

## Querétaro en crecimiento

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

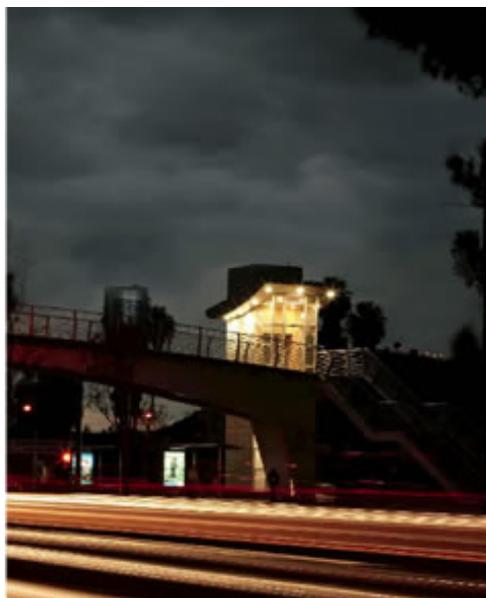
Lo mejor de la construcción es reconocido a través del Premio Obras CEMEX, el cual, en su pasada edición presentó como gran ganador en varios rubros el trabajo que les mostramos.

De un tiempo a la fecha, la ciudad de Querétaro es el destino favorito de muchas empresas y por ello mismo, tierra de oportunidades para miles de personas que buscan abandonar el valle de México. Hoy en día, la población queretana es de casi un millón de habitantes, 750 mil más que en 1980, lo que fue determinante para que las autoridades —comandadas por el gobernador Patricio Garrido Patrón— proyectaran en el 2004 la regeneración del Paseo Constituyentes. La iniciativa era obligada ya que grandes tramos carreteros quedaron inmersos en la mancha urbana, lo cual originó una degradación de la imagen de la ciudad, incapacidad para atender la movilidad vehicular y la saturación o inexistencia de los servicios básicos, todo ello en la zona de la Carretera Libre a Celaya, lo que requería una atención integral para frenar la problemática descrita.

Fue en julio de 2005 que iniciaron las obras, en las que se aplicó el sistema de prefabricación de elementos de los puentes vehiculares, abatiendo con ello los plazos de ejecución con trabajos simultáneos en varios frentes de la obra. A ello se sumó la instalación de una planta provisional de Cementos Mexicanos (CEMEX) para la elaboración de elementos prefabricados, en los que se emplearon más de 16 mil metros cúbicos de concreto, 2 mil 100 toneladas de acero de refuerzo y 220 toneladas de acero de presfuerzo de alta resistencia.

En dicha planta se incluyeron las mesas de armados, cuatro mesas de colado —tres de ellas metálicas— y una de base de concreto. Las nuevas traveses fueron transportadas en un dolly compuesto por 288 llantas, a una velocidad de cinco kilómetros por hora, y bajo una estricta coordinación con las políticas de tránsito estatal y municipal, de seguridad pública y protección civil, lo que incluyó un simulacro previo para prevenir contingencias.

La prefabricación en planta de tramos de tablero de puentes de 22.5 metros de longitud y 12 metros de ancho, con un peso de 265 toneladas, hacen de estas traveses las únicas con dimensiones récord en presentaciones en América Latina. Cabe destacar que de haber seguido un procedimiento habitual, con la prefabricación de dovelas de tres metros de longitud, hubiera sido necesario la fabricación de 240 dovelas o tramos de tablero, lo que hubiera implicado un plazo de ejecución mucho mayor, por lo que los responsables de la obra optaron por la prefabricación pesada.



responsables de la obra operen por la producción pesada.

### **Voluntad política**

El arquitecto José Luis Covarrubias Herrera, Secretario de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Querétaro (SDUOPEQ) —pieza fundamental en la proyección y desarrollo de esta magna obra— charló con Construcción y Tecnología detallando los motivos para la realización de esta obra, los beneficios que tendrá la población con ella y los aspectos que la hicieron merecedora del Premio Obras CEMEX 2007.

En principio, dijo el funcionario, “hay que destacar que la obra se desarrolló en la zona surponiente metropolitana del valle de Querétaro, que es la que históricamente es la más degradada y que, paradójicamente, es la que tiene mayor desarrollo poblacional y mayor crecimiento vehicular. En este caso en particular se debe señalar que había cuatro carriles laterales y cuatro centrales, pero éstos últimos no se utilizaban porque estaban muy degradados.

Fuimos cuidadosos para observar la siembra de más de mil árboles de raíz fibrosa que no destruyen las instalaciones de la parte baja. En general, el pavimento estaba muy fatigado, y nosotros hicimos una reestructura de toda esa superficie: colocamos varios kilómetros de dren pluvial, abierto y cerrado, todos ellos con cajones de concreto, y se construyeron varios kilómetros de infraestructura de servicio sanitario y varios más de agua potable. Adicionalmente, se reubicó la red eléctrica, se colocaron nuevamente las luminarias y se atacó un punto muy importante que fue la atención a grupos vulnerables, es decir, la señalización para gente de la tercera edad o con capacidades diferentes, que se tradujo en semáforos peatonales para débiles visuales y ciegos, rampas para bicicletas y sillas de ruedas”, señaló.

Algo que debe destacarse, menciona Covarrubias Herrera, “fue la transportación de más de 36 traveses de 22 metros de largo por 12 metros de ancho de 250 toneladas, de las cuales 50 de ellas eran de puro acero, con grúas de 500 toneladas. Lo que sucedió es que de tener una calle de 40 metros de ancho, donde originalmente había 8 carriles angostos, se logró un traslape en la misma superficie a través de estas grandes traveses para obtener 12 carriles, todos ellos más anchos y los principales con medidas que marca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para carreteras de alta velocidad.

Con esta obra se consiguió sacar a más de 6 mil vehículos transportistas de esta zona, que ahora circulan por un libramiento y por la Carretera Federal 45, con lo cual se elude el riesgo que representaban para las familias y los mismos automovilistas al tiempo que se evita el desgaste de la superficie de rodamiento”, afirma.

### **El concreto, a escena**

La Regeneración Urbana Paseo Constituyentes —con un costo aproximado de 400 mdp— se concluyó en los tiempos planeados originalmente. Hoy en día, los municipios implicados en la obra (Querétaro y Corregidora) cuentan ya con los manuales correspondientes al mantenimiento y procedimiento constructivo. Así lo confía el arquitecto Covarrubias quien enfatiza que la participación que tuvo el concreto en esta colosal obra de infraestructura “fue sumamente relevante. CEMEX colocó una planta especial y entregó el concreto en tiempo y forma, sin importar que fuera de día o de noche o que se trabajara en días festivos. Se colaron miles de metros cuadrados de guarniciones de concretos, miles de metros de banquetas, miles de metros para drenes pluviales y sanitarios y prácticamente todo está hecho con concreto.

El concreto es un material versátil que a través del tiempo permite muchísima mayor duración o garantía de la estructura que estamos generando. El concreto es muy bueno, por lo que si el municipio le da el mantenimiento previo a las lluvias y si el ciudadano se concientiza de la necesidad de tener limpias las calles será una infraestructura tremendamente útil.

Quiero reconocer la participación tan profesional que tuvo CEMEX, pues nos proporcionó el material y además, nos otorgó un excelente trato en el aspecto financiero”, afirma. La SDUOPEQ establece en la memoria del proyecto que se optimizaron los recursos de la producción en serie de los diversos elementos mediante el uso de concretos especiales de alta resistencia y fraguado rápido, con lo que se hizo posible la construcción del puente El Pocito (de 180 metros lineales) en un periodo de 3.5 meses, un tiempo récord sin precedente alguno para una estructura de las mismas condiciones. Resulta interesante saber que esta obra requirió de los siguientes elementos prefabricados:

requiero de los siguientes elementos prefabricados:

- 32 trabes de sección unicelular de concreto de alta resistencia (400 kg/cm<sup>2</sup>) y de fraguado rápido (70% resistencia a 24 horas), con un peralte de 2.20 metros, de 22 metros de longitud y 12 metros de ancho.
- 2,160 prelosas de concreto de alta resistencia (400 kg/cm<sup>2</sup>).
- 2,350 escamas de tierra armada de concreto para cubrir una superficie de 10,500 m<sup>2</sup> de muros de contención.
- 2,400 metros lineales de elementos voladizos de concreto hidráulico para dar continuidad a la sección de los puentes sobre la zona de jardineras.
- 1,200 metros lineales de barrera central tipo "New Jersey" para las divisiones de los dos sentidos de la vialidad.

La ejecución de los viaductos de Tejada, El Pocito y Hacienda Grande, señala el estudio gubernamental, significó la fabricación, transporte y montaje de más de 16 mil metros cúbicos de concreto, 2,100 toneladas de acero de refuerzo y 220 toneladas de acero de preesfuerzo de alta resistencia, con los que se construyeron más de 10 mil metros cuadrados de muro de tierra armada y 9 mil 200 metros cuadrados de viaductos.

En la técnica de presfuerzo se utilizaron cables de 27 torones de 13 milímetros de acero de alta resistencia, que se tensaron a una fuerza total de 5,600 toneladas por cada trabe, lo que permitió optimizar el peralte.

### Especificaciones técnicas

- Se utilizaron concretos de 1 ½" y 3/8" de tamaños de agregado grueso, según las necesidades por densidad de refuerzo de acero, y concretos de resistencia rápida de 3 y 7 días; concreto autonivelable y concreto para relleno fluido, para acortar tiempos de ejecución de obra.
- Se utilizaron agregados gruesos y finos obtenidos en bancos de materiales regionales.
- Todos los agregados cumplieron con especificaciones obtenidas por laboratorios, como: dureza, ángulo de fricción, características físicas, etc.
- Se dio la relación normal de 0.4 que permite obtener la resistencia especificada.

Esta relación tiene parámetros de 0.3 a 0.6.

- La obra cumple con normas de la ACI, de la AASHTO para puentes, de la SCT para estructuras en carreteras, de la Norma del Manual de Diseño, de la CFE para instalaciones y del Reglamento para construcción con concreto reforzado, entre otras.
- Se utilizaron fibras de polímeros para mayor resistencia a la compresión a razón de 900 gramos/m<sup>3</sup> de concreto.
- Se utilizaron concretos de  $f_c=400$  kg/cm<sup>2</sup> y de  $f_c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, para elementos estructurales, y de  $f_c=150$  kg/cm<sup>2</sup> para plantillas y firmes de banquetas.
- Se utilizaron los métodos de compactación por medio de energía estática, dinámica y mixta, para la estabilización de bases hidráulicas, subrasantes y carpetas asfálticas.
- Se hicieron pruebas en revenimientos granulométricos, temperaturas y resistencia a la compresión.
- El concreto cuenta con fibras de polipropileno.
- El volumen de concreto usado en toda la obra fue de más de 32,000 m<sup>3</sup>.
- Para reducir el agrietamiento en el colado del concreto se aplicaron mayores refuerzos de acero, se cuidó el sistema de vibrado por inmersión y por contacto, y se

### Procedimiento constructivo

Se inició con trabajos preliminares consistentes en la elaboración de ingeniería de prefabricación y conexiones de elementos; también la instalación de línea de producción de trabes y adecuación de la zona de acopio; la fabricación de cimbra metálica con acabado aparente y la colocación de pórticos, así como la elaboración de cimbra metálica con detalle arquitectónico para pilas en los puentes El Pocito y Hacienda Grande. No podían faltar los estudios de mecánica de suelos en zonas de cimentaciones de los puentes, el levantamiento topográfico y la adecuación de procedimientos constructivos, así como la realización y los simulacros de transporte de trabes desde el patio de acopio hasta los puentes para verificar el paso libre y programar la reubicación y adecuación de interferencias. En cuanto a la prefabricación de elementos, tuvo lugar una:

- Fabricación de trabes unicelulares tipo 1 (estribo) y 2 (pila), de 22.50 metros de longitud y de 2.20 metros de peralte.
- Fabricación de zapatas de apoyo temporal para acopios de trabes en patio de fabricación.
- Fabricación de escamas de tierra armada, prelosas tipo a y b para trabes, faldones, voladizos, barrera central y elementos complementarios.
- La creación de precolados de bancos de apoyo de alta resistencia.
- Pre-armados de elementos de cimentaciones

sistema de vibrado por inmersión y por contacto, y se utilizaron procedimientos adecuados de curado, por medio de aditivos (curacretos).

- En el desarrollo y seguimiento del bombeo de concreto en la obra se tuvo cuidado de que la bomba se presentara y se preparara en el lugar del colado, con suficiente tiempo para controlar la llegada de los camiones revolvedores, retirándose una vez terminado el procedimiento del colado.

- Se utilizaron traveses unicelulares de claros isostáticos con intrados parabólicos (ballena), todas prefabricadas en planta, trasladadas y montadas en el lugar de la obra (aproximadamente a un km de distancia de la planta provisional de prefabricados). Las losas son de compresión sobre las traveses y de transición en los accesos a los puentes.

(zapatas, caballetes, pilas).

Lo que siguió fue la subestructura, que consiste en excavaciones en ejes de apoyo en cada uno de los puentes hasta encontrar el estrato firme según estudio de mecánica de suelos (promedio=5.0 mts); aplicación de relleno fluido tipo mortero, en excavaciones hasta el nivel de desplante de zapatas. Se hicieron zapatas de caballetes, columnas y pilas con concretos de resistencia rápida y la elaboración de puntal de apoyo provisional utilizando para ello el sistema de tierra armada y zapatas de apoyo de alta resistencia y fraguado rápido.

El procedimiento en cuestión contó con la prefabricación de cabezales de estribo en el puente Tejada, la adecuación y elaboración de cabezales en

puentes Pocito y Hacienda Grande para permitir el paso e izaje de traveses de 12 metros de ancho, prearmado, cimbrado y colado de complementos de cabezales con concreto de alta resistencia. Finalmente, se efectuó el tensado de cables transversales, armado, cimbrado y colado de muros de respaldo.

Lo que vino después se refiere a la superestructura, es decir, el traslado y montaje de traveses entre ejes de apoyo definitivos y puntales provisionales, el colado de junta de conexión entre traveses con concreto de alta resistencia así como el tensado de primer etapa de cables de presfuerzo para conformar el claro de 45 metros. De igual modo, tuvo lugar la colocación de prelosas y colado de losa de compresión complementaria, el tensado de segunda etapa de cables de presfuerzo e inyectado con lechada de cemento-agua-aditivo; montaje de faldones prefabricados, colado de guarniciones, banquetas, camellón central y la colocación de parapeto metálico. Asimismo, se ejecutaron los accesos y terraplenes: excavación y nivelación de desplante de muro de tierra armada; montaje de escamas de arranque; suministro de material de terraplén, compactación y tendido de armaduras galvanizadas de tierra armada; suministro de material de terraplén, compactación y montaje de escamas hasta su coronamiento; fabricación de losa de transición con concreto de alta resistencia; colocación de faldones y voladizos sobre escamas para dar continuidad a la sección de los puentes a lo largo de las rampas; conformación de terraplén hasta nivel de base; colocación y nivelación de carpeta asfáltica como superficie de rodamiento; instalación de juntas de dilatación en estribos de los puentes; colocación de barrera central tipo "Nueva Jersey"; instalaciones eléctricas e iluminación de vialidades bajo los puentes; aplicación de pinturas en líneas entre carriles, en parapetos, señalamientos y finalmente limpieza general del área debajo de los puentes.

## Premio Obras CEMEX

Esta obra fue gran protagonista en la entrega del XVI Premio Obras CEMEX. La Regeneración Urbana Paseo Constituyentes obtuvo el primer lugar

internacional en el rubro de Infraestructura.

También mereció el Primer lugar en la categoría Internacional, en el rubro de Accesibilidad. Finalmente, obtuvo también el reconocimiento principal en la categoría nacional en el área de Infraestructura y Urbanismo. El Secretario de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Querétaro señala con orgullo que la distinción otorgada por CEMEX es como la "cereza del pastel". Evidentemente, dice el entrevistado, "no se hizo la obra para ganar el premio, pero decidimos ingresar al

Volúmenes de material usado	
Material Volumen Concreto f'c=100 kg/cm2	962.50 m3
Concreto f'c=150 kg/cm2	543.00 m3
Concreto f'c=250 kg/cm2	1,200.50 m3
Concreto f'c=300 kg/cm2	134.50 m3
Concreto f'c=350 kg/cm2	52.00 m3
Concreto f'c=400 kg/cm2	402.00 m3
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	1,359.00 Ton

concurso porque pensamos que era un ejercicio urbano muy importante, de gran voluntad política. Para nosotros, el Premio Obras CEMEX representa la culminación de un trabajo importante a través de una empresa que siempre nos ha apoyado. Para nosotros es estimulante haber ganado tres premios en un mismo concurso. Fue maravilloso ganar el premio y la verdad es que no lo esperábamos porque esta obra se hizo para resolver un problema urbano muy grave”, concluye.

Acero de Presfuerzo $f_{pu}=18900$ kg/cm <sup>2</sup>	90.00 Ton
---	-----------

Fuente: Freyssinet de México SA de CV.	
--	--

**Temas relacionados**

**Su opinión**

**Artículo Querétaro en crecimiento**

- 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 aeropuerto para el siglo XXI](#)

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



# Acerca de las vialidades

Los Editores.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Para que un país se desarrolle de manera óptima debe contar antes que nada, con buenas vías de comunicación. ¿De qué sirve un gran hospital o una escuela, si no se puede llegar a ellas por la existencia de un mal camino? Las vías de comunicación son la columna vertebral por la cual circulan no sólo personas sino los diversos productos que se consumen, importan o exportan. Un país bien comunicado es un país que puede maximizar sus recursos. De ahí que, como se puede leer en la sección de Noticias de esta revista, el Programa Nacional Carretero 2008 cuenta con un presupuesto histórico, aprobado por el Congreso de la Unión, de 40 mil millones de pesos que serán usados para construir, modernizar y mantener cientos de kilómetros de carreteras y caminos. Lo importante es que, además, muchos de estos kilómetros de vías serán realizados en concreto, lo que garantizará la creación de obras de calidad, duraderas y con bajos costos de mantenimiento.

Y por esta razón, como tema de Portada, presentamos la regeneración urbana realizada en una de las principales avenidas de la capital del estado de Querétaro —el Paseo Constituyentes— el cual, con sus más de 6 kms de longitud, funge como puerta de entrada y salida hacia el Bajío. Esta obra, que fuera galardonada con el Premio Obras CEMEX 2007 en los rubros de Infraestructura y Urbanismo así como en Congruencia en Accesibilidad, se muestra como un valioso ejemplo de rescate de una vialidad —que operaba como calzada y carretera al mismo tiempo— otrora conflictiva. Finalmente, en el rubro internacional, también está presente el tema de vialidades en la sección Infraestructura, donde presentamos un gran puente construido en Colombia, que demuestra cómo en otras latitudes se está también haciendo obra de calidad, en este caso, para comunicar dos de las más importantes provincias de ese sureño país.

Su opinión

## Artículo Acerca de las vialidades

- REGULAR
- MALO
- BUENO

Votar

# Bioclimática creativa

Gregorio B. Mendoza

Fotografías: Cortesía Rec Arquitectura

En esta ocasión presentamos una impresionante obra internacional de hechura de uno de los arquitectos que mayor compromiso está demostrando con la sustentabilidad: Emilio Ambasz.



Un despacho comandado por el arq. Gerardo Recoder, está realizando obras donde el concreto comulga y mantiene un diálogo intenso con el entorno; brindando no sólo belleza sino también gran confort. La casa “La Estadía” surge por la inquietud de crear un proyecto de diseño moderno en armonía con su entorno climático sin tener los problemas comunes de incomodidad térmica producida por diseños caprichosos estéticamente llamativos pero que ignoran las necesidades funcionales de la arquitectura.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

“Nuestra arquitectura es viable: optimizamos todos los recursos con los que como arquitectos o constructores podemos valernos para obtener resultados de alta calidad en su ejecución y habitabilidad. El concreto es en este proyecto, sin duda alguna, uno de los mejores aliados que tuvimos pues no sólo resolvió con alta calidad nuestro diseño, sino que nos respaldó para lograr soluciones benéficas con enfoque bioclimático”, afirma Gerardo Recoder, director de Rec Arquitectura.

## Hacia una arquitectura viable

El proyecto está dentro del fraccionamiento La Estadía; en un terreno de accidentada topografía. Al iniciar el trabajo conceptual de la obra —rememora Recoder— se pensó que esta condición sería una de las principales características a respetar del contexto, ya que inicialmente sugería el manejo de visuales hacia un paisaje contundentemente verde. Por lo anterior se posicionó la construcción en el punto más alejado del paramento de la calle denominada Calzada de los Pirules, para que al mismo tiempo no se alterara la visual en las fachadas de las construcciones aledañas del fraccionamiento, el cual exigía se respetarán condiciones tales como el uso de techumbres inclinadas de teja, divisiones colindantes con elementos verdes de 1.20 metros de altura, porcentajes estrictos de áreas libres y hasta el uso de equipos hidroneumáticos en las instalaciones del proyecto.

De esta forma el proyecto fue evolucionando hasta que la modulación de todos sus elementos resultó una de las condicionantes más importantes en su planeación, así lo demuestran los muros aparentes de concreto. Los cuales son congruentes con el máximo aprovechamiento de los materiales. directriz constante

concreto, los cuales son congruentes con el máximo aprovechamiento de los materiales, así como con un sistema que reduce el costo por desperdicios en obra. El resultado obtenido en un proyecto basado en un esquema en “L” lo que permite un sistema estructural modulado, muy funcional, encaminado a buscar la orientación sur, ya que el clima en la zona tiende a ser de temperaturas bajas en la mayor parte del año.

### **La creación bioclimática**

El primer paso para el correcto diseño arquitectónico fue el estudio climático de Atizapán de Zaragoza, localidad situada en las afueras de la Ciudad de México, en una zona un poco más fría y húmeda que el centro de la metrópoli. La zona es boscosa y el terreno tiene una pendiente hacia el sureste. Las principales características detectadas son que el clima de “La Estadía” es semifrío (con una temperatura media al mes más cálido inferior a 21°C y una precipitación pluvial moderada, entre 650 y 1000 mm anuales) por lo que se considera que tiene requerimientos de calentamiento la mayor parte del año en las primeras horas del día. No tiene problemas de humedad relativa y los vientos dominantes provienen del noroeste. Consecuentemente se determinó que era prioritario promover la ganancia solar y proteger la casa de los fríos vientos invernales.

En base a las anteriores conclusiones Rec sugirió el empleo de las siguientes estrategias: se construiría un cuerpo de concreto estrictamente supervisado —para evitar agrietamientos— en sus etapas de colado y vibrado; se utilizaría una cimbra reforzada de poco uso y se dispondría de atención especial en la cimbra ya que las betas de los tableros serían el acabado final. También se realizarían colados parciales divididos según los elementos estructurales.

Aunado a esto se determinó que la mejor orientación solar para este emplazamiento fluctúa entre el sur y el sureste, por ello se utiliza una fachada desfasada 23° del sur hacia el sureste debido a que coincidía con la orientación que puede proveer la mejor vista, además de ofrecer una mayor protección contra los vientos fríos provenientes del noroeste ya que la pendiente natural del terreno desciende desde el noroeste hacia el sureste. Esta situación evita el impacto de los vientos menos favorables sobre la fachada con mayores zonas acristaladas. Por último también se consideró esta orientación por la posibilidad de aprovechar los restos de una antigua construcción inconclusa existente.

### **Estudio solar**

Mediante el estudio solar se logró determinar que el área acristalada deseada era susceptible de crear un problema de confort térmico por enfriamiento en las noches y sobrecalentamiento de día ya que dicho material tiene altas propiedades de conductividad térmica por lo que deja escapar gran cantidad de calor en temporadas frías mientras que crea efecto invernadero cuando hay sol. Para remediar el enfriamiento se dispuso de un doble acristalamiento en la fachada principal y una cámara de aire de 5 cms de espesor con la finalidad de aprovechar las propiedades aislantes del aire. Asimismo, se propuso el uso de parteluces horizontales que están calculados para que sólo permitan la ganancia por radiación en los meses fríos cuando el sol tiene un ángulo de incidencia más bajo y lo detengan en los meses cálidos.

### **El concreto como elemento de almacenamiento térmico**

Se propuso el aumento en el espesor tradicional de los muros y de los firmes de concreto de la casa con la finalidad de contener una mayor cantidad de calor actuando como una “pila” que capta el exceso de calor introducido al espacio habitable durante el día, evitando que se sobrecaliente el espacio, y que lo libera en la noche cuando existen requerimientos de calor. Si bien un espesor más delgado habría sido suficiente para cubrir las necesidades estructurales no habría tenido la masa suficiente para captar la energía solar disponible. También se emplearon muros de concreto ubicados hacia el norte para aumentar el efecto de inercia térmica y lograr una temperatura más homogénea a lo largo de las 24 horas del día. El espesor recomendado en estos muros fue de 15 centímetros por lo menos. La eficiencia térmica del concreto se evaluó con metodología de modelos matemáticos. Cabe mencionar que en el equipo de diseño de Rec trabaja un arquitecto ganador del Premio Nacional de Ahorro Energético otorgado por la CFE, el IIE y el FIDE.

### **Uso de muro Trombe**

### Uso de muro trombe

Esta técnica demostrada es considerada como un sistema solar activo ya que el calor captado mediante un efecto invernadero es almacenado en un muro muy grueso de concreto –en este caso de 25 centímetros– para que en la noche sea conducido al interior generando un consumo mucho menor al de los sistemas de calefacción convencionales.

La planta alta de la casa ha sido provista de un sistema de doble techumbre; la superior tiene como finalidad anular el impacto del viento frío sobre la losa verdadera y así minimizar las pérdidas térmicas conductivas durante los meses del invierno. Es como si el segundo techo actuara como sombrero del primero, enfatiza Recoder.

### Sistema móvil de vagón sobre alberca

Se concibió la idea de usar una estructura móvil para cubrir la alberca pero que también se pudiera invierno. Es como si el segundo techo actuara como sombrero del primero, enfatiza Recoder. Sistema móvil de vagón sobre alberca Se concibió la idea de usar una estructura móvil para cubrir la alberca pero que también se pudiera integrar a la casa dependiendo de las necesidades. En días cuando el agua de la alberca se puede calentar a la intemperie se deja su superficie al descubierto, y en épocas de frío, cuando el calor acumulado durante el día se puede perder hacia el medio ambiente, se recorre la estructura con el fin de cubrir la alberca e integrarse a la casa y así minimizar la pérdida térmica del agua y que el poco calor disipado permanezca dentro de la casa; arquitectónicamente permite nuevos espacios o coordenadas con funciones ajustables.

Este sistema móvil tiene una solución sencilla que se integra por un desplazamiento horizontal de rieles y ruedas. Como lo demuestra esta obra, para Rec, vale mucho más el ingenio que la inversión, por ello el proyecto adquiere importancia. Más allá de los logros y beneficios de la tecnología están las soluciones de bajo impacto y grandes beneficios. Por ello, esta casa deja claro que las soluciones sustentables también pueden realizarse con bajos presupuestos .

## El arquitecto sin modas

Emilio Ambasz nació en Argentina en 1943; obtuvo el grado de Maestro en Arquitectura en la Universidad de Princeton, donde se destacó como profesor del área de Proyectos. A mediados de la década de los setenta, su sentido crítico lo llevan a que un grupo de catedráticos lo seleccionen como curador del Departamento de Arquitectura y Diseño del Museo de Arte Moderno de Nueva York. Cabe decir que este personaje es quien da a conocer en el plano internacional al maestro Luis Barragán, a través de una gran exposición y libro que realiza en torno a la obra del maestro jalisciense. A partir de esas fechas comienza a generar obras donde la sustentabilidad es la principal restricción estilística y espacial; fundamenta su visión del espacio haciendo uso de concreto, acero y materiales locales demostrando que puede manejarse la arquitectura verde a nivel global y sin restricciones.

La Casa de Retiro Espiritual es la primera obra que le da fama en todo el mundo y su manifiesto contundente sobre el ideal ecológico del siglo XX. Ha dictado diversos seminarios en universidades norteamericanas, así como en la Hochschule für Gestaltung de Ulm, Alemania. Entre sus proyectos se destacan el Centro Cultural Mycal, en Japón, el Museo de Arte Folklórico Americano, en Nueva York y los invernaderos para el Jardín Botánico de San Antonio, Texas, que recibiera varios premios, así como el Museo de Arte en Grand Rapids, Michigan. Desde 1980

Museo de Arte en Grand Rapids, Michigan. Desde 1960 es jefe de consultores en diseño de la empresa de motores Cummins, el mayor grupo industrial del mundo para la producción de motores diesel.

En el 2007, dentro del marco del Segundo Congreso de Arquitectura Sustentable, celebrado en la UNAM, recibió la medalla "Manuel Tolsá" por sus aportaciones en el tema. En el evento se destacó la influencia que ha provocado en arquitectos tan prestigiados como Herzog&De Meuron, quienes, actualmente recurren a soluciones que Ambasz usó hace más de tres décadas. Actualmente Ambasz reside entre Nueva York y Milán donde produce gran parte de su obra.

### Temas relacionados

### Su opinión

#### Artículo Bioclimática Creativa

- 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 adorno](#)

El arquitecto sin adornos

Un aeropuerto para el siglo XXI

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

## Después de la tragedia... un gran trabajo

Fotos: Cortesía. Conagua. Subdirección General Técnica.



Debido a la precipitación de agua que alcanzó los 1000 mm durante tres días consecutivos —cantidad total que llueve en un año en Chiapas—, causada por un frente frío en noviembre de 2007, el día 4 de ese mes tuvo lugar un deslizamiento del talud en la margen derecha del río Grijalva, en el ejido Juan de Grijalva, en el tramo entre las presas Malpaso y Peñitas, fenómeno que ocasionó pérdidas de vidas humanas y la total destrucción del poblado.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

En entrevista para Construcción y Tecnología el ingeniero Macario Vega Pérez, Subgerente de Ingeniería Hidráulica y Electromecánica de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), dijo que este desafortunado acontecimiento “es muy difícil de prevenir; es una situación que nunca antes se había presentado en México”.

Malpaso y Peñitas, junto con La Angostura y Chicoasén, forman un sistema de presas sobre el caudal del Grijalva —uno de los principales ríos que llega a la planicie de Tabasco— que, además de controlar las avenidas del mismo, generan cerca del 25% del total de energía eléctrica disponible del país. De ellas, la más grande es La Angostura —ubicada en la parte más alta del estado de Chiapas— y río abajo está Chicoasén y después Malpaso, aún en el mismo estado; más adelante está Peñitas, la más pequeña en dimensiones, ya en Tabasco.

La magnitud del deslizamiento de tierra, a grosso modo, alcanzó un volumen de 20 millones de metros cúbicos; cerca de 7 hm<sup>3</sup> quedaron dentro del cauce cubriendo una longitud de aproximadamente 850 m a lo largo del río a una altura de 30 m arriba del nivel del agua (que en ese momento era de 88.70 m sobre el nivel del mar), de tal manera que se formó un tapón en el Grijalva bloqueando el escurrimiento entre las dos últimas presas del sistema y originando el almacenamiento de agua entre la zona del bloqueo y la presa Malpaso. Dicha situación provocó la brusca disminución del cauce hacia la presa Peñitas, por lo que el personal de Comisión Federal de Electricidad (CFE), —quienes llevan a cabo un registro preciso del funcionamiento de las presas— realizó una inspección del cauce, detectó el problema y lo hizo del conocimiento a Conagua. Desde entonces personal especializado en geología, geotecnia e hidráulica de ambas instituciones han estado trabajando hombro con hombro en el estudio y propuestas de soluciones para resolver la extraordinaria situación.

El primer paso fue evitar que aumentara el nivel del agua en el almacenamiento formado entre el tapón y la presa Malpaso, para lo cual se decidió dejar de turbinar y, previniendo las aportaciones provenientes de la presa Chicoasén y de su cuenca propia, se incrementó un metro a la altura de las compuertas del vertedor, con ello también fue elevado el volumen de regularización en 350 hm<sup>3</sup>, acción con la que se evitó realizar descargas, mientras se resolvía el problema principal. Posteriormente se procedió a excavar un canal piloto para abrir el cauce y restablecer el flujo del río, de tal manera que se aprovechara la carga hidrostática que estaba aumentando en ambos lados del tapón. En esta primera etapa se diseñó un canal con 6 m de plantilla, con taludes y bermas de 6 m de ancho (banquetas o superficies horizontales entre cada talud que permiten estabilizarlo, además de permitir el movimiento de la maquinaria que realiza los trabajos).

permite estabilizarlo, además de permitir el movimiento de la maquinaria que realiza los trabajos;

Durante dicho periodo de excavación —que duró 33 días—, permaneció cerrada la presa Malpaso y vacía Peñitas para posteriormente recibir el volumen almacenado aguas arriba del tapón. El 17 de diciembre de 2007 fue terminada la primera etapa del canal. Al día siguiente se retiró la ataguía e inició operaciones con el transvase hacia el vaso de la presa Peñitas. El gasto inicial (o paso inicial del agua) fue de 50 m<sup>3</sup>/s y ha ido creciendo, de tal manera que para el 16 de enero de 2008 llegó a 392 m<sup>3</sup>/s, cantidad que aumenta día a día hasta llegar a transvasar mil m<sup>3</sup>/s. Inmediatamente inició la segunda etapa, la cual consistió en ampliar la sección hidráulica del canal a 15 m de plantilla, con ello se incrementó el volumen de excavación en 1.25 hm<sup>3</sup>. Los ingenieros de ambas paraestatales esperan que el Grijalva recobre poco a poco sus dimensiones con el ascenso del flujo del canal y la consecuente erosión. Dadas las dimensiones del fenómeno se usó maquinaria pesada para movimiento de tierras. Hubo momentos en que trabajaron simultáneamente día y noche más de 100 equipos entre retroexcavadoras, cargadores, camiones de volteo, camiones articulados, tractores, transportes locales de equipo y personal, así como de apoyo entre pipas de combustible, lubricantes, refacciones y de servicios en general.

El equipo, maquinaria, materiales y todos lo necesario para la construcción de un campamento con dormitorios y comedor para cerca de 800 personas así como oficinas, servicios generales y comunicación telefónica móvil e internet, fue transportado en lanchones desde la presa Peñitas aguas arriba hasta el lugar del taponamiento. Por otra parte, desde los primeros días del fenómeno y a solicitud de CFE, fue colocado una impresionante cantidad de equipo de sofisticada tecnología en el lugar del deslizamiento de tierra para monitorear la zona día y noche, la cual, hasta fines de enero de 2008, no había registrado ningún otro movimiento.

Por Antonieta Valtierra, con información de Conagua.

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

#### Artículo Después de la tragedia... un gran trabajo

- MALO
- REGULAR
- 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 [\[ siguiente >> \]](#)

# Explorando el Concreto Reforzado con Fibras (CRF)



*Subcomité de Fibras ICONTEC*

El Subgrupo de Fibras de la Secretaría Técnica del Comité de Concretos del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) está estudiando y desarrollando normas técnicas colombianas con base en la experiencia internacional y en las necesidades del mercado interno de las fibras. He aquí algunos aspectos de sus estudios.

El uso de las fibras en materiales de construcción se remonta hasta antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto. Fibras naturales como pasto, fique, junco y pelo animal han sido tradicionalmente agregadas al adobe para disminuir su tendencia a la fisuración y mejorar el desempeño del material a esfuerzos de tensión. La introducción de “agregados” de forma específica y una resistencia a la tracción superior a la matriz en la que están embebidos, ha conferido cualidades adicionales que no alcanzarían, sin dicho refuerzo, el adobe, el yeso, el estuco, la cerámica o el concreto. Durante los últimos cincuenta años el empleo y estudio de las fibras en la construcción ha llevado al desarrollo y fabricación de tipos específicos de fibras que responden a diferentes necesidades. Hoy, existen, y se usan dentro de la composición del concreto, fibras de vidrio (especialmente resistentes a los álcalis), polipropileno, polivinilos, polietilenos, acero, carbono, entre otros. Cabe decir que las fibras tienen dos usos específicos en función de su trabajo dentro de la mezcla de concreto y de sus características físicas:

## **Microfibras**

Son fibras de plástico, polipropileno, polietileno o nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante las primeras horas de la colocación del concreto o mientras la mezcla permanece en estado plástico. Los mejores resultados se obtienen con fibras multifilamento, cuyas longitudes oscilan entre los 12 y 75 mm y se dosifican en el concreto entre 0.6 kg/m<sup>3</sup> y 1 kg/m<sup>3</sup>.

## **Macrofibras**

Son de materiales como acero, vidrio, sintéticos o naturales fique y otros, los cuales se usan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como la malla electrosoldada y las varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Otro beneficio del concreto reforzado con fibras (CRF) es el incremento de resistencia al impacto. Adicionalmente, controlan la fisuración durante la vida útil del elemento y brindan mayor resistencia a la fatiga. Su diámetro oscila entre 0.25 mm y 1.5 mm, con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm. La más importante propiedad del CRF es la tenacidad, descrita como la capacidad de absorción de energía de un material, que se refleja en el concreto una vez se han presentado fisuras, momento en que las fibras trabajan como refuerzo.

## **Clasificación de las fibras**

### **Fibras de polipropileno, vidrio y nylon**

Estos materiales se usan como microfibras destinadas a prevenir la fisuración del concreto en estado fresco o durante edades tempranas debido a la retracción plástica. Están diseñados para ser compatibles con el ambiente altamente alcalino de la matriz del concreto; sin embargo, en su caso particular, las fibras de vidrio

ambiente anualmente durante de la masa del concreto, sin embargo, en su caso particular, las fibras de vidrio deben ser resistentes a los álcalis. Algunas fibras existentes en el mercado pueden contener aditivos destinados a combatir bacterias o aumentar el asentamiento. Normalmente se usan bajas dosificaciones en masa, de alrededor de 1 kg/m<sup>3</sup>.

### Fibras de acero

Dependiendo del sistema de fabricación, hay fibras de diferentes tamaños, secciones, rugosidad superficial y formas. Pueden ser trelladas en frío, cortadas o maquinadas. Su forma puede ser variable, recta, ondulada o con aplastamientos. Normalmente tienen deformaciones a lo largo de la fibra o en sus extremos. Esta última modalidad es más eficaz para aumentar la adherencia en el concreto. Para comparar una fibra con otra se utilizan tres conceptos: relación de esbeltez, anclaje y resistencia a la tracción del alambre. Una forma fácil de comparar el desempeño de dos fibras, es revisando la relación de esbeltez (longitud/diámetro).

Las dosificaciones de fibras de acero oscilan normalmente entre 15 y 25 kg/m<sup>3</sup> para pisos convencionales. En pisos sin juntas, normalmente se emplean dosificaciones mayores de 30 kg /m<sup>3</sup> y para aplicaciones en concretos lanzados como los utilizados en túneles la dosificación es de 40 kg/m<sup>3</sup>.

### Fibras sintéticas

Investigaciones realizadas en Estados Unidos, Canadá y Australia han comprobado que las fibras sintéticas (polietilenos y polipropilenos densos, entre otras) debidamente diseñadas, pueden usarse exitosamente como alternativa tradicional a la malla eletrosoldada.

En este caso, las fibras sintéticas se clasifican dentro del grupo de las macrofibras, cuyo efecto principal dentro del concreto es asegurar una tenacidad acorde con las necesidades del diseño estructural.

Al igual que las fibras metálicas, las macrofibras están diseñadas para mejorar las características mecánicas del concreto y se suministran en longitudes y diámetros distintos. La proporción de la mezcla depende de la longitud y el diámetro, pero las dosificaciones usualmente empleadas están comprendidas entre 1 y 2% en volumen (9 a 18 kg/m<sup>3</sup>), si bien existen aplicaciones con contenidos mínimos del 0,1%, o máximos del 8%, en volumen.

Cuadro comparativo del desempeño de dos fibras				
Relación de esbeltez	(Longitud/ diámetro)	Fibras por kilogramo	Dosificación (Kg/m <sup>3</sup> )	Total fibras por metro cúbico
80	60 mm/0.75 mm	4,600	30	13,8000
45	50 mm/1.05 mm	2,800	30	84,000

### Propiedades y ensayos aplicables a las fibras

El rol principal de las fibras está ligado a dos aspectos principales: el control de la propagación de una fisura en un material en estado de servicio,

reduciendo la abertura de las fisuras, y la transformación del comportamiento de frágil a dúctil de un material. El aspecto más importante del desempeño mecánico para el CRF es el comportamiento a la tensión.

Sin embargo, es complicado realizar ensayos uniaxiales de resistencia a la tensión, especialmente si se busca conocer la respuesta del material después de la carga máxima. Las propiedades en estado fresco tienen influencia de la geometría de las fibras y la dosificación de las mismas. La manejabilidad del CRF depende de la dosificación en volumen de las fibras, la geometría, el estado superficial y el enlace entre ellas, las dimensiones de los agregados y su cantidad relativa.

El ensayo de asentamiento con el cono de Abrams en el CRF presenta ciertas dificultades, ya que la matriz del concreto en la mayor parte de los casos es cohesiva y no fluye libremente. Por su parte, para determinar la resistencia al impacto del concreto en el ICONTEC se realizaron dos tipos de ensayo:

Método de Placa Impactada y Drop-weight test (ACI-544.2R-89). Cabe decir que el ensayo adecuado para medir la fluidez en este tipo de concreto es por medio del cono invertido, en el cual se utiliza una vibración interna

menta.

### Tenacidad

La tenacidad es la propiedad que tiene en cuenta de manera simultánea la capacidad de un material tanto para resistir una carga como para deformarse. Es una medida de absorción de energía que se expresa en unidades de fuerza por distancia (N x mm). Esta propiedad se determina en ensayos de flexión sobre vigas o placas donde se registran la carga y la deflexión.

### Resistencia al impacto

La resistencia al impacto es la energía de rotura sobre una carga impulsiva. Normalmente se obtiene de un ensayo que incluye una tableta, simplemente apoyada en su perímetro, al centro de la cual se deja caer varias veces una esfera desde una altura estándar.

## Parámetros de diseño para losas en CRF

### Losas de contrapiso

Para el diseño de las losas de concreto reforzadas con fibras hay que tener en cuenta diversos parámetros como: la resistencia del suelo que está por debajo de la losa, la magnitud y tipo de cargas que actúan sobre la losa y las características del concreto, en donde está intrínseca la calidad de la fibra que se esté colocando. Naturalmente, se tienen en cuenta características como la relación de esbeltez y dosificación de las fibras que le aportan cualidades al concreto.

### Capacidad del terreno de fundación

Se puede obtener por medio del Módulo de Resiliencia (k) donde se mide la compresibilidad del suelo, también es conocido como Módulo de Reacción de la Subrasante o Módulo de Elasticidad Equivalente del Suelo (Eg), el CBR (California Bearing Ratio) y con la Prueba de Penetración con Cono (CPT).

### Características de las cargas

Las condiciones de carga a las que va a estar sometida una losa de contrapiso deben evaluarse cuidadosamente. Algunas de ellas se relacionan a continuación:

1. Cargas únicas concentradas (cercanas o alejadas de esquinas y/o juntas).
2. Cargas múltiples concentradas (dos en fila, tres en fila, cuatro en fila, cuatro en rectángulo) y cada una de las posibilidades de carga que puedan estar localizadas cerca o lejos de esquinas o juntas.
3. Cargas uniformemente distribuidas.
4. Línea de carga (lejos o cerca de juntas y/o esquinas)

Principales normas que evalúan las propiedades del concreto reforzado con fibras	
Ensayo	Nombre de la norma
Asentamiento	NTC 3696. Método de ensayo para determinar el tiempo de fluidez del concreto reforzado con fibras a través del cono de asentamiento invertido (ASTM 995).
Flexión	ASTM 1018 Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam UIT Third-Point Loading). Esta norma fue derogada por ASTM (Norma Histórica).
Tenacidad	EFNARC-DE235. Método de ensayo para la determinación de la absorción de la energía (Tenacidad del concreto). Esta Norma está en evaluación por el ICONTEC.
Especificación	DE 097. Especificaciones para concretos convencionales y lanzados reforzados con fibras (Documento de referencia ASTM 1116). Esta Norma está en evaluación por el ICONTEC.
Tenacidad	ASTM 1550 (Standard Test Method for Flexural Toughness of Fiber Reinforced Concrete (Using Centrally Loaded Round Panel).
Resistencia residual	ASTM 1399 (Standard Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete).
Flexión	ASTM 1609 (Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading).
Cantidad de fibras	JSCE N3 June 1984 Part III-2 Method of tests fo steel fiber reinforced concrete.
Resistencia al impacto	Para determinar la resistencia al impacto del concreto se realizaron dos tipos de ensayo: Método de Placa Impactada y Drop-weight Test (ACI-5442R-89)

5. Esfuerzos por retracción de fraguado de concreto (lejos o cerca de esquinas o juntas).
6. Esfuerzos por temperatura (lejos o cerca de juntas o esquinas) que pueden producir alabeos de la losa.
7. Consideraciones de juntas (consideraciones de dovelas, juntas de contracción, unión de dos juntas de contracción y juntas libres).

*Nota: Este artículo apareció en la revista Noticreto, núm. 84, agosto/septiembre/octubre de 2007*

**Temas relacionados**

**Su opinión**

**Artículo Explorando el Concreto  
Reforzado con Fibras (CRF).**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

[Hacia un Concreto Ecológico](#)

[La construcción y los aspectos ambientales](#)

[Cemex 100 años construyendo](#)

[Festeja Cemex 100 años](#)



- [Recubrimientos para pisos y losas 1era parte](#)
- [Acabados de concreto decorativo](#)
- [Concreto con fibras 1a parte](#)
- [Separadores para concreto estructural 1a parte](#)



## PAVIMENTOS

### Recubrimientos para pisos y losas

Las denominadas poliureas poliaspárticas son bastante nuevas en el mercado; sin embargo, tienen un enorme potencial para el concreto decorativo gracias a sus variadas y únicas cualidades. Por esta razón, los contratistas en la actualidad las están usando como capas transparentes sobre acabados tales como concreto estampado, teñido, coloreado así como recubrimientos pigmentados, lo que incluye la adición de medios decorativos. Cabe decir que también hay algo de experimentación con la aplicación en trabajo decorativo de losas exteriores sobre terreno. Pero, reflexionemos un poco en torno a la historia de estos productos.

#### Historia

Los esteres aspárticos fueron inventados y patentados por la compañía Bayer Corp., en los años noventa. Después vinieron las resinas aspárticas y además, el fabricante descubrió que podían formarse películas que resultaban muy densas y brillantes, llevando a la creación de las poliureas alifáticas poliaspárticas. En la actualidad, varias compañías han introducido formulaciones que los contratistas pueden usar comercialmente. Sus formulaciones comparten varias propiedades comunes, pero hay también beneficios y precauciones únicas para cada producto en el mercado.

Las poliureas son materiales que tienen dos componentes. El sistema trabaja cuando una resina es mezclada con un catalítico —usualmente un poli-isocianato— el cual provoca una reacción y desarrolla un compuesto de polímero. Los primeros que se introdujeron en el mercado fueron las poliureas aromáticas; sin embargo, su instalación requería de la existencia de un costoso equipo de pulverización que mezclaba las partes A y B juntas en la punta del pulverizador, siguiendo el endurecimiento del material pocos segundos más tarde. Cabe decir que las poliureas aromáticas también son susceptibles de degradación ultravioleta (UV) como la superficie de la membrana.

#### Propiedades sobresalientes

En los últimos dos años varias compañías han introducido los productos de poliurea poliaspártica con características sobresalientes en comparación con otros materiales de recubrimiento:

- Pueden ser aplicados a temperaturas tan bajas de hasta  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$  y tan altas de hasta  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dependiendo del producto. En climas cálidos y fríos, los contratistas pueden instalarlos durante todo el año.
- Cuando se curan, pueden tolerar temperaturas tan altas de hasta  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Son estables ante los rayos UV, suministrando acabados “transparentes como el agua”.
- Las poliureas tienen una resistencia mucho más grande a la abrasión y al impacto que los recubrimientos de epóxicos o de uretanos.
- Estos productos no se enrojecen ni se ponen blancos.
- El curado es rápido y el trabajo puede ser entregado a los propietarios para usarse a las dos horas

El curado es rápido y el acabado puede ser entregado a los propietarios para usarlo a las dos horas después de haber sido aplicado.

- La alta humedad ambiental no restringe su aplicación, aunque algunos productos fraguan más rápidamente cuando hay mucha humedad.
- No se manchan, resisten la penetración de grasas y aceites, y el concreto es protegido contra ácidos suaves.
- Las poliureas tienen excelentes características de mojado y penetración, lo que significa que forman adherencias excelentes al concreto.

*Referencia: Concrete Producer, octubre de 2006.*

## **PREFABRICADOS**

### **Acabados de concreto decorativo**

El trabajo del concreto coloreado exige las mejores prácticas de colocación y acabado amén de todo el cuidado posible para obtener resultados uniformes y satisfactorios. Así, las grandes dosis de óxido y pigmento pueden reducir la resistencia y calidad del concreto resultante.

#### **Variación del color**

Las variaciones en el color del concreto acabado, pueden deberse a:

- Una extrema variación en el revenimiento.
- La técnica de curado.
- La exposición a la luz solar.
- Un acabado inconsistente.
- A la introducción de materiales extraños en el sitio.
- A un cambio en las materias primas del concreto.
- A la aplicación manual no uniforme del óxido.
- A una mano de obra inadecuada.

#### **Acabado**

Toda la superficie del concreto debe tener un allanado consistente para asegurar que una parte de la losa no sea allanada en un estado 'aguado', y la otra parte lo sea cuando esté casi seca. Una cantidad excesiva de agua de mezclado traerá los finos a la superficie durante el allanado. La superficie resultante será entonces de un color más claro; el allanado excesivo tendrá el mismo efecto.

#### **Curado**

Una de las características más importantes en la obra es que el concreto debe ser mantenido en una condición húmeda al menos por una semana. El concreto entonces tiene tiempo para endurecerse apropiadamente sin una evaporación indebidamente rápida del agua de mezclado. Esto reduce el riesgo de traer a la superficie las sales que causan eflorescencia. Una vez que se haya realizado el curado adecuado, el concreto debe ser tratado con un agente sellador de calidad.

#### **Concreto de agregado expuesto**

Éste ofrece una gran variedad de colores y acabados. La naturaleza del agregado y la pericia en la colocación tendrán un efecto importante en la apariencia terminada del concreto.

#### **Agregado**

El agregado es un producto de la naturaleza; debido a su carácter inherente, ocurren variaciones en su consistencia, apariencia, calidad y textura. Cualquier muestra de agregado es sólo un indicador de lo que puede esperarse en la superficie acabada.

## **Colocación**

Para un acabado texturizado consistente asegúrese de que:

- Los moldes sean impermeables al agua.
- Se logre una compactación satisfactoria y uniforme.
- No se agregue agua durante la descarga.

## **Acabado**

La superficie del concreto debe ser tratada con un retardador de superficie de calidad para asegurar un tiempo de fraguado consistente de la superficie que ha de ser expuesta. Se recomiendan productos patentados retardadores de superficie. Nunca debe de usarse azúcar. Para la pavimentación con concreto en sitios donde haya pendiente, se requiere de particular cuidado para lograr la compactación y el acabado uniformes.

## **Curado**

El concreto debe ser curado en húmedo por tanto tiempo como sea posible, de acuerdo con las buenas prácticas de colado del concreto. Además, debe de aplicarse un agente sellador de calidad, el cual: inhibirá el ensuciado de la superficie; minimizará la oxidación del agregado y acentuará el color del agregado.

## **Juntas**

Para reducir el riesgo de agrietamiento no planeado, se necesita tener un cuidado especial en la ubicación de las juntas con los acabados decorativos. Debe subrayarse que el acabado del concreto es tan bueno solo en la medida en que lo sean las técnicas de colocación y acabado.

*Referencia: Australian Pre-mixed Concrete Association.*

# **PREMEZCLADOS**

## **Concreto con fibras 1a parte**

Sin lugar a dudas, uno de los productos con valor agregado que, al parecer, tiene aplicación en casi cualquier tipo de mercado es el que tiene que ver con las fibras. De ahí que en este texto se busca disertar de manera breve pero concisa acerca de cómo se usan típicamente las fibras, cuál es su proposición en cuanto a valor así como algunas prácticas para incrementar el ritmo de penetración en el mercado estadounidense. El concreto con fibras y con mayor valor agregado es, presumiblemente, el que más se vende en todos los Estados Unidos actualmente. Usadas las fibras inicialmente para reducir el agrietamiento por contracción plástica del concreto, el mercado consistía principalmente en la presencia de fibras sintéticas de polipropileno y nylon. Estos productos iniciales eran fibras largas y gruesas que, aunque eran efectivas, resultaban difíciles de acabar y producían losas de concreto “con pelos”. A pesar de estas dificultades, su uso creció de manera importante con el paso del tiempo. Al madurar el mercado se vio que se fueron introduciendo productos de fibras más cortas y delgadas, al punto que se volvieron invisibles en las losas.

Estos tipos de productos llevaron a la situación que pudiera denominarse como “Prevención de grietas”. Al interceptar diminutas grietas, las fibras evitan que lleguen a formar grietas grandes y visibles. Este es el punto más apetecible del mercado y en donde estará enfocada la mayor parte de la reflexión que aquí se presenta. Todo especialista sabe que el concreto va a agrietarse.

Eso es algo que resulta inevitable. Sin embargo, al usar fibras junto con una disposición apropiada de las juntas, se puede generar un concreto que sea durable, atractivo, y que sea visto de manera positiva por los ojos del propietario o cliente. Otras aplicaciones de fibras pueden servir para mantener las grietas rígidamente juntas, lo que puede denominarse “Confinación de grietas”. Como conocedores del tema, se

sabe que el concreto va a agrietarse, pero ¿a qué ancho de grietas la apariencia se convierte en algo inadecuado para el propietario o cliente? Esta es una cuestión de percepción; sin embargo, aplicando las dosis adecuadas de fibras sintéticas más grandes, macrofibras sintéticas, productos combinados de acero/sintéticos o fibras de vidrio o acero, se puede resolver este problema que, como sabemos, resulta muy común.

Otra aplicación de las fibras que apenas comienza a tomar forma es el uso de altas dosis, en las cuáles o bien se desea flexibilidad de la matriz del concreto, o se eleva el desempeño estructural o bien, en pisos industriales en donde por muchos años, su uso ha probado ser efectivo para reducir los problemas de desempeño de las juntas por las pesadas cargas en las llantas. Pero volviendo al meollo del asunto: el enfoque actualmente está en la prevención de grietas por contracción.

Se supone que el 50% del mercado de concreto premezclado es para trabajos de superficies planas como losas, losas elevadas, muros tilt-up, etcétera. En este sentido, el mercado potencial para fibras —tan sólo en los Estados Unidos— fue de 173 millones de metros cúbicos en 2006. Si se multiplica eso por el precio de venta promedio por metro cúbico en su mercado, se podrá ver porqué se hace una disertación sobre un producto con un valor agregado gracias a las fibras. Es asombroso el valor del mercado que nuestra industria puede capturar. De modo que no queda duda sobre cuáles son las barreras que quedan por franquear y cómo podemos exitosamente obtener una mayor cuota del mercado. Referencia: El autor de este texto es A. Vance Pool, Director Senior de Recursos Naturales, de la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). El documento apareció en la revista Concrete In focus, otoño de 2007.

*Si desea, puede consultar la página web de la NRMCA: [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org).*

## ACERO DE REFUERZO

### Separadores para concreto estructural 1a parte

Los separadores son elementos frecuentes en la práctica constructiva con concreto al garantizar el recubrimiento del acero de refuerzo y dar una protección adecuada frente a los agentes agresivos. En el mercado hay distintos sistemas y soluciones para este tipo de dispositivos; de ahí la conveniencia de revisar los conceptos básicos a tomarse en cuenta al elegir un producto de este tipo. Los separadores o distanciadores se emplean en el concreto estructural con una misión fundamental: garantizar la posición del acero de refuerzo en relación a las cimbras o moldes, proporcionando un adecuado recubrimiento y protección del mismo. El uso de separadores es tradicional en países como Estados Unidos o el Reino Unido, pero es reciente en países como España. De hecho, allá, hasta hace menos de 10 años su uso se reducía a la prefabricación, donde las tolerancias son muy ajustadas y es preciso evitar que se produzcan daños en los moldes para garantizar su reutilización y el adecuado acabado de las piezas.

Los primeros intentos para que el sector de la construcción usara estos dispositivos —tratando de mejorar la durabilidad de las estructuras— se dieron con el Grupo Español del Hormigón (CEHO) que publica la

traducción de un documento de la Comisión Permanente VII Armaduras, Tecnología y Control de Calidad, del Comité Europeo del Hormigón sobre recomendaciones para el empleo de separadores, calzas y amarre de armaduras. Este documento influyó entre los técnicos responsables de la elaboración de la reglamentación técnica en materia de concreto estructural, incorporándose la obligación del uso de separadores en la Instrucción EHE [1] aprobada en 1998. Desde entonces, el empleo de separadores ha ido aumentando y han proliferado todo tipo de productos, sistemas y dispositivos con eficacia y operatividad diferentes, lo que pone de manifiesto la necesidad de regular su uso y características para obtener mejores resultados.

#### **Conceptos básicos**

El primero de los conceptos básicos es el del recubrimiento, definido como "la distancia entre la superficie exterior del acero de refuerzo (incluyendo anillos y estribos) y la superficie del concreto más cercana". El fin

del recubrimiento es proporcionar una protección adecuada a las armaduras de acero embebidas en el concreto. Esta protección se logra mediante la suma de diversos factores como:

- La calidad adecuada del concreto, obtenida a través de su composición: tipo y cantidad de cemento, relación agua/cemento, etc.; de su puesta en obra: colado, compactación y curado.
- Un espesor suficiente que retrase con el paso del tiempo la llegada de los agentes agresivos hasta el acero. El período durante el cual el concreto del recubrimiento protege al acero de refuerzo está en función del cuadrado de su espesor; esto conlleva que una disminución del recubrimiento a la mitad de su valor se traduce en un período de protección del acero de refuerzo reducido a la cuarta parte.
- Un espesor adecuado al tamaño máximo del agregado usado en el proporcionamiento del concreto y al diámetro del acero de refuerzo principal, para evitar que se produzcan segregación y nidos de grava que dejen al acero de refuerzo expuesto a la acción directa de los agentes agresivos. Por esta razón el espesor del recubrimiento no puede ser inferior al diámetro del acero de refuerzo principal (o diámetro equivalente si se disponen grupos de barras), ni a 0.80 veces el tamaño máximo del agregado utilizado, valor que ha de aumentarse hasta 1.25 si la disposición del acero de refuerzo dificulta el paso del concreto.
- La limitación de la fisuración en las piezas sometidas a flexión.

En el proyecto se especifica un valor nominal del recubrimiento, resultado de la suma del recubrimiento mínimo que es preciso garantizar al acero de refuerzo, y de una tolerancia —denominada margen de recubrimiento— que tiene en cuenta el tipo de control de ejecución que se está llevando a cabo en el elemento, y que adopta el valor de 10 mm en los casos normales, 5 mm para el caso de nivel de control de ejecución intenso y 0 mm para elementos prefabricados.

$$r_{nom} = r_{min} + ? r$$

El valor del recubrimiento mínimo que contempla la Instrucción EHE [1] está en función del tipo de ambiente agresivo al que esté expuesto el elemento, y adopta los valores de acuerdo a la resistencia a la compresión del concreto, el tipo de elemento y el recubrimiento según la clase de exposición a la que se exponga el elemento. Por lo tanto, el valor del recubrimiento está relacionado con la durabilidad de los elementos de concreto, y también con los conceptos de sustentabilidad que se están imponiendo en todas las reglamentaciones españolas, y que está siendo recogido en la nueva Instrucción de Hormigón Estructural que se está elaborando. En efecto, la versión 0 de la revisión de la nueva Instrucción [2] —referida como EHE-O— establece como pilar de la sustentabilidad de las estructuras de concreto el poder garantizar para las mismas una dilatada vida de servicio, entendida como el período durante el cual las exigencias básicas de la estructura se mantienen en unos niveles aceptables, realizándose actuaciones de conservación ordinaria que no impliquen operaciones de rehabilitación.

Aunque la duración de esta vida útil la ha de definir la propiedad, la EHE-O. Los recubrimientos mínimos propuestos por esta instrucción para el concreto reforzado están en función de: la clase de exposición, el tipo de cemento, la resistencia característica del concreto y la vida útil del proyecto, en años. Brinda ejemplos concretos en los que este período comprende entre 3 años, para las estructuras de carácter temporal, hasta los 100 años para puentes de más de 10 metros de longitud. En el caso de edificios residenciales y oficinas el período de vida útil establecido es de 50 años, que se eleva hasta 75 años si se trata de edificios públicos.

*Referencia: revista Cemento Hormigón, noviembre de 2007.*

#### Temas relacionados

#### Su opinión

#### Especialización en la ingeniería Mexicana una necesidad

#### Cimbras que incrementan la producción

#### Artículo Recubrimientos para pisos y losas (Primera parte)

1

- BUENO  
 MALO  
 REGULAR

Votar

# Tecnología y aplicaciones del concreto reforzado con fibra de vidrio

Segunda parte

En la primera parte de este artículo se hizo referencia, entre otras cosas, a la historia y características del GRC o GFRC (Glass Fibre Reinforced Concrete) así como a la normatividad vinculada a este material. En esta ocasión cerramos este interesante tema.



Acerca de la composición del producto, el GRC es un concreto muy rico en cemento, amasado con granulometrías finas de cuarzo (óxido de silicio) en proporción 1:1 y una dosificación de fibra de vidrio comprendida entre el 3% (sobre el peso total de la mezcla) si se añade precortada en la masa, hasta el 5% si se amalgama mediante proyección simultánea de la fibra y el concreto (procedimiento sprayed).



Desde hace más de veinte años se utilizan aditivos polímeros y más recientemente superfluidificantes reductores de agua. Es normal el empleo de pigmentos habituales para el cemento si se buscan tonalidades variadas, esencialmente si se emplea cemento blanco.

## El amasado

Este proceso se efectúa con batidores- agitadores de hélice en recipientes de unos 200 litros de capacidad controlando de manera cuidadosa la relación agua-cemento mediante un sencillo análisis (conocido en inglés como slump test) para mantener la fluidez constante.

## La proyección por bombeo

El concreto amasado en los batidores, con un tamaño máximo de 5 mm en su granulometría, es introducido en los recipientes a propósito en la bomba, que puede ser peristáltica o de tornillo progresivo. Diferentes terminales-pistola (spray gun) son empleadas para proyectar sobre la superficie del molde las diferentes capas de un espesor medio de 3 mm que, tras sucesivas compactaciones a llana o rodillo, acabarán conformando el espesor total de la pieza.

El tipo de spray gun concéntrico proyecta simultáneamente el concreto con la fibra que esta propia

herramienta va cortando tomándola del paquete donde viene arrollada en filamento continuo.

El tipo de bomba de tornillo forzosamente debe trabajar con este tipo de terminal simultáneo.

En cambio, la bomba peristáltica y su adecuado terminal también admiten la proyección de un premix, es decir, de una mezcla preamasada de concreto y fibra precortada. La confección de la pieza En la manufactura de elementos de GRC conviene usar una organización de mentalidad industrial pues, de lo contrario, puede conllevar un trabajo excesivo. Hay que tener en cuenta que, previamente, la oficina técnica, interpretando el proyecto general, habrá preparado un plan de producción en el que estarán definidos todos los detalles, dimensiones y espesores de cada pieza a producir; también deberán definirse los detalles, con los tipos de insertos, como anclajes para la extracción, colocación en la obra, fijación a estructuras, etcétera. Cabe decir que las inserciones al GRS, durante su proceso de producción, deberán estar listas para incorporarse a la pieza en el momento adecuado. Es fundamental efectuar las conexiones en fresco, mediante una compactación esmerada, para lo cual existe una variada gama de espátulas y rodillos.

### **El curado**

El GRC es un concreto en el que la dosificación de cemento se sitúa en torno a los 850 kg por metro cúbico y donde el tamaño máximo del árido está en los 2 mm, que conforman el grueso de la cara vista, requiriendo para esta granulometría y proporción de una relación agua-cemento alta para obtener una fluidez necesaria controlada con el slump test previo a la introducción en la bomba.

Las características obligan a un especial cuidado del proceso de fraguado en las primeras 12 horas. Las piezas recién conformadas deben permanecer tapadas constituyendo recámaras donde la propia humedad que se exuda evita una desecación violenta que podría producir fisuras o deformaciones, a pesar del refuerzo interno que aporta la fibra.

En los años setenta, se decía que durante una semana, las piezas de GRC extraídas de sus moldes, permanecerían en espacios cerrados con aspersores de agua que lograsen un ambiente saturado de humedad. Sin embargo, esta precaución dejó de ser necesaria cuando empezaron a usarse aditivos polímeros que se han introducido en el amasado en proporciones de hasta el 10% sobre el total de la mezcla.

El producto FORTON V-770, es uno de los polímeros que en el GRC se ha estado utilizando profusamente. Otra vía que se sigue para eliminar problemáticas durante el proceso de curado es la de lograr la necesaria fluidez del concreto fresco con superfluidificantes de última generación con gran poder reductor de agua, lográndose los slump test adecuados (por debajo de 0.25 en la relación agua/cemento). Esto minimiza los riesgos de retracción o deformaciones en el proceso de fraguado si bien siempre conviene mantener la precaución de cubrir las piezas con una película de polietileno creando cámaras y envolviendo los moldes hasta el momento de la extracción.

### **Soluciones para la industrialización de la construcción**

Todo el equipamiento que se precisa para el proceso que se ha definido, es decir: mezcladores para amasado, bomba, terminales de proyección, herramientas, etcétera, cabe en un contenedor y sólo cuesta alrededor de 40,000 dólares. Cada uno de estos conjuntos de equipamiento completo puede producir unos 50 m<sup>2</sup> de piezas de GRC al día. Teniendo en cuenta el reducido peso de las piezas (30 a 50 Kg<sup>2</sup>) los medios de elevación para extracción, almacenamiento y carga, también son sencillos y económicos.

Soluciones como las de plantas "efímeras", es decir, montadas con el único propósito de solucionar a pie de obra los paneles de un proyecto en particular, cuando las condiciones imperantes en el lugar de la obra no permiten considerar su fabricación a distancia, son posibles y muy favorables en los casos de fabricación de elementos de GRC que puedan ser manipulados y montados con las grúas normales de una obra.

Profundizando en el aprovechamiento de la prestación resistencia/ ligereza de los prefabricados de GRC y en la facilidad de moldeo sobre grandes moldes a su vez ligeros, cabe considerar soluciones con grandes piezas tridimensionales que pueden llevar la industrialización, hasta necesidades mínimas de fuerza de trabajo en obra. Cabe decir que, en la actualidad, el concreto reforzado con fibra de vidrio no es apropiado como componente estructural, porque para ello aún falta evolución así como las oportunas instrucciones en este uso que aún no existen. Es adecuado y ha demostrado su idoneidad para resistir satisfactoriamente

este uso, que aun no existen. Es adecuado y ha demostrado su idoneidad para resistir satisfactoriamente intensos movimientos sísmicos, actuando como cerramiento exterior de edificios de gran altura. También es adecuado para soportar vientos de categoría de huracán, si se calcula para esta eventualidad el cerramiento.

### **Refuerzos e insertos en el GRC**

La tecnología del GRC dio un espectacular salto adelante cuando apareció en los Estados Unidos la prefabricación de piezas híbridas constituidas por una piel o cáscara de GRC moldeado, conectada mediante uniones flexibles (varillas) a un bastidor tubular de estructura ligera de acero denominada skin+stud frame. Con este bastidor tubular, adecuadamente estudiado, se confeccionan elementos de hasta 30 m<sup>2</sup> que llegan a pesar tan sólo 1,500 kg y presentan concreto en su cara vista con diversidad de posibilidades estéticas. El factor clave de esta técnica radica en el conector flexible que evita la solidarización rígida de la estructura tubular con el concreto de poco espesor, lo cual produciría fisuras. Los conectores, a modo de patas formadas por varillas de 6 a 8 mm de diámetro, alejan el bastidor tubular de la piel de GRC entre 4 y 10 cm. Este alejamiento y el reducido diámetro del conector es lo que confiere flexibilidad al sistema, al tiempo que le otorga una elevada respuesta antisísmica. Las soluciones skin+stud frame hacen fácil el anclaje de los paneles a la estructura del edificio ya que permiten gran flexibilidad a la hora de emplazar los anclajes metálicos, pues pueden soldarse o atornillarse en cualquier punto del bastidor, respondiendo, en todo caso, a criterios de índole estructural del panel. Obviamente, un cerramiento premoldeado de esta manera, necesita ser complementado con un material de aislamiento y acabado por su cara interior. Los actuales sistemas de construcción “seca”, tales como el dry-wall y otros tipos de tabique ligero, complementan adecuadamente el sistema de cerramiento definido por el GRC.

Pueden realizarse piezas de considerables dimensiones sin necesidad de conectarse a una estructura auxiliar, si se calcula el elemento de GRC con sección nervada (placa rigidizada) conformando sus nervios mediante núcleos de poliestireno expandido preparados con la forma y dimensiones deseadas. Esta solución debe ir asociada a un tratamiento superficial de la cara vista por pintura silicatos, ya que la retención de humedad disipada entre las nervaduras y la placa, pone en evidencia una irregularidad indeseada marcando como una “radiografía” la estructura nervada del panel. Soluciones parecidas en lo que viene a llamarse paneles sandwich han sido usadas en la tecnología GRC. Aun teniendo en cuenta las nervaduras del propio GRC que “cosen” internamente la cara anterior y posterior del panel, su peso no sobrepasa los 60 Kg/m<sup>2</sup> y aporta tan altos coeficientes de aislamiento térmico como sea menester. Cuando los elementos premoldeados no tienen conectada una estructura auxiliar (bastidor tubular) los insertos destinados a elevación y anclaje del panel a la estructura del edificio se posicionan en el molde durante la fase de prefabricación, siendo solidarizados al elemento mediante macizos efectuados con el mismo GRC.

Un ejemplo

En el Hotel Rafael, de Barcelona (España) —proyectado por Carlos Ferrater— originalmente hecho en paneles de concreto arquitectónico, fue construido con paneles de GRC en el 2001. El tipo de panel usado es el skin+stud frame sin textura (liso, “salido de molde”) y muestra como puede incorporarse en un mismo panel, —gracias al diseño del mismo— elementos salientes tales como el dintela y la alfajía, además de las jambas que enmarcan la ventana a su correspondiente persiana. Fue premoldeado con cemento blando, con lo que quedó enfatizado el juego de luces y sombras generadas por los aleros salientes. La dimensión promedio de los paneles fue de 15 m<sup>2</sup>. La prefabricación se realizó a 600 km de la obra.

Cabe decir que el bajo peso de los paneles permitió acomodar en un mismo camión hasta 20 unidades, lo que en otro tipo de paneles de concreto resulta impensable.

**Nota: Para mayor información sobre el tema consultar las siguientes páginas web:**

[www.cem.fil.com](http://www.cem.fil.com)  
[www.archorecast.org](http://www.archorecast.org)

www.pci.org  
www.grca.org.uk  
www.preinco.com  
www.titancemento.com  
www.arconcret.com

### Temas relacionados

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

### Su opinión

**Artículo Tecnología y aplicaciones del concreto reforzado con fibra de vidrio (Segunda parte).**

- REGULAR  
 BUENO  
 MALO

Votar

1 2 [ siguiente >>]

## Una maravilla del sur

*Yolanda Bravo Saldaña*

*(Con información proporcionada por el Ministerio de Transporte- Instituto Nacional de Vías, de Colombia).*

*Fotos: Gabriel Ossa-ALAVISTA Comunicaciones (Colombia).*

El puente que une Barrancabermeja con Yondó, en Colombia —localizado en uno de los caminos de mayor antigüedad del país —, ha sido reconocido como una de las más importantes obras de ingeniería realizadas en Colombia, en los últimos años.



La construcción de este impresionante puente —que fuera reconocido en el rubro Internacional con un galardón en la edición 2006 del Premio Obras CEMEX— inició el 1 de diciembre de 2003 y terminó el 22 de noviembre del 2006. En términos generales, la construcción del puente Barrancabermeja-Yondó fue realizada mediante el sistema de voladizos sucesivos, que consiste en la construcción de la viga de cajón preesforzada, cuyo avance se realiza a través de dovelas coladas en forma simultánea de lado a lado de las pilas, conformando los voladizos, hasta llegar a la dovela de cierre, momento en el cual se cambia el régimen de trabajo de voladizos a claros continuos.

Uno de los aspectos más interesantes de resaltar de esta magna obra es que el atrevido claro principal navegable es de 200 m de longitud libre entre apoyos, posicionándose en el puente con el claro más grande del país así como uno de los más extensos a nivel latinoamericano y mundial. Por esta razón, el puente, cuyo nombre completo es “Guillermo Gaviria Correa”, —quien fuera un político prominente de Colombia, gobernador de Antioquia y secuestrado en el 2002— localizado en la carretera Barrancabermeja (en la provincia de Santander)-Yondó (en Antioquia) también fue reconocido con el premio que otorga Asocreto, en la modalidad de obras civiles, durante el Congreso Nacional de Ingeniería realizado en septiembre de 2006.

### **Cimentación y estructura**

La cimentación del puente consistió en una cimentación profunda con pilotes pre-excavados de 2.0 m de diámetro por las pilas principales y para las pilas restantes y los estribos se contemplaron pilotes pre-excavados de 1.5 m de diámetro. Para la superestructura, como ya se mencionó, ésta fue construida mediante el sistema de voladizos sucesivos con un claro central de 200 m y claros laterales compensatorios

mediante el sistema de voladizos sucesivos con un claro central de 200 m y claros laterales compensatorios de casi 100 m de lado a lado para un total de 400 m de longitud de la estructura principal. La firma contratista responsable de la obra fue Conconcreto SA mientras que la firma interventora del proyecto fue Diconsultoría SA. Una obra de gran valor Sin duda alguna, para la industria concreta de ese país, la realización de este puente resulta de enorme trascendencia puesto que la creación de este tipo de proyectos, permite la difusión, utilización y aplicación del concreto como material de construcción de alta resistencia, ajuste perfecto a la geometría que desarrolle el diseñador, incluso cumpliendo con las formas más caprichosas que el proyectista plantee, con el fin de cumplir con los requerimientos arquitectónicos, logrando mostrar también las bondades del material en cuanto a su manejabilidad, tiempos cortos en la obtención de las resistencias específicas que permitieron un avance en la ejecución con rendimientos muy altos.

## Datos, datos, datos

El proyecto estructural de esta obra consiste en un puente de 719.90 metros de longitud, conformado por 4 claros de acceso en la margen izquierda (160.35 m), un puente principal de 399.2 metros con claros de 99.6 metros, 200 metros y 99.6 metros y 4 claros de acceso en la margen derecha (160.35 m).

El puente principal se construyó mediante el sistema de voladizos sucesivos con dovelas fundidas in situ. Los viaductos de acceso están conformados por claros y vigas postensadas y placa de concreto. El ancho del tablero es de 11 m, constituido por una calzada útil de 9 m para dos vías de tránsito y andenes de 1 m a cada lado.

La superestructura del puente principal está constituida por una viga continua postensada de sección unicelular con altura variable parabólicamente entre 9.5 m en las caras de las pilas y 2.8 metros en el centro del claro central y sobre las dovelas extremas. La infraestructura del puente está constituida por 2 pilas principales y 2 extremas. Las columnas son todas de sección cajón unicelular de concreto reforzado de ancho variable y paredes de espesor constante. Los viaductos de acceso están conformados por claros de vigas y placas en concreto de 39.9 m de longitud. La sección transversal presenta 3 vigas de 2.4 m de altura.

Se utilizaron 18, 000 m<sup>3</sup> de concreto repartidos en concretos de 420 kg/cm<sup>2</sup> para la viga cajón y las vigas prefabricadas; 350 kg/cm<sup>2</sup> para las columnas de las pilas, la placa y el diafragma de los claros de acceso; 280 kg/cm<sup>2</sup> para las zapatas de las pilas, estribos y pilotes, y 210 kg/cm<sup>2</sup> para los andenes.

Cabe resaltar el uso de concretos de alto desempeño ( $f'c \geq 420$  Kg/cm<sup>2</sup>), los cuales han empezado a usarse regularmente en proyectos de infraestructura en los últimos años; específicamente, en la superestructura del puente se utiliza concreto de  $f'c = 420$  Kg/cm<sup>2</sup> en las vigas postensadas y en las dovelas.

Además, con esta obra, se demuestra cómo con una buena estructura de concreto se pueden crear obras de grandes claros, minimizando así su presencia física en el cauce de los ríos por la presencia de pilas. En materia financiera, conviene resaltar que, para el financiamiento del puente, se contó con la participación de los departamentos o provincias de Antioquia y Santander y de los cinco municipios entre los cuales se encuentra Barrancabermeja, Yondó, Santa Rosa, Cantagallo y San Pablo. También participaron la empresa Ecopetrol e INVÍAS, quienes trabajaron de manera conjunta para la realización de una importante obra de ingeniería civil como lo es la construcción de este puente sobre el río Magdalena, que permite la conexión entre el occidente y el oriente del país lo que fortalece y dinamiza las economías de los municipios arriba mencionados al permitir la comercialización de productos lo que se verá reflejado en el mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la región.

Asimismo, con la construcción de este puente se buscó fortalecer y optimizar el sistema multimodal de transporte a través del intercambio de los modos de transporte, para la movilización de los diferentes productos ya que en este punto confluyen los diferentes sistemas de transporte como son el terrestre, a través del puente Barrancabermeja-Yondó, el fluvial, a través de la construcción del puerto fluvial sobre el río Magdalena, y el sistema de vías férreas, que comunica al centro del país con la costa atlántica.

En este sentido, cabe decir que el Instituto Nacional de Vías de Colombia, cuenta con los estudios y diseños del mejoramiento y pavimentación de la carretera Yondó-Remedios (que forma parte de la red vial del departamento de Antioquia), para que esta provincia, a mediano plazo, inicie el mejoramiento y pavimentación de la vía anotada, mejorando la movilización hacia la costa atlántica.

## Sobre el uso de un sistema

Después de diversos estudios, se tomó la decisión de hacer el puente en concreto preesforzado, construido

Después de diversos estudios, se tomó la decisión de hacer el puente en concreto presostizado, construido mediante un sistema de voladizos sucesivos dado el conocimiento y familiaridad que se tiene con el concreto como material de construcción. Además, permite al constructor contratar un alto porcentaje de mano de obra directa e indirecta de la región, beneficiándose así las comunidades cercanas al proyecto, no sólo con los beneficios económicos sino con la generación de empleos y con la contratación de materiales e insumos para la obra como tal.

Aunado a esto, el concreto, como material de construcción, presenta ventajas adicionales como son los bajos costos de mantenimiento una vez terminada la obra y puesta en servicio, gran estabilidad de las estructuras y baja vulnerabilidad a eventos propios de la naturaleza u ocasionados por el hombre.

Finalmente, cabe decir que el gobierno colombiano ha asignado grandes partidas presupuestales dentro de su Plan de Desarrollo Nacional. En este sentido, el puente Guillermo Gaviria se posiciona como uno de los más grandes proyectos de infraestructura del país. Así, el Ministerio de Transporte, tiene programados grandes proyectos de infraestructura vial, tanto terrestre, como fluvial, marítima, férrea y aérea. Se planea la construcción de varios puentes, carreteras y viaductos.

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

#### Artículo Una maravilla del sur

- REGULAR
- BUENO
- MALO

[Votar](#)

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabia 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](#) [\[ siguiente >>\]](#)

## Curiosidades etimológicas

Gabriela Celis Navarro



Navegar por el mundo de las etimologías resulta bastante complejo; sin embargo, baste compartir algunos conceptos. Como sabemos en México se usa comúnmente la palabra “concreto”, mientras que en otros países, como España, este producto de carácter universal es conocido como “hormigón”.

En este sentido, conviene acotar que el vocablo “hormigón”, según señalan algunos diccionarios, procede de la palabra latina formic, que hace alusión a la cualidad moldeable o de dar “forma” que tiene este material constructivo.

Por su parte, según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, el término “hormigón” tiene su procedencia etimológica del vocablo hormigo , que, en sus orígenes, alude a las gachas (pedazos o masa blanda) de harina. Por su parte, el término “concreto” —que también proviene del latín concretus, significa “crecer unidos” o “unir”, amén de hacer referencia a lo denso y compacto.

En este sentido, el uso que nosotros los mexicanos le damos a la palabra “concreto”, nos llega por vía anglosajona, ya que proviene del anglicismo concrete. Esta definición queda también sustentada por el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, que señala que el término procede de un anglicismo. Ahora bien, en el caso del término “concreto”, pero en el idioma francés, éste es denominado béton, muy parecido al vocablo alemán beton. Ambas palabras derivan del latín bitumen/bituminis, que hacía referencia al lodo que se va espesando. Sin embargo, si se consulta el Diccionario VOX latino-español, se señala que bitumen refiere a “betún, asfalto, alquitrán, brea”. En cuanto al término “cemento”, éste proviene del latín caementun, que es una contracción

de caedimentum, del vocablo caede, que significa “cortar”. El citado Diccionario Vox, mencionaba que caementum es una “piedra para edificar”. En este sentido, el famoso ingeniero romano Vitruvio define al cemento como una piedra tosca, difícil de cortar, por su dureza, mientras que Cicerón da su propia definición considerándolo como una piedra tosca sin labrar (muy parecido a lo dicho por Vitruvio). Por su parte, el ya mencionado Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, señala que el vocablo “cemento”, proviene del latín cementun, usado de manera vulgar por “argamasa”.

Otro vocablo usado en la industria, el “clinker”, hace referencia al producto intermedio en la fabricación del cemento; es decir, la materia prima con la que se obtiene este producto. Éste, al deslizarse por los hornos rotatorios hace un ruido que se escucha como, “clink-clink”: de ahí nace la palabra “clinker”, de una onomatopeya. Es importante señalar que este término no aparece en el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua. Finalmente, la palabra “mortero”, viene del latín mortarium que significa “sartén para mortero”, es decir, el lugar dónde se preparaba por percusión el antiguo mortero romano.

---

**Artículo Curiosidades Etimológicas**

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar