

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO

Volumen 3 • Número 7 • Octubre 2013

www.imcyc.com

ISSN: 0187 - 7895



PUENTE EL CARRIZO:

La segunda joya



Las rutas de México

La red de aeropuertos y carreteras son el sustento para el progreso de un país o región; por éstas se mueven personas, productos y servicios que hacen que las diferentes formas de relacionarse entre los seres humanos se vuelvan más expeditas; sin embargo, no siempre los caminos son rectos. Muchas veces, hay que superar los obstáculos que la naturaleza nos pone. En el caso de México, una de las grandes sierras, la Madre Occidental, no obstante ser una de nuestras grandes bellezas naturales, también es un reto, cuando se habla de construir vialidades. Por esta razón El Puente El Carrizo, el segundo más importante dentro de la carretera Mazatlán Durango (el primero es el puente El Baluarte), es nuestro actual tema de portada.

Por otro lado, felicitamos a los ganadores del Premio ONNCCE, un galardón que busca reconocer el esfuerzo, participación y contribución en el establecimiento de una cultura de normalización, difusión y aplicación de la evaluación de la conformidad para así ayudar a elevar el nivel de calidad de bienes, servicios o sistemas, fortaleciendo al sector de la construcción y haciéndolo más competitivo.

Finalmente, queremos expresar nuestro hondo pesar por la difícil situación que enfrentan miles de compatriotas de diversos estados de la República Mexicana tras el paso de devastadores huracanes y tormentas tropicales. Esperamos que pronto reciban el apoyo necesario y regrese la normalidad al país y que sigamos adelante con ahínco, en la diaria construcción de una nación en progreso. **c**

Los editores

Mexipuerto Cuatro Caminos

El gobernador del Estado de México, Eruviel Ávila Villegas, anunció en fechas recientes la construcción del Mexipuerto Cuatro Caminos, que al ser concluido, transformará lo que actualmente es el paradero de transporte del mismo nombre en Naucalpan, así como la autopista Siervo de la Nación, en Ecatepec. Obras con las que el Estado de México se consolida como la entidad mejor comunicada del país además de fomentar la competitividad, el desarrollo económico, generar empleos y beneficiarse tanto mexiquenses, como a habitantes del Distrito Federal.

Eruviel Ávila, durante la presentación del proyecto, indicó que el Mexipuerto Cuatro Caminos es el reto a construir más grande de transferencia modal en México, el cual permitirá interconectar de forma rápida y segura a los usuarios del

Transporte Colectivo Metro con el transporte público de pasajeros y atenderá diariamente 40 mil movimientos hacia 400 destinos.

Por su parte, en el caso de la autopista Siervo de la Nación, el gobernador mexiquense señaló que correrá sobre el derecho de vía del Gran Canal, desde el Río de los Remedios y hasta Venta de Carpio, e interconectará a las carreteras México-Tepexpan con el Circuito Exterior Mexiquense, así como con la tercera etapa de la Naucalpan-Ecatepec, y con

los estados de Hidalgo y Querétaro, además de las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza del DF, reduciendo tiempos de traslado. Las obras iniciarán su construcción en febrero de 2014 y las empresas que estarán a cargo de los proyectos tuvieron que pasar por un proceso de licitación pública. ©

Con información de:
www.excelsior.com.mx.



Fotos: www.fuerza.com.mx

Honor a Renzo Piano

Giorgio Napolitano, presidente de Italia, nombró recientemente senador vitalicio al arquitecto Renzo Piano. En este sentido, la Constitución italiana prevé que el presidente de la República puede nombrar como senadores vitalicios a ciudadanos italianos que hayan obtenido grandes méritos en el ámbito social, científico, artístico y literario.

El arquitecto Renzo Piano, premio Pritzker en 1998, es conocido sobre todo por obras como el Centro Georges Pompidou de París; las oficinas de la Potsdamer Platz de Berlín y "The Shard" de Londres, el rascacielos más alto de Europa. Piano nació en 1937 y se graduó en arquitectura en la Politécnica de Milán en 1964. Ganador, entre otros, del Praemium Imperiale (Tokio), Erasmus (Amsterdam) y León de Oro (Venecia). En 2004, se creó la Fundación Renzo

Piano, una organización sin fines de lucro dedicada al apoyo de jóvenes arquitectos, que incluye la existencia de un taller con sede en Génova, Italia. ©

Con información de: AFP y EFE.



Foto: <http://lbp.blogspot.com>

Cemento en Guatemala

La empresa Cementos Progreso recientemente comenzó a construir en el municipio de San Juan Sacatepéquez (en la zona oeste de Guatemala), lo que será la mayor planta productora de cemento de Centroamérica. En una rueda de prensa semanas atrás, se informó del proyecto.

Uno de los miembros de la junta directiva de la empresa guatemalteca, Plinio Herrera, explicó en esa ocasión que harán una inversión de 720 millones de dólares en la construcción. Asimismo, detalló que la infraestructura se hará en 64 hectáreas de terreno que estarán rodeadas de otros 836 bosques con el fin de proteger la flora y el medio ambiente en esa región. A decir del miembro de la cementera, el proyecto denominado "San Gabriel", será el más moderno de Centroamérica y se unirá a otras dos plantas productoras de cementos que ya tiene la empresa en Guatemala.

Añadió que en el programa se establece también educación, capacitación y desarrollo comunitario, además de la generación de 450 empleos directos. La planta tendrá una capacidad de producción de 6,400 toneladas diarias de cemento. En la actualidad, la demanda de ese producto en Guatemala llega a los 3,8 millones de toneladas anuales. Cementos Progreso comenzó sus operaciones en 1999 y estima que su nueva planta podría comenzar a funcionar en el 2017.

<http://www.elnuevodiario.com.ni>

Premio José A. Cuevas

El Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM) entregó los premios José A. Cuevas al mejor artículo técnico publicado en 2012, así como a la Excelencia Académica 2011 a nueve estudiantes con los mejores promedios de su generación de las universidades del Distrito Federal y el área Metropolitana de la Ciudad de México.

Los alumnos de la UNAM que recibieron la distinción fueron: Javier Castro López, de la FES Aragón; Valeria Chávez Cerón, de la Facultad de Ingeniería, y Miguel Ángel Huerta Rayas, de la FES Acatlán. Por otra parte, también se reconoció al dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro y a Julián Carrillo por el trabajo "Límites de aceptación para el diseño sísmico basado en desempeño de muros de concreto reforzado para vivienda de baja altura", donde proponen ecuaciones para estimar la resistencia máxima de muros de concreto en viviendas de baja altura, programa que incluyó 39 ensayos cuasi-estáticos y dinámicos con muros de diferente relación de aspecto.

Al recibir la distinción, el dr. Alcocer señaló que este tipo de proyectos ofrecen lecciones, por ejemplo sobre la formación de recursos humanos especializados mediante su participación en programas de investigación. En el proyecto se formaron licenciados, maestros y doctores en ingeniería, como el propio Julián Carrillo.

También destacó la relevancia de los proyectos de vinculación universidad-industria, que permiten resolver problemas reales y, en este caso, con alto impacto social, al tiempo de conseguir recursos adicionales para la UNAM. Subrayó la importancia de la formación de nuevas generaciones de ingenieros con su participación en investigaciones experimentales.

Cabe decir que el premio lleva el nombre del ingeniero José A. Cuevas, experto mexicano en mecánica de suelo y cimentaciones. ©

Tomado de: **Gaceta UNAM, 29 de agosto de 2013.**



Sensible fallecimiento

El miércoles 28 de agosto falleció el ingeniero Luis Alberto Rábago Martínez, quien se desempeñaba como secretario de Obras del Distrito Federal. Miguel Ángel Mancera, jefe de gobierno del DF, comentó: "Luis Rábago fue un gran colaborador de este gobierno, un ingeniero dedicado y profesional.

Descanse en paz". Desde este espacio editorial del IMCYC, lamentamos también la muerte de este gran ingeniero mexicano. ©

Con información de: <http://hanskabsch.blogspot.mx/>



Premio ONNCCE

La normalización y la certificación deben ser promovidas en todos los ámbitos; desde incidir en programas académicos, hasta llegar al nivel comercial y financiero, para mejorar la calidad de las edificaciones. Por esta razón, el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación AC (ONNCCE) creó los galardones para la Normalización y la Certificación. El fin de este premio es reconocer el esfuerzo, participación y contribución en el establecimiento de una cultura de normalización, difusión y aplicación de la evaluación de la conformidad que coadyuven a elevar el nivel de calidad de bienes, servicios o sistemas, fortaleciendo al sector de la construcción y haciéndolo más competitivo.

Recientemente se llevó a cabo la segunda edición del premio, cuya convocatoria fue emitida en mayo pasado. En ésta se establecieron los criterios de evaluación, los cuales consistieron en evaluar la manera en la que los candidatos fomentan la normalización y certificación como una cultura de trabajo para mejorar las necesidades de los clientes, la difusión realizada para estas actividades, el beneficio que han otorgado a sus clientes, así como la forma en la que a través de estas actividades el candidato asume un compromiso con el bienestar social. Agradecidos por la participación activa de nuestros clientes, el organismo llevó a cabo la ceremonia para la entrega del Premio ONNCCE 2013, el 11 de septiembre pasado, ante la presencia de personalidades de la industria



De izq., a der.: dr. Daniel Vázquez Oubiña, director de Industrial Bloquera, SA de CV; ing. Felipe García Cortés, gerente de Operaciones de Industrial Bloquera, SA de CV; arq. Evangelina Hirata Nagasaki, directora técnica del ONNCCE; ing. Gabriela Juárez, jefa de Certificación y Gestión de Calidad ISO 9001:2008 de Industrial Bloquera; ing. Francisco Islas Vázquez del Mercado, presidente del Consejo Técnico del ONNCCE.



De izq. A der.: ing. Armando Serralde Castrejón, presidente del consejo Directivo del ONNCCE; M. en C. Daniel Dámazo Juárez, director general del IMCYC; arq. Evangelina Hirata; ing. Francisco Islas Vázquez del Mercado, ing. Daniel Manzaneros Ponce, Gerente Técnico de ANIVIP / Ing. Rafael Betancourt Ribotta, Presidente de ANIVIP.



De izquierda a derecha: Ing. Armando Serralde Castrejón, Presidente del consejo Directivo del ONNCCE; M. en C. Daniel Dámazo Juárez; arq. Evangelina Hirata; lic. María Eugenia Salas, gerente de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de Helvex, SA de CV; ing. Francisco Islas Vázquez del Mercado; ing. Daniel Verde Hernández, Gerente de Diseño de Helvex, SA de CV.

de la construcción, instituciones gubernamentales y académicas, asociaciones y público en general. En la categoría de Normalización y Certificación se entregó el premio a Industrial Bloquera Mexicana, SA de CV, por ser una empresa que considera la certificación de productos y sistemas de gestión como una herramienta de competitividad. En la categoría de Normalización el ganador fue la Asociación Nacional de Industriales de Vigueta Pretensada, AC, (ANIVIP) al demostrar ser una institución con alto grado de responsabilidad social que exige a sus socios el uso de normas en la fabricación de los productos que ofrecen al público, así como por ser líder en la promoción y divulgación de la normalización en México. Finalmente, Helvex, SA de CV. ganó en la categoría de Certificación por integrar en su misión un Sistema de Gestión de la Calidad como parte indispensable para el aumento de la competitividad y la calidad de los productos, mismos que fabrica a través de métodos basados en normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o en su caso, con la normatividad aplicable existente. Cabe decir que la empresa creó la Fundación Helvex, cuyo objetivo es la generación de programas sociales y ecológicos. **C**

¡Feliz día del Arquitecto!

Uno de los grandes arquitectos dentro de la historia de esta disciplina considera una de las bellas artes, Frank Lloyd Wright, dijo: "La arquitectura es vida, o por lo menos es la vida misma tomando forma y por lo tanto es el documento más sincero de la vida tal como fue vivida siempre". De ahí que festejar a los creadores de espacios en los cuales el usuario pueda dejar expresar su vida de la manera más plena, es para nosotros todo un honor.

Desde 1996 se conmemora el 1 de octubre el Día Mundial de la Arquitectura, por decisión de uno de sus organismos más importantes, la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), y gracias al decreto de la Asamblea en el Congreso de Barcelona realizada ese mismo año. En esa misma fecha, por cierto, también se celebra el Día del Hábitat, dada la relación que existe entre ambos. En el caso de México, fue en La Paz, Baja California donde surgió la idea de crear el Día Nacional del Arquitecto, propuesta nacida en el seno del Colegio de Arquitectos de Baja California Sur AC. En 2003, hace diez años, se hace oficial siendo firmada el Acta de fundación ante notario público. Más tarde presidente Vicente Fox declaró el 1 de octubre como Día Nacional del Arquitecto. **Con información de: www.sexenio.com.mx.**



Foto: www.aljonesarchitect.com.

Empresa paraguaya

InterCement, perteneciente al grupo Camargo Corrêa, recibió en fechas recientes un reconocimiento por parte del gobierno de Paraguay, mismo que fue entregado por el propio presidente de ese país Federico Franco.

El premio, que se otorga a "Empresas o Personas que contribuyen para el desarrollo industrial de Paraguay", fue recibido por InterCement, la holding para los negocios de cemento perteneciente a Grupo Camargo Corrêa, que está presente en 19 países y tiene empresas que también son referencia en los segmentos de ingeniería y construcción; concesiones de energía y de autopistas; astillero naval offshore; incorporación inmobiliaria e industria de vestuario y calzados.

InterCement opera en Paraguay desde el 2000 y ocupa el vice-liderazgo nacional con participación de 30% del mercado. Posee 39 fábricas distribuidas en ocho países. La cementera suma 38 millones de toneladas de cemento en su capacidad de producción anual y tiene gran presencia en América Latina y África. Con foco en innovación y proximidad en la atención a los diferentes clientes y mercados, InterCement está colocada entre las 10 mayores empresas internacionales del sector.

Sin duda, se trata del principal homenaje empresarial por parte del gobierno de Paraguay y es un reconocimiento del trabajo realizado por InterCement en el desarrollo de la infraestructura local. "Tenemos la seguridad que vamos a contribuir cada vez más para el desarrollo con sostenibilidad del Paraguay y este premio reconoce el compromiso a largo plazo firmado por las inversiones del Grupo Camargo Corrêa", afirmó durante el reconocimiento, José Édison Barros Franco, presidente de InterCement. **Con información de: [Twitter de Cemento Hormigón](https://twitter.com/CementoHormigón).**

Calendario de actividades

Octubre de 2013

Nombre: La arquitectura en concreto.

Fecha: 7 y 8 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Técnico en pruebas de resistencia para el concreto.

Fechas: 10 y 11 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Expo Cihac 25.

Fechas: 15 al 19 de octubre.

Lugar: Centro Banamex, Ciudad de México.

Tel.: (55)4738 6200.

Contacto: expo@cihac.com.mx

Página web: www.cihac.com.mx ↗

Nombre: Técnico para pruebas al concreto en la obra. Grado I.

Fechas: 17 y 18 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Técnico y el acabador de superficies planas de concreto.

Fechas: 25 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Examen: Supervisor especializado en obras de concreto.

Fechas: 29 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Evaluación de pavimentos de concreto.

Fechas: 31 de octubre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade,

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230.

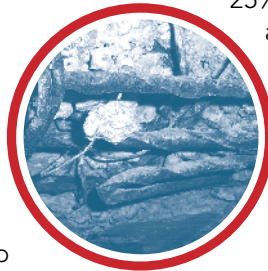
Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

CARBONATACIÓN

Influencia en morteros de cemento Portland y ceniza volante

Para producir concreto es necesario utilizar cemento Portland como aglutinante; sin embargo, por cada tonelada de cemento producida se genera una cantidad importante de dióxido de carbono (CO_2), que es emitida a la atmósfera provocando un impacto en el medioambiente. En este sentido, existe un claro consenso internacional que señala que el desarrollo sustentable de las industrias del cemento y de concreto puede lograrse con la sustitución parcial de un porcentaje de cemento con materiales cementantes suplementarios, reduciendo con esto la emisión de CO_2 a la atmósfera. En este sentido, la ceniza volante (FA por sus siglas en inglés) se ha utilizado con éxito.



Algunos especialistas se han enfocado en la importancia de la FA en el mecanismo de corrosión del acero de refuerzo inducido por cloruros; aspecto considerado como la principal causa de deterioro prematuro en estructuras de concreto reforzado. Sin embargo, son limitadas las investigaciones sobre el papel que la FA juega frente al fenómeno de la carbonatación, que en algunas regiones puede presentarse como principal problema de degradación por corrosión del acero de refuerzo en estas estructuras.

La carbonatación es un proceso completamente natural que depende también de variables naturales, consecuencia de las condiciones de exposición del concreto. Coinciden los especialistas en que el avance del frente de carbonatación depende principalmente del contenido de humedad relativa, de la permeabilidad del concreto y de la concentración de CO_2 disponible en el ambiente. Consideran además que la adición de FA al concreto puede influir sobre la capacidad protectora del recubrimiento del acero y con ello reducir la incidencia de la corrosión.

Se exponen en este escrito los resultados de un estudio realizado en la Universidad Autónoma

de Nuevo León, México (UANL), cuyo objetivo fue investigar los efectos de la utilización de FA tipo "F" en morteros con Cemento Portland Ordinario (CPO) expuestos a una atmósfera rica en CO_2 . Para evaluarlo se realizaron mediciones de porosimetría y del pH de la matriz en morteros no carbonatados y carbonatados.

Para realizar las mezclas se utilizó Cemento Portland Ordinario y la FA en sustitución parcial del 25% del cemento, porcentaje en masa. Se utilizó agregado fino calizo con un tamaño máximo nominal de 4.8 mm (#4), con relaciones agua-material cementante (a/c) de 0.35, 0.45, 0.55 y 0.65, y un mini-revenimiento (cono truncado de 10 cm de diámetro en la base, 5 cm de diámetro en la parte superior y 15 cm de altura) de 5 cm \pm 1 cm.

Lo anterior dio como resultado ocho mezclas de mortero (4 sin FA, y 4 con FA), a las que se les determinó el contenido de aire atrapado en la mezcla fresca. Para cada una de las mezclas se fabricaron 10 especímenes cilíndricos de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura, que fueron mantenidos en sus moldes por 24 horas en ambiente de laboratorio. Posteriormente fueron desmoldados y curados a $23 \pm 1^\circ C$ y con una HR superior al 95%, por período de 28 días.

Antes de someter los especímenes al proceso de carbonatación, se hicieron pruebas de resistencia a la compresión, de absorción, de porosimetría y de permeabilidad al agua. También se realizaron mediciones de la alcalinidad de la matriz de mortero, a través de la medida del pH.

Pudo concluirse de este estudio que al reemplazar el 25 % del CPO por FA tipo "F", en la producción de estos morteros se observa que la resistencia mecánica a la compresión es similar a los morteros sin FA. De igual manera, los morteros con FA manifiestan un incremento en la porosidad total para las cuatro relaciones a/c con relación a los sin FA, especialmente aquellos con alta a/c.

Los morteros con y sin FA presentan coeficientes de permeabilidad al agua del mismo orden de magnitud; adicionalmente, el efecto de la carbonatación produjo en ambos una reducción de la porosidad total. Puede advertirse cómo la disminución de alcalinidad debido a la carbonatación es menor en los morteros que contienen ceniza, comparados con los que no tienen.

El conjunto de resultados obtenidos a los 28 días de curado, indican que el uso de este tipo de puzolanas

requiere un mayor tiempo de reactividad para lograr desarrollar al máximo su actividad puzolánica. **C**

Referencia: P.L. Valdez-Tamez; A. Durán-Herrera; G. Fajardo-San Miguel; C.A. Juárez-Alvarado, "Influencia de la carbonatación en morteros de cemento Portland y ceniza volante", publicado en *RIIT*, vol. X, núm. 1, 2009 39-49, ISSN1405-7743 FI-UNAM.

ADICIONES

Resistencias a la compresión inicial en concretos de ceniza volante

La activación alcalina de materiales es un proceso químico en el que se produce rápidamente una transformación parcial o total de los componentes vítreos/amorfos del material en estructuras cementicias compactas. La activación alcalina puede dar lugar a dos tipos de materiales cementantes: compuestos basados en *Si/Ca* (Sílice/Calcio) y/o basados en *Si/Al* (Sílice/Aluminio). La activación del metacaolín y de la ceniza volante (FA), constituyen ejemplos típicos del último.

Se exponen los resultados de una investigación sobre la activación alcalina de cenizas volantes (AAFA); procedimiento singular donde el polvo gris de FA es mezclado con una solución alcalina (activadores alcalinos) y, tras un curado a temperatura moderada, se obtiene un material con propiedades cementantes.

El componente vítreo de la FA se transforma en un cemento bien compactado. En investigaciones previas se comprobó que el principal producto de la reacción formado en AAFA es un gel amorfo de aluminosilicato con características y propiedades de un "precursor zeolítico". De acuerdo con otras investigaciones, la cristalización de zeolitas puede ser el hipotético estado final de la ceniza activada alcalinamente. El orden a corto rango de este "precursor zeolítico" consiste en una estructura tridimensional donde el *Si* presenta una gran variedad de entornos. En estos sistemas también ha sido detectada la presencia de pequeñas cantidades de hydroxisodalite y herschelite, así como de otras zeolitas cristalinas.



Pueden encontrarse en la literatura datos sobre el desarrollo mecánico de pastas y morteros activados alcalinamente; sin embargo, existe escasa información sobre la fabricación de concretos de FA activada alcalinamente sin cemento Portland.

El propósito principal de este estudio fue determinar hasta qué punto los factores de diseño de la mezcla (proporciones, procedimiento de mezclado, tiempo y temperatura de curado, naturaleza y concentración del activador alcalino, relación disolución/ceniza, etc.) afectan a su fraguado y endurecimiento; así como al desarrollo a edades iniciales de resistencias a compresión de concretos de FA activados alcalinamente. En este aspecto se compararon los concretos de FA y los de OPC.

Se utilizaron dos cenizas volantes españolas tipo F y un cemento comercial (CEM I 52.5 R). Los principales componentes de la FA fueron óxidos de sílice y alúmina, y en el cemento Portland, óxidos de cal y sílice. Asimismo, fueron usados dos tipos de agregados locales: agregado silíceo grueso de tamaño de entre 6 y 12 mm, y arena silícea lavada de 0/5 mm. Para preparar las diferentes disoluciones activadoras definidas se utilizaron lentejas de hidróxido sódico y una disolución de silicato sódico ($\text{SiO}_2=27,8\%$, $\text{Na}_2\text{O}=8,2\%$ y $\text{H}_2\text{O} = 64\%$)

Inicialmente, durante 3 minutos se mezcló en la amasadora la ceniza con el agregado en un caso y, en otro, el cemento con el agregado. Después se añadió el líquido hidratante (disolución alcalina para las cenizas, agua para el cemento Portland), cuya mezcla resultante fue amasada por 5 minutos. La mezcla en cada caso se vertió en un molde cilíndrico de cartón no reciclable de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto, con llenado en tres capas, que fueron consolidadas durante 15-20 segundos con un vibrador. Para cada ensayo se prepararon tres probetas.

Inmediatamente después del moldeado, las muestras se introdujeron en estufa y curadas en condiciones de humedad relativa alta (> 90%) a una temperatura y tiempo específicos. Luego fueron desmoldadas y guardadas a temperatura ambiente en el laboratorio hasta el ensayo de estimación de la resistencia a la compresión.

Los estudios sobre las variables que afectan a la elaboración de concretos de FA activada alcalinamente (sin cemento OPC) muestran el potencial de estos materiales para que puedan ser utilizados en

la industria de la construcción y, especialmente, en los prefabricados. Cabe decir que las propiedades de los concretos de FA activadas alcalinamente están influenciadas, al igual que las de los concretos convencionales, por un conjunto de factores relacionados con la dosificación de la mezcla y las condiciones de curado. No obstante, estos concretos permiten desarrollar muy elevadas resistencias a cortas edades (1 día), las que siguen progresando de forma más lenta con el paso del tiempo.

A nivel macroscópico las diferencias en la apariencia física entre un concreto de cemento Portland y uno alcalino de FA son prácticamente nulas. Las diferencias reales se encuentran a nivel microestructural y composicional. **C**

Referencia: Fernández-Jiménez, A.; Palomo, A., "Factores que afectan al desarrollo inicial de resistencias a compresión en hormigones de ceniza volante activados alcalinamente (sin OPC)", en *Materiales de Construcción*, vol. 57, 287, 7-22, julio-septiembre 2007, ISSN: 0465-2746.

PUENTES

El Vasco da Gama

Se trata de un puente atirantado que atraviesa el río Tajo en Portugal, que constituye el segundo cruce construido a través de este río, y adicionalmente el puente más grande de Europa (tiene una longitud de algo más de 17 kilómetros). La ejecución de la construcción de referencia, en gran medida se debe a la contribución de una agencia interministerial denominada: Gabinete para a Travessia do Tejo em Lisboa (Gattel), que presidida por el Ministerio de Obras Públicas, se formó para tomar una decisión acerca de la ubicación del nuevo cruce; así como para construir, financiar y operar el cruce, como una concesión privada.

En abril del año 1994, Lusoponte, un consorcio mixto de Portugal, Gran Bretaña y Francia, ganó la licitación para diseñar y construir la estructura principal del puente Vasco da Gama, así como de sus ramas de acceso. La construcción comenzó en febrero de 1995, y el puente se abrió al tránsito el 29 de marzo de 1998.

El puente fue construido rápidamente, de modo que el acceso a la Expo '98, desarrollada

entre otras cosas para celebrar la finalización de los 500 años del descubrimiento de una ruta marítima entre Europa y la India por Vasco da Gama, fue muy fácil.

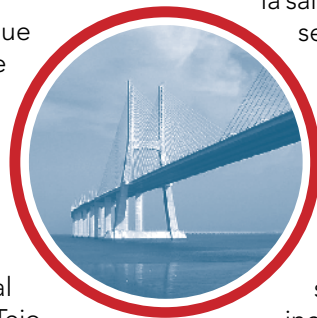
El puente atirantado tiene un vano central con una longitud de 420 metros de longitud por 203 metros de ancho; con una altura en las torres centrales, que se construyeron de concreto armado, de aproximadamente 150 metros; teniendo la cubierta del puente, una altura de 47 metros, respecto al nivel del agua. Toda la construcción del puente está dividida en siete secciones, mismas que se relacionan a continuación: la carretera de acceso norte, el Viaducto Norte (488 metros), el viaducto de la Expo (672 metros), el puente principal (claro principal de 420 metros y longitud total de 829 metros; con una altura libre para navegación de 45 metros), el viaducto central (aproximadamente 6.3 kilómetros), el Viaducto Sur (aproximadamente 3.8 kilómetros) y la carretera de acceso Sur (de casi 3,9 kilómetros; que incluye 18 puertas de peaje y dos zonas de servicio).

La sala de control de tráfico, que gestiona el tráfico en el puente Vasco da Gama, se ubicó en el edificio Plaza Toll; vehículos patrulleros, y elementos del sistema de gestión del tráfico y los servicios policiales y de emergencia, ayudan al personal de la sala de control para resolver las incidencias que se producen en el puente. Adicionalmente se construyó un puesto policial permanente en el puente, con el que se supervisa y controla, mediante 87 cámaras de video, todo el puente y sus ramas de acceso. La sala de control y el puesto de policía, monitorean las imágenes captadas por estas cámaras.

Otro sistema de gestión de tráfico que se incluye, es un detector automático de incidentes, que indica a los operadores si hay atasco de tráfico o no; además de semáforos y paneles de velocidad variables, el puente cuenta con 73 mensajes telefónicos de emergencia que se vinculan con el tráfico ambiente, instalados en ambas direcciones a lo largo de las ramas del puente y sus accesos.

El costo del proyecto del puente Vasco da Gama fue de 897 millones de euros, y fue financiado bajo el acuerdo de construcción-operación-transferencia, por el sector privado. **C**

Referencia: Adaptado y traducido de: "Vasco da Gama bridge, Lisbon, Portugal", <http://www.road-traffic-technology.com/projects/vasco-da-gama/>



El vidrio como agregado

Los agregados del concreto convencional están compuestos de arena (agregado fino), y de varios tamaños y formas de grava o piedras (agregado grueso); sin embargo, hay un creciente interés en la sustitución de estos por agregados alternativos, principalmente como uso potencial de materiales reciclados.

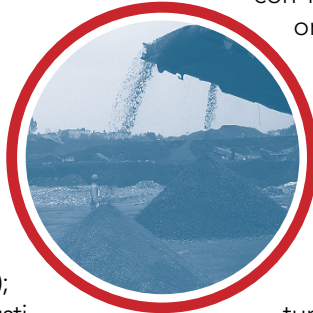
Si bien son diversas las investigaciones en torno a estos agregados alternativos (cenizas de carbón granulado, escorias de alto horno o de otros residuos sólidos, desechos de fibra de vidrio, plásticos granulados, productos y/o desechos de papel y madera, entre otros). Los más aplicados son los fragmentos de vidrio y los agregados reciclados provenientes de residuos de concreto.

No obstante que normalmente los agregados representan un 70 a un 80% del volumen de concreto, solía pensarse que como relleno inerte tenía poco efecto sobre las propiedades del concreto endurecido; sin embargo, diversas investigaciones han demostrado que los agregados, de hecho, juegan un papel importante en la determinación de la trabajabilidad, resistencia, estabilidad dimensional, y durabilidad del concreto. Además, de que estos componentes pueden tener un efecto significativo en el costo de la mezcla de concreto.

Ciertas propiedades de los agregados suelen ser importantes para el empleo ingenieril del concreto, como pueden ser la dureza, su resistencia, y hasta la durabilidad. El agregado para concreto debe estar "limpio", sin productos químicos absorbidos ni contenido de arcilla u otros materiales finos; que en determinadas concentraciones puedan alterar la hidratación y la adherencia con la pasta de cemento.

Es recomendable tener en cuenta la diferencia entre el agregado y el cemento, debido a que algunos materiales se han utilizado tanto como material cementante, como agregado (ciertas escorias de alto horno). En este caso solo se hace referencia a los agregados alternativos.

Los agregados provenientes de concreto reciclado, generalmente tienen una gravedad específica más baja y una mayor absorción que el agregado convencional. El concreto elaborado con agregados reciclados, normalmente tiene buena



trabajabilidad, durabilidad y resistencia a los ciclos hielo-deshielo. La resistencia a la compresión varía con la resistencia a la compresión del concreto original y con la relación agua-cemento del nuevo concreto. Se afirma en algunas investigaciones que el concreto elaborado con agregado reciclado, tiene por lo menos dos tercios de la resistencia a la compresión y del módulo de elasticidad del concreto elaborado con agregados naturales.

Por su parte, numerosos ensayos han demostrado que los residuos de vidrio triturado y tamizado pueden ser utilizados como un sustituto de la arena en el concreto. Algunos de los residuos de vidrio que se han utilizado como agregado fino son los cristales transparentes de ventanas "no reciclables" y las lámparas fluorescentes con cantidades muy reducidas de contaminantes. Las posibles aplicaciones de tales residuos de vidrio en el concreto son sendas para bicicletas, banquetas, cunetas, y otros. Cabe decir que la ausencia de información generalizada acerca de los agregados alternativos, puede dificultar su empleo. Para realizar un diseño consistente y duradero con concreto de agregado reciclado, es necesario realizar más ensayos que den cuenta de las variaciones en las propiedades de los agregados.

Aunado al hecho de que los agregados reciclados tienen una mayor absorción y menor gravedad específica que los convencionales, algunas investigaciones han revelado que la resistencia a la compresión del concreto de agregados reciclados a los 7 y 28 días es generalmente más baja que en un concreto convencional. Por otra parte, los agregados reciclados pueden estar contaminados con residuos de sulfato, provenientes del contacto con suelos ricos en sulfato, cloruros u otros contaminantes.

Por su parte, los agregados de vidrio en el concreto pueden ser problemáticos debido a la reacción álcali-sílice entre la pasta de cemento y este agregado, que con el tiempo puede conducir al debilitamiento del concreto y a la disminución de la durabilidad a largo plazo. Se han realizado investigaciones sobre varios tipos de vidrio y otros productos para detener o disminuir esta reacción indeseada; sin embargo, aún son necesarios más estudios antes de que los fragmentos de vidrio puedan ser utilizados en aplicaciones de concreto estructural. **C**

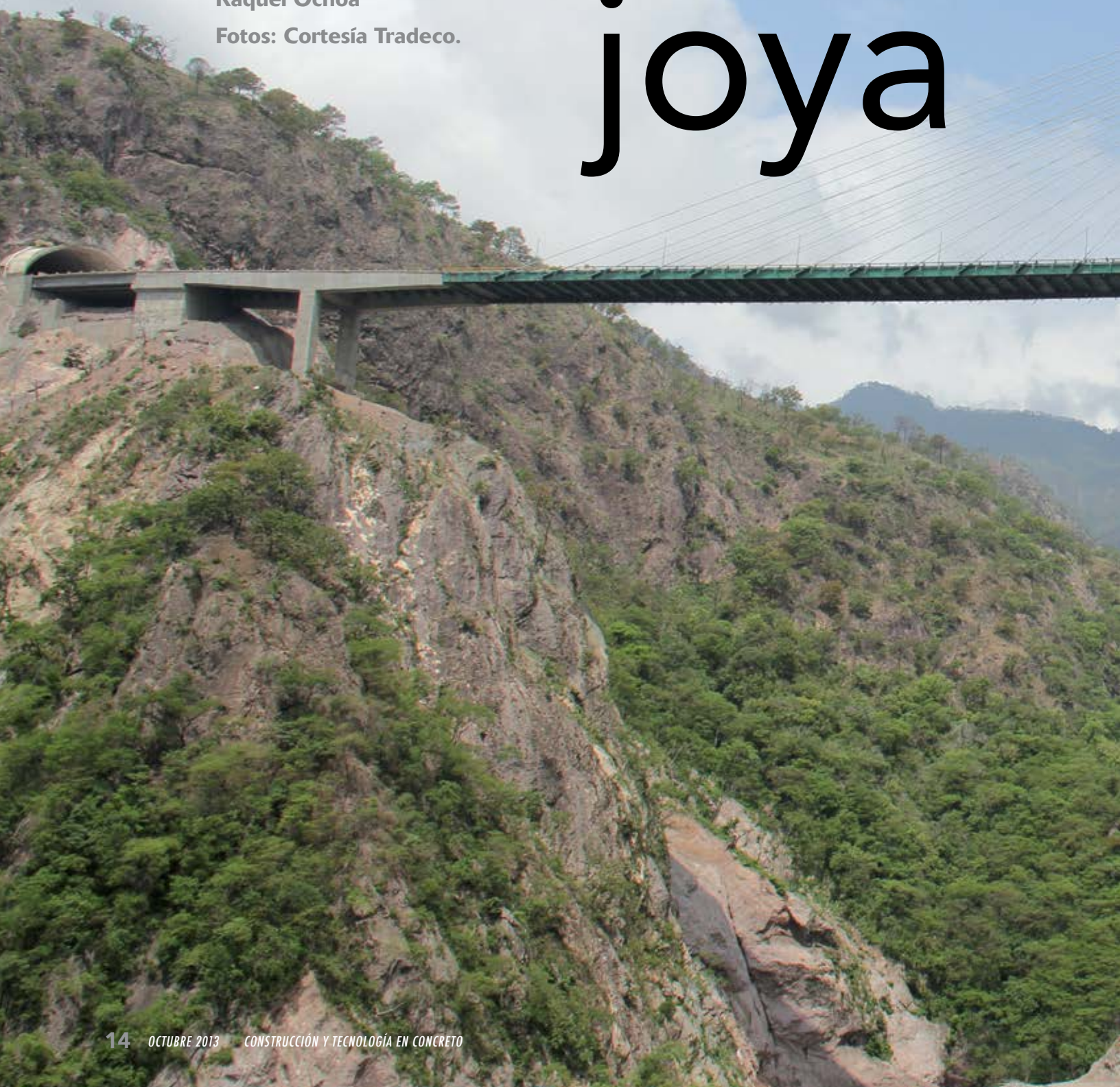
Referencia: Traducido y adaptado de: <http://www.toolbase.org/Technology-nventory/Foundations/concrete-aggregate-substitutes>

PUENTE EL CARRIZO:

La segunda joya

Raquel Ochoa

Fotos: Cortesía Tradeco.





La culminación de la gran superestructura que es el puente El Carrizo (ubicado en la carretera Durango-Mazatlán) significa una ruta más directa y segura entre el Golfo de México y la Costa del Pacífico, materializando una zona de gran oportunidad, eficiencia, productividad y comunicación para impulsar el desarrollo comercial, industrial y turístico interoceánico.

Se necesita estar de un lado u otro de los extremos para distinguir la importancia de cruzar a la otra orilla. El hombre, en su lucha por estrechar los lazos de unión territorial, avanza a pasos agigantados enfrentando los inmensos obstáculos topográficos y geológicos que le impone la naturaleza.

Desde el primer puente colgante moderno –localizado en Pensilvania, EUA– hasta la era de la globalización, la ciencia y tecnología han permitido el dominio de las técnicas de construcción de superestructuras en México y el mundo.

El Carrizo es el
segundo puente atirantado
más importante de la carretera
Durango-Mazatlán.

La infraestructura de puentes, en la actualidad, va más allá de intenciones proyectistas y construcciones monumentales; evidencian el grado de desarrollo, empuje científico, tecnológico y económico de una sociedad, donde imaginación, conocimiento, trabajo y tecnología se conjugan en innovadoras formas de infraestructura estética y funcional.

Laborar en las alturas es un reto convertido en pasión que transforma y perfila a las grandes obras de ingeniería. Así, El Carrizo es el segundo puente atirantado más importante de la ruta Durango-Mazatlán. Hacer posible esta superestructura implicó de un plan audaz y el liderazgo de ingenieros capaces de tomar decisiones justo a tiempo.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, el superintendente general de estructuras, Juan Carlos Tenorio Becerra en conjunto con el asesor estructural y control geométrico, Miguel Ángel Ibarra Estrada, de Grupo Tradeco –firma encargada del proyecto–, puntualizan el proceso, características y desafíos que hicieron posible esta superestructura moderna.

Una gran obra

Al noreste de la República Mexicana, en Concordia, Sinaloa, flota –entre la niebla y el clima húmedo de la Sierra Madre Occidental– está el puente atirantado El Carrizo, la segunda estructura más importante de la autopista Durango-Mazatlán.

¿Qué fue necesario para construir una superestructura como El Carrizo? Para los ingenieros estructuralistas de Grupo Tradeco, la fórmula fue el capital humano capacitado –desde ingenieros civiles y estructuralistas hasta varilleros y soldadores, entre otros– y una

empresa con grandes fortalezas. “La clave del éxito de un proyecto como éste fue una solución integral que garantizó los aspectos técnico-económico, permitiendo conjuntar un gran ejercito de trabajadores con experiencia, habilidades y aptitudes en el desarrollo de grandes estructuras, con la tecnología, la maquinaria, el equipo y los recursos necesarios

para cumplir con las exigencias de planeación y logística que requiere una estructura de las dimensiones como El Carrizo”.

Desafío convertidos en pasión

Desde el comienzo se enfrentaron a una situación extrema y contra reloj. “La prioridad era la reduc-

Datos de interés

Nombre de la obra: Puente El Carrizo, autopista Durango-Mazatlán (tramo II).

Ubicación de la obra: Km. 162+720.

Longitud: 487 metros.

Altura: 226 metros desde el nivel de desplante hasta la parte superior del mástil o pilón.

Ancho: 18.40 metros.

Carriles: 4.

Fecha de inicio de la obra: Marzo 2011.

Fecha de fin de obra: Marzo 2013.

Fecha de inauguración de la obra: Octubre 2013.

Nombre de la constructora: Tradeco Infraestructura.

Proyectista: Jessa Ingeniería.

Revisor: Euro-estudios e Ingenieros Consultores.

Asesores: PIE Procesamiento de Ingeniería Estructural y Consultoría Mexicana de Ingeniería.

Seguimiento al control de calidad: Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM).

Dependencia a Cargo: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Materiales utilizados

Concreto: Desde concreto $f'c=150$ Kg/cm² a 28 días, hasta concreto $f'c=350$ Kg/cm² a 28 días, concreto resistencia rápida (80%); $f'c=350$ Kg/cm² a 12 hrs.

Total de concreto utilizado: 12,750 m³.

Acero:

Acero de refuerzo $f'y=4,200$ Kg/cm.

Acero estructural A-709 grado 50.

Acero de presfuerzo baja relajación $f'y=19,600$ kg/cm².

Lamina galvanizada en caliente para la fabricación del perfil monten.

Electrodos de la serie e-70 (Soldadura).

Maquinaria utilizada: Tractor sobre orugas; excavadora; compresores 750 PCM; planta de Luz de 500 Watts; grúa torre automontable de 55 m de longitud de pluma; grúa torre fija de 75 m de longitud y pluma; bombas de concreto estacionarias; planta de soldar; dispositivos de lanzado de dovelas en zona de tirantes; dispositivos o carros de colado (para la construcción del doble voladizo de concreto).



ción del tiempo de ejecución de la obra. Esto implicó la realización de cambios en el proyecto original, para facilitar la fabricación de dovelas metálicas en paralelo a la construcción de la subestructura con apoyos y elementos de concreto”, explican orgullosos los especialistas en estructuras.

Los ingenieros debían encontrar el concepto ideal para vencer al reloj. Finalmente, consiguieron el diseño que cumplía con todos los criterios que exigía el programa de seis meses determinados para la finalización de la mega obra. El

nuevo concepto fue desafiante: una estructura tipo mixto, con atirantado, doble voladizo y traveses Nebraska –puntualizan los ingenieros–, “contempla la construcción de dos apoyos principales: el primero es el mástil, con una altura de 226 m, que da soporte a la superestructura basada en dovelas metálicas, con losa de concreto para la superficie de rodadura, utilizando el sistema en doble voladizo atirantado con 217 m de longitud.

El segundo apoyo, con una altura 70 m, brinda soporte a la

superestructura que tiene como base dovelas de concreto post-tensado de sección cajón, construidas con el sistema de doble voladizo. Finalmente, tres cabalotes, dos correspondientes a los accesos del puente, y otro intermedio que sirve para la construcción de un claro de 18 m, con traveses tipo Nebraska”.

Acompañados del sonido del viento y el paisaje montañoso de la Sierra Madre Occidental, entre la maquinaria y el clima extremo, el equipo de especialistas, inmersos en su jornada cotidiana se ocupan intensamente, para alcanzar una



sola meta: ¡disminuir el tiempo de construcción! La programación del proyecto original establecía un término de treinta meses en la ejecución de la obra; el desafío es reducir el tiempo a sólo seis meses.

Las alturas desafiantes se convierten en un reto de pasión que acelera la adrenalina, dominada sólo por el profesionalismo de varilleros y soldadores que trabajan a una altura de 160 metros, sobre el único mástil que tiene El Carrizo. Sin embargo, el trabajo para irrumpir en las alturas tiene sus imprevistos, que sólo la audacia, el ingenio y pericia de expertos puede dominar –a decir de los entrevistados. “Estando a 12 metros de alcanzar los apoyos -en el tramo doble voladizo atirantado-, en la etapa más crítica de construcción, la acción del viento originó la presencia de movimientos verticales sobre la estructura, colocando en riesgo al proyecto. No obstante, el equipo de profesionales tomó medidas estratégicas inmediatas, mitigando el efecto del viento”.

Y es que, uno de los retos en el trabajo de las megas estruc-

turas son las alturas, obligando a las firmas constructoras de este segmento a tomar medidas de seguridad en el trabajo. “Aunque el personal había sido instruido y capacitado, para el trabajo en las alturas, siempre existió el temor. Por esta razón, se implementaron programas de seguimiento y seguridad para todo el equipo de

trabajo; además de pláticas diarias con el personal, para hacer conciencia en uso e importancia del equipo de seguridad”, afirman los estructuralistas.

Por ello, “uno de los grandes desafíos fue durante el mismo proceso constructivo, particularmente en el doble voladizo atirantado. La presencia de comportamientos im-

Aún hay más...

Tipo de Puente: Mixto, atirantado, de doble voladizo, con trabes tipo Nebraska.

Ancho de calzada (4 Carriles): 18.40 metros.

Altura de pila: 166 metros.

Altura del pilón: 60 metros.

Altura total de apoyo: 226 metros.

Número de apoyos: 5.

Número de claros: 4.

Longitud total del puente: 467.64 metros.

Claro máximo: 217.30 metros.

Tramo atirantado: Dovelas metálicas: 364 metros.

Tramo en doble voladizo: Dovelas de concreto postensado sección cajón: 70.60 metros.

Tramo del apoyo 4: Losa de rodamiento: 15.34 metros.

Tramo Trabes: Tipo Nebraska (postensadas): 38 metros.

predecibles que no correspondían con el modelo computacional, nos obligó al análisis más puntual del comportamiento de fuerzas y desplazamiento de la estructura, visualizando la esencia de la misma, logrando sentir y entender cada una de las etapas constructivas de la superestructura”, expresan los expertos.

Fraguando El Carrizo

“Durante la concepción del diseño prevaleció la utilización de materiales que garantizaran la seguridad y calidad estructural durante el proceso constructivo y en el funcionamiento operacional de la obra —enfatan los ingenieros. Asimismo, se consideró la importancia de la conservación del habitat de la zona, con un control exhaustivo del impacto ambiental para que no se pusiera en riesgo la salud y bienestar de las comunidades y los ecosistemas”.

Sobre el concreto, comentan: “uno de los principales materiales utilizados en la obra fue el concreto. El Carrizo es un puente mixto, diseñado con base en concreto armado y postensado con una estructura metálica, permitiendo

Datos de la Subestructura

Zapata: 29 x 19 x 6 metros.
Volumen de concreto: 2, 860 m³.
Acero de refuerzo: 99,147 kg.
Columna: 20.50 x 11.50 x 6.00 metros.
Concreto: 5,490 m³.
Acero de Refuerzo: 1'041,434 kg.

Datos de la Superestructura

Zona atirantada:
Dovelas metálicas 8 metros: 2.
Dovelas metálicas 12 metros: 28.
Número de tirantes: 4 Líneas de
Tirantes en 2 Arpas simétricas:
 Total 56.
Número de torones por tirante:
 de 22 a 43.
Metal base en dovelas:
 1'300,000 kg.

aspectos como: la fabricación y transporte de algunos elementos fuera del sitio; el uso de sistemas de cimbras con la finalidad de dar las geometrías indicadas en el proyecto; la utilización de aditivos retardantes para controlar y lograr una mejor manejabilidad del con-

creto; la producción de una mezcla apropiada para el bombeo a 220 m en un plano vertical; el rebombeo en plano horizontal hasta una longitud de 182 m; la obtención de una resistencia del 80% a 12 hr, para la aplicación del tensado al tirante y continuar con la construcción horizontal del tablero, entre otros aspectos”, agregan los entrevistados.

Los beneficios de esta superestructura serán enormes. “El puente El Carrizo, incrementará de manera significativa la afluencia a Mazatlán convirtiéndolo en el centro turístico más importante del Pacífico Norte. Además, se podrá mejorar la conectividad entre la zona comercial e industrial del norte del país con el Pacífico mexicano y hacia el Golfo de México; se conectarán los municipios de Concordia y Mazatlán, en Sinaloa con Pueblo Nuevo, el Salto y Otiñapa en Durango, todo lo anterior beneficiando a más de un millón de personas de esas localidades, entre otros beneficios más que sucedieron durante su proceso constructivo”, finalizan su narración satisfechos, los ingenieros estructuristas. **C**



ENSAYO A LA COMPRESIÓN: Medida del desempeño real del **concreto**

I. y E. Vidaud

(Segunda parte)

En esta segunda parte se tratará la toma de muestras y el almacenamiento de los especímenes, así como las condiciones del ensayo.

Por lo general, las probetas para ensayos a compresión pueden fabricarse y almacenarse en condiciones diferentes; por lo que un mismo concreto puede arrojar valores distintos de resistencia, según difieran estas condiciones. Las probetas pueden ser fabricadas en laboratorio o en obra (Fig. 1) y el procedimiento y los cuidados que se tengan en su fabricación, curado y almacenamiento, tienen una influencia apreciable en la resistencia a compresión del concreto.

Para la toma de muestras deben seguirse los procedimientos establecidos por las normas para este fin. En todos los casos, las muestras deben ser tomadas con las precauciones necesarias, para conseguir que sean realmente representativas del concreto a estudiar. El volumen de la muestra depende de los ensayos que se necesiten realizar o de las probetas que deban fabricarse. Por lo gene-



Fig. 1

Detalle de fabricación de probeta cilíndrica de concreto en obra.

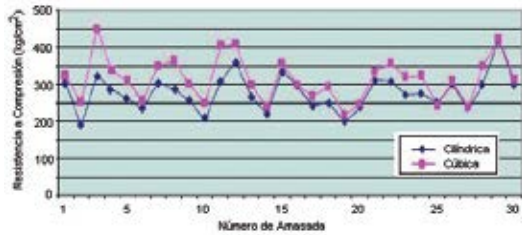
Fuente: www.concreteconstruction.net/testing/managing-concrete-test-data.aspx

ral se recomienda que la cantidad a tomar supere a la estrictamente necesaria.

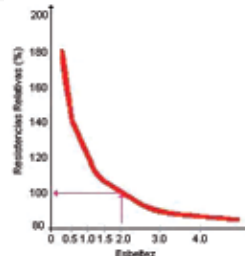
Las muestras siempre serán adecuadamente conservadas. Deben ser protegidas del sol, del viento y de la lluvia. Además, se debe garantizar que sean transportadas hasta el punto de uso dentro del recipiente de toma, así como protegidas en todos los casos para evitar su desecación.

Los especímenes destinados al control de calidad de la resistencia a la compresión, para su almacenamiento, deberán quedar en los moldes al menos por 24 horas y a

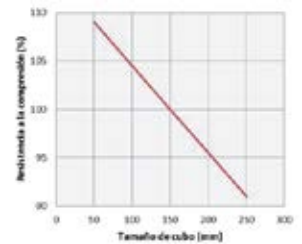
una temperatura comprendida entre los 16 y 27°C hasta el momento de ser transportados. El transporte debe ser cuidadoso y preferentemente antes de las primeras 48 horas. Estas probetas serán conservadas hasta el ensayo de rotura en una cámara con humedad relativa igual o superior a 95%, así como una temperatura de 23 °C ± 2 °C. La cámara puede ser sustituida por inmersión con agua de PH ≥ 5 y a la misma temperatura indicada. Asimismo, si el fin de las probetas es determinar la resistencia real del concreto u otra cualidad de este, entonces deberán ser conservadas

Fig. 2

Comparativa de resultados de resistencia a la compresión a 28 días, entre probetas cúbicas y cilíndricas.
Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

Fig. 4

Efecto de la esbeltez de las probetas sobre las resistencias del concreto.
Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

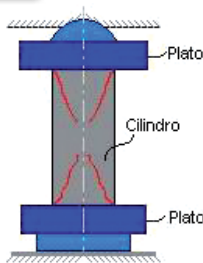
Fig. 5

Influencia del tamaño del cubo en la resistencia a compresión del concreto.
Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

en condiciones muy similares a las de la estructura en estudio.

Condiciones del ensayo

Muy variados son los aspectos que, inherentes a las condiciones del ensayo, tienen influencia en la resistencia del concreto. Pueden referirse por ejemplo: el efecto probeta-plato; la dureza de los platos; la forma, tamaño y esbeltez de la probeta; la velocidad de aplicación y la dirección de la carga; el diseño de la máquina; la falta de paralelismo entre las caras

Fig. 3

Conos de rotura (segmentos de líneas de color rojo) por el efecto de la fricción probeta- "plato".
Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

de la probeta; el descentrado de la probeta; un deficiente acabado de las superficies sobre las que se ejerce la carga; el contenido de humedad de las muestras; la temperatura del ensayo o los materiales de los moldes, entre otros. A continuación se referirán algunos de las más importantes.

En el mundo se utilizan las probetas cilíndricas y cúbicas para medir la resistencia a compresión. Esta relación ha sido con frecuencia estudiada por especialistas de todo el orbe, llegando a establecer que un mismo concreto ofrece distintos valores de resistencia a compresión, dependiendo del tipo de probeta que se utilice en el ensayo.

Coincide la literatura especializada que la resistencia de los cubos es aproximadamente del 20–25 % mayor que la resistencia de las probetas cilíndricas. Esta relación no es fácil de establecer categóricamente pues depende de diferentes variables como pueden ser: la resistencia del concreto, el tamaño de las probetas, el contenido de humedad en las muestras, entre otras.

En el gráfico de la Fig. 2 se presenta un resultado parcial de una investigación llevada a cabo en España a concretos con varios nive-

les de resistencia a la compresión. Para ejemplificar lo anterior se ha seleccionado el caso del concreto de resistencia de 20 MPa ensayado a los 28 días, a fin de contrastar los resultados de las resistencias a la compresión entre probetas cúbicas de 15 cm de arista y cilíndricas de 15 x 30 cm.

Entre los especialistas se valoran en el tema las ventajas e inconvenientes de los tipos de probetas normalizadas. Entre las limitaciones de la probeta cilíndrica pueden mencionarse: la necesidad del cabeceo o refrentado; su mayor volumen y por tanto mayor peso; las dificultades en el almacenamiento por su forma y esbeltez, y el requerimiento de procesos de moldeo y de vibrado más complejos. Por estas y otras razones, se debe dirigir la atención hacia la probeta cúbica, considerada por muchos como la mejor opción, a pesar de que también presenta algunas limitaciones. Entre los inconvenientes de esta probeta pueden mencionarse que no es posible extraer muestras en obras ya ejecutadas, así como también en la dirección perpendicular al moldeo.

Es conveniente colocar materiales que reduzcan la fricción entre los "platos" y la superficie del espécimen de concreto a ensayar. Esta fricción es la que posibilita que los "platos" impidan las deformaciones laterales en los extremos de las probetas, en la misma medida que en su parte central. Hecho que propicia la presencia de esfuerzos de cortante indeseados en el concreto, que se superponen a los esfuerzos de compresión.

La literatura especializada refiere que la deformación en las zonas cercanas a los platos, es de aproximadamente el 40% de la que se produce hacia la zona central de la probeta, lo que induce a que la resistencia en el centro sea ligeramente más baja que en los extremos. A este fenómeno se le denomina Efecto conocido como zuncho, y se manifiesta por los conos que aparecen durante la rotura (Fig. 3).

Es conveniente conocer la influencia de la relación altura/diámetro, ya que puede resultar significativa en el estudio de la resistencia a la compresión a probetas de concreto, para realizar las correcciones correspondientes. Puede advertirse este comportamiento en la Fig. 4. En esta figura puede advertirse la

razón por la que muchos códigos limitan la esbeltez de las probetas a 2. Valores que difieran de éste pueden ser peligrosos pues traerían consigo alteraciones de los valores de resistencia a compresión. Es notable la sensible variación de la resistencia para esbelteces menores a 2, así como variaciones inferiores cuando los valores superan esta magnitud. Algunas investigaciones experimentales confirman cómo para una esbeltez superior a 2, la resistencia decae, incluso en las que son para valores superiores a 6, se llega a reducir hasta un 15%. Mientras tanto, para valores inferiores a 2, la resistencia aumenta significativamente, casi hasta un 40%

En otro orden, para un mismo concreto, hay estudios que demuestran que el tamaño de las probetas también tiene influencia directa en la resistencia a la compresión; el efecto de referencia puede apreciarse en las gráficas de las Figuras 5 y 6; las que evidencian la influencia del tamaño del cubo y del diámetro del cilindro, respectivamente, sobre la magnitud de la resistencia a la compresión.

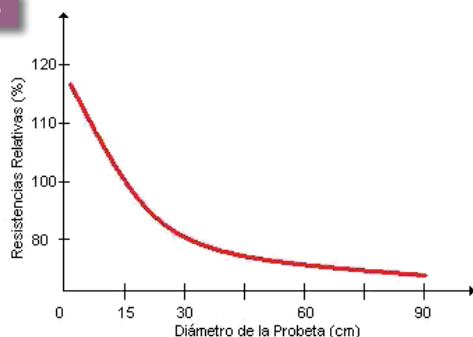
De la Fig. 6 se advierte que por encima de un determinado diámetro (45cm) las resistencias no

disminuyen de forma acentuada y prácticamente se mantienen constantes. Un elemento importante que apuntan los especialistas es que en los concretos de bajas resistencias se hace menos pronunciada la disminución de resistencias, con el aumento del tamaño de las probetas.

Cuando las superficies de los extremos de las probetas no están lo suficientemente planas y paralelas, pueden presentarse resistencias a compresión menores, respecto a aquellas con superficies que sí lo están. Con el fin de lograr este acabado superficial y posibilitar que las caras de las probetas estén en contacto con los platos de la prensa, se les realiza a las probetas cilíndricas el comúnmente denominado cabeceo o refrentado.

La mezcla o mortero para el cabeceo de probetas cilíndricas (Fig.7) generalmente se compone de azufre; aunque también se pueden emplear otros materiales granulares. Además del cabeceo con mortero de azufre, existen en la actualidad varios métodos, entre los que destacan: el pulido, el uso de pasta o mortero de cemento, y de pastas de yeso de

Fig. 6



Influencia del diámetro de las probetas en la resistencia relativa.

Fuente: Aguilar M., et al., 2007.

Fig. 7



Especímenes de concreto endurecido cabeceados con mortero de azufre antes del inicio del ensayo para la estimación de la resistencia a la compresión.

Fuente: ATE IMCYC.

Hablando de los costos del concreto...

¡Otra vez! La producción está defectuosa y los costos están elevadísimos.

Con ToolBox Sika bajamos costos, la producción sale perfecta y somos más competitivos.



SikaPlast[®] ToolBox

Innovación tecnológica para productores Mexicanos de concreto del segmento MRWR*. Reduce costos y mejora la calidad. Permite importantes reducciones adicionales de agua y cemento en mezclas optimizadas: **Agua de 5 a 10%** y **Cemento de 10 a 20 Kg**. No afecta resistencia a la compresión ni a otros parámetros.

01 800 123 74 52

www.sika.com.mx

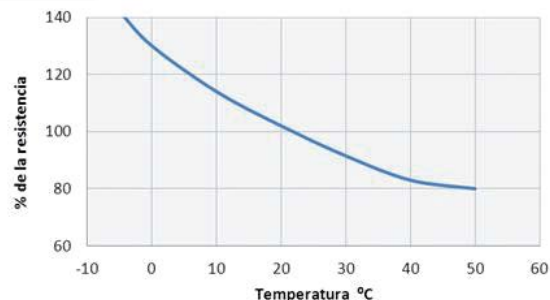
 Sika Mexicana

 @Sika_Mexicana

CONSTRUYENDO CONFIANZA



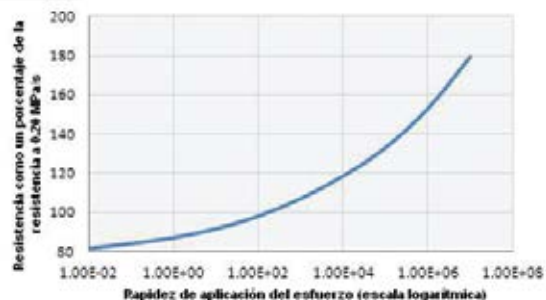
Fig. 8



Influencia de la temperatura de ensayo en la resistencia a la compresión.

Fuente: Adaptado de Acevedo C., et. al., 1985.

Fig. 9



Influencia de la velocidad de aplicación de la carga en la resistencia a la compresión.

Fuente: Adaptado de Neville A., 1999.

alta resistencia; así como capas de neopreno. Otros métodos que pueden encontrarse en la literatura especializada son el de la "caja de arena" y el método Danés.

Las probetas cúbicas no se suelen cabecear, ya que éstas se ensayan en la dirección perpendicular a la de moldeo; debido a que las caras en contacto con el molde quedan perfectamente planas y paralelas, listas para el desarrollo del ensayo.

El contenido de humedad en las probetas tiene una influencia considerable en la resistencia a compresión. El ensayo de rotura de los especímenes en el laboratorio no se realizará con éstos recién extraídos de la cámara de curado y, por consiguiente, mojados; sino que deben ser secados y dejados en ambiente de laboratorio antes de ser cabeceados y ensayados.

Afirma la literatura especializada que si las probetas se destinan al control de calidad deben ser ensayadas en estado húmedo; las probetas secas arrojan resultados de resistencias inferiores a los que se obtienen con probetas húmedas. Esta situación podría ser una consecuencia de la contracción por secado en la superficie, que induce a una compresión biaxial en el nú-

cleo del espécimen, aumentando así la resistencia en la dimensión asociada a la dirección de la carga aplicada. La Fig. 8 exhibe cómo la resistencia a compresión del concreto es afectada por la temperatura del ambiente en que se realiza el ensayo; al aumentar la temperatura, suele disminuir la resistencia.

La velocidad de aplicación de la carga, la dirección de la misma, y el tiempo que esta dura, igualmente tienen influencia en los valores de resistencia que se obtienen del ensayo. En términos generales, al aumentar la velocidad de aplicación de la carga, aumenta también la resistencia obtenida (Fig. 9); de ahí que esta velocidad deba estar normalizada. Asimismo, la dirección de aplicación de la carga durante el ensayo debe coincidir con la de las aristas de la probeta. Si ocurren desviaciones respecto a esta dirección; pueden verse disminuidos considerablemente los valores de resistencia a compresión del concreto.

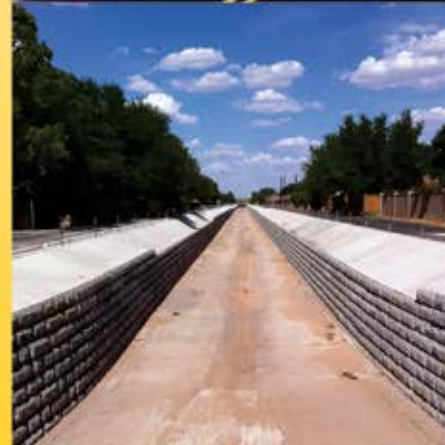
También el tiempo que dura la aplicación de la carga es fundamental; pues se ha demostrado que bajo cargas de aplicación rápidas se obtienen valores elevados de esfuerzos de rotura; mientras

que con cargas mantenidas, o muy lentas, los valores obtenidos son menores. Esto se debe al fenómeno denominado "Cansancio del concreto" y aparece en piezas totalmente comprimidas, siendo despreciable en flexión simple.

En resumen, el ensayo de resistencia a la compresión ha sido y continuará siendo una fuerte herramienta para evaluar la calidad del concreto. En la medida en que se conozcan los factores que la afectan, los especialistas estarán mejor preparados para enfrentarlo y para tomar la mejor decisión frente a los resultados que este arroja. **C**

Referencia

- Acevedo, J.; Martínez, E.; Díaz, E.; Amat E., "Materiales de construcción", en ISPJAE, Ministerio de Educación Superior, Cuba. 1985.
- Aguilar, M.; Hernández, J.; Soberano, L., "El control del concreto mediante probeta cúbica frente a probeta cilíndrica. Ventajas e inconvenientes. Correlaciones", en *Anales de Construcciones y Materiales Avanzados*, vol. 6, curso 2006-2007.
- Gruas, J. M.; Pons, A., "Análisis crítico de la conservación de probetas en obra y otros factores que influyen en la resistencia", en *Anales de Construcciones y Materiales Avanzados*, vol 6, Curso 2006-2007.
- Jiménez Montoya, P.; García Meseguer, A.; Morán Cabré, F., *Concreto Armado*, 14a Edición, 2000.
- Neville, A., *Tecnología del concreto*, Edición del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1999.
- Wei Rong, H., Ho, D., "Strength of concrete cubes and cylinders". http://staff.science.nus.edu.sg/~scilooe/srp2002/sci_paper/CE/research%20paper/Ho%20Wei%20Rong.pdf



▶ **Muros de Contención**

▶ **“Satisfacción” está escrito en piedra**

▶ **La única cosa más fuerte que nuestras paredes es nuestra reputación**

▶ **Disponibilidad a nivel nacional**

▶ **Sistema de bloques de fácil y rápida instalación**

▶ **Ingeniería aplicada en favor de un producto versátil, resistente y de alta calidad**

www.temco.mx

ventas@temco.mx

DERECHOS RESERVADOS, ©, SOLUCIÓN Y MUROS EN CONCRETO, S. DE R. L. DE C. V.

La monumental represa china

La presa de las Tres Gargantas es el proyecto hidro-técnico más grande del mundo; conozcamos algunas de sus características.

I. y E. Vidaud

(Primera parte)

Ubicada en el río Yangtzé; en Sandouping (a orillas de la ciudad de Yichang en la provincia de Hubei), la presa de las Tres Gargantas, constituye no sólo la obra más grande en su tipo, sino también el más polémico proyecto de mega construcción e ingeniería con concreto y acero; debido a sus fuertes impactos ambientales, económicos y sociales.

El río Yangtsé es el más largo de Asia, y el tercero a nivel mundial. Corre por unos 6,211 km, desde la provincia de Qinghai en la meseta del Tíbet, hasta el Mar de China Oriental cerca de Shanghai.

Después de varias décadas de trabajo, el complejo proyecto ya es una realidad que incluye entre otras construcciones una presa de gravedad y la planta hidroeléctrica más grande del planeta; la que supera con holgura a la planta de Itaipú sobre el río Paraná, ubicada en la frontera entre Brasil y Paraguay, y a la del Guri en Venezuela. Símbolo de modernidad y progreso económico. Tres Gargantas, debe su nombre a los majestuosos acantilados de piedra caliza de la Qutang, Wu y Xiling que se extienden por 200 km, desde la provincia de Sichun hasta la de Hubei.

La historia de los proyectos de tecnología hidráulica datan en China del año 598 a.C., cuando se construyó la represa Qebei en la provincia de Anhui. Más de 22 mil grandes diques (más de 85 mil represas en total) se han construido desde entonces por todas partes del país, casi la mitad del total de los construidos en el mundo.

La idea original de construir una gran presa en el Yangtzé se gestó en China desde principios del siglo XX, con los objetivos primarios de controlar las inun-



Presa "Tres Gargantas" en China.

Fuente: <http://www.libertaddigital.com/fotos/objetos-mas-caros-1002504/presa-tres-gargantas.jpg.html>

daciones en la región y generar electricidad. Hacia los años treinta se realizaron estudios de viabilidad para la construcción de la gran presa. En 1944 se inició una investigación de campo para la ubicación futura y proyecto preliminar. Para 1946 la República de China firmó el contrato para la construcción del gran dique en la zona de las Tres Gargantas, con la colaboración de los Estados Unidos. Fue abandonado el proyecto en 1947, producto de la profunda crisis económica y de la guerra civil china.

Sobrevinieron entonces una serie de diluvios en el Yangtzé en 1949, que motivaron a que el gobierno comunista de China retomara los grandes proyectos hidráulicos para controlar las inundaciones. Comenzaron así a construirse presas, diques y canales por todo el país; obras que duraron varias décadas.

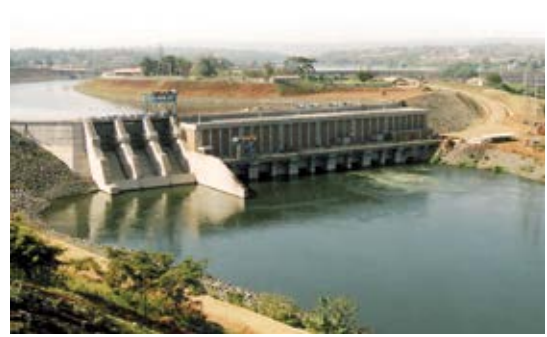
Aunque desde 1919 se mencionaba la posibilidad de construir una serie de grandes embalses en el Yangtzé para controlar las inundaciones y generar elec-

Fig. 4:



Una instantánea del proceso constructivo.

Fuente: http://english.peopledaily.com.cn/200603/15/eng20060315_250769.html



Cataratas de Owen, en Uganda.

Fuente: <http://www.impregilo.it/en/expansion-owen-falls-hydroelectric-plant>

grupos de generadores por año hasta completar la obra.

El proyecto de la presa de las Tres Gargantas, ha continuado creciendo desde 2009. En 2011 la represa recibió una ampliación con la que llegó a alcanzar una capacidad de 22,500 MW, encontrándose trabajando a capacidad completa desde el 4 de Julio de 2012; cuando comenzó a generar la última de las turbinas principales en la planta subterránea.

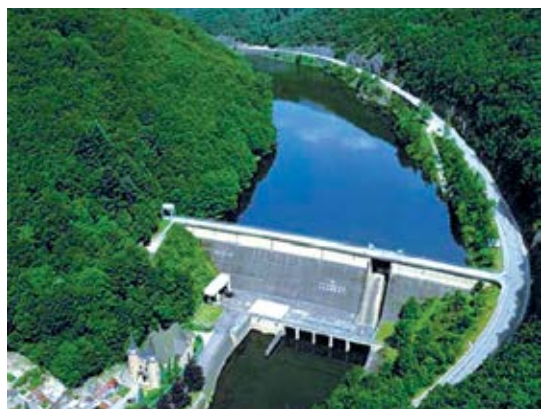
La generación de electricidad anual prevista se ubica en el orden de más de 100 TWh. Cada uno de los generadores principales pesa alrededor de 6,000 toneladas

y las turbinas principales producen al menos 700 MW de potencia cada una. El complejo cuenta con 34 generadores, 32 turbinas principales y dos generadores pequeños, lo que completa una potencia instalada de 22,500 MW. De los 32 generadores principales, 14 se encuentran instalados en el lado norte de la presa, 12 en el lado sur y los 6 restantes se encuentran subterráneos en la montaña, al sur del complejo.

En los planes originales esta presa tendría la capacidad de proveer el 10% de la demanda de energía eléctrica de todo el país. Sin embargo, esta demanda se ha visto incrementada y aún operando a su máxima capacidad, sólo proveería de energía al 3% del actual consumo interno chino. Esta monumental obra de ingeniería sumerge unos 630 km² de territorio chino, y dejó bajo el nivel de sus aguas a unas 19 ciudades y 322 pueblos.

Numerosas fuentes han afirmado durante años que se trata de la mayor presa del mundo, que también ostenta el liderazgo mundial en capacidad de almacenaje; sin embargo, coinciden otras fuentes en que la presa Tres Gargantas no es ni la más grande, ni la de mayor capacidad del mundo, como comúnmente se cree.

Según alguna literatura consultada, la presa más grande es la presa Rogun, construida en el año 1980 en Tajikistan, que tiene una altura de más de 300 metros, que logra superar los 230 metros de la presa Oroville construida en el año 1980 en el estado de California en los Estados Unidos; mientras que la de mayor capacidad almacenada es la Presa Owen Falls (Cataratas de Owen) con 204.8 billones de metros cúbicos de agua, construida entre los años 1997 y 2000 en Uganda (la presa Tres Gargantas tiene 39.3 billones de m³). **c**



Presa Rogun en Tajikistan.

Fuente: <http://www.worldtourismplace.com/rogun-dam-tourist-attraction-and-hydropower-on-the-river-vakhsh-tajikistan/>

**NO TODOS PODEMOS HACER QUE ESTO SE VEA SENCILLO,
EN ANDAMIOS ATLAS
LO HACEMOS POSIBLE**



**ANDAMIOS
ENCOFRADOS
APUNTALAMIENTO
RACKS
GRADAS Y VALLAS**

**48 AÑOS SOSTENIENDO
A MÉXICO**



andamios atlas
manufacturas metálicas

Resguardando tesoros

*Sólo en el vehículo generoso
de los libros encontramos el
tesoro de la cultura humana.*

José Vasconcelos

Raquel Ochoa

Fotos: Cortesía MTQ México.





El que fuera un salón de congresos, alberga en la actualidad a la nueva biblioteca del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) en la capital jalisciense. Todo empezó con el desmantelamiento del viejo edificio que llenó el ambiente con el olor premonitorio de la modernidad y creatividad. Ahí mismo, en el corazón del campus universitario de Guadalajara se abrieron las puertas del nuevo espacio para la comunidad universitaria, bajo un enfoque de innovación, convivencia, inclusión y confort para la aprehensión del conocimiento.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, el arquitecto Alejandro Ita, líder del proyecto (de la firma MTQ), expone los secretos atrás de la concepción arquitectónica del moderno edificio de biblioteca universitaria.

La idea fue transformar un espacio dedicado completamente a la consulta de información, por uno interactivo y generador de conocimientos. ¿La fórmula?, integrar las nuevas tecnologías a la actividad cotidiana estudiantil que se acerca a las diversas labores de la misma biblioteca. Por supuesto, el cambiar el enfoque de formalidad y quietud por un entorno atractivo, alegre e inmerso en la dinámica vida estudiantil no fue sencillo, explica Alejandro Ita, también cabeza del proyecto arquitectónico. “Por la ubicación del sitio y la vida diaria del campus fue necesario realizar gran parte de la obra fuera de horarios laborales y del periodo escolar. Para ello, en el diseño arquitectónico se privilegió el método de construcción modular y de fabricación fuera de sitio logrando impactar lo menos posible la cotidianidad universitaria”.

Por el camino sustentable

El proyecto arquitectónico, expone Alejandro Ito, "fue concebido a partir de principios de sustentabilidad como son, por ejemplo, el de la reutilización ya que toda la estructura existente del viejo edificio de congresos, fue reutilizada logrando reducir la afectación al entorno natural. También se generó eficiencia energética, dando especial cuidado en el aprovechamiento y disminución del impacto exterior hacia los espacios interiores mediante el uso de tecnologías pasivas y equipos de bajo consumo de energía.

Por su parte, la iluminación natural permite reducir el uso de luz artificial durante el día. Asimismo, la instalación de equipos de aire acondicionado de bajo consumo con sistemas VRV, reducen al mínimo el gasto de energía. En materia de ahorro de agua, todo el mobiliario sanitario, fluxómetros y griferías cuentan con certificados de bajo consumo y grado ecológico.



Datos de interés

Nombre del proyecto: Biblioteca ITESM Campus Guadalajara.

Fecha de inicio de obra: 2010.

Fecha de fin de obra: 2011.

Total de superficie construida: 3,684.52 m².

Total de niveles: 2.

Empresa constructora: GIP Gerencia Integral de Proyectos S.A. de C.V.

Despacho estructural: Constructora Cautin S.A. de C.V.

Despacho arquitectónico: Arq. Yole de la Peña+MTQ de México S.A. de C.V.

Despacho de diseños interiores: Arq. Yole de la Peña.



Cabe decir que el uso de monomandos y fluxómetros electrónicos permite reducir el desperdicio de agua, generando un espacio más saludable y productivo.

También, se lograron espacios de gran confort para los usuarios mediante el cuidado de la iluminación natural, el contacto del entorno natural desde el interior mediante grandes ventanales, materiales de bajos VOC y con certificaciones LEED, FloorScore y Greenguard”.

Bajo los mismos principios sustentables y de eficiencia, así como en las condiciones existentes en el campus universitario fueron seleccionados los materiales a utilizar en la obra, agrega el entrevistado. “La rapidez en que debería de ejecutarse la obra fue el mayor determinante para la selección de los materiales a emplear. En este sentido, los tiempos de entrega y la facilidad de instalación en el sitio determinaron la selección. En el sistema estructural de losas y cimentaciones se utilizó concreto, en tanto que en las fachadas y al interior se decidió por el cristal, buscando la transparencia, iluminación y continuidad en el concepto arquitectónico”.

Rompiendo paradigmas

La sinceridad y congruencia entre la función y la arquitectura de los espacios arquitectónicos son las principales características del diseño de este edificio, revela Alejandro Ita. “El enfoque de dar solución a los requerimientos del usuario; brindándoles espacios de calidad, desde la construcción hasta la operación o el lograr ambientes adecuados para el desenvolvimiento cotidiano del usuario. En síntesis, la estética del proyecto arquitectónico permite transmitir

una sensación de libertad e innovación en las diferentes actividades que desarrollan los universitarios al interior de la biblioteca, fomentando su creatividad a través de los espacios con diferentes contextos que estimular la percepción del conocimiento y la reflexión”.

A decir del proyectista: “una de las peticiones principales del ITESM, fue que el diseño archi-

tectónico privilegiara la filosofía del propio Instituto, la cual busca incentivar la reflexión y el conocimiento, integrando las vanguardias de la tecnología con la vida académica con el fin de proporcionar una enseñanza de vida adecuada a sus egresados, donde no sólo es necesario tener a la mano las nuevas tecnologías sino también, saber utilizarlas y conjugarlas con otras



disciplinas, que generen un nuevo conocimiento multidisciplinario, convirtiendo a la Biblioteca en una incubadora de dichas experiencias.

De esta forma, la solución de la firma MTQ rompió con los paradigmas y estereotipos de las tradicionales bibliotecas universitarias en México, integrando las nuevas tecnologías de información y metodologías de generación de conocimiento en el nuevo espacio del campus Guadalajara, creando áreas de socialización que promueven la convivencia. Tal es el caso de la terraza, donde se genera un ambiente de taller multidisciplinario flexible mientras que el dinamismo de los interiores y el contacto con los usuarios da forma y estimula al conocimiento colectivo y el intercambio de ideas”, indica el entrevistado.

Adentrándose al mundo del conocimiento

Si de tendencias se trata, la predominante en la integración de diseño arquitectónico de espacios de colaboración, enfatiza el entrevistado, implica que sean adaptables-configurables con acceso a las tecnologías de información presentes. En este sentido, la Biblioteca del ITESM, logra satisfacer dicha tendencia desde su concepción, mediante espacios abiertos de colaboración multidisciplinaria en los que el acceso a tecnologías de información siempre ha estado de la mano de los usuarios permitiendo estimular la generación de conocimiento”.

Por ello, continua, “la biblioteca cuenta con dos ingresos, al oriente desde el estacionamiento del campus, y al norte desde su plaza; la planta baja se complementa por controles de ingreso y módulos de atención, mientras que el acervo



general a doble altura es un espacio en el que el conocimiento se muestra en varios niveles, permitiendo al usuario deambular entre los librerías adentrándose al mundo del conocimiento. Por otra parte, de la parte central del acervo se desplanta la escalera principal que comunica a la planta alta que cuenta con espacio para consulta, hemeroteca, medios audio-visuales, biblioteca digital, áreas de estudio individual y salas de estudio grupal. Desde la escalera principal y secundarias, así como los pasillos del acervo, la biblioteca se brinda al espectador como un espacio de alto flujo, atractivo y motivante a la investigación y generación del conocimiento”.

Con una fachada acristalada perimetral que permite el contacto con el entorno natural y la irrupción de un torrente de iluminación na-

tural, se encuentra la planta alta del inmueble, a la cual se puede ingresar también desde la plaza, a través de la terraza.

Explica el arquitecto: “Este elemento es vehículo de transición entre exterior e interior, prolongando las actividades y fomentando el diálogo de ideas en un ambiente de mayor relajación, con elementos arquitectónicos y mobiliario que invitan a la reflexión y permiten un microclima confortable y de libertad.

Finalmente, el área administrativa complementa los espacios de la planta alta. Ésta se encuentra del lado opuesto al área de consulta; en ella se logra un clima idóneo para las personas que laboran administrativamente, brindándoles una vista panorámica del interior. Ésta área apoya a las salas de estudio de maestría”, finaliza Alejandro Ita. c



De unos años a la fecha la ciudad de Miami está viviendo un profundo proceso de transformación en beneficio de habitantes y visitantes.

Miami, ciudad del estado de Florida en los Estados Unidos, conocida mundialmente por ser la sede de cruceros internacionales –entre otras cosas–, recibe anualmente a más de cuatro millones de visitantes. Esta cifra aumenta año tras año debido a que desde hace varias décadas, se viene gestando un proyecto de ampliación del puerto, con la consecuente inclusión de nuevas empresas navieras, así como nuevas rutas y destinos.

Al incrementarse el número de visitantes al puerto, aumenta también el tráfico de ese sitio, al centro de la ciudad. De lunes a viernes cerca de 16 mil vehículos viajan

Miami en crecimiento

Antonieta Valtierra

Fotos: Florida Department of Transportation.

hacia y desde el puerto de Miami a través de las calles del centro. Así, el tránsito de camiones y autobuses de las rutas existentes, hace que disminuya la capacidad de crecimiento del puerto. Además, genera que aumenten los costos para los usuarios del atracadero al tiempo que congestionan y limitan la reurbanización de la parte norte del distrito central de negocios de la metrópoli.

La solución

Después de explorar entre varias opciones para aumentar el acceso al puerto y abatir los conflictos actuales, el 24 de mayo de 2010 el gobierno municipal inició la construcción del proyecto Port of Miami Tunnel (POMT), que conectará directamente el viaducto MacArthur Causeway hacia Dodge Island.

El POMT tiene como objetivo fundamental crear una entrada alterna; reducir el tráfico de camiones de carga y vehículos en las calles del centro de la ciudad de Miami y mejorar el acceso al puerto, proporcionando comunicación directa entre éste y las autopistas I-395 e I-95. El proyecto también incluye la construcción de un puente en el desembarcadero, lo que favorecerá a mantener su competitividad, pues actualmente es el segundo mayor generador económico de la comunidad.

Descripción del proyecto

El POMT es uno de los componentes de un amplio programa de restauración que incorpora mejoras operativas en las vías de comunicación SR-836 (a partir de la estación de peaje existente en el intercambio I-95 e I-395).

Básicamente, el POMT incluye la construcción de dos túneles

Trabajos que incluye el proyecto POMT

- Dos túneles bajo el canal Government Cut.
- Trabajos en las carreteras Dodge e islas Watson.
- Ampliación y mejora del puente.
- Conexiones de la rampa, desde y hacia el MacArthur Causeway en la isla Watson.
- Deprimido "U-wall", que incluye cortado y cobertura de los tramos utilizados en el diseño conceptual para formar la transición hacia las bocas del túnel, tanto en Watson Island como en el puerto de Miami
- Reconstrucción y mejoras viales de las rampas de conexión.
- Modificación del plan de circulación vial con el puente en Dodge Island.

bajo el canal de navegación Government Cut (uno de ida y otro de regreso), con 1280.16 m de longitud y cerca de 12 m de diámetro cada uno, con dos carriles de circulación, aceras, calzadas, ventiladores y características de seguridad –como paneles de protección contra el fuego–, que conectarán la isla Watson y las islas Dodge. También incluye trabajos en las carreteras de ambas islas; la ampliación del puente MacArthur Causeway, con la adición de un carril en cada sentido, así como un

renovado trabajo de iluminación del puente.

Las etapas de construcción se dieron de la siguiente manera: Primero se trabajó en la calzada en la isla Watson; después en la ampliación del puente MacArthur Causeway y en el primer túnel de la isla de Watson a la Dodge. Después vino el segundo túnel de la isla Dodge a la Watson; la reconstrucción del puente y la presencia de las carreteras en la isla Dodge. Es pertinente destacar que la estética es parte importante



del proyecto, por lo que todas las obras serán compatibles con las cualidades estéticas y visuales de la zona circundante.

Avances de obra

A finales de enero de 2013, el FDOT inició la construcción de las mejoras viales provisionales en SR 836/I-395, al NE de la primera avenida de la bahía de Biscayne. El trabajo realizado en estas obras provisionales incluye: la ampliación de la carretera y los puentes, a fin de proporcionar tres carriles de circulación en dirección poniente-oriente; la instalación de un sistema de muro de contención, así como la creación de nuevo alumbrado a lo largo de la carretera. También se realizó la colocación de varias estructuras de drenaje

para mejorar el escurrimiento de agua de lluvia.

En cuanto a las excavaciones, la correspondiente al primer segmento del túnel de la isla Watson al puerto, inició el 11 de noviembre de 2011 y terminó el 31 de agosto de 2012. El segundo segmento inició en octubre de 2012 y quedó concluida el 10 de junio de 2013, como lo anunciaron funcionarios a cargo del proyecto.

Para dichos trabajos se utilizó una máquina Túnel Boring Machine de origen alemán (TBM), de 43 metros de diámetro, la cual requirió que de 12 a 16 personas trabajaran en la tuneladora, y otras 14 en la superficie. La TBM se tuvo funcionando por periodos de 20 horas diarias. Las cuatro horas restantes del día se utilizaron para darle mantenimiento.

Chris Hodgkins, vicepresidente de MAT, LLC. (*Miami Access Tunnel*), la multinacional encargada del proyecto, dijo que la TBM salió a la superficie en la isla Watson, el 10 de junio de 2013, al terminar la construcción del segundo y último segmento del túnel que conecta al puerto con el viaducto MacArthur.

El concreto

Aproximadamente 12 mil piezas de concreto fueron utilizadas para crear la estructura de los dos túneles. Las piezas fueron fabricadas específicamente para la construcción del POMT, en una planta de concreto en la ciudad alemana de Sweetwater. Cada pieza está elaborada con una mezcla de cemento Portland (40%); cemento de escoria (50%) y ceniza volante clase F (10%). Cada elemento pesa 12.2 toneladas y tiene 60.96 cm de espesor. Todas fueron transportadas en camiones especiales. Los elementos fueron colocados directamente en el túnel al paso de la TBM. Cabe decir que para construir un anillo completo se requieren ocho piezas de éstas. La TBM construye de tres a seis anillos por día, tarea en la que se tarda de 60 a 75 minutos por anillo. En total fueron colocados cerca de 1500 anillos en ambos túneles. Al terminarse la obra, ambas vialidades subterráneas permitirán el paso de camiones de carga cuyo destino sea la terminal marítima.

La siguiente etapa corresponde a los trabajos en el interior de los túneles como son la terminación de las salidas de emergencia –entre los túneles se construyen cinco pasajes transversales ubicados entre 153 a 207 m de distancias que en caso de siniestro, permitirán que los conductores salgan de su vehículo y crucen al otro túnel para evacuar el lugar–; la

Cantidades de concreto utilizado (m³)

Concreto Clase V en segmentos.	59107.64
Concreto Clase II, en pavimentos.	1293.55
Concreto Clase III, en sellos con Método Tremie.	9326.04
Concreto Clase IV, losa de cimentación horizontal.	2407.58
Concreto Clase II, en nivelado.	3555.94
Concreto Clase II, en muros.	7318.32
Total:	83009.07



instalación de los componentes mecánicos y eléctricos, así como la colocación de paneles contra el fuego, trabajos que continuarán hasta 2014 cuando, según lo planeado, en mayo se abra a la circulación.

Sin duda, el fin de la etapa de excavación cierra el principal capítulo del proyecto de construcción del POMT, el cual es uno de los tres pilares de la modernización del puerto de Miami. Los otros son el dragado de la bahía de la zona de carga y la rehabilitación de una vía para trenes cargueros.

Entre los beneficios que dejará la obra destaca la conexión directa desde el puerto de Miami a las carreteras I-395 e I-95 a través de la isla Watson; mantener la competitividad del puerto—el segundo más grande generador económico del condado actualmente genera 176 mil puestos de trabajo que aumentarán con la creación de industrias navieras—; el reducir el congestionamiento en las calles del centro y con ello aumentar la seguridad.

Organización y financiamiento

La construcción del POMT se realiza mediante una asociación público-privada que incluye diseño, construcción, financiamiento, operación y mantenimiento del proyecto en cuestión. El contrato de concesión, fue firmado por 35 años entre el Florida Department of Transportation (FDOT), el propietario, y el concesionario MAT Concessionaire LLC, el cual prevé 55 meses para el diseño y la construcción.

Debido a la complejidad y dificultad técnica del proyecto, tres consorcios ofertantes formados por varios de los constructores y financistas técnicamente más so-



fisticados y financieramente más sólidos del mundo, se vieron atraídos a participar. Finalmente, MAT Concessionaire LLC fue elegido en el año de 2007.

La compañía que se ha formado como contratista para entregar el proyecto es Bouygues Civil Works Florida (BCWF). Al terminar la construcción del POMT, Transfield Services será el operador. Cabe subrayar que BCWF es una división de Bouygues Construction, subsidiaria de Bouygues Group, uno de los líderes mundiales en edificación, ingeniería civil y contratista de mantenimiento e instalaciones eléctricas.

En el marco del contrato de concesión se estipuló básicamente que el FDOT hará pagos periódicos al concesionario durante el tiempo de construcción y que el túnel será devuelto a aquel en condiciones de primera clase al finalizar el contrato en octubre de 2044.

Respecto a costos, el total de diseño y construcción del proyecto es de 663 mdd. El estado se ha comprometido a pagar el 50% de los costos de capital, mientras que el restante 50% será proporcionado por el Condado de Miami-Dade y la ciudad de Miami. ©



La **unión** entre pasado y presente

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía GADA.

Esta obra, restaurada en años recientes, muestra su esplendor y genera un nuevo atractivo turístico en la ciudad de Linares.

El edificio de estilo neoclásico inglés que alberga la Presidencia Municipal de Linares, Nuevo León inició su última etapa de su construcción en el año de 1896 en terrenos adjuntos a la catedral de la ciudad, precisamente, en el sitio donde se asentó la fundación de Linares. Esos terrenos estuvieron ocupados en esa época por un convento del siglo XVIII y un antiguo cementerio. La parte posterior del edificio se completó con arcadas y balaustas, y fue levantada al derribarse los antiguos edificios de oficinas y cárceles tiempo después, con motivo de una ampliación del inmueble.

En su composición actual, el edificio cuenta con dos cuerpos y tres naves de las cuales el área central, presumen los que en la obra trabajaron, contiene en parte los muros y cimientos originales del antiguo convento del siglo XVIII, mientras las naves laterales fueron agregadas en la última etapa de 1896.

Este inmueble ha sido utilizado desde su conversión de conjunto



Datos de interés

como sede del ayuntamiento de Linares y, sin duda, es una aportación muy particular de las corrientes eclécticas de la arquitectura en el estado de Nuevo León. Su interior lo conforman principalmente oficinas, entre las que están el despacho del presidente municipal y del secretario del Ayuntamiento, entre otras. La construcción es principalmente de sillar y piedra con techos de terrado y vigas aparentes, con excepción de la galería posterior, que es de concreto.

Su presencia arquitectónica forma parte de las corrientes extranjeras que se manifestaron en paralelo a los edificios que se venían levantando en la ciudad de Monterrey. Se desconoce el autor del proyecto, pero se sabe que la influencia neoclásica prevaleciente durante la época porfirista (plena de estilos europeos), provenía principalmente de arquitectos foráneos, graduados de la Academia de San Carlos, en la Ciudad de México. De ahí que esta pieza es una joya muy particular en la historia de este municipio.

Deterioro y colapso

El antiguo edificio había sido sometido por años a diferentes intervenciones que fueron lastimando su estructura e integridad arquitectónica. Estas intervenciones y la falta de un mantenimiento adecuado, causaron un grado de deterioro tal que resultó en el desplome de toda su ala norte en el año de 2010, tras los estragos del huracán Alex.

Justamente ese fue el momento de la primera intervención del despacho Grupo Asesores en Diseño y Arquitectura (GADA) en el inmueble cuyo análisis estructural realizado conjuntamente con el INAH, evidenció la inevitable decisión de demoler el ala sur,

Nombre de la Obra: Restauración y puesta en valor del antiguo Palacio Municipal de Linares, Nuevo León.

Proyecto de Restauración: Arq. Oscar Martínez Garza.

Desarrollo del Proyecto: Grupo Asesores en Diseño y Arquitectura, S.A. de C.V.

Colaboradores: Arquitectos: Javier Canales Alanís, Mónica Ovalle Salas, Patricia Garza, Eva Garza García.

Apoyo externo: INAH Delegación Nuevo León y del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL.



la cual presentaba indicios de un inminente colapso. De esta forma, sólo el cuerpo central y de mayor antigüedad quedó en pie definiendo así el alcance integral de la restauración mayor que experimentó el inmueble.

Teniendo como objetivo principal reintegrar al edificio como Casa del Ayuntamiento de Linares, se estableció el programa de recuperación de los espacios y la incorporación de tecnologías de punta que le permitieran una vida funcional práctica y eficiente.

Como primer paso del proceso de restauración se inició la liberación de aquellos elementos ajenos o sobrepuestos que no permitían que el edificio original estuviera a la vista.

Se hizo una reposición total de entresijos de viguería de madera, los cuales también mostraban deficiencias estructurales. El frontis del ala norte también se había venido abajo con todo su sistema de columnas, frisos, remates y molduras.

La restauración se realizó con respeto absoluto al estilo e inte-



gridad arquitectónica del edificio, no sólo en su forma sino también en sus métodos de construcción y acabados, realizando como acciones de primer orden las siguientes: reposición de muros; reposición de vigería de entrepiso y azotea, detalles de carpintería y ebanistería, así como herrería ornamental; reposición de mosaico de pasta ornamental; fabricación de molduras con concreto celular; instalación de aire acondicionado no invasivo; instalación de elevador; reposición de ladrillo artesanal; instalaciones electromecánicas y CCTV; instalaciones hidráulico-sanitarias; diseño de arquitectura ornamental.

A cargo de todos los trabajos, el despacho GADA tuvo como líder de proyecto al arquitecto Óscar Eduardo Martínez Garza, quien ha tenido en su trayectoria la responsabilidad de restaurar el Antiguo Palacio Municipal de Monterrey; la Antigua Casa de Visitas Importantes, en Vitro, así como la Nave Lewis convertida en museo para la Expo Mundial del Conoci-



miento en la ciudad de Monterrey y el Museo del Vidrio.

Concreto restaurador

Óscar Eduardo Martínez Garza comentó: "utilizando tecnología y materiales contemporáneos como

cemento y concreto de alto rendimiento, así como procedimientos constructivos del siglo XIX, se logró integrar la composición del proyecto de restauración. Para el propósito de este proyecto, uno de los retos más importantes fue la fabricación de elementos



estructurales y piezas relevantes en el diseño. Tal es el caso de los concretos ligeros utilizados en las molduras, chambranas y jambas de las fachadas que permitieron, gracias a la composición del concreto aligerado, disminuir el peso de sus estructuras sin demeritar la forma y diseño del frontis y sus fachadas. Esta tecnología le permitió al edificio recuperar la integridad de sus fachadas exteriores. Igualmente, fue posible recuperar la artesanía de mosaicos de pasta que fueron hallados encubiertos en el edificio. Esta técnica artesanal casi inexistente se basa en la reproducción de un modelo de pieza de cemento recubierta de una pasta de color con diseños de figuras decorativas”.

Asimismo, se empleó aditivo natural con base en baba de nopal para elaborar los morteros para unir tabicones y morteros para dar los aplanados a los muros. También se recuperaron los pisos de pasta originales, se fabricó herrería en balcones con el proceso de hierro vaciado, así como la carpintería artesanal en puertas y ventanas.

El entrevistado también comenta que: “la utilización del concreto como elemento de unificación de tecnologías antiguas y contemporáneas en el proyecto fue muy variado a lo largo de la reestructuración del edificio. El desarrollo de cimentaciones nuevas, zarpeos y otros elementos que se agregaron permitieron una gran versatilidad en el manejo de los espacios que se requerían. Precisamente, uno de los temas relevantes en este sentido fue la incorporación de elevadores que se logró con mucha limpieza gracias a estas nuevas estructuras”. Desde su punto de vista, al reciclar este edificio no sólo se rescató el elemento predominante de la zona histórica de Linares sino que se ha permitido con esta misma



tecnología que continúe siendo la sede oficial del gobierno municipal de la ciudad, mostrando así a la comunidad la conveniencia y valor del rescate histórico al servicio de la sociedad contemporánea.

No es para menos, este edificio demandó un tiempo de restauración de 13 meses y una inversión cercana a los 17 millones de pesos provenientes de diferentes fondos municipales, estatales y federales. Con ello, se superó el difícil momento que sufrió cuando colapsaron sus muros en la esquina norte de la fachada principal, suceso ocasionado por el debilitamiento producto de la humedad, debido a filtraciones de agua pluvial en

muros, quedando en pérdida total vanos, losas de entrepiso, azotea, carpintería y herrería así como la porción del frontispicio de fachada, perdiendo así su proporción.

“Se considera que otro de los motivos que pudo haber influido en su colapso, es el espesor de los sillares que aparentemente fueron en su época cortados en dos partes reduciendo su espesor a 34 cm, aproximadamente. Por ello las estructuras de entrepiso y azotea fueron removidas en su totalidad, siendo toda la vigería tratada o sustituida, así como la realización de aplanados en base a cal y arena para respetar el acabado antiguo”, expresó Martínez Garza. c

Foto: <http://farm8.static.flickr.com>.

La obra de un visionario

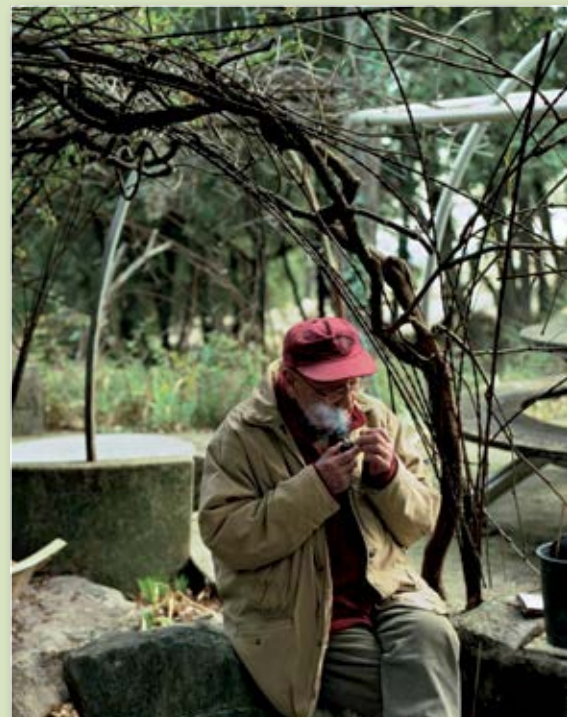
Yolanda Bravo Saldaña

Conocido por pocos; el húngaro Antti Lovag es un arquitecto que definitivamente, dejó honda huella con sus obras en ferrocemento y su imaginación desbordada.

Hay muchos arquitectos famosos en la historia y en el mundo; sin embargo, pocos llegan a ser legendarios, llegando a obtener un halo de misterio y curiosidad en torno a su vida y a su obra. Este es el caso de Antti Lovag, un grandioso creador que nos legó una obra en verdad única, visionaria y plena de autenticidad.

Nacido en Hungría en 1920 (hijo de padre ruso y madre finlandesa), Antti Lovag estudió primero Arquitectura naval en Estocolmo. Posteriormente, se fue a la ciudad de París para ingresar a la Escuela de Bellas Artes, de donde se graduó en 1947. Sin embargo, fue a partir de 1960 que comenzó a poner en práctica parte de su ideario plástico, a lo que él denominaba "habitología" (habitologie, en francés). Una serie de experimentos de vivienda en los que no sólo él sino otros personajes igual de audaces y visionarios, como Pascal Häusermann, Jacques Couëlle y Jean-Louis Chanéac, compartieron el concepto de la llamada Arquitectura orgánica u Organicismo; ésa que está basada en las formas de la naturaleza y hasta en el propio cuerpo humano.

Para muchos, Antti Lovag no es considerado un arquitecto, sino un artesano; una especie de "anti

Foto: www.anttilovag.org.

arquitecto"; un ser radical que estuvo en activo hasta los 87 años inmersos en su ideario personal; mismo que fue seguido por algunos y retractado por otros, y quien tuvo en su concepto de "habitología", el proyecto de su vida.

Muchos de los arquitectos inmersos en el organicismo, entre los que se encuentra Antti Lovag, han considerado que el círculo es la esencia de la arquitectura. Por ejemplo, el especialista Heinz Rasch decía que el círculo pertenece a una de nuestras más tempranas impresiones, como pueden ser, el ver la luna, el sol, los ojos, la boca, una manzana o una pelota; de ahí que desde la antigüedad troglodita, esta forma se encuentra presente en la mente del ser humano; por tanto, es lo más natural su reproducción en los espacios habitables.

Así, por ejemplo, en la casa estudio del propio Antti Lovag, la naturaleza pareciera adentrarse en los dominios del creador; él respeta el entorno que tiene. Se acomoda a éste, no éste al creador. Para Antti Lovag, la línea recta es una agresión contra la armonía, dado que en la naturaleza, la línea recta, en sí no existe, señala este artífice. Los espacios habitables deben ser respetuosos de la tierra, no en sentido contrario.

La casa Pierre Cardin

Una de las piezas más emblemáticas de Antti Lovag, y quizás la más conocida de este extravagante personaje, es la casa que realizó en la costa mediterránea y que fuera de tal agrado del diseñador Pierre Cardin,



Construcción de una Casa burbuja.



Foto: www.habitat-bulles.com.

que se la compró al artista. Conocida de manera coloquial como la "Casa burbuja", localizada en la Costa Azul francesa, en la localidad de Théocule sur mer, entre Niza y Cannes, se trata de un palacio casi de color rosa, de aspecto futurista que sin duda, llama la atención a cualquier persona que lo conozca.

Antti Lovag inició esta obra en 1968 pero aún no está terminada. En la actualidad pertenece a la oficina de Patrimonio de Monumentos Históricos de Francia. El nombre de "Casa Burbuja" proviene del hecho de que la residencia está realizada con estructuras circulares de ferrocemento, que semejan pompas de jabón.

Estructural experimental en concreto, de Antti Lovag.

Las estructuras se van uniendo unas con otras, conformando así la impresionante vivienda de 1,200 metros cuadrados. Por su parte, el jardín tiene 8 mil 500 metros cuadrados. La comunicación interior se da a través de pasillos con curvas, escaleras y túneles subterráneos con los cuales se puede acceder a las diferentes habitaciones.

El interior va completamente de acuerdo con el exterior: camas de forma circular; tinas redondas en los baños; mobiliario de características minimalistas; ventanas en forma de ojos de buey; sinuosos y mullidos sillones, así como lámparas y esculturas provenientes de la imaginación de este artista. Destaca una gran piscina, también redonda, que cuenta con una pequeña cascada rodeada de palmeras; pero sobre todo, con una espléndida vista al mar Mediterráneo. También cuenta con varios miradores interiores con algún sillón de forma curva que invita a gozar de la vista exterior, pero guardando cierta intimidad.

Otra obra notable de este radical creador es la Casa Bernard, realizada en 1971 para el industrial Pierre Bernard; una obra en la cual nuevamente la postura de la "habitología" de Lovag está presente al darnos una obra que pareciera escaparse de la propia arquitectura, pues para él, "la arquitectura no me interesa. Es el hombre; el espacio humano el que me interesa. El crear una envoltura para el ser humano, hecha a la medida".

Colofón

Más allá de la originalidad que puedan tener las obras de Antti Lovag, lo que nos ha demostrado, al igual

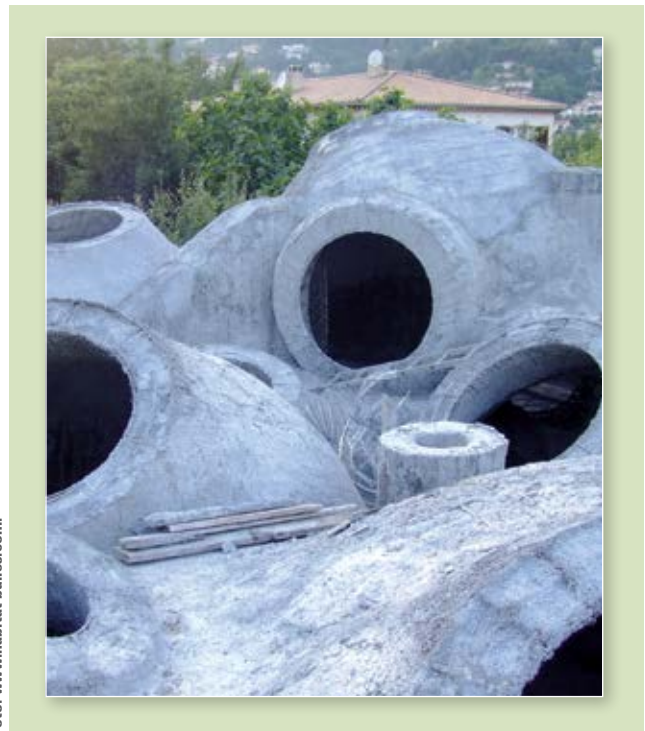


Foto: www.habitat-bulles.com.

que otros arquitectos, sobre todo los inmersos en el Organicismo, que pueden darse otro tipo de viviendas más allá de las convencionales.

En este sentido, la obra de Lovag nos sirve para preguntarnos sobre la profundidad, o banalidad de la habitación humana, después de décadas de estudios y de estilo. De cómo la imaginación humana puede estar por encima de los convencionalismos; no obstante que en su momento, Antti Lovag tuvo sus detractores quienes lo acomodaron dentro del esquema de "arquitectura pintoresca", llegando a decir que sus obras "ensuciaban" el paisaje. Como dice el refrán: "Para gustos se hicieron los colores". En este caso, también es importante reconocer en este notable autor, a un maestro del ferrocemento, ese gran sistema constructivo que brinda posibilidades infinitas dada su flexibilidad. En suma: no se puede negar que son muchos los legados que nos heredó el ensoñador Antti Lovag. **c**

Casa Pierre Cardin.

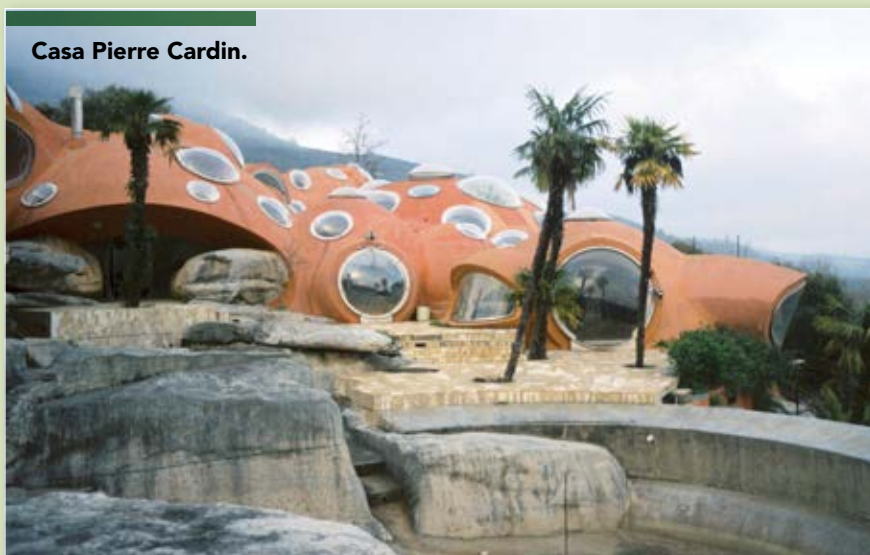


Foto: <http://homevideo.icarusfilms.com>.

A VECES LA VIDA NOS OFRECE
UNA PUERTA ENTREABIERTA.

¿ERES DE LOS QUE SE
DECIDEN A ABRIRLA?

Anímate a ser un emprendedor.



Una estructura abierta y permeable

Con un diálogo sensato y sincero con el entorno,
se presenta esta bella obra construida en Portugal.

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Alexandre Delmar
(www.acaixanegra.com)

Una discreta intervención que hace uso de las normas elementales de geometría y de todas las cualidades plásticas del concreto, con lo cual, brinda diversas lecciones al entablar un diálogo sensato y

sin pretensiones con su entorno, llevando al límite de lo estético la función de la arquitectura.

Antecedentes

El despacho denominado Clínica de Arquitectura (con sede en Oporto, Portugal), conformado





por los arquitectos Pedro Geraldes, Nuno Travasso y João concluyó recientemente esta obra de arquitectura que, a pesar de tener una escala pequeña, exalta grandes cualidades constructivas y espaciales.

Se trata de una obra que aunque pudiera parecer inicialmente un remanente de otro proyecto más ambicioso, ha llamado la atención por la calidad constructiva, así como por la manera en cómo solucionó una carencia espacial que se presentaba en el parque tecnológico que forma parte de la Universidad de Oporto.

Pedro Geraldes y su equipo de trabajo apoyaron la idea de que la práctica de la arquitectura no se fundamenta exclusivamente en el diseño perfecto; por tanto, reiteran que no es un arte intocable. Se trata –afirma este arquitecto– de la realización de los sueños y la resolución de problemas.

“Hay que encontrar la mejor respuesta a preguntas muy específicas. Y esta demanda suele ser compleja; con muchas variables que requieren la conjunción de muchos talentos y especialistas”.

Así, el despacho defiende con sencillez el hecho de que tratan exclusivamente de crear esas respuestas con una lógica sencilla (donde la función satisface toda necesidad del usuario) y hermosa

Datos de interés

Nombre de la Obra: PINC Pavilion Pólo de Indústrias Criativas do Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto.

Ubicación: Porto, Portugal.

Superficie construida: 700 m².

Año de Construcción: 2013.

Diseño Arquitectónico: Clínica de Arquitectura (arquitectos: Pedro Geraldes, Nuno Travasso y Arq. João Silva).

Paisajismo: Maria Luís Gonçalves.

Coordinación del Proyecto: SWark.

Contratista: SHIFT Empreitadas.



(con un diseño atractivo y congruente). Por ello, este proyecto de sólo 700 m² emana talento no sólo en la parte arquitectónica, sino también en el diseño de paisaje, a través del cual comienza a unificar todo el contexto para lograr una disposición sencilla del edificio y el despliegue de toda la fuerza expresiva del concreto equilibrada con la presencia de grandes árboles que se conservaron para el proyecto.

pero también como espacio de descanso, lugar de reunión y formación profesional”, comenta el arquitecto Pedro Geraldés.

El paisaje y el concreto

Para cumplir con lo anterior, este pabellón fue erigido en un pequeño y centenario jardín que se encontraba abandonado pero que no obstante, formaba parte

ruinas eternas, colmadas de sencillez, de mensajes y de nostalgia, decidimos que el edificio debía fundirse con el jardín en el tiempo. Evitar a toda costa que nuestra intervención fuera protagónica e invasiva”.

Para el equipo de Clínica de Arquitectura, la atmósfera debía de ser reconstruida a partir de lo existente; con las texturas de los elementos pétreos rescatados en el paisajismo; con los trazos de senderos ya definidos por la gente, así como por las sombras y la fuerza de los árboles que inclusive delatan la presencia del viento y generan microclimas ideales para estar al aire libre contemplando el contexto desde una serie de bancas de concreto que se convierten en extensiones lineales, tapetes o cubos que parecen desprenderse de la retícula ortogonal del pabellón e invitan a recorrerlo o a quedarse en él.

“Durante el día y desde afuera, la imagen de la arquitectura parece dura; es fuerte. El concreto no disimula que se trata de un monolito a escala humana que pretende ser una arquitectura para observar, no para ser observada necesariamente. En el interior, por el contrario, los colores empleados son cálidos. Es posible visualizar algunos detalles contruidos con paneles hechos con madera, y acentos como las puertas en color rojo que consolidan una atmósfera acogedora. Un cambio importante viene al llegar la noche cuando ese entorno luminoso se expande hacia el jardín; se desborda a través de las superficies de vidrio que hay entre los marcos del edificio y se convierte en un faro discreto perdido entre los grandes árboles”.

El concreto empleado comienza en la cimentación de este pequeño pabellón que se convierte en una pequeña explanada de acceso.



El edificio y la encomienda a este despacho surgió ante la necesidad de crear un espacio que sirviera como punto de encuentro para todas las personas que visitan o laboran en el parque tecnológico; desde funcionarios hasta clientes potenciales, socios, amigos o la comunidad en general.

“Buscamos crear un espacio amable que brinde un pequeño recibimiento y que refuerce los vínculos sociales de la institución. Por ello, exploramos toda posibilidad de crear un punto de encuentro, donde se reuniera la diversidad de talento y recurso humano que ahí labora. Un edificio discreto que representará solidez y elegancia a través del concreto; que fuera abierto y flexible, capaz de servir como comedor para el día a día;

de la identidad de la comunidad y representaba, por ende, parte de la memoria colectiva de la región. Su rescate era inminente; por lo mismo cualquier intervención propuesta debía contar con un carácter semipúblico que facilitara la interacción de la comunidad.

Características

El pabellón es una estructura de concreto aparente, abierta y permeable visualmente, enmarcado todo por los árboles existentes. Una estructura que parece fragmentarse; que se eleva a un solo nivel y que no posee algún tipo de recubrimiento adicional al concreto aparente con un acabado fino. “Inspirado por las imágenes de las

Posteriormente sube hasta formar parte de un gran muro ciego en la fachada que recibe mayor incidencia solar, dejando exclusivamente en éste, una minúscula ventana y una gárgola del mismo material. En la fachada opuesta, la retícula conformada por una serie de doce cartelas hace visible el programa: en dos terceras parte del edificio y teniendo el acceso principal, la zona de eventos públicos y en el tercio final, la zona de servicios. Todo lo anterior homologado por una cubierta de concreto aligerado que exhibe al igual que los muros los moños y la modulación del proceso de cimbrado.

El arquitecto Gerald es explica a *Construcción y Tecnología en Concreto*, que "todos los espacios tienen una historia. Es sólo cuestión de disfrutar de lo que otros han hecho por nosotros, y mejorarlo. El objetivo principal—en obras de esta escala y con esta naturaleza— es no perder todo lo que había antes de ellas. Tratamos de ser sutiles para no destruir la sustancia y la atmósfera en el espacio existente y que nos fascina, que nos atrapa de algún modo. Por lo tanto nos esforzamos en encontrar la forma específica y las relaciones adecuadas entre los espacios y los materiales existentes respetándolos y jugando con ellos. Construir no solamente es el papel del arquitecto; si pensamos en construir edificios antes que atmósferas, podemos caer en el error de agregar y transformar sin dejar la sustancia y el significado del lugar".

Cercanos a la gente

Hemos encontrado que la práctica habitual de diseño y construcción es a menudo demasiado intensa para las personas que no tienen mucha relación en el proceso



de realización o construcción de un proyecto. Sin embargo, en nuestro trabajo buscamos siempre que nuestros clientes estén involucrados en sus diferentes etapas; esto, además de generar una empatía absoluta con el resultado final, nos ayuda a compartir el placer de materializar una idea y de hacer colectivo un trabajo que podría ser exclusivamente personal. Esta obra reitera esa postura y la capacidad que debemos de tener como arquitectos de escuchar a las personas que usan el edificio o se relacionarán de algún modo con éste. Por eso decimos que este pabellón lo conocieron y lo habitaron desde antes de que estuviera concluido, la gente siempre fue parte de la búsqueda creativa para hacerlo realidad".

En la actualidad, este proyecto ha posicionado al despacho dentro del ámbito internacional. La fórmula o el mejor acierto que

posee, dicen sus creadores, es la manera en cómo fueron respetadas las cualidades de cada material y el impacto de éstos ante la comunidad: el vidrio que vincula y contrasta lo hermético del concreto; el concreto que con un equilibrio adecuado privilegia su permanencia y vida útil a través del tiempo sin invadir excesivamente el espacio y finalmente, la vegetación que al preservarla por momentos parece ser la verdadera protagonista de este conjunto.

Resumen

Una geometría legible que facilita los procesos constructivos; un tiempo de construcción razonable que no cabildea con la calidad constructiva; un presupuesto que comprende y se adapta a las situaciones económicas del lugar, de esto también nos habla esta obra de pequeña escala y monumental compromiso. **C**



Capacitar es construir

Texto y Fotos: Gregorio B. Mendoza

Teniendo en cuenta que el conocimiento es una de las herramientas más trascendentales para superarse y enfrentar los retos del campo profesional, el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC) tiene como misión ser la plataforma de profesionalización de la mano de obra necesaria en la industria de la construcción en nuestro país. La meta que tiene por cumplir tiene importancia de primer orden al ser un reto constante que sigue incrementando su jerarquía día a día.

El origen

En 1949 inició labores este instituto como un pequeño centro de operadores y trabajos mecánicos, donado por el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica a México. Con el paso de los años se fue consolidando como un centro de capacitación en operación de maquinaria pesada y mecánica automotriz. Cabe subrayar que fue la primera escuela que tuvo nuestro país para carreras técnicas del sector. Actualmente su oferta académica abarca estudios diversos que incluyen cursos especializados, diplomados, licenciaturas y maestrías.

En abril de 1978 fue creado formalmente, adelantándose en tiempo y objetivos a la *Ley Federal del Trabajo* la cual a partir de 1979, en su Artículo 153, establece como obligación de los patrones, proporcionar a los trabajadores servicios de capacitación y adiestramiento en su trabajo para elevar su nivel de vida y la productividad de las empresas.

Desde sus inicios, este instituto continúa su misión con el objeto de satisfacer las demandas de los trabajadores y de las empresas afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), ofreciendo cursos prácticos para toda la pirámide ocupacional: operativos, técnicos, administrativos y directivos, tanto en instalaciones de su empresa, como en las instalaciones del ICIC o directamente en obra.

El ICIC (donde laboran más de 60 personas) está comandado por la dra. Perla Cristina Cristerna Montúfar, quien con más de 31

La doctora Perla Cristina Cristerna Montúfar está apasionadamente inmersa en el mundo del ICIC desde hace décadas.



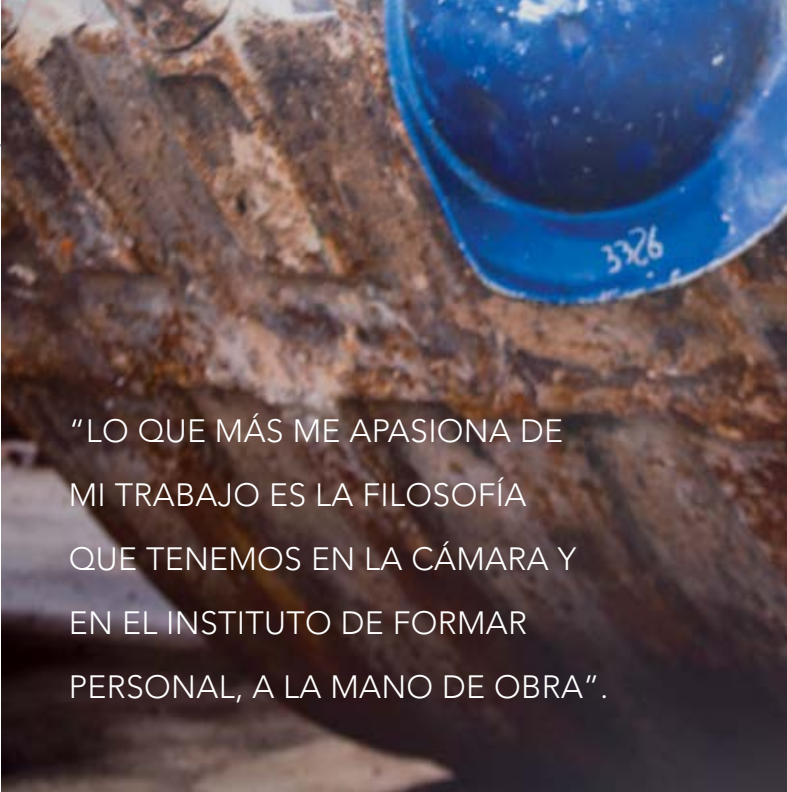
años de servicio dentro de este Instituto, desde hace cuatro lo dirige. En este sentido ha logrado alcanzar más de 700 títulos en cursos que involucran todos los procesos constructivos de la industria, mismos que se han convertido en demandantes de conocimientos especializados para los rubros de vivienda, construcción pesada, ingeniería mecánica, soldadura, etc.

Lo anterior lo constata una demanda anual de 10 mil cursos al año a nivel nacional y más de 9,000 mil participantes. "En la fructífera historia de la institución hemos tenido un alcance de más de 300 mil cursos impartidos y más de 70 millones de horas-hombre en capacitación desde el año de 1978 hasta la fecha. Nuestro registro de impartición de conocimientos a personal es exitoso y por fortuna, se sigue incrementando", comenta la especialista.

Destacan dos temas importantes en la misión del ICIC: la posibilidad de brindar este espacio para capacitar a la comunidad en zonas marginadas de todo el país que requieren oportunidades laborales (su presencia es nacional), y por otro lado, la cualidad de que todos los conocimientos adquiridos estén totalmente vinculados a la realidad de las empresas que los demandan por el cercano vínculo con las empresas afiliadas a la CMIC. Lo anterior garantiza que además de incentivar un futuro desarrollo social en el campo laboral, se integren a la industria, personas comprometidas y bien preparadas que lleven consigo la misión de elevar el nivel de la calidad constructiva, seguridad y manejo de personal en los campos de la arquitectura o la ingeniería civil.

Piedra angular

Para que todo esto se fundamente, debe existir un trabajo colectivo a nivel gremial. Este caso no es la excepción: existe una relación clave para que los retos se cumplan y se mantenga perfectamente funcionado. En este sentido, la doctora Montúfar señala que este sistema de capacitación, y su buen funcionamiento, tienen como base "la colaboración de los afiliados a la CMIC, quienes aportan un porcentaje de sus utilidades para la capacitación de sus trabajadores. Esta institución se sostiene con las aportaciones que realizan para capacitar a su personal, lo cual favorece la solidez de una cadena de beneficios que van desde lo social, hasta el incremento de los rendimientos, la seguridad operativa y la calidad constructiva. También tenemos algunos cursos que podemos ofertar al público en general o a otras industrias; hecho que nos conecta directamente con la comunidad cercana de nuestras instalaciones. Actualmente somos una entidad de certificación que valida competencias laborales para el



"LO QUE MÁS ME APASIONA DE MI TRABAJO ES LA FILOSOFÍA QUE TENEMOS EN LA CÁMARA Y EN EL INSTITUTO DE FORMAR PERSONAL, A LA MANO DE OBRA".

sector especializado de la industria así como en otras con las cuales se tiene un vínculo secundario".

Asimismo, añade: "continuamente estamos capacitando e incrementando no sólo la oferta que ya tenemos sino también los alcances de nuestras instalaciones y los mecanismos de aprendizaje con los que contamos. Por eso, el gran reto que en este momento tiene la dirección del ICIC es contar con tecnología de punta y dar la capacitación con las nuevas modalidades que en la actualidad se requieren en todos nuestros cursos".

Médico de profesión con especialidad en salud ocupacional, Perla Cristina Cristerna Montúfar realizó estudios de licenciatura en México y en el extranjero. Inició impartiendo algunos cursos sobre la materia en que se especializó hasta llegar a las áreas de la salud aplicadas a la construcción. Fue entonces que vio la necesidad de formar un área de seguridad y salud hace 30 años en el ICIC, para darle servicio a las empresas constructoras, y así fue como comenzó su desarrollo profesional vinculado a la industria.

Posteriormente, estructuró y propuso el diseño de cursos para registrarlos ante la Secretaría del Trabajo y formó una sección de seguridad y salud ocupacional que fue creciendo hasta convertirse en uno de los departamentos más importantes del ICIC. Con ello se dio capacitación diversa a instructores en toda la República Mexicana y se consolidaron las áreas de acción que eran necesarias para continuar esta estructura de enseñanza y cultura de la salud en el campo laboral.

"Ya como coordinadora nacional de cursos en diferentes áreas del ICIC, aprendí muchísimo; con el tiempo me nombraron gerente de toda el área de Capacitación nacional y hace cuatro años, tomé mi actual cargo como directora del Instituto, lo que representa un gran gusto, una inmensa responsabilidad y una



oportunidad increíble de transformar el presente y futuro de muchas personas que son la piedra angular de todas las construcciones en el país; es decir, su gente”, afirma la doctora.

Pasión por la industria

“Lo que más me apasiona de mi trabajo es la filosofía que tenemos en la Cámara y en el Instituto de formar personal, a la mano de obra. Mi compromiso es que realmente los trabajadores estén desarrollándose como seres humanos en equilibrio, tanto en la parte técnica como en la humanística. Es lo que más me gusta y lo que más he promovido, desde el más pequeño cargo que he asumido a nivel personal.

Asimismo, otro tema que para mí ha sido satisfactorio es mi experiencia al estar dando capacitación a los trabajadores en campo; viendo cómo los trabajadores desarrollan sus actividades y a partir de ahí, detectar las necesidades que tienen para que se conviertan en un personal con toda una cultura de trabajo, una cualidad que indiscutiblemente nuestro país requiere para satisfacer los sistemas de producción empresarial y alcanzar nuevos estándares de seguridad y eficiencia”.

La doctora señala que detrás de esta visión, se encuentra una realidad innegable: en el sector de la construcción es posible ver que está trabajando la base de la pirámide social, el sector poblacional más desprotegido en todos los ámbitos imaginables. “Todos sabemos que la mayoría de nuestros obreros vienen del campo a la ciudades en busca de oportunidades de crecimiento y que ven al sector de la construcción como el gran campo de oportunidades que requieren. Sin embargo, ya no es suficiente sólo tener ganas de

trabajar; debemos darles herramientas para que su actividad profesional sea mucho mejor. Por ello, es un verdadero compromiso ético ofrecerles circunstancias idóneas y seguras para que tengan un nivel de profesionalización que las empresas exigen; de este modo el país irá creciendo, desde abajo, con ellos”.

Visión a futuro

El mayor reto que tiene en sus manos es incentivar para que el mayor número de empresas conozcan este compromiso por capacitar a su personal y después, equilibrar los tiempos del trabajador con su esquema de formación profesional.

Dentro de su visión a futuro, la doctora Perla Cristerna encuentra que las empresas constructoras comenzarán a contratar a aquellos trabajadores que cuenten con un certificado de competencia laboral; es decir, optarán por un soldador que tuvo que haberse capacitado; que fue evaluado y aprobado para obtener su certificado de competencia profesional. No deja de lado otro aspecto que es el de aquellas personas que cuentan con años de experiencia, pero no han sido certificados.

“A ellos se le realiza una evaluación y se le otorga su certificado de competencia laboral emitido por la SEP, en coordinación con la CMIC. No puedo dejar de pensar que cuando esta población esté capacitada, entonces el trabajador será quien elija dónde trabajará”.

Todos los programas de capacitación que desde hace 35 años lleva a cabo el ICIC están fundamentados en una política de colaboración y unión entre empresarios constructores afiliados a una cámara donde cuentan con todos los servicios, y que buscan una representación de sus afiliados ante el sector público y gubernamental. “La industria de la construcción es tan importante para el país a nivel económico que se ha convertido en el parámetro para saber cómo van las cosas a nivel nacional en diversos sectores estratégicos. Por ello, nos llena de orgullo tener entre nuestros afiliados a empresas como ICA que tiene la mayor capacitación de personal, aunque no es la única (actualmente tenemos 10 mil empresas afiliadas a la CMIC)”, comenta la entrevistada.

Se trata de una forma diferente de aportar a la industria, no es ingeniera ni arquitecta; sin embargo, como bien dice nuestra invitada el lema del ICIC dice mucho y deja claro todo el trabajo de quienes en él trabajan: Capacitar es construir. En este sentido, subraya la dra. Cristerna: “Creo profundamente en esas palabras y trabajo día a día para cumplir este objetivo”. **C**

Estudian en Argentina el **deterioro** de edificios

Dra. Irene Maier

Edición: Gabriela Celis Navarro

La corrosión por el paso del tiempo, en muchos edificios que cuentan con un gran valor histórico, es analizada a profundidad en el sur del Continente americano.

A principios del siglo XX los arquitectos europeos que buscaban estar a la vanguardia, decidieron incorporar a los edificios que proyectaban nuevos materiales

de construcción, así como una estética original, que se extendió rápidamente por todo el mundo. Fue así que nació la llamada Arquitectura Moderna, que se caracterizó entre otras cosas, por la utilización de tecnologías novedosas, entre las que destacó

sobremanera, el uso del concreto armado.

Desde esos años de antaño, estos expertos sabían que el concreto armado une la fuerza de una estructura de varillas de hierro (armadura) con la protección que le brinda el concreto. Gracias a





esta tecnología pudieron levantarse edificaciones con formas de enorme plasticidad, que hoy integran el patrimonio cultural de infinidad de sociedades. Sin duda, este patrimonio cultural se trata de preservar en muchos países, pero no obstante, muestra su punto más débil en la corrosión de las armaduras de hierro.

Por esta razón, el Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT) de Provincia de La Plata, en la República de Argentina, lleva ya tiempo de estar evaluando el estado de las construcciones hechas en esa región, que tengan

un valor patrimonial. Algunas de esas construcciones son en verdad antiguas, ya que el concreto armado llegó a la República Argentina, como informa la autora de este documento, hace cerca de un siglo, poco después de que comenzara a usarse en Europa.

Sobre el trabajo que los profesionales especializados en la tecnología del concreto (hormigón, como lo llaman en esas latitudes) del LEMIT, en el tema de la preservación, el ingeniero Luis Traversa, directivo de ese laboratorio, comentó: "Cuando el hormigón se endurece se adhiere fuertemente al hierro. Por la alcalinidad del

líquido encerrado en los poros del hormigón, se produce una reacción química sobre el metal y se forma una capa superficial de óxidos, muy adherente y compacta, que lo protege de la corrosión. Pero con el paso del tiempo el dióxido de carbono atmosférico se difunde a través del hormigón, haciendo que pierda su alcalinidad y con ello la protección brindada al hierro".

La amenaza de la corrosión

La autora de este documento expresa que "la vida útil de una estructura depende fundamentalmente del ambiente al que está expuesta. En ambientes industriales o marinos, los cloruros que existen en ellos se difunden en el hormigón y alcanzan al hierro, produciendo la ruptura de la capa de óxido protector. Por otra parte, el ambiente menos agresivo es el rural. Prueba de ello es que muchos de los numerosos puentes de hormigón armado construidos en la provincia de Buenos Aires durante la década de 1930, están todavía en buenas condiciones y son utilizados". En este sentido, la investigadora pone como ejemplo el caso de un puente ubicado sobre el río Sauce Grande, cerca de Sierra de la Ventana, en Argentina, inaugurado en 1937.

Entre las estructuras evaluadas por este importante laboratorio se encuentra otro ejemplo de cómo el ambiente determina la vida útil del concreto armado. Se trata de dos edificios construidos casi en la misma época al puente anteriormente mencionado: el balneario Jockey Club, de 1935, situado en Punta Lara, cerca del Río de la Plata (proyecto del arquitecto Luis Pico Estrada), así como el Edificio deno-



minado Normandie, localizado en Mar del Plata y que data de 1937.

“El primero no presenta actualmente problemas de corrosión importantes; sin embargo el segundo, el Normandie, ubicado sobre la costa del mar, tuvo que ser demolido en el año de 2001 porque tenía serios daños, que incluían fisuras de la estructura y el pandeo de algunas columnas”, comenta la especialista Irene Maier.

Por su parte, el ingeniero Traversa expresa: “En muchas edificaciones cercanas al mar se emplea arena extraída de las playas, que contiene gran cantidad de cloruros, acelerando así la corrosión del hierro. Por otra parte, en los años sesenta fue empleado cloruro de calcio como acelerador de resistencia del hormigón, lo que causó graves deterioros, y motivó que su uso fuese restringido en 1964”. En el estudio que han llevado a cabo en el LEMIT, también han comprobado el efecto nocivo

del acelerador en construcciones de esa época, ubicadas en poblaciones rurales, donde el ambiente resulta menormente agresivo. Es importante mencionar en varios de

los trabajos de los miembros del LEMIT, se ha destacado la importancia del diseño de las estructuras. Al respecto, la doctora Irene Maier comenta que “el estudio de las



construcciones antiguas encontró que las de diseños simples y robustos tienen en general mayor durabilidad, y que si puede evitarse que haya lugares donde se estanque el agua, se reducen notablemente los problemas de corrosión. Esto permite prolongar mucho su vida útil y disminuir los costos de mantenimiento y reparación”.

Por su parte, en relación a que las primeras estructuras de concreto armado en Argentina fueron puentes carreteros, la doctora Irene Maier, comenta: “El primero de este material, construido en la Provincia, se inauguró en 1916; se trata de en uno de los principales accesos a La Plata. Está emplazado por encima de vías del ferrocarril y aún se encuentra en servicio”.

Acerca del LEMIT

El Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas LEMIT es un organismo pionero en el desarrollo tecnológico en Argentina. Fue creado en 1942 y transferido a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). En 1980, por resolución interna, la CIC dio origen en el ámbito del citado Instituto al Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica.

En la actualidad los fines del LEMIT corresponden a los de un Centro de Investigación y Desarrollo en la temática de la Tecnología de los Materiales para la Ingeniería Civil y los Procesos de Solidificación. Los objetivos específicos de la institución son: Investigación y Desarrollo; transferencia al Sector Productivo; formación, capacitación y perfeccionamiento de recursos humanos.

En su organigrama interno se destacan las siguientes áreas de investigación, desarrollo, asesoramiento y servicios tecnológicos



como son: Tecnología del concreto; Durabilidad del concreto; Ligantes hidráulicos y adiciones minerales activas; Tecnología vial; Mineralogía, Petrografía y sedimentología; Paleomagnetismo y magnetismo de rocas; Materiales para edificios; Corrosión y vida útil de las estructuras; Tecnología de la fundición y de la soldadura, así como Restauración y conservación del patrimonio.

Los fines

Como se informa en su sitio en internet (www.lemit.gob.ar), los fines del LEMIT corresponden a los de un Centro de Investigación y Desarrollo en el área de materiales, en particular los vinculados con la Ingeniería Civil y los Procesos de Solidificación. Las distintas áreas temáticas que integran el LEMIT efectúan acciones de investigación y desarrollo, formación de recursos humanos, así como la transferencia al medio de los resultados obtenidos.

Dentro de los fines específicos, las funciones corresponden a:

a) Investigación y desarrollo en temas específicos cuya transferencia al medio productivo es inmediata o mediata.

b) Formación de recursos humanos a través de los mecanismos que dispone la comunidad científico-tecnológica como así también mediante carreras de posgrado, cursos de especialización y / o perfeccionamiento, etc.

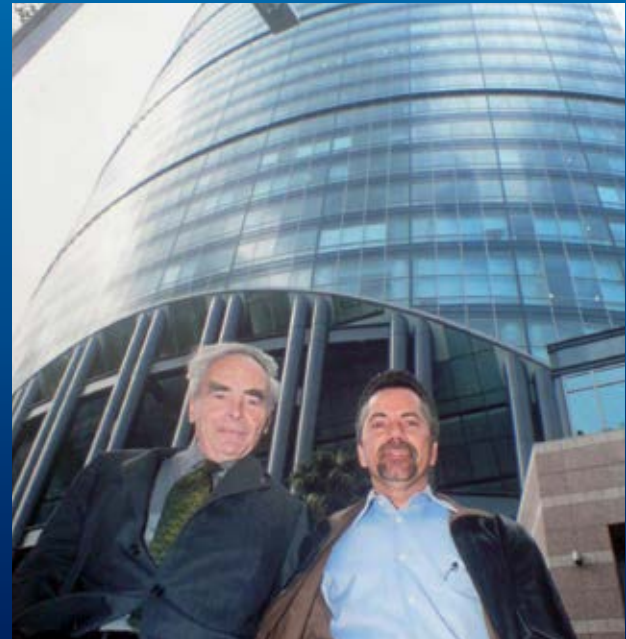
c) Constitución de un reservorio de recursos humanos y físicos para actuar como consultoría de los problemas científicos - tecnológicos del sector productivo público y privado vinculados con los proyectos de investigación y desarrollo. ©

Nota: En este documento se respeta el uso de la palabra “hormigón”, en la citas, por ser el término con el que se conoce al concreto en Argentina.

El presente artículo fue escrito por la doctora Irene Maier (CIC) y fue publicado en: www.quilmespresente.com/notas.aspx?idn=347844



- **¿Quiénes están en la foto?**
Los arquitectos Eberhard Zeidler (proyectista de Torre Mayor) y Arturo Aispuro (Vicepresidente de Desarrollo en Reichmann International, empresa desarrolladora del edificio).
- **¿Cuándo se la tomaron?**
En octubre de 2003, en el marco del Congreso de Arquitectura e Interiorismo.
- **¿Por qué se tomaron una foto en ese lugar?**
Por ser uno de los grandes emblemas urbanos de México.
- **Dato relevante**
Se trata de la Torre Mayor, el edificio más alto, hasta el momento, de América Latina.



Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!
Mándalas a: ybravo@mail.imcyc.com

CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

ORGULLO DE MÉXICO



Importante conocer la labor de esta empresa que inició como concretera en 1991, con una producción de 64 mil metros cúbicos, comenzando con cuatro plantas dosificadoras de concreto y 12 unidades revolventoras. En la actualidad, como se puede ver en su página web, se trata de la tercera empresa concretera más importante de México. Cuenta con 40 plantas dosificadoras de concreto, las cuales están distribuidas de manera estratégica por toda la República Mexicana. Para mayor información, recomendamos consultar su página en internet donde encontrará muchos datos más. ☺

www.concretoscruzazul.com/portalCCA/PaginalInicio.action

UN PUENTE CON ALAS

Gabriela Celis Navarro

El Puente del Milenio sobre el río Miño, en Orense, España, es una obra controvertida por su diseño; sin embargo, para muchos es una bella pieza de ingeniería civil. Fue inaugurado en el año de 2001 (después de cinco años de labor constructiva). El diseño es del arquitecto Álvaro Varela de Ugarte y del ingeniero Juan M. Calvo, profesionales que supieron combinar sabiamente el acero con el concreto, logrando crear un ícono que busca simbolizar el progreso de esa ciudad gallega.

Su audaz diseño estético y estructural, recuerda las alas abiertas de una gaviota; de ahí que muchas personas lo denominan *Puente de la gaviota*. Su estructura mixta tiene dos niveles. Posee una plataforma inferior de concreto, con 275 metros de longitud y 23 metros de ancho que conecta las márgenes del río, y por donde transita todo tipo de vehículos. En su parte superior fue dispuesta una pasarela peatonal que se eleva hasta los 22



metros por medio de 100 escalones y que en algunos puntos tiene una pendiente de 67 grados.

El puente se sostiene por un sistema de tirantes metálicos, dos grandes pilares inclinados situados en los extremos y sendos pilones. Cabe decir que su pasarela genera que el puente ofrezca una de las mejores vistas no sólo del río sino de la misma ciudad. **C**



Foto: <http://copaliberiacabreiroa.files.wordpress.com>.

Foto: <http://www.flickr.com>.

Foto: <http://mgcolomo.blogspot.com>.

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

CONTROLS	2º DE FORROS
IMCYC - RILEM	3º DE FORROS
HENKEL	4º DE FORROS
IMCYC	1
COMEX	3
SIKA	23
SUBMARELHER	25
ANDAMIOS ATLAS	29
CONSEJO DE LA COMUNICACIÓN	47
EQUIPAR	59
CICM	61