiento, sería el primer uso en la historia de este material 2.500 años antes de ser empleado por los romanos. Los resultados de este estudio

materna de este material, cinco años antes de ser empleado por los romanos. Los resultados de este estudio realizado, concluyen que el empleo del cemento y la caliza puede explicar en parte como los egipcios eran capaces de completar semejantes monumentos: usaron bloques de concreto sobre las cubiertas exteriores e interiores y probablemente sobre los niveles superiores, donde habría sido difícil de levantar la piedra tallada.

### **Sydney Opera House**

Una de las obras más modernas del grupo es la Opera House de Sydney. Se construyó entre 1959 y 1973 de acuerdo con el proyecto arquitectónico de Jørn Utzon, pero el proceso se vio entorpecido por dificultades políticas que culminaron con la dimisión de Utzon en 1966. Hoy, es el icono más representativo de esta ciudad y su continente, destaca por el estilo empleado en su construcción y la riqueza plástica ligada a la forma de sus cubiertas de concreto revestidas con mosaicos color blanco.

**Su opinión**

#### **Artículo New 7 wonders**

- REGULAR
- MALO
- BUENO

Votar