

QUIÉN Y DÓNDE • La importancia de los laboratorios

INGENIERÍA • Nuevos desarrollos

MATERIA Y PRODUCTO • Estaciones en el piso

TECNOLOGÍA • Las cimbras flexibles para concreto

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

Septiembre 2008 Núm. 244

www.imcyc.com

¡Orgullo Puma!



Siempre con mucha pasión

A decir del *Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua*, una de las acepciones del vocablo pasión es: "Apetito o afición vehemente a algo". Y eso precisamente, es lo que los miembros del IMCYC tenemos por el concreto. Por eso, lo presentamos mes con mes en sus diferentes aspectos.

Esta pasión por el concreto se constata en artículos como el del dr. Shiraz Tayabji, especialista de corte internacional quien ha dedicado muchos años de su vida profesional al estudio de los pavimentos de concreto. Resulta importante subrayar en este sentido, que está demostrado a nivel mundial que los pavimentos de concreto son por muchas razones los mejores, por lo cual, es uno de nuestros deberes el fomentar su construcción amén de presentar ejemplos de lo que se está haciendo en la materia.

La pasión por el concreto también queda ejemplificada en nuestra Portada dedicada a la nueva Tienda (y Salón de trofeos) del equipo de los Pumas, la cual está localizada a un costado del Estadio Olímpico de Ciudad Universitaria. En este "pequeño gran edificio" no sólo reconocemos la calidad arquitectónica y constructiva de la obra, sino todo lo que la misma UNAM –una universidad que se mueve a través de un sinfín de pasiones– le ha dado a nuestro país. Baste pensar lo relacionado al rubro de la construcción, donde nadie puede negar que muchas de las investigaciones en materia de ingeniería, proceden de instancias como el Instituto de Ingeniería (IINGEN) de la UNAM. **c**

Los editores

PORTADA 16

¡Orgullo Puma!

Hoy que el campus de CU es Patrimonio de la Humanidad, las obras que en su entorno se levanten, deben mostrar una calidad tal que sean continuadoras y reflejo de ese legado: la nueva Tienda de los Pumas es gran ejemplo de lo anteriormente dicho.

Foto: Luis Gordoa.



EDITORIAL	2
Siempre con mucha pasión.	
CARTAS	5
NOTICIAS	6
Resultados concurso Plaza Tlaxcoaque.	
IMPORTANTE	10
Sistemas de gestión, una verdadera inversión.	
POSIBILIDADES DEL CONCRETO	12
Prefabricados: Diseño térmicamente eficiente con prefabricados (Primera parte).	
Premezclado: El brazo fuerte del concreto (Primera parte).	
Morteros: Productores de mortero mezclado en planta en Europa.	

Tubos: Juntas para tubos de concreto en magna obra.	
TECNOLOGÍA	22
Las cimbras flexibles para concreto.	
INGENIERÍA	27
Nuevos desarrollos.	
INFRAESTRUCTURA	30
Un puente sobre un gran río.	
SUSTENTABILIDAD	40
El concreto en el contexto de la sostenibilidad.	
QUIÉN Y DÓNDE	46
La importancia de los laboratorios.	
MATERIA Y PRODUCTO	50
Estaciones en el piso.	

INVITADO ESPECIAL	56
Luis Rocha: El uso de presfuerzo no adherido en la edificación. (Segunda parte).	
CONCRETO VIRTUAL	60
MEJOR EN CONCRETO	62
Mejores prácticas de construcción para pavimentos de concreto.	
PUNTO DE FUGA	72
Un cuervo de concreto.	

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Cabeceo de especímenes de concreto cilíndricos (Segunda parte).

13



imcyc

**INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL
CONCRETO AC**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Ing. Guillermo García Anaya
Ing. Héctor Velázquez Garza
Ing. Daniel Méndez de la Peña
Ing. Pedro Carranza Andresen
Lic. Valery Mirakoff

Tesorero

Arq. Ricardo Pérez Schulz

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez
Dávalos.

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

**Gerencia de Difusión
y Publicaciones**

Lic. Abel Campos Padilla

Gerencia de Enseñanza

Ing. Donato Figueroa Gallo

**Gerencia de Relaciones
Internacionales y Eventos
Especiales**

Lic. Soledad Moliné Venanzi

**Gerencia de Promoción
y Comercialización**

Lic. Gerardo Álvarez Ramírez

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

**CONSTRUCCIÓN
Y TECNOLOGÍA**

REVISTA

Editor

Lic. Abel Campos Padilla

Coordinación General

Mtra. En H. Yolanda Bravo Saldaña
ybravo@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

ESTUDIO IMAGEN Y LETRA
David Román Cerón, Inés López
Martínez e Isaís González

Colaboradores

Greta Arcila, Julieta Boy Oaxaca,
Gabriela Célis Navarro, Fernando
González, Mireya Leal, Gregorio
B. Mendoza, Victoria Orlaineta,
Antonietta Valtierra, Santiago
Quesada (corresponsal en España)

Fotografía

A&S Photo/Graphics, Luis Gordoia,
Adán Gutiérrez, Juan Antonio Lopez,
Luis Méndez, Alberto Moreno

Publicidad

Lic. Carlos Hernández Sánchez
Tel. (01 55) 53 22 57 57
chernandez@mail.imcyc.com
Lic. Eduardo Pérez Rodríguez
Tel. (01 55) 53 22 57 58.
eperez@mail.imcyc.com

IMCYC es miembro de:

FIP
Fédération Internationale
de la Precontrainte.

ONNCCCE
Organismo Nacional de Normalización y Certificación
de la Construcción y la Edificación.

El **IMCYC** es el Centro Capacitador
número 2 del Instituto Panamericano
de Carreteras.

PTI
Post-Tensioning
Institute.

SMIE
Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural.

ANALISEC
Asociación Nacional de Laboratorios
Independientes al Servicio de la Construcción.

PCI
Precast/Prestressed
Concrete Institute.

CARTAS

Me gustaría que me pudieran decir, en términos generales, ¿qué tipo de fibras se usan en el concreto? Se los agradeceré mucho. Aprovecho para enviarles un saludo por la revista que mes con mes nos llega, la cual leemos con mucho interés siempre. Saludos desde Villahermosa. **Pedro Juan López P.**

Gracias por sus palabras Sr. López. Sobre el tema que nos pregunta le podemos decir que se usan fibras cortas hechas de acero, vidrio y con polímeros orgánicos (es decir, fibras sintéticas), para mejorar las propiedades relacionadas con el agrietamiento del concreto reforzado con fibras (FRC, por sus siglas en inglés). Las fibras vegetales de origen natural, tales como el henequén o el yute, también son utilizadas. Entre las propiedades que se mejoran están el menor ancho de las grietas, una

mayor resistencia residual (ASTM C 1399), resistencia a la fatiga, resistencia al impacto y resistencia al fuego (ACI 544.1R). Las fibras sintéticas se emplean en pequeñas cantidades (aproximadamente 0.1 % en volumen de concreto) para reducir el agrietamiento por concentración plástica. Las fibras sintéticas y metálicas, por su parte, se utilizan en mayores cantidades (0.3% o más en volumen) para mejorar la resistencia a la flexión y a la tenacidad, así como para controlar el ancho de las grietas en el concreto endurecido (ACI 544. 1R). **c**

Nota: Si desea ponerse en contacto con los editores, puede usted hacerlo al correo electrónico: loseditores@mail.imcyc.com

Resultados concurso Plaza Tlaxcoaque



una gran escultura. Asimismo, el proyecto propone un jardín para rodear la pared verde y la iglesia. Estará compuesto por árboles, arbustos, flores y puntos de acceso. El mantenimiento del espacio se realizará a través de paneles fotovoltaicos (captación de energía solar para transformarla en energía eléctrica) sistema de riego, captación de aguas pluviales e infraestructura para eventos.

En el aspecto urbano, el proyecto busca convertir a la Avenida 20 de Noviembre en un lugar de paseo, cafés y comercios. Esto será posible gracias a la reducción del tránsito y

a la inserción del Tranvía del Centro Histórico. Cabe decir que la deliberación final del concurso se realizó con la participación de importantes personalidades como Ricard Fayos, urbanista español; Gonzalo Gómez Palacio y Campos, arquitecto mexicano; Felipe Leal Fernández, arquitecto mexicano; J. Francisco Serrano Cacho, arquitecto mexicano; Daniel Ruiz Fernández, ingeniero mexicano, entre otros.

El concurso –anunciado a fines de octubre de 2007– tuvo un resultado muy positivo. En su primera etapa se recibieron 191 propuestas, de las cuales 185 fueron aceptadas y sólo 5 pasaron a la recta final. En total 789 personas participaron en la búsqueda del diseño de la Plaza y Símbolo del Bicentenario. Para conocer de cerca las propuestas finalistas y el proyecto ganador, el Gobierno del Distrito Federal inauguró en el Museo Archivo de la Fotografía (antigua Casa de las Ajaracas) la exposición del proyecto ganador y los finalistas. **C**

Con información de: SEDUVI.



Fue el 13 de mayo cuando un grupo interdisciplinario de expertos en la materia evaluó a los cinco proyectos finalistas del concurso del proyecto Plaza Tlaxcoaque. Y en días pasados, el jefe de gobierno de la Ciudad de México, Marcelo Ebrard, entre otros, presentaron el proyecto ganador: se trata del equipo coordinado por Antonio Espósito, que recibirá 5 millones de pesos para realizar el proyecto ejecutivo de esta plaza.

Conceptualmente, la propuesta busca establecer una relación entre la Plaza de la Constitución y la Plaza Tlaxcoaque. Arquitectónicamente no propone elementos altos ya que, de acuerdo con los ganadores, hubieran “aplastado” a la pequeña iglesia de la Concepción. Descriptivamente, plantea la construcción de una pared verde y en su interior quedará alojada la iglesia de la Concepción. Estará rodeada (en dos de sus costados) por un espejo de agua con

Más inversión en Latinoamérica

A mediados del año en curso y mediante un comunicado de prensa, la cementera suiza Holcim informó que invertirá 100 mdd en la ampliación en un 45% de su planta ubicada en Nobsa, en el nororiental departamento colombiano de Boyacá, en Colombia; acción cuya finalidad es continuar siendo competitiva en ese país en donde la construcción está en aumento debido al auge de su economía.

La modernización de la planta permitirá a Holcim seguir atendiendo las necesidades del mercado de cemento y concreto mediante procesos de última tecnología que garantizan la protección y cuidado con el medio ambiente. Asimismo, la ampliación de dicha planta aumentará la capacidad de producción para atender las crecientes inversiones en construcción de vivienda y edificaciones, así como obras civiles que se realizan en ese país. Cabe decir que en el 2007 la planta de Nobsa empleaba a cerca de mil empleados; sus ventas fueron de más de 1.3 millones de toneladas de cemento y 778,000 metros cúbicos de concreto. **c**

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.co.news.yahoo.com



Foto: Cortesía Holcim Colombia.

En Monterrey

En su tierra de origen CEMEX –empresa liderada por Lorenzo Zambrano– se encuentra en planes de desarrollar un atractivo proyecto: un estadio de fútbol. Se trata de un complejo de primer mundo que requerirá de una inversión millonaria y cuyo fin principal es seguir fortaleciendo a su equipo: Tigres. Este plan para erigir un estadio mucho más grande y espectacular que el icónico Estadio Azteca CEMEX lo está trabajando de la mano de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con quienes han venido trabajando y el estudio de arquitectura fue encomendado a la firma HOK. La ubicación tentativa es cerca al río Santa Catarina; sin embargo, el gobierno local considera que no es la óptima, pues el río –hoy seco– tuvo una creciente considerable en 1987 que causó inundaciones en los alrededores; de ahí que este interesante planteamiento podría tardar un poco

más por motivos legales o replanteamiento del inmueble.

En otro orden de ideas, recientemente CEMEX recibió un reconocimiento por parte del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, el cual fue entregado por el Ministro Roberto Dobles. El galardón se otorgó a la empresa por sus

acciones a favor del ambiente; el cual consiste en un certificado que acredita a la cementera como una empresa responsable y preocupada por conservar los recursos naturales y la vida en el planeta. **c**

Por Antonieta Valtierra, con información de www.exonline.com.mx y www.actualidad-e.com

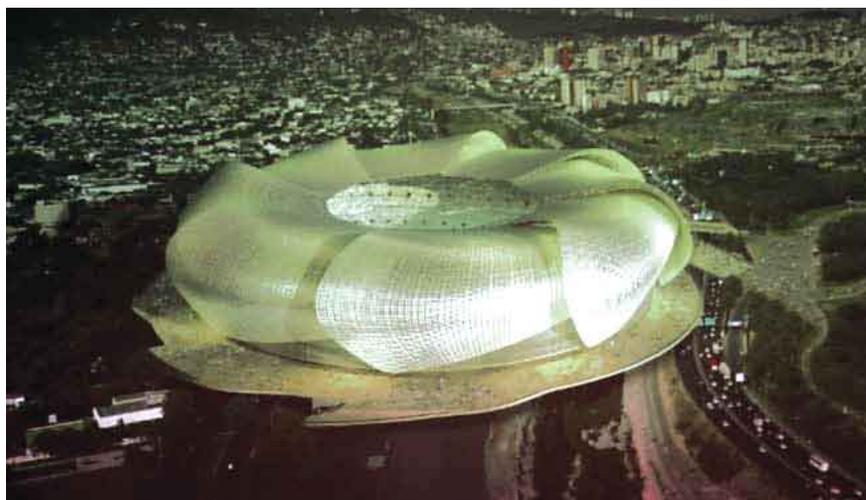


Foto: www.regiologia.blogspot.com

Viviendas con mayor superficie

En el Distrito Federal el gobierno impulsa la construcción de viviendas de interés social mediante una iniciativa de modificaciones a la Norma General de Ordenación Número 26, la cual turnó a la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF) los primeros días de julio de 2008. De aprobarse estas modificaciones, las viviendas que se edifiquen en el futuro tendrán 70 metros cuadrados y podrán construirse dos niveles más, a cambio el proyecto deberá incorporar desde el diseño, así como en la construcción y operación principios de sustentabilidad como el ahorro de agua y energía, áreas libres de edificación, usos de suelo mixtos para comercio, así como servicios, entre otros puntos.

Para la construcción de este tipo de vivienda se tuvieron que establecer tres zonificaciones directas, estas categorías a su vez se relacionan con cinco rangos de superficies de predios y para cada uno se estipularon cuatro principios de sustentabilidad.



Foto: Archivo Cyt.

En los casos de promoción de vivienda institucional o realizada por organizaciones sociales sin fines de lucro, se deberá proporcionar, cuando menos, el ahorro de agua y energía para el incremento en los niveles de construcción. Cabe decir que la iniciativa se encuentra en proceso de análisis por parte de la ALDF.

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.jornada.unam.mx

Crean Instituto para la calidad

El Gobierno del Estado de Morelos —a través de la Secretaría de Desarrollo Económico—, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata (UTEZ), junto con un consenso de grupos empresariales de la entidad, coincidieron en la formación del Instituto Morelense para la Calidad y Competitividad (IMCC) y en la creación del Premio Estatal de Calidad y Competitividad.

Este proyecto se desprende del Programa Estatal de Competitividad e Innovación que el gobernador Marco Antonio Adame Castillo anunció este año y cuyo propósito central es

cambiar la cultura del empresario, la de las dependencias gubernamentales y la de instituciones educativas para alcanzar una cultura sistemáticamente enfocada hacia el logro de la competitividad. Los involucrados determinaron que es necesario promover la innovación y estructura flexible de operación entre la micro, pequeña y mediana empresa (PyMEs), así como activar sistemas de comercialización ágiles que les permitan reaccionar de forma rápida y oportuna ante cambios del entorno y del mercado. Por tal motivo, el IMCC está pensado como una asociación civil, con carácter autónomo, no lucrativo y con personalidad jurídica propia, cuya principal tarea es la promoción de una cultura de

calidad, de la competitividad y de sus buenas prácticas en la entidad. Además se encargará de crear, promover y conducir el proceso para el otorgamiento del Premio Morelos a la Calidad y Competitividad. Una vez funcionando, convocará a las organizaciones a participar en el Premio. Las empresas participantes deben comprobar: desempeño económico, eficiencia gubernamental, así como empresarial o de negocio e infraestructura para triunfar a nivel mundial. En enero se pretende realizar la primera ceremonia de premiación. ©

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.oem.com.mx/elsoldecuautila

Nueva delegación de BETICO

Compresores Betico México SA de CV, la delegación mexicana de la empresa española Grupo Betico, consolida su actividad en este país con la apertura de una nueva delegación en la ciudad de Monterrey. De esta forma, reafirma su liderazgo como único fabricante en México de compresores de baja presión para la descarga neumática de pulverulentos, como cemento, entre otros. Sin duda alguna, la apertura de esta nueva delegación permite a Grupo Betico continuar con los planes de expansión de la compañía en México, así como brindar un mejor servicio a sus clientes del norte del país. La instalación, que inició su actividad el primero

de agosto de este año, se encuentra localizada en la colonia Nueva Linda Vista, cercana a las principales zonas industriales de la ciudad, y cuenta con una superficie de 250 m² entre oficinas, salas de exhibición, bodega y área de servicio.

Cabe decir que esta firma fue creada en 1925, en Eibar (España). Se trata de una empresa familiar con más de 20 años de experiencia en México. Además, está establecida en Venezuela, Cuba, Brasil y Portugal, y sus productos son distribuidos en Alemania, Arabia Saudí, Brasil, Chile, Colombia,



Ecuador, Grecia, Israel, Suecia, Sudáfrica y Túnez. Desde que fue establecida en 2004, Compresores Betico ha mantenido un crecimiento constante. **C**

Con información de: DOIN Comunicación.

Se firmó convenio

En Tamaulipas a mediados de julio pasado, CEMEX firmó un Convenio de Colaboración con el Instituto Tamaulipeco de Vivienda y Urbanismo de Ciudad Victoria, Tamaulipas (ITAVU), acción que obedece a su intención de colaborar en el fortalecimiento de las acciones que el gobierno del estado lleva a cabo para el mejoramiento de la vivienda.

Con el establecimiento del mencionado convenio, se crea el primer Centro Productivo de Autoconstrucción en donde será fabricado block de concreto. Asimismo, en el documento quedó asentado que ambas instancias se encargarán de equipar este Centro con maquinaria para la fabricación del block. La mano de obra la proporcionarán las familias interesadas

en participar dentro del programa y el beneficio lo obtendrán al poder llevarse el 50% del material que hayan fabricado para su autoconsumo y avanzar así en la construcción de sus viviendas. El resto del block será vendido por CEMEX al ITAVU y con el producto de la venta se repondrán los materiales para continuar fabricando el material. Por su parte el ITAVU utilizará el block para beneficiar a otras familias mediante programas de mejoramiento de vivienda establecidos. Es pertinente mencionar que dicho instituto pretende instalar otros centros similares, en la medida que esta primera experiencia resulte exitosa. **C**

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.hoytamaulipas.net



Foto: Archivo CyT.

Resultados concurso Plaza Tlaxcoaque



una gran escultura. Asimismo, el proyecto propone un jardín para rodear la pared verde y la iglesia. Estará compuesto por árboles, arbustos, flores y puntos de acceso. El mantenimiento del espacio se realizará a través de paneles fotovoltaicos (captación de energía solar para transformarla en energía eléctrica) sistema de riego, captación de aguas pluviales e infraestructura para eventos.

En el aspecto urbano, el proyecto busca convertir a la Avenida 20 de Noviembre en un lugar de paseo, cafés y comercios. Esto será posible gracias a la reducción del tránsito y

a la inserción del Tranvía del Centro Histórico. Cabe decir que la deliberación final del concurso se realizó con la participación de importantes personalidades como Ricard Fayos, urbanista español; Gonzalo Gómez Palacio y Campos, arquitecto mexicano; Felipe Leal Fernández, arquitecto mexicano; J. Francisco Serrano Cacho, arquitecto mexicano; Daniel Ruiz Fernández, ingeniero mexicano, entre otros.

El concurso –anunciado a fines de octubre de 2007– tuvo un resultado muy positivo. En su primera etapa se recibieron 191 propuestas, de las cuales 185 fueron aceptadas y sólo 5 pasaron a la recta final. En total 789 personas participaron en la búsqueda del diseño de la Plaza y Símbolo del Bicentenario. Para conocer de cerca las propuestas finalistas y el proyecto ganador, el Gobierno del Distrito Federal inauguró en el Museo Archivo de la Fotografía (antigua Casa de las Ajaracas) la exposición del proyecto ganador y los finalistas. **C**

Con información de: SEDUVI.



Fue el 13 de mayo cuando un grupo interdisciplinario de expertos en la materia evaluó a los cinco proyectos finalistas del concurso del proyecto Plaza Tlaxcoaque. Y en días pasados, el jefe de gobierno de la Ciudad de México, Marcelo Ebrard, entre otros, presentaron el proyecto ganador: se trata del equipo coordinado por Antonio Espósito, que recibirá 5 millones de pesos para realizar el proyecto ejecutivo de esta plaza.

Conceptualmente, la propuesta busca establecer una relación entre la Plaza de la Constitución y la Plaza Tlaxcoaque. Arquitectónicamente no propone elementos altos ya que, de acuerdo con los ganadores, hubieran “aplastado” a la pequeña iglesia de la Concepción. Descriptivamente, plantea la construcción de una pared verde y en su interior quedará alojada la iglesia de la Concepción. Estará rodeada (en dos de sus costados) por un espejo de agua con

Más inversión en Latinoamérica

A mediados del año en curso y mediante un comunicado de prensa, la cementera suiza Holcim informó que invertirá 100 mdd en la ampliación en un 45% de su planta ubicada en Nobsa, en el nororiental departamento colombiano de Boyacá, en Colombia; acción cuya finalidad es continuar siendo competitiva en ese país en donde la construcción está en aumento debido al auge de su economía.

La modernización de la planta permitirá a Holcim seguir atendiendo las necesidades del mercado de cemento y concreto mediante procesos de última tecnología que garantizan la protección y cuidado con el medio ambiente. Asimismo, la ampliación de dicha planta aumentará la capacidad de producción para atender las crecientes inversiones en construcción de vivienda y edificaciones, así como obras civiles que se realizan en ese país. Cabe decir que en el 2007 la planta de Nobsa empleaba a cerca de mil empleados; sus ventas fueron de más de 1.3 millones de toneladas de cemento y 778,000 metros cúbicos de concreto. **c**

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.co.news.yahoo.com



Foto: Cortesía Holcim Colombia.

En Monterrey

En su tierra de origen CEMEX –empresa liderada por Lorenzo Zambrano– se encuentra en planes de desarrollar un atractivo proyecto: un estadio de fútbol. Se trata de un complejo de primer mundo que requerirá de una inversión millonaria y cuyo fin principal es seguir fortaleciendo a su equipo: Tigres. Este plan para erigir un estadio mucho más grande y espectacular que el icónico Estadio Azteca CEMEX lo está trabajando de la mano de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con quienes han venido trabajando y el estudio de arquitectura fue encomendado a la firma HOK. La ubicación tentativa es cerca al río Santa Catarina; sin embargo, el gobierno local considera que no es la óptima, pues el río –hoy seco– tuvo una creciente considerable en 1987 que causó inundaciones en los alrededores; de ahí que este interesante planteamiento podría tardar un poco

más por motivos legales o replanteamiento del inmueble.

En otro orden de ideas, recientemente CEMEX recibió un reconocimiento por parte del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, el cual fue entregado por el Ministro Roberto Dobles. El galardón se otorgó a la empresa por sus

acciones a favor del ambiente; el cual consiste en un certificado que acredita a la cementera como una empresa responsable y preocupada por conservar los recursos naturales y la vida en el planeta. **c**

Por Antonieta Valtierra, con información de www.exonline.com.mx y www.actualidad-e.com

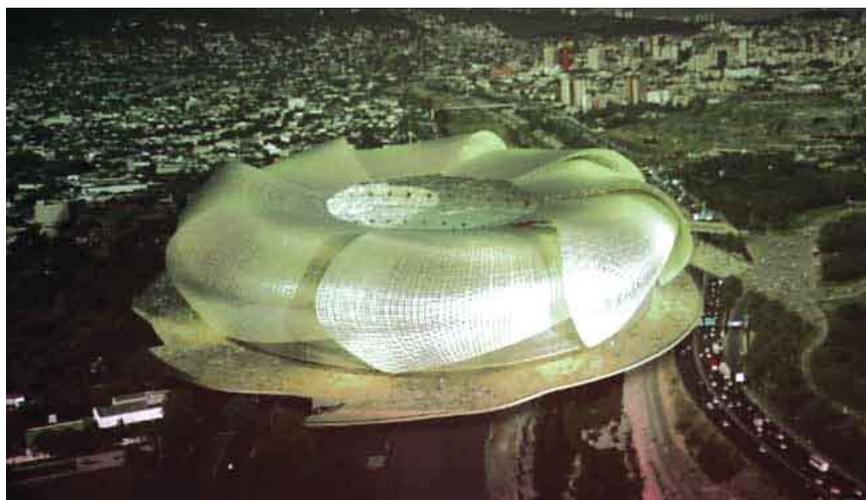


Foto: www.regiologia.blogspot.com

Viviendas con mayor superficie

En el Distrito Federal el gobierno impulsa la construcción de viviendas de interés social mediante una iniciativa de modificaciones a la Norma General de Ordenación Número 26, la cual turnó a la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF) los primeros días de julio de 2008. De aprobarse estas modificaciones, las viviendas que se edifiquen en el futuro tendrán 70 metros cuadrados y podrán construirse dos niveles más, a cambio el proyecto deberá incorporar desde el diseño, así como en la construcción y operación principios de sustentabilidad como el ahorro de agua y energía, áreas libres de edificación, usos de suelo mixtos para comercio, así como servicios, entre otros puntos.

Para la construcción de este tipo de vivienda se tuvieron que establecer tres zonificaciones directas, estas categorías a su vez se relacionan con cinco rangos de superficies de predios y para cada uno se estipularon cuatro principios de sustentabilidad.



Foto: Archivo Cyt.

En los casos de promoción de vivienda institucional o realizada por organizaciones sociales sin fines de lucro, se deberá proporcionar, cuando menos, el ahorro de agua y energía para el incremento en los niveles de construcción. Cabe decir que la iniciativa se encuentra en proceso de análisis por parte de la ALDF.

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.jornada.unam.mx

Crean Instituto para la calidad

El Gobierno del Estado de Morelos —a través de la Secretaría de Desarrollo Económico—, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata (UTEZ), junto con un consenso de grupos empresariales de la entidad, coincidieron en la formación del Instituto Morelense para la Calidad y Competitividad (IMCC) y en la creación del Premio Estatal de Calidad y Competitividad.

Este proyecto se desprende del Programa Estatal de Competitividad e Innovación que el gobernador Marco Antonio Adame Castillo anunció este año y cuyo propósito central es

cambiar la cultura del empresario, la de las dependencias gubernamentales y la de instituciones educativas para alcanzar una cultura sistemáticamente enfocada hacia el logro de la competitividad. Los involucrados determinaron que es necesario promover la innovación y estructura flexible de operación entre la micro, pequeña y mediana empresa (PyMEs), así como activar sistemas de comercialización ágiles que les permitan reaccionar de forma rápida y oportuna ante cambios del entorno y del mercado. Por tal motivo, el IMCC está pensado como una asociación civil, con carácter autónomo, no lucrativo y con personalidad jurídica propia, cuya principal tarea es la promoción de una cultura de

calidad, de la competitividad y de sus buenas prácticas en la entidad. Además se encargará de crear, promover y conducir el proceso para el otorgamiento del Premio Morelos a la Calidad y Competitividad. Una vez funcionando, convocará a las organizaciones a participar en el Premio. Las empresas participantes deben comprobar: desempeño económico, eficiencia gubernamental, así como empresarial o de negocio e infraestructura para triunfar a nivel mundial. En enero se pretende realizar la primera ceremonia de premiación. ©

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.oem.com.mx/elsoldecuautila

Nueva delegación de BETICO

C ompresores Betico México SA de CV, la delegación mexicana de la empresa española Grupo Betico, consolida su actividad en este país con la apertura de una nueva delegación en la ciudad de Monterrey. De esta forma, reafirma su liderazgo como único fabricante en México de compresores de baja presión para la descarga neumática de pulverulentos, como cemento, entre otros. Sin duda alguna, la apertura de esta nueva delegación permite a Grupo Betico continuar con los planes de expansión de la compañía en México, así como brindar un mejor servicio a sus clientes del norte del país. La instalación, que inició su actividad el primero

de agosto de este año, se encuentra localizada en la colonia Nueva Linda Vista, cercana a las principales zonas industriales de la ciudad, y cuenta con una superficie de 250 m² entre oficinas, salas de exhibición, bodega y área de servicio.

Cabe decir que esta firma fue creada en 1925, en Eibar (España). Se trata de una empresa familiar con más de 20 años de experiencia en México. Además, está establecida en Venezuela, Cuba, Brasil y Portugal, y sus productos son distribuidos en Alemania, Arabia Saudí, Brasil, Chile, Colombia,



Ecuador, Grecia, Israel, Suecia, Sudáfrica y Túnez. Desde que fue establecida en 2004, Compresores Betico ha mantenido un crecimiento constante. **C**

Con información de: DOIN Comunicación.

Se firmó convenio

E n Tamaulipas a mediados de julio pasado, CEMEX firmó un Convenio de Colaboración con el Instituto Tamaulipeco de Vivienda y Urbanismo de Ciudad Victoria, Tamaulipas (ITAVU), acción que obedece a su intención de colaborar en el fortalecimiento de las acciones que el gobierno del estado lleva a cabo para el mejoramiento de la vivienda.

Con el establecimiento del mencionado convenio, se crea el primer Centro Productivo de Autoconstrucción en donde será fabricado block de concreto. Asimismo, en el documento quedó asentado que ambas instancias se encargarán de equipar este Centro con maquinaria para la fabricación del block. La mano de obra la proporcionarán las familias interesadas

en participar dentro del programa y el beneficio lo obtendrán al poder llevarse el 50% del material que hayan fabricado para su autoconsumo y avanzar así en la construcción de sus viviendas. El resto del block será vendido por CEMEX al ITAVU y con el producto de la venta se repondrán los materiales para continuar fabricando el material. Por su parte el ITAVU utilizará el block para beneficiar a otras familias mediante programas de mejoramiento de vivienda establecidos. Es pertinente mencionar que dicho instituto pretende instalar otros centros similares, en la medida que esta primera experiencia resulte exitosa. **C**

Por Antonieta Valtierra, con información de: www.hoytamaulipas.net



Foto: Archivo CyT.

PREFABRICADOS

Diseño térmicamente eficiente con prefabricados 1^{era} parte.

La eficiencia térmica es parte de la eficiencia de energía y ésta a su vez es una parte de la sustentabilidad. La sustentabilidad incluye no sólo energía, sino también consideraciones por agua, materiales, comida, desperdicios, y calidad del aire, para nombrar sólo unos aspectos. La eficiencia térmica en los edificios se logra cuando se consume el mínimo de energía, de modo que se mantenga el confort térmico.

La manera en que un edificio o un elemento de edificio –tal como un muro, piso, o techo– se desempeña térmicamente, tiene un impacto significativo en su consumo de energía. El consumo de energía en Australia normalmente significa emisiones de gas de efecto invernadero, ya que la mayor parte de la energía usada en la construcción es electricidad a base de carbón.

La edición 46 de *National Precaster* (noviembre 2007) da un bosquejo de la nueva Sección J del Reglamento de Construcción de Australia (BCA), escrito para establecer medidas de eficiencia de energía. Esta Sección J cubre la mayoría de los elementos de un edificio que contribuyen a su consumo de energía:

- Estructura del edificio.
- Vidriería externa.
- Sellado del edificio.
- Movimiento del aire.
- Aire acondicionado y sistemas de ventilación.
- Iluminación artificial y energía.
- Provisión de agua caliente.
- Acceso para el mantenimiento.

Para la industria de prefabricados, la parte relevante de la Sección J es la referente a la estructura del edificio.

Conceptos generales de la construcción térmica

Cubre el aislamiento y se refiere a las propiedades

térmicas de los materiales listados en la Especificación J1.2.

Construcción de techos y cielo raso

Especifica los requisitos para valores de aislamiento.

Muros

Especifica los requisitos para valores de aislamiento con opciones de las Tablas J1.5a o J1.5b y la especificación J1.5.

Pisos

Especifica los requisitos para valores de aislamiento con opciones de la Tabla J1.6 y la Especificación J1.6.

Cabe decir que los edificios térmicamente eficientes se apoyan en tres factores clave: clima, física y diseño.

Clima

El concreto es el material perfecto para satisfacer los requisitos de confort térmico humano. Cada sitio de un edificio viene con una parte gratuita del clima. El clima es un estado no continuo que crea un flujo de calor periódico. Las variaciones diurnas (las que se dan en el curso de un día) crean ciclos repetidos de temperatura: picos durante el día y depresiones durante la noche.

En Australia el calor ambiental fluye dentro de un edificio durante el día y sale del edificio en la noche. El desempeño de la envoltura del edificio al modificar estos flujos de calor ambiental dicta las temperaturas interiores experimentadas en el edificio.

El confort humano requiere que las temperaturas en el interior se mantengan constantes o dentro de una zona angosta de temperatura y humedad. El desempeño térmico de la envoltura es, por lo tanto, crítico, y necesita ser diseñado y construido apropiadamente.

El diseño térmico necesita considerar el desempeño térmico de los materiales usados en la envoltura del edificio. El controlar la temperatura del aire por sí solo no es algo que determine exactamente el confort humano. La temperatura ambiental –que combina las temperaturas de las superficies circundantes con la temperatura del aire– debe ser controlada. La ganancia o pérdida de calor radiante “sensible” a las superficies circundantes es el factor crítico para el confort humano. El confort térmico humano no es posible en donde la temperatura del aire y la temperatura superficial radiante promedio difieren en más de 5°C. ©

Referencia: *Concrete in Australia*, marzo 2008.



El brazo fuerte del concreto

1^{era} parte.

Bombear concreto significa transportarlo por una tubería desde el camión mezclador hasta el lugar de descarga en la estructura y, en lo posible, en el mismo lugar de la cimbra donde va a quedar moldeado hasta tomar su forma definitiva para aplicar sobre éste sólo la energía de compactación necesaria para el correcto llenado del molde.

Se trata de impulsar el concreto fresco hacia la tubería y ejercer sobre él una presión suficiente para el desplazamiento de la "vena" del material en estado plástico, venciendo la resistencia de su propio peso más la pérdida de carga que se irá produciendo por el rozamiento de la mezcla contra las paredes de la tubería, especialmente cuando ésta posee cambios de dirección con codos y curvas.

¿Cómo trabaja una bomba de concreto?

En los años ochentas aparecieron las bombas con pluma incorporada; es decir, un vehículo que tenía montada una pluma con una tubería adosada en paralelo conectada a la salida de la bomba. Esta pluma se ha transformado hoy en un brazo de 3 ó 4 secciones que gira 360° sobre la vertical, accionado por un comando remoto por el operador de la bomba que se despliega posicionando la manguera de descarga y distribución a la altura y distancia acordes al potencial de cada máquina en particular. Existen equipos que bombean caudales de 50 a 90 m³/hora de rendimiento nominal y posicionar sus plumas, según el modelo, a alturas entre 24 y 44 m con alcances horizontales entre 20 y 40 m.

Características del concreto bombeado

El concreto para bomba debe tener una plasticidad tal que le permita cambios de forma y dirección de la vena de concreto durante su avance por la tubería sin producir una contrapresión excesiva. Debe mostrar cierta cohesión que permita mantener la

continuidad de la vena de concreto sin segregación de los materiales sólidos ni exudación del agua de mezclado, de modo que se forme una película de mortero lubricante entre la masa del concreto y las paredes de la bomba y tuberías.

Para lograr estas propiedades el diseño de la mezcla involucra varios parámetros básicos ineludibles a respetar como:

- Cumplir las cantidades mínimas establecidas en kg/m³ de cemento y los finos en la mezcla.
- Mantener la relación agua/cemento en un cierto rango compatible con la técnica del bombeo, pues para relaciones a/c muy bajas se producen efectos de contrapresión elevados, para el normal funcionamiento y vida útil del equipo y para relaciones a/c altas se pierde la continuidad de la película lubricante a causa de la exudación del agua de mezclado produciendo demoras y el posterior taponamiento.
- Dosificar para consistencias medidas por el revenimiento del concreto en el cono de Abrams entre 10 y 15 cm.
- Trabajar con curvas granulométricas continuas sin inflexiones bruscas. El agregado fino no debe tener un módulo de finura inferior a 2.4 mientras que el tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor que el tercio del diámetro de la tubería. Para no sobre exigir el equipo no se bombean concretos con agregados gruesos.

Por las características de nuestras ciudades la mayoría de las obras no cuenta con espacio disponible para instalar un equipo de bombeo dentro del predio, por lo tanto se deben realizar los servicios de bombeo desde la vía pública. Como el abastecimiento de la bomba y la canaleta de descarga del camión mezclador están en las partes traseras, los vehículos que poseen equipos de bombeo trabajan estrechamente con los mezcladores que transportan el concreto premezclado.

Ventajas para el constructor

- Con sólo una bomba y tuberías se transporta todo el concreto necesario en la obra.
- Es un método ágil y versátil pues está en la obra sólo cuando el constructor lo necesita.
- Define la calidad del concreto pues el paso a través de una tubería encierra exigencias ya señaladas.
- La velocidad de trabajo reduce el tiempo de espera del concreto ya mezclado hasta su colocación. **C**

Referencia: Revista *Hormigonar*, Asociación Argentina del Hormigón Elaborado.



MORTEROS

Productores de mortero mezclado en planta en Europa

La industria de mortero mezclado en fábrica en Europa está fragmentada. Existen más de 300 productores diferentes. Casi todos los productores de cemento tienen sus propias plantas de mortero y la producción de éste –junto con la de concreto– se considera como parte de la integración vertical. Muchos fabricantes de productos de cal y yeso han producido por mucho tiempo para completar sus rangos de productos. Existen también varios productores de materiales para construcción que se han diversificado dentro de la industria del mortero. Finalmente, también hay muchas compañías recién fundadas en la industria del mortero seco premezclado. Esto significa que a veces es difícil diferenciar entre productores de morteros secos minerales premezclados y morteros secos premezclados no minerales (orgánicos).

Los 10 primeros productores poseen cerca de 290 plantas con una capacidad de 29.8 millones de t/a de mortero seco premezclado. Tienen una participación en el mercado de 54% de la capacidad y 37% de las plantas. Las compañías de la industria del cemento tienen las capacidades promedio más grandes, de lo cual se deduce que tienen un rango más pequeño de morteros secos premezclados. Los productores más pequeños tienen los rangos relativamente más grandes de productos en una sola planta.

El líder en el mercado en Europa, con 12% y una capacidad de 6.5 millones de t/a, de 72 plantas, es Maxit Group, de Heidelberg Cement. La planta Zandobbio en Italia fue vendida en 2005, de modo que el mercado italiano es únicamente servido a través de exportaciones. Saint-Gobain Weber, con 43 plantas y una capacidad de 3.9 millones de t/a, tiene una participación de mercado del 7%. Weber Building Solutions tiene transacciones totales por 900 millones de euros y es el productor líder de

productos minerales coloreados premezclados para aplanado. Knauf, con 27 plantas de yeso y mortero y una capacidad de 3.2 millones de t/a, tiene una participación de 6% en el mercado de Europa.

Mercados nacionales y expansión de la capacidad

España es el mercado nacional más grande con una producción de 7.9 millones de t/a, seguida por Alemania (7.0 millones t/a), Italia (4.1 millones t/a), Francia (3.6 millones t/a), Gran Bretaña e Irlanda (3.5 millones t/a). El resto de Europa occidental, con 8.1 millones de t/a tiene una producción más alta que Europa oriental y la Comunidad de Estados Independientes (7.3 millones t/a).

En España el mercado es dominado por compañías de la industria del cemento. Las participaciones de mercado más grandes las tienen Uniland, Cementos Portland Valdeirivas (CPV) y CEMEX. Los 5 primeros en España tienen una participación en el mercado de cerca del 45%. En Alemania, sin embargo, el mercado tiende a ser dominado por compañías de la industria de mortero seco premezclado, aun cuando Maxit (Heidelberg Cement) y Schwenk ocupan posiciones de liderazgo. Por otro lado, hay un panorama diferente en Italia, Francia, y Gran Bretaña, en donde las compañías líderes –tales como FassaBortolo, Vicat, Tarmac y Grafton– son de importancia local. Las concentraciones más grandes se dan en Gran Bretaña e Irlanda. Las compañías líderes ahí tienen una participación en el mercado del 80%. El mercado está fuertemente fragmentado en Italia. Los 5 primeros representan sólo un poco más que un tercio del mercado.

BaumitBayosan, que por sí mismo es responsable de 4 proyectos, incluyendo una nueva planta en Hungría, es uno de los productores establecidos. Las proyecciones para los productores de mortero mezclado en fábrica indican que está emergiendo otro desarrollo repentino. Se han identificado un total de 14 nuevos proyectos. Se están haciendo más inversiones en Gran Bretaña, y en particular en Europa oriental. Knauf, por ejemplo, está invirtiendo en Serbia. Una nueva planta de yeso se inauguró en Belgrado –cercana al Danubio– y tiene la intención de proveer a los países vecinos tales como Bulgaria y Rumania. **c**

Referencia: *Zement Kalk Gips*, no.6, 2007, Alemania.

Juntas para tubos de concreto en magna obra

La ampliación del aeropuerto de Berlín-Schienefeld incluye la extensión de las superficies de servicio aéreo, la construcción de otra pista de despegues/aterrizajes, la de una nueva terminal de pasajeros así como un sinnúmero de edificios específicos de servicio. A ello se suma la conexión del terreno ampliado del aeropuerto a la infraestructura de la ciudad de Berlín, y la conexión vial para una mejor accesibilidad del aeropuerto para la ciudad y alrededores.

Se construirán aproximadamente 1,400,000 m² de superficies de servicio aéreo de construcción de concreto con superestructura completamente ligada y un espesor de concreto de aprox. 40 cm. Con relación a los trabajos de canalización de desagüe se prevé una extracción de tierras de 250,000 m². En total se tenderán 22 km de canales de desagüe y erigirán 400 estructuras de pozos de elementos prefabricados de concreto.

Con miras a las elevadas sollicitaciones estáticas, dinámicas y químicas, los planificadores se decidieron por el concreto en el área de tuberías y pozos.

En el dimensionamiento estático de los tubos de concreto en las aéreas de servicio aéreo, el estudio de ingeniería del dr. Vogler und Schmidt calculó para el dimensionamiento, el avión estándar BFZ 750 (con 750 t de peso de despegue). El Airbus A 380 no alcanza las cargas del avión de dimensionamiento. Las fuerzas estáticas y dinámicas extremas se derivan con seguridad al terreno de cimentación, a través de los tubos de concreto armado resistente a la flexión. Esto en los aeropuertos es más importante que en otros medios de infraestructura, debido a que los daños por deformaciones son inadmisibles en pistas de rodaje y de aterrizaje por razones de seguridad deben ser reparadas costosamente de forma inmediata.

Las tuberías están siempre expuestas a los elevados ataques químicos por anticongelantes. También deben ser tenidos en cuenta por parte de los planificadores del aeropuerto posibles casos de siniestros con

queroseno derramado o ardiendo. Por esta razón los agregados del concreto fueron sometidos a intensos estudios sobre su resistencia contra productos químicos, entre otros por los institutos de ensayos WTI (dr. Leffler GmbH) y Finnger (prof. Stark). En áreas críticas fueron suministradas estructuras de concreto de altas prestaciones, en función de su fórmula resistente a los medios agresivos a ser considerados.

Para el aseguramiento del avance de la obra de este proyecto faraónico, se deben suministrar dentro del mínimo plazo, los 22,000 m de tubos de concreto y concreto reforzado en diámetros nominales de hasta 3 m de diámetro interno así como 1000 pozos.

Nuevas mezclas para la juntas

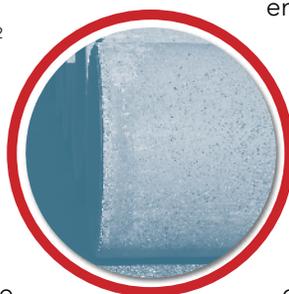
En las mezclas que suministró DS Dichtungstechnik GmbH de Nottuln, se especificaron requisitos especiales. Se solicitó un certificado para que las juntas fueran resistentes tanto contra los anticongelantes empleados en el aeropuerto como también contra queroseno. La resistencia contra queroseno fue alcanzada con obturaciones de NBR (caucho de acrilonitrilo-butadieno).

En estrecha colaboración con proveedores Líderes de elastómeros, la DS Dichtungstechnik y la administración de ensayo de materiales NRW, se desarrolló en nueve meses una nueva calidad de mezcla que cumple los requisitos adicionales de la norma DIN EN 681-1. Junto a las condiciones químicas para la resistencia de la mezcla, el material también debía ser producido en las instalaciones de fabricación de DS Dichtungstechnik.

La resistencia química fue comprobada de acuerdo a DIN ISO 1817 con relación a los anticongelantes y al queroseno. En este caso se almacenan secciones de la junta producida en 100% del líquido a ser ensayado bajo elevada temperatura durante 28 días. La sollicitación de la junta en el ensayo fue descartada en la práctica. De este modo, se obtuvieron las certificaciones de las resistencias del perfil de elastómero para el estado de servicio con suficiente seguridad.

La calidad de los tubos de concreto licitados abarca la supervisión externa de las nuevas juntas de elastómero desarrolladas. La mezcla empleada y los tipos de geometría están contemplados en el contrato de supervisión de DS Dichtungstechnik GmbH. **c**

Referencia: PHI, *Planta de Hormigón Internacional*, 2008, Alemania.



¡Orgullo

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía Coordinación
de Proyectos Especiales de
la UNAM (Luis Gordo).

La Tienda de los Pumas, en la Ciudad Universitaria
de México, es una "pequeña gran obra";
un edificio de grandes alcances
arquitectónicos.



Puma!

Cuando se recorre el campus de la Ciudad Universitaria de México llega un sólido sentimiento de magnificencia. Es posible notar cómo cada una de las piezas arquitectónicas realizadas concuerdan con la manifestación férrea del paisaje pleno de roca volcánica, esculturas y por supuesto, de la dinámica universitaria: profesores, estudiantes e investigadores dando vitalidad a un complejo que sorprende de tal manera que fue declarado Patrimonio de la Humanidad en el 2007, no sólo por su sentido estilístico sino por el destacado equilibrio que lo hace ser una obra moderna donde el pasado está presente. Este es el marco de referencia de una obra de escala pequeña pero enorme alcance arquitectónico. Si bien ésta se encuentra fuera del polígono protegido, el respeto y evocación de cada una de sus líneas la hacen ser parte integral de la visual de una pieza maestra.

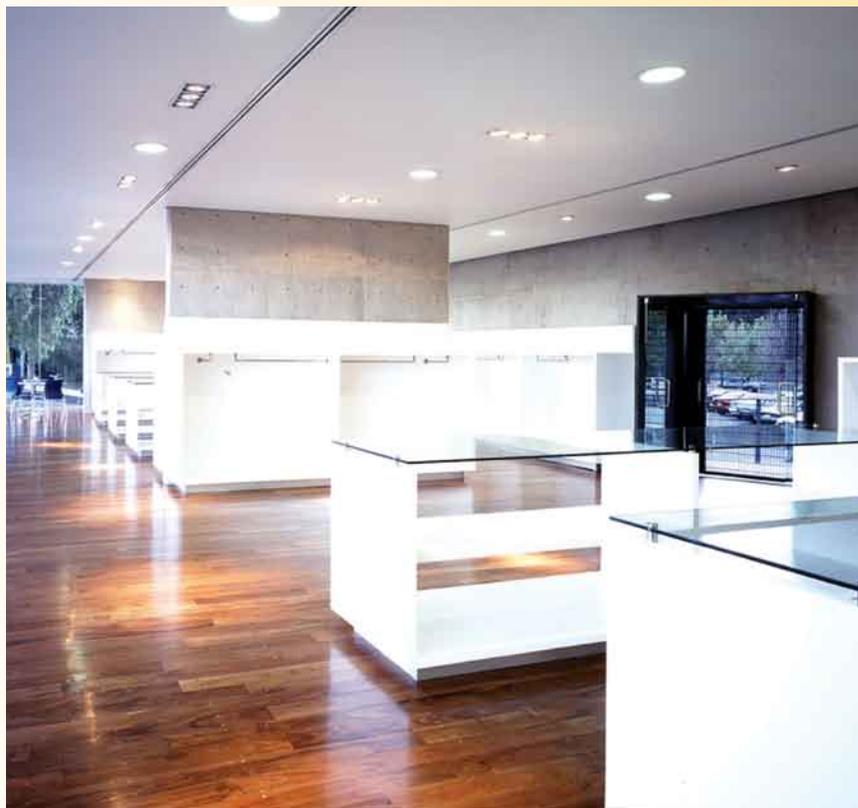
Inaugurada en el 2007, la Tienda Puma y el Salón de trofeos mantienen una génesis conceptual que inevitablemente se refleja. En primer lugar, su proximidad al monumental Estadio Olímpico Universitario y particularmente al llamado "Palomar" –usado como pabellón de prensa– con el cual

se corona la tribuna poniente. En segundo término, la claridad geométrica con la cual se resuelve a nivel funcional y simbólico la dualidad del programa arquitectónico. En este punto, la obra destaca por su cualidad de sintetizar en lo contemporáneo la herencia de la arquitectura propia de la Ciudad Universitaria por medio de la utilización de taludes de piedra vol-

cánica sobre los que se desplantan pabellones de concreto, acero y cristal en perfecta armonía y sin protagonismos excesivos.

Sin duda, se trata de un proyecto esencial en su forma que aspira a definir una nueva manera de convivir con la arquitectura del sitio, potencializar su ubicación y su entorno. La obra se organiza geoméricamente mediante dos volúmenes básicos de características totalmente diferentes, suspendidos a 1.45 metros: un prisma horizontal y un cilindro vertical relacionados entre sí mediante un puente de cristal transparente.

Mientras el cuerpo rectangular se presenta como el principal escaparate viendo hacia el Estadio en sus zonas de exhibición, cafetería, vestidores y caja; bajo nivel esconde al sótano que contiene la bodega y al cilindro en contrapun-



Datos de interés

Ubicación: Circuito del Estadio Olímpico, Ciudad Universitaria de México.

Área total: 518 m².

Período de realización: 2006-2007.

Proyecto arquitectónico: Felipe Leal, René Caro.

Colaboradores: Antonieta Samaniego Teyssier.

Proyecto estructural: Ing. Carlos Arroyo.

Construcción: CAFEL Construcciones, Ing. Carlos Arroyo.

Supervisión: Ing. Antonio Coyoc.

Realización: Coordinación de Proyectos Especiales de la UNAM.

Proveedor de concreto: CEMEX Concretos SA de CV.

Resistencia a la compresión en muros y losas: 300 Kg/cm².

Clasificación: Clase 1.

Revenimiento: 10-14 cm.

Tamaño máximo de agregado: 20 mm.

Volumen total de concreto: 276 m³.

to, que se abre al cielo –con poco más de siete metros de altura– que funciona para que la luz ilumine constantemente la historia del equipo de fútbol de la Universidad

a quien se le brinda un pequeño homenaje a través de la exhibición de trofeos, medallas, fotografías o reconocimientos obtenidos a lo largo de más de 50 años.

El acceso –aledaño al estacionamiento de la Dirección General de Actividades Deportivas– a este edificio se realiza a través de una rampa de concreto reforzado de 13 cm de espesor, apoyada sobre muretes del mismo material, los cuales llegan hasta el volado de la rampa sostenido por un tensor oculto en la puerta metálica de acceso principal; un barandal metálico y un acceso discreto color negro, son los medios para introducirse a este espacio concebido como un recinto emblemático donde pueden converger los aficionados, público en general, y la comunidad estudiantil que gusta de presenciar los partidos del equipo. Esta fue la idea original del patronato del equipo.

Al interior la visual dominante se dirige al Estadio Olímpico; no hay distractores. Una solución elegante en blanco hace uniforme tanto el mobiliario fijo como el tratamiento de muros o plafones y por momen-



tos, el ventanal atrae poco más que los productos que ahí se ofertan.

Construcción azul y oro

La cimentación de los dos cuerpos es superficial. Está constituida por un conjunto de zapatas corridas y aisladas, desplantadas a un metro de profundidad; de mampostería en la zona de bodegas del cuerpo rectangular y de concreto reforzado para los demás apoyos. Una di-

ferencia importante es que la Sala de trofeos se desplanta sobre una zapata corrida de forma circular que sustenta el muro perimetral de concreto reforzado que sube desde la cimentación hasta la azotea. Éste tiene un espesor de 25 cm de la planta baja al nivel de la Sala de trofeos, pues fue necesario dejarle una muesca exterior perimetral a 70 cm del nivel de piso terminado de la bodega por necesidades del proyecto arquitectónico. Así,

del nivel de la Sala de trofeos hasta la azotea el muro reduce su espesor a sólo 18 cm.

En el esquema estructural, el arquitecto Felipe Leal –Coordinador de Proyectos Especiales de la UNAM– explica que “los elementos que no forman parte de la estructura, tales como muros de fachada o cancelería, se desligaron adecuadamente de la estructura. De tal modo que la estructuración de la Tienda Pumas se realizó con muros de concreto reforzado en el





sentido longitudinal que apoyan la losa reticular aligerada y en el sentido transversal trabajan como muros de cortante que proporcionan la rigidez necesaria al edificio”.

Es importante mencionar que en el caso del muro de concreto reforzado de la fachada poniente (concreto reforzado de 30 m de longitud por 4 m de altura), se desligó de la losa de azotea convenientemente para disminuir los efectos de torsión sobre la estructura. La rigidez de los volados depende exclusivamente del peralte de las losas reticulares, por ello la longitud de los volados medidos radialmente es de cuatro metros. Así estas dos estructuras están unidas por un puente de losa maciza de concreto reforzado de 20 cm de espesor. Dada la rigidez de cada uno de los dos cuerpos que, por su ubicación en el DF. (terreno firme) y por sus dimensiones no fue necesario realizar una junta constructiva.

Los apoyos de las columnas de la tienda son rectangulares ahuecadas de concreto reforzado; en total se tienen seis para soportar el nivel de tienda, pero de nivel de tienda a azotea se interrumpen alternadamente los apoyos, para que sólo suban tres apoyos, de tal manera que se tienen claros en la losa de azotea de 10 y 12 m. En este punto, las losas de entepiso y azotea son reticulares aligeradas con casetones de poliestireno de 30 y 50 cm de espesor respectivamente, excepto los volados perimetrales que tienen un espesor de 20 cm de losa maciza de concreto reforzado.

Proceso

Esta obra fue sumamente cuidada en su creación. Los detalles así lo demuestran por lo cual su proceso constructivo es digno de mencionar. Podemos señalar en términos

generales que en la primera etapa de construcción, se realizó la cimentación de la estructura con las consideraciones comentadas. Se construyó el muro aparente de mampostería perimetral de la bodega de la tienda con un junteo de piedras de mampostería interior y, para finalizar estas partidas se colaron las columnas de concreto de forma rectangular limitando el procedimiento hasta el lecho bajo de la losa de planta baja.

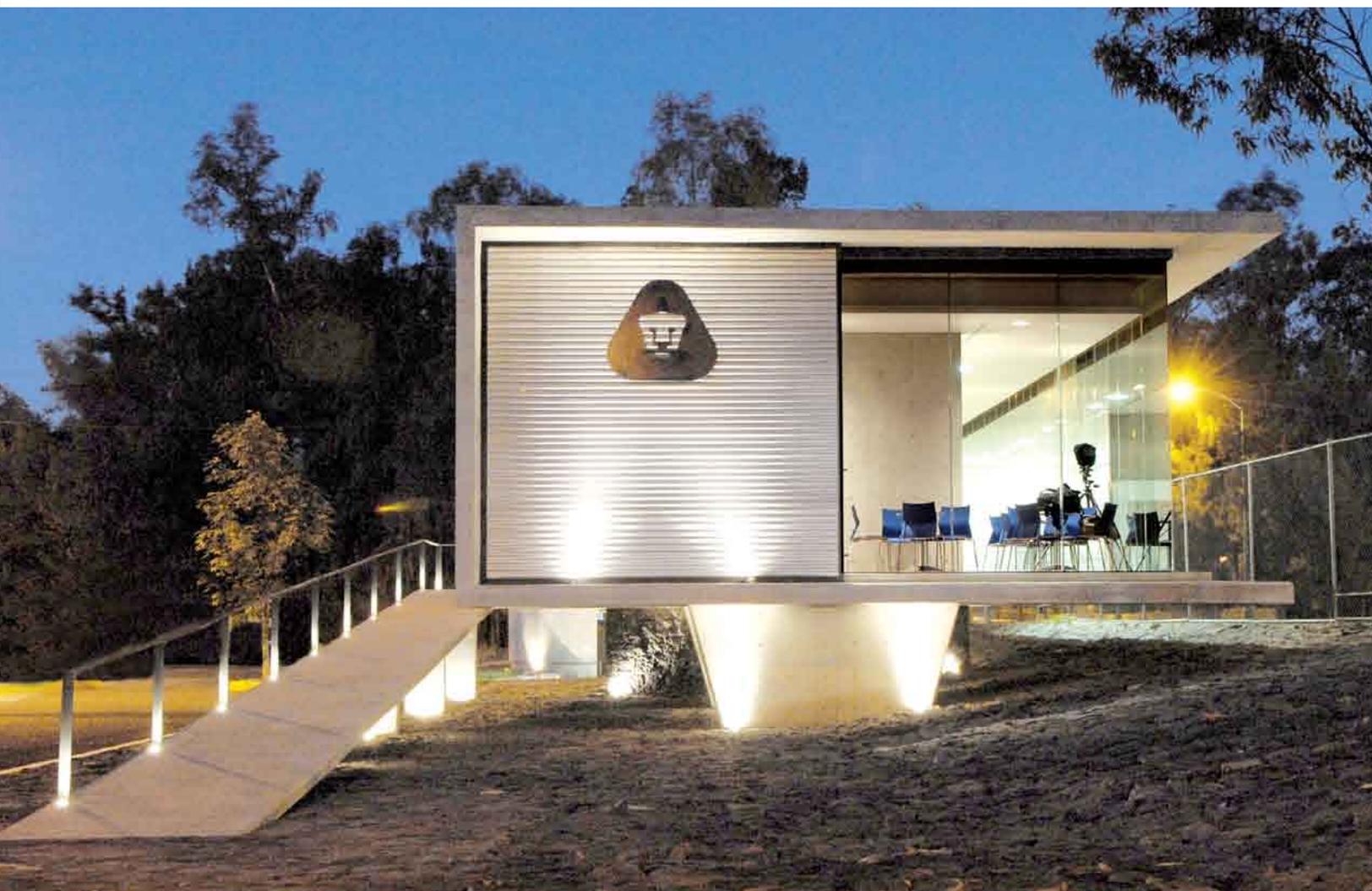
Posteriormente iniciaron los trabajos de colocación de cimbra y el armado de la losa reticular donde se dejaron ancladas varillas del muro perimetral poniente y se realizó el colado de toda el área de

la losa de entrepiso con la finalidad de evitar las juntas frías provocadas por la demora en el vaciado del concreto, lo cual impide una unión del material y provoca una discontinuidad visible.

Teniendo en cuenta lo anterior, se armaron, cimbraron y colaron las tres columnas rectangulares ahusadas de concreto aparente, las cuales son el apoyo de la losa de azotea. El acabado aparente del muro de concreto de la fachada poniente se realizó con tarimas de 1.22 m por 2.44 m, con duela horizontal de 10 cm, a diferencia del cilindro que fueron tarimas de igual medida pero cerchadas y dispuestas en sentido vertical. Finalmente, se habilitaron

los armados y se cimbró la losa aligerada de azotea; se coló toda el área junto con sus apoyos e inició el curado de los elementos estructurales de concreto con curacreto.

Para el arquitecto Felipe Leal –uno de los más orgullosos universitarios– es un verdadero honor aportar una obra tan distinguida y peculiar influenciada por la arquitectura de la década de los 50, la cual ya tiene eco en el campus universitario con obras como el Bicicentro, un pabellón de 1,925 m² que permite albergar las bicicletas de la comunidad estudiantil en su recorrido por la ciclopista local. Sin duda alguna, con la Tienda Puma: El concreto se tiñe de azul y oro. c



Las cimbras flexibles para concreto

El presente trabajo avanza en la invención y desarrollo de un nuevo lenguaje de la forma arquitectónica. Lenguaje obtenido a través de un método de construcción simple e innovador: el reemplazo de las cimbras de paneles rígidos, usados convencionalmente en el concreto, por membranas flexibles de textiles.

Mark West¹

Fotos: Cortesía CAST y David Jolly.

El simple cambio del material de cimbra produce transformaciones radicales en la naturaleza del concreto armado, ofreciendo oportunidades únicas para una amplia gama de prácticas de diseño arquitectónico. Tiene ventajas estructurales, económicas y estéticas que se obtienen introduciendo un nuevo tipo de columnas, muros, vigas, paneles y losas que quedan bellas, estructuralmente eficientes y fácilmente fabricables.

A través de este método el concreto redescubre sus orígenes como fluido. A un nivel estructural la flexibilidad y permeabilidad de las cimbras produce formas bellas, suaves y sensuales con una superficie de una terminación inmaculada de alta densidad. Estructuralmente, la capacidad de dar forma a curvas complejas permite la producción de vigas y paneles ligeros con una geometría que ubica el material sólo donde sea necesario.

El propósito de mi trabajo es llevar este nuevo método de construcción a la práctica arquitectónica. Es un proyecto de largo plazo que comencé hace 15 años. Esta nueva tecnología ha madurado en los últimos cinco años debido su éxito en hechos como: la fundación del Centre for Architectural Structures and Technology (CAST)

¹Profesor de la Universidad de Manitoba, en Canadá. En el 2005 recibió Medalla de bronce en los Holcim Awards. Este documento se presentó en el Seminario En la Ciudad Abierta, en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en Colombia. Tomado de: www.ead.pucv.cl

y la construcción de su edificio en la Universidad de Manitoba, ambos bajo mi dirección. Mi trabajo en CAST ha recibido aportes del Instituto Canadiense del Concreto Prefabricado (Delegación Manitoba) durante los últimos tres años, permitiendo realizar diseños con cimbras flexibles para vigas y paneles que han sido probados a escala natural en instalaciones industriales. Además, las colaboraciones ingenieriles con CAST han confirmado las ventajas estructurales significativas y fundamentales de los elementos curvos formados por cimbras flexibles.

Antecedentes

La mayoría de los edificios se construyen en concreto armado. La naturaleza formal –en muchos casos– pesada y rectangular de la arquitectura en concreto se debe al uso de cimbras a base de pa-

neles rígidos (madera y acero). La construcción de estas cimbras es cara. Se estima que cuestan entre un 30% y un 70% del costo de la estructura de concreto dependiendo del diseño y su uso. Vale la pena recordar que la mayoría de los sólidos prismáticos rectangulares asociados a la arquitectura en concreto, no son inherentes al concreto en sí mismo sino más bien al material usado para construir sus moldes, o más precisamente, a las economías de construcción de las fábricas de cimbras que usan paneles planos rígidos.

El concreto en sí mismo comienza su vida no como un sólido, sino húmedo; es un material 'fluido'; es el único material de este tipo disponible para la construcción. Como tal su destino volumétrico no le pertenece a sí mismo; su forma depende enteramente del material y geometría de sus moldes.



Un poco de historia

Las cimbras flexibles son un método de construcción emergente de corta historia. La primera aplicación registrada de concreto construido con cimbras flexibles fue realizada por Félix Candela, en México, en 1951. Candela usó tela de saco sobre perfiles de carpintería para construir estructuras de cáscara, usadas como edificios para colegios. La aparición de geotextiles sintéticos poderosos y baratos en los años sesenta llevó a las cimbras flexibles a un uso más generalizado en la industria de la construcción para moldear concreto en el suelo y bajo el agua. Tiempo después, Miguel Fisac utilizó cimbras flexibles –delgadas láminas de plástico– en los años setenta para lograr unas texturas únicas no estructurales en la superficie de unos muros prefabricados.

Al final de los años ochenta observé un descubrimiento independiente y su aplicación casi simultánea en nuevos elementos arquitectónicos y estructurales usando los baratos textiles sintéticos en mis propias invenciones para moldear columnas, muros, vigas y losas; en los muros formados con cimbras flexibles del arquitecto Kenzo Unno y en las cimentaciones en cimbra flexible del canadiense Richard Fearn. La primera empresa que produjo productos hechos



con cimbras flexibles –productos de poco peso para cimentaciones y formas de columnas– para la industria de la construcción, fue Fab-Form industries Ltd. El laboratorio CAST, inaugurado en el 2003 y el que fundé en la Universidad de Manitoba, es el centro más importante de invención e investigación en esta área.

Aspectos importantes

El concreto ha sido moldeado en contenedores rígidos desde su invención. Reemplazar la caja rígida por una membrana representa un cambio histórico que ocurre en el tronco del problema más que en sus ramas. Ofrece un nuevo reino de formas arquitectónicas y estructurales más que un refinamiento de condiciones habituales. El uso de cimbras flexibles representa el primer avance radical en la tecnología de moldeado desde la introducción de la madera laminada después de la Segunda Guerra Mundial.

Un principio de la ingeniería estructural es que el medio más eficiente de transmitir una fuerza es por su tensión axial. Ya que las membranas textiles pueden ofrecer resistencia a través de tensión pura, las geometrías que crean bajo el peso son de alta eficiencia. A través de este medio simple y eficiente el concreto renace como un material fluido y plástico.

Beneficios

Las posibilidades formales sin precedentes para el diseño arquitectónico y estructural abierto por esta nueva tecnología se cumplen a través de medios muy simples. Este nuevo lenguaje arquitectónico y estructural de la forma está acompañado de significativos beneficios materiales que hacen

Agradecimiento

Agradecemos el apoyo en la revisión de este documento al arquitecto David Jolly, quien desde hace algunos años trabaja una línea de investigación de moldajes flexibles en conjunto con el arq. Mark West. A la par que West desarrolla modelos en su laboratorio CAST, el arq. David Jolly, junto con los arquitectos Miguel Eyquem y Victoria Jolly –profesores de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso– buscan la generación de obras con esta nueva tecnología.

que esta manera de construir sea compatible con las restricciones económicas de la cultura constructiva contemporánea.

El cambio fundamental se lleva a cabo usando materiales tradicionales, bien conocidos, de bajo costo, universalmente disponibles, (concreto, acero, y textiles) y herramientas existentes en el comercio. Lo que es nuevo es la forma que se le otorga a estos materiales.

El primer laboratorio de investigación académica dedicado a los cimbras flexibles, el Centre for Architectural Structures and Technology (CAST), ha sido construido en una escuela de arquitectura y no en una de ingeniería. A pesar de que trabajamos con ingenieros e investigadores, esta investigación es empáticamente arquitectónica. Como tal, atendemos el reino de la producción de la forma, no sólo como un medio de diseño arquitectónico, sino también para avanzar en la eficiencia estructural, en las economías constructivas y en la sustentabilidad. En vez de estar al final, recibiendo las innovaciones tecnológicas, esta investigación ubica al arquitecto en el centro de un cambio tecnológico con la potencia de alterar (y mejorar significativamente) el diseño y la construcción de la arquitectura en concreto.

Beneficios materiales y económicos de las cimbras flexibles

- Muchas cimbras textiles (geotextiles, polyolifins, tejidos) cuestan menos de 1/10 del costo de una cimbra en madera laminada.
- Son reutilizables muchas veces, aunque son tan baratas que se pueden emplear como cimbras desechables.
- No propagan las rajaduras, y el concreto no se adhiere a él por lo que no requiere de desmoldantes de ningún tipo.

- Usan menos material y pesa entre 200 a 300 veces menos que una cimbra rígida.

- Reducen los volúmenes de basura y desechos de cimbras.

- Su bajo peso y volumen pequeño los hace transportables. Las cimbras hechas con textiles permeables permiten la salida de burbujas de aire y el exceso de agua de mezclado a través de la cimbra, produciendo una superficie de acabado sin marcas y un concreto mas fuerte y resistente.

- Las geometrías de las tensiones naturales producidas por las cimbras textiles son invertibles para producir geometrías de pura compresión perfectamente apropiadas a la resistencia a la compresión del concreto.

- Las formas flexibles permiten la producción simple de geometrías estructurales eficientes

- Las eficientes curvas estructurales producidas por los cimbras flexibles son esculturalmente bellas.



Diseño, ornamento y artesanía

A pesar que las cimbras flexibles llevan en sí mismas a precisas curvas geométricas y a eficientes técnicas de producción masiva, su flexibilidad mantiene la capacidad para las variaciones improvisadas en las manos del constructor individual, por lo tanto abriendo el potencial de un redescubrimiento de una nueva dimensión 'ornamental' en el diseño arquitectónico. El repertorio de pliegues, encogimientos y protuberancias que pueden ocurrir naturalmente en el concreto hecho con cimbras flexibles, provee oportunidades para la creación formal en pequeña escala dentro de la figura de una parte o conjunto. En toda aplicación cada detalle de conexión de la cimbra automáticamente proveerá su propio vocabulario de un detallado 'ornamento' arquitectónico tridimensional. La 'producción automática' de estos muchos detalles formales ofrece la oportunidad para re-introducir una densidad escalar que hace tanto tiempo se ha perdido en la arquitectura desde el modernismo inspirado en la máquina.

Arte estructural y eficiencia estructural

La lógica y belleza de las estructuras moldeadas con telas siguen una larga tradición establecida por los 'artistas estructurales' como Antonio Gaudí (sus primeros experimentos en el arco funicular de compresión, bóvedas y estructuras de cáscara), y también como los más recientes pioneros, ingenieros estructurales del siglo XX incluyendo a Robert Mailland, Pier Luigi Nervi, Frei Otto, Eladio Dieste y Hans Isler. Éstos y otros artistas estructurales desarrollaron sus



elegantes formas estructurales de mínimo-material siguiendo el natural flujo de las fuerzas por medio de la materia, a través del espacio. Este tipo de mandato estructural y formal de la naturaleza es algo que una membrana textil cargada hace automáticamente, por lo tanto entregando un vínculo directo a esta tradición de diseño estructural de mínima materia, mientras entrega un método de construcción de bajo costo simple que permite una construcción económica.

Las grandes reducciones en peso muerto que resultan de seguir la naturales curvas estructurales es bien conocida por la ingeniería teórica y práctica. Es usada más a menudo en los grandes claros donde el peso propio de la estructura es la

principal limitación de diseño. La economía de la producción de cimbras que usan paneles planos rígidos, por supuesto impide nuestra habilidad para reducir el peso muerto de esta manera. La habilidad para usar esta estrategia ingenieril en la construcción de estructuras de concreto armado es particularmente valiosa ya que el peso muerto de las estructuras convencionales de concreto es a menudo mayor que su capacidad de carga efectiva. Las mismas curvas y geometrías de flexión que proveen estructuras eficientes entregan formas esculturales y arquitectónicas extraordinarias y sin precedentes. Este reino formal constituye un lenguaje arquitectónico recién descubierto que espera ser explorado. ©



Foto: www.metwashairports.com

Nuevos desarrollos

Cuando se desarrolló el programa HIPERPAV en 1996, se siguió un método basado en sistemas para pavimentos de concreto; este valioso programa continúa desarrollándose.

Con el programa HIPERPAV (High Performance Paving), que es una herramienta fácil de utilizar y a la vez técnicamente compleja, se hizo posible la capacidad de simular problemas (antes de su ocurrencia). Desde entonces, la demanda por el programa HIPERPAV se ha extendido en toda la industria de los pavimentos de concreto. Los contratistas, suministradores de materiales, dependencias de gobierno, y académicos reconocen el poder del enfoque de sistemas.

Basándose en el éxito de HIPERPAV, la Federal Highway Administration's (FHWA) continuó el patrocinio para el desarrollo de una segunda generación del programa, HIPERPAV II, la cual incluye los siguientes módulos:

1. Un módulo con la habilidad de predecir el impacto en el desempeño a largo plazo de los pavimentos de concreto simple con juntas en función del comportamiento a edades tempranas.

2. Un módulo capaz de predecir el comportamiento a edades tempranas de los pavimentos de Concreto de Refuerzo Continuo (CRCP por sus siglas en inglés).

3. Dos módulos adicionales que incorporaran los resultados de estudios existentes de la FHWA relacionados a pavimentos de concreto.

Estos nuevos desarrollos se describen en las secciones siguientes:

Módulo para predecir el desempeño a largo plazo de pavimentos de concreto simple

Se ha reconocido ampliamente que un número de mecanismos durante la edad temprana determinan el comportamiento a largo plazo de los pavimentos de concreto. Entre estos mecanismos se ha identificado que la apertura de las juntas de contracción, la contracción por secado, el gradiente térmico durante el fraguado, y el flujo plástico del concreto hidráulico por nombrar algunos, juegan un papel importante en la respuesta estructural del pavimento y por ende en su desempeño a largo plazo. Estos mecanismos afectan

la transferencia de carga en las juntas y grietas e impactan el nivel de esfuerzos en el pavimento, lo que consecuentemente contribuye a la formación de deterioros en el pavimento.

El programa HIPERPAV II incluye nuevos algoritmos que simulan el efecto que estos factores originados durante edades tempranas tienen en el desempeño del pavimento a largo plazo. Con la ayuda del módulo de desempeño a largo plazo del programa HIPERPAV II, es posible predecir la condición estructural y funcional del pavimento en términos de escalonamiento, agrietamiento y calidad de recorrido. Esta información a su vez puede ser utilizada para identificar alternativas de diseño que reduzcan los efectos de estos factores en el desempeño del pavimento.

Módulo de Comportamiento de Pavimentos de Concreto con Refuerzo Continuo

Como su nombre lo implica, los pavimentos de concreto con refuerzo continuo se refieren a pavimentos de concreto reforzados longitudinalmente con varillas de acero y contruidos sin el corte de juntas transversales de contracción. En este tipo de pavimento, se permite que el concreto se agriete en forma aleatoria como resultado de cambios de volumen derivados de variaciones de temperatura y humedad. Sin embargo, el agrietamiento se controla mediante el refuerzo de acero y la restricción de la capa de base a manera de que se mantenga la transferencia de carga y la integridad del pavimento. En los pavimentos de concreto con refuerzo continuo

resulta importante controlar el espaciamiento de grietas, ancho de grietas y nivel de esfuerzos en el acero a manera que se mantengan dentro de ciertos límites que garanticen el buen desempeño del pavimento.

En investigaciones anteriores se han desarrollado comprensivos modelos mecanicistas con los que es posible predecir con precisión el espaciamiento y ancho del agrietamiento así como el esfuerzo en el acero de los pavimentos de concreto reforzado. El nuevo módulo para pavimentos de concreto reforzado en el programa HIPERPAV II incorpora modelos de comportamiento con los que es posible evaluar alternativas de diseño que garanticen un buen desempeño de este tipo de pavimentos.

Módulos de Estudios de la FHWA en HIPERPAV II

En años recientes, la FHWA ha patrocinado un buen número de proyectos de investigación relacionados a varios aspectos de la pavimentación en concreto. La suma de los resultados finales de estos proyectos es de gran valor; sin embargo, es necesario adaptarlos adecuadamente para su exitosa implementación de manera tal que proporcionen un avance en las prácticas de diseño y construcción de los pavimentos de concreto. Dos de estos estudios fueron seleccionados para su incorporación en el nuevo sistema HIPERPAV II los cuales son:

1. Optimización de mezclas de concreto utilizando métodos estadísticos.

2. Estudio experimental de pasajuntas en pavimentos de concreto.

Optimización de mezclas de concreto utilizando métodos estadísticos

Este estudio de optimización de mezclas se enfocó en la utilización de avanzadas técnicas estadísticas para optimar diseños de mezclas de concreto cumpliendo con criterios de desempeño específicos. Los métodos actuales para el diseño de mezclas se enfocan típicamente en un proporcionamiento que cumpla con cierta resistencia del concreto. El uso de técnicas de optimización permite la optimización de mezclas a manera que éstas cumplan con un número de criterios simultáneos incluyendo revenimiento, resistencia, permeabilidad, e incluso costo. La optimización de estos criterios con el uso de este método se logra siguiendo los siguientes pasos:

- Especificación de respuestas y criterios de desempeño tales como revenimiento, resistencia, costo, etc.
- Especificación de los constituyentes que se proporcionarán y sus rangos dentro de los que se obtengan las respuestas especificadas.
- Fabricación y ensayo de mezclas de prueba determinadas mediante un diseño de experimentos para medir las respuestas especificadas.
- Desarrollo de modelos de regresión mediante el uso de métodos estadísticos para el análisis del proporcionamiento de mezclas y los resultados de prueba.
- Determinación del proporcionamiento óptimo de mezclas que mejor cumplen con las respuestas especificadas con el uso de los modelos de regresión desarrollados.

Las ventajas de un procedimiento de optimización de mez-

clas como el antes descrito es que permite la optimización de múltiples criterios de desempeño. Con este procedimiento es prácticamente posible optimizar cualquier parámetro de interés siempre y cuando los componentes de la mezcla y las mezclas de ensayo consideradas tengan un efecto en tal parámetro. Asimismo, el uso de técnicas de variables múltiples permite la evaluación de varios criterios a la vez.

Con anterioridad, se han llevado a cabo investigaciones para computarizar este procedimiento en una aplicación disponible en la Internet (Simon, 2001). Como parte de las mejoras al sistema HIPERPAV, se incorporó una versión simplificada de este procedimiento de optimización de mezclas en la versión HIPERPAV II. En este módulo, denominado COMET, se incluyen cuatro factores fijos: porcentaje de agregado grueso con respecto al peso total del agregado, contenido de material cementante, porcentaje de puzolanas con respecto al total de cementante y relación agua/cemento. A su vez, se incluyen tres respuestas: costo de la mezcla, resistencia a 3 días y resistencia a los 28 días. Las mezclas óptimas son seleccionadas basadas en los valores deseados de estas respuestas.

Investigación experimental de pasajuntas en pavimentos de concreto

El dr. Sargaand, de la Universidad de Ohio, completó en el año 2000 una investigación experimental del desempeño de las pasajuntas en los pavimentos de concreto. La reparación de juntas transversales de contracción prematuramente deterioradas, es uno de los

mayores costos de rehabilitación de los pavimentos de concreto. El propósito de la investigación experimental de la universidad de Ohio fue el de evaluar la respuesta de las pasajuntas sometidas a cargas de tráfico y expuestas a diferentes condiciones ambientales. Las pasajuntas fueron instrumentadas con deformímetros a manera de capturar el efecto que las cargas de tráfico y los factores climáticos tienen en los esfuerzos de apoyo del sistema pasajunta-concreto.

El módulo de análisis de pasajuntas en HIPERPAV II predice el desarrollo de esfuerzos de apoyo en el concreto circundante a las pasajuntas durante las primeras 72 horas después de la construcción en función de las cargas ambientales. Este periodo es crítico con respecto al desempeño futuro de las pasajuntas y el impacto que estas tienen en la eficiencia de transferencia de carga. Durante este periodo, el concreto se alabea en función del gradiente térmico y cambios de humedad y la pasajunta resiste este movimiento. Como resultado, el concreto circundante es sometido a un esfuerzo de apoyo. Dado que el concreto no ha alcanzado una resistencia considerable durante esa etapa, es posible que se produzca daño en la interfase pasajunta-concreto. La pasajunta es posteriormente sometida a ciclos de cargas ambientales y de tráfico y el daño producido inicialmente se incrementa y eventualmente esto puede resultar en desportillamiento del concreto. Los esfuerzos de apoyo también pueden resultar en una holgura excesiva y en la consecuente disminución de la eficiencia en la transferencia de carga en las juntas. **C**

Nota: Para mayor información consultar: www.hiperpav.com

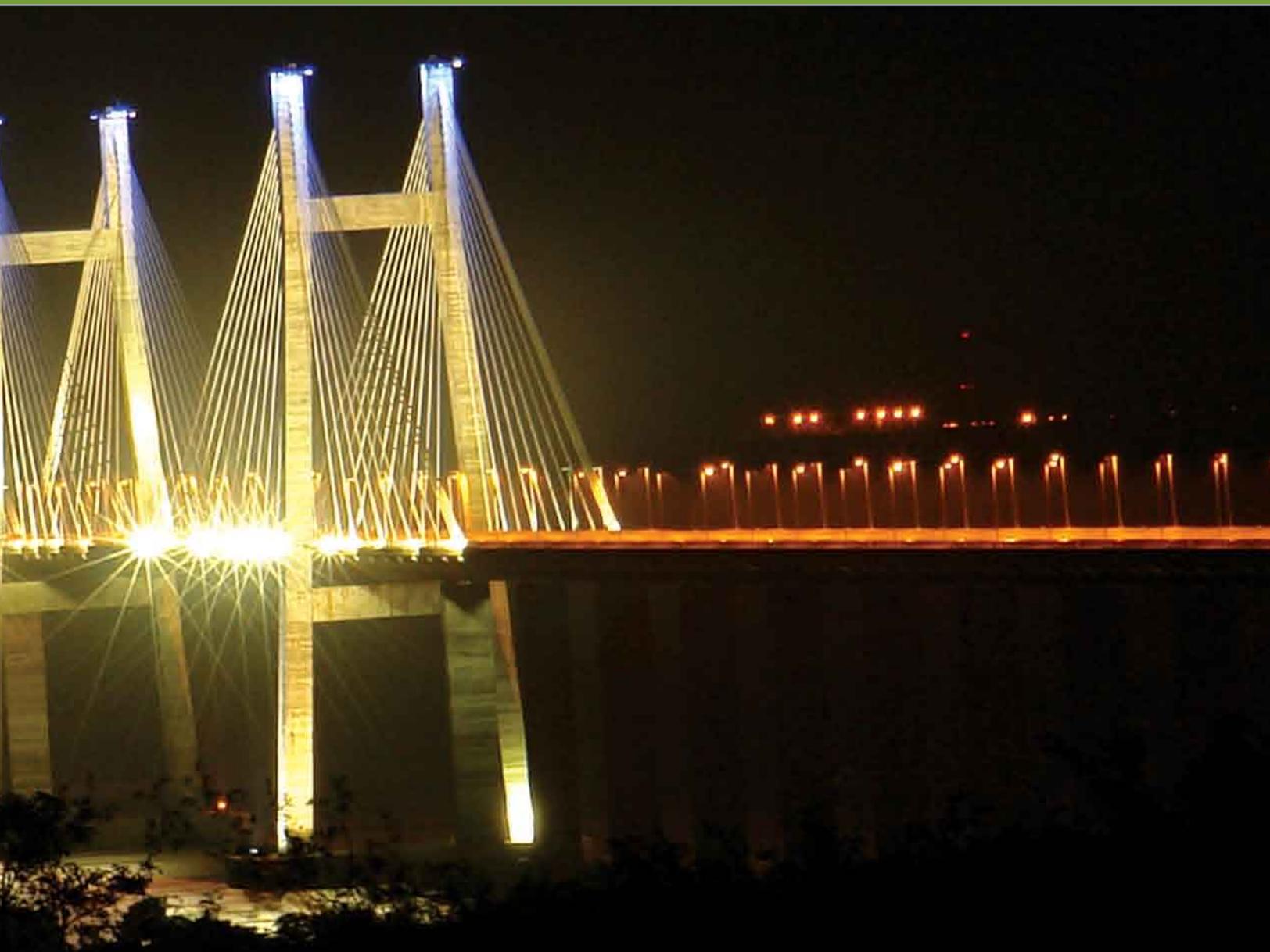


Un puente

Marissa Sánchez

El Puente Orinoquia –el segundo sobre el río Orinoco– es una impresionante obra de ingeniería civil. Con una inversión aproximada de 1000 mdd, conecta a los estados de Bolívar y Anzoátegui, en Venezuela.

Fue en el año 2001 cuando se autorizó la construcción del Puente Orinoquia. El diseño corrió a cargo del ing. Paul Lustgarten, en tanto que fue la constructora Norberto Odebrecht la encargada de dirigir la edificación. Por tratarse de un proyecto con una extensión



sobre un gran río

de 3,156 metros, cuatro torres principales de 120 m de altura, 39 pilas, dos estribos, 388 pilotes, una altura libre sobre el nivel de aguas máxima de 40 m y un ancho total del tablero de 24.7 m, con cuatro canales de circulación más una trocha ferroviaria, las características del concreto fueron vigiladas cuidadosamente.

Al respecto, Estevao Timponi, quien fuera director del proyecto, comentó a *Construcción y Tecnología*: "Por tratarse de una obra muy especial y debido a la magnitud de las solicitudes de cargamento y sísmicas, fueron utilizadas resistencias y características de concreto peculiares para la región". Por ejemplo, las resistencias

de proyecto utilizadas a 28 días, fueron: 210, 250, 280, 300, 380, 470 kg/cm².

Basados en los requerimientos del puente y en las normas venezolanas para determinar la resistencia mayorada o de diseño de la mezcla, se utilizó una desviación estándar de 35 kg/cm² y un coeficiente de variación de 10% Asimismo, se

“LOS CONCRETOS FUERON DISEÑADOS PARA ATENDER LAS DIVERSAS CONDICIONES DE VACIADO, EL CUAL DEPENDÍA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL, SITIO DE VACIADO Y TIEMPO REQUERIDO PARA LA COLOCACIÓN”.



implementó la microsílíce, para mayor durabilidad del elemento, (12% usado por sustitución).

Por otro lado, en materia de aditivos se incorporaron retardadores, superplastificantes e incorporadores de aire –éste último para concretos sometidos a condiciones de vaciado bombeables (cabezales)–. Al respecto, Timponi señaló: “Los concretos fueron diseñados para atender las diversas condiciones de vaciado, el cual dependía del elemento estructural, sitio de vaciado y tiempo requerido para la colocación”. En este sentido, entre la gama de concretos utilizados destacan:

- Concreto f'_c 470 kg/cm², utilizado en la losa del tablero del puente (en los tramos atirantados), cuyo desarrollo de resistencia alcanzaba los 200 kg/cm² a 24 horas, necesario para permitir el avance del izaje de piezas metálicas. Debido a condiciones ambientales (exposición al sol y viento), el elemento a concretar (estructura metálica de extensión de área aproximada de 21 x 6 m, con espesores entre 25 y 35 cm) y metodologías de vaciado particulares (con tolvas y bombas estacionarias), el diseño se realizó con contenido de hielo y fibra de polipropileno para contrarrestar las condiciones ambientales y reducir los riesgos a grietas y fisuras en el concreto. Tiene consistencia controlada de 6" máxima de asentamiento. También se usaron concretos con resistencia f'_c 300 y 380 kg/cm² para las losas de los tramos intermedios y de aproximación del tablero del puente con contenido de hielo y fibra de polipropileno, con fraguados iniciales entre 18 y 30 horas.

- Concretos f'_c 210 kg/cm² para obras de drenaje, con 12 y 18 horas de fraguado inicial aproximadamente.

Las torres

Las torres del Puente Orinoquia están conformadas por dos columnas y dos vigas, todas de concreto armado, tienen una forma semejante a una doble H, en sentido transversal. Las columnas tienen un perímetro rectangular, con la cara transversal de 4 metros fijo, y la cara longitudinal de tamaño variable (de 7.5 a 4 m) decreciendo en altura, hasta el nivel de la viga superior, a partir de la cual mantiene fija la dimensión de 4 metros. La sección de las columnas es hueca, con paredes de espesores de 65 cm en el sentido longitudinal y de 1 m en el sentido transversal hasta la altura de la viga superior, y a partir de esta viga, el espesor de las paredes es de 1.004 m en el sentido longitudinal y de 55 cm en el sentido transversal.

Fuente: *La construcción de un hito de ingeniería sudamericana.*

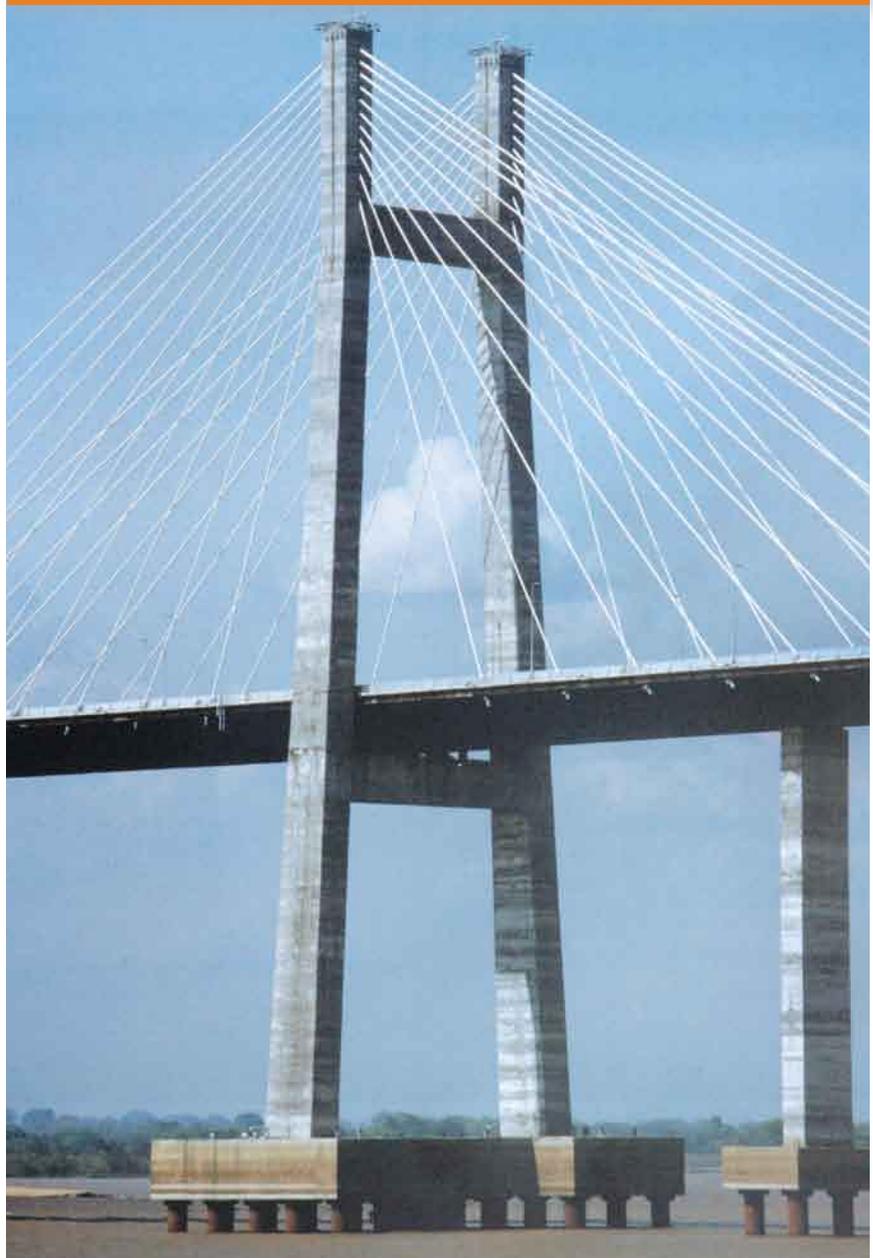


Foto: Cortesía del libro "La construcción de un hito de ingeniería sudamericana".

- Concretos f'_c 250 kg/cm², de consistencia normal, tremie y bombeables, en obras de drenaje-viaductos, pilotes y cabezales respectivamente, con 18, 30 y 36 horas de fraguado inicial. Esto debido a la distancia existente entre la planta proveedora de concreto y el sitio de vaciado.

- Concretos f'_c 300 kg/cm², con consistencia normal, tremie y bombeable, en las pilas del viaducto del estado Anzoátegui, y en pilotes y cabezales de las torres principales del puente. El tiempo de fraguado para el concreto utilizado en las pilas del viaducto fue de fraguado inicial rápido y controlado para 12 horas debido al uso de encofrados deslizantes. Para los concretos tremie y bomba el fraguado inicial fue de 24, 30 y 36 horas aproximadamente

- Concreto f'_c 380 kg/cm², con consistencia normal y autonivelantes, fraguados iniciales en un rango de 7 a 18 horas. Fue utilizado en las torres principales y pilas del

Una obra reconocida

En el 2007, CEMEX reconoció al Puente Mixto sobre el Río Orinoco, o Puente Orinoquia, como obra finalista internacional en el rubro de Infraestructura, dentro de sus Premios Obras CEMEX. Sobre este trabajo, CEMEX señala: "Esta importante obra, que integra una importante parte de la geografía de Venezuela a una vasta red de comunicación vehicular, tiene su culminación en el Puente Orinoquia, cuya belleza y monumentalidad son un digno homenaje a la majestuosidad del río Orinoco que atraviesa.

Fuente: libro XVI Premio Obras CEMEX.

puente (en total son 42) cuyo método constructivo fue el encofrado deslizante.

Estándares mundiales de construcción

Conviene señalar que los criterios para la dosificación o determinación de las proporciones de los concretos utilizados en este portentoso proyecto venezolano se basaron en las normas ACI 211.1 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete; COVENIN

1976 Concreto, Evaluación y Métodos de Ensayo, y COVENIN 1753 Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural". En cuanto a los agregados gruesos, éstos tenían características geológicas de gneis granítico, tamaño máximo 1" y en algunos casos ¾" (si utilizaban mortero). Mientras que los finos (arena) provenían del río Orinoco, con un módulo de finura de 2.70. Adicionalmente, se utilizó microsílíce y el agua la tomaron del río Orinoco.

En materia de aditivos, Odebrecht recurrió a los fabricantes



Master Buildings Tecnología (MBT), actualmente BASF, con el retardador de fraguado Pozzolith 2237R, el superplastificante Rheobuild 1000 y el incorporador de aire Micro Air. El volumen de aditivo Pozzolith 2237R dependió del tiempo de fraguado inicial deseado para las condiciones de vaciado; para fraguados de 18 horas iniciales, el promedio de aditivo retardador fue de 1200 cc por metro cúbico. En promedio, se agregaron 3000 cc por metro cúbico de aditivo superplastificante. El contenido de aire promedio utilizado para los concretos bombeables fue de aproximadamente 150 cc por metro cúbico para obtener máximo un 5% de contenido de aire.

“Se realizaron pruebas al concreto para determinar estado fresco y endurecido. Entre ellas se pueden mencionar: determinación de asentamiento, fraguado, exudación, contenido de aire, temperatura, compresión, reactividad potencial, módulo de elasticidad, entre otros”, explica Estevao Timponi. Y es que, por tratarse de un puente atirantado, si falla el concreto podría sufrir un colapso a nivel de estructura. Por otra parte, el agrietamiento fue controlado con una cura constante y efectiva en el concreto, principalmente mediante el uso de curadores químicos, riego de agua y protección con manta o tela húmeda.

A prueba de todo

El control de la calidad del concreto en la obra estuvo basado en métodos de prevención y corrección, desde la materia prima para la fabricación de la mezcla, diseño y evaluación de los diseños en laboratorio, procesos de producción la planta mezcladora de concreto, colocación y curado en sitio de vaciado, hasta una evaluación es-

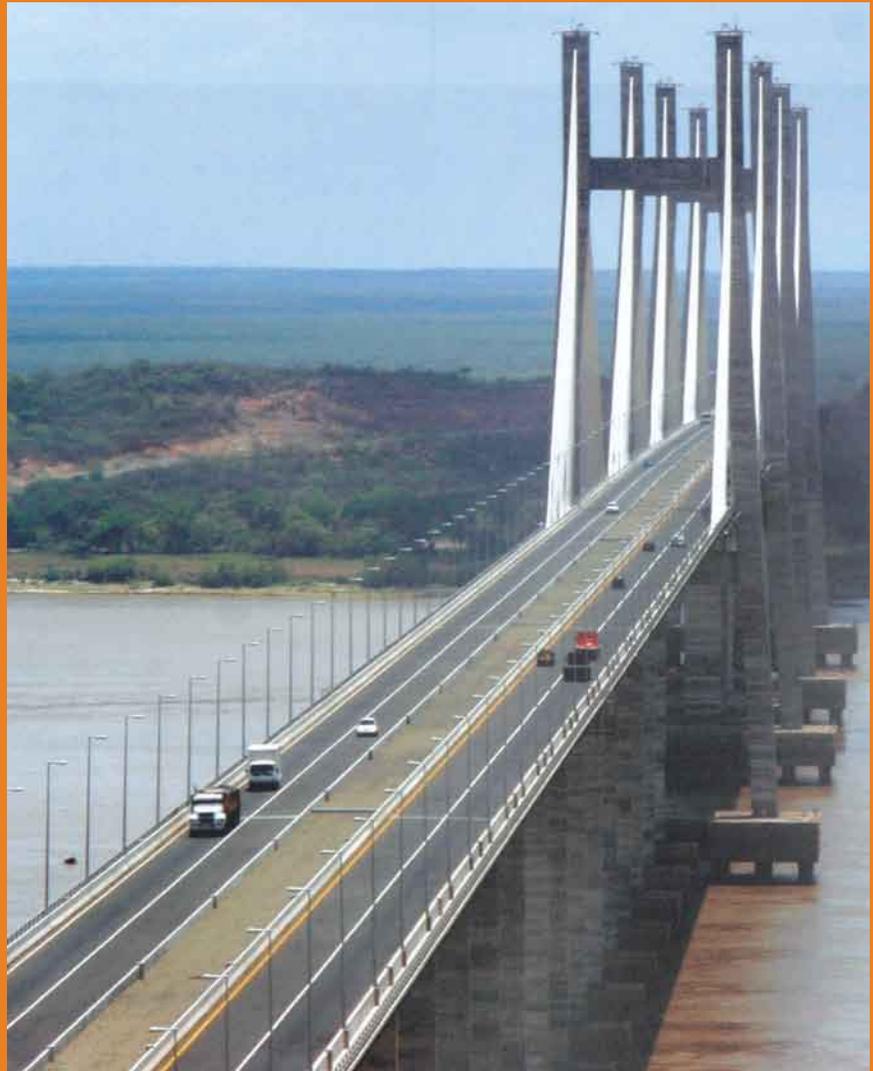


Foto: Cortesía del libro “La construcción de un hito de ingeniería sudamericana”

tadística y posibles desviaciones arrojadas en los resultados de los ensayos en concreto endurecido. “Esto con la finalidad de atender los requisitos del proyecto y ajustarnos a las condiciones reales de la obra”, señaló Timponi.

Asimismo, las actividades del laboratorio consistieron en la recepción de muestras de agregados y materiales para el concreto típicos de la producción diaria en planta. Todo con la finalidad de garantizar la estabilidad de los mismos y evitar desvíos en las mezclas de concreto. Adicionalmente, el laboratorio se encargó de recibir muestras

de concreto a ser ensayadas, de acuerdo a las normas y edades correspondientes y de acuerdo a las necesidades del proyecto, por cada elemento concretado en el proyecto durante las jornadas diarias. “Las inspecciones antes, durante y posterior al vaciado, que abarcan la revisión de encofrados, colocación de acero, verificación de recubrimientos, método de vaciado adecuado (convencional, bomba, tremie) y verificación de las condiciones de curado, forman parte de las actividades del control de la calidad en el área de concreto”, concluye el entrevistado. **C**

El concreto en el contexto de la sostenibilidad

Manuel Burón Maestro¹

¹ El autor es ingeniero de caminos, canales y puertos y miembro del Instituto Español del Cemento y de sus Aplicaciones; en *Cemento Hormigón*, enero de 2007.

La sostenibilidad es una característica de la actividad humana que evalúa la capacidad que tal actividad tiene para ser desarrollada permanentemente, durante generaciones, y consumiendo aquellos recursos naturales imprescindibles en las menores cantidades posibles

El desarrollo actual de la actividad humana no debe estar comprometida con la posibilidad de que las próximas generaciones puedan seguir desarrollándola. Este concepto tiene una gran amplitud ya que la acción de consumir hay que entenderla como cualquier disminución o perjuicio de los recursos disponibles, entroncando de este modo y de forma directa, con la protección del medio ambiente.

Obviamente cualquier actividad con pretensiones de desarrollarse debe aunar, a la satisfacción de una necesidad requerida por la sociedad, unas condiciones que merezcan una valoración positiva

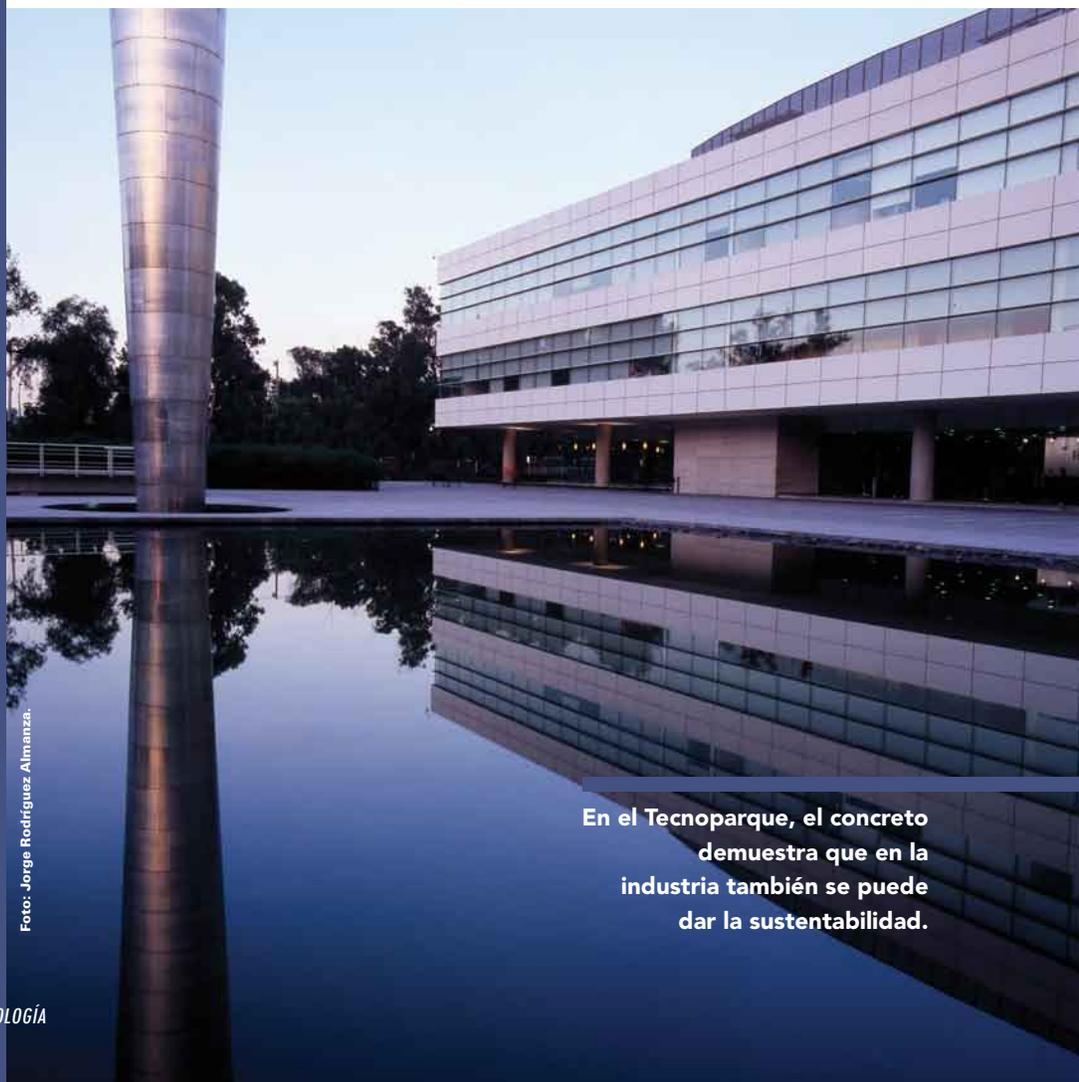


Foto: Jorge Rodríguez Almanza.

En el Tecnoparque, el concreto demuestra que en la industria también se puede dar la sustentabilidad.

de su desarrollo, tanto desde el punto de vista económico (dicha actividad debe ser económicamente viable) como social (dicha actividad debe desarrollarse en unas condiciones de trabajo saludables para las personas que la ejercen). Por lo tanto, la sostenibilidad es una expresión de responsabilidad social que tiene que ver con el ahorro de los recursos naturales no renovables, con el respeto al medio ambiente y que se aplica en el tiempo. Forman parte de ella:

- Aspectos de ahorro (energético, de recursos naturales, etc.), medioambientales (control de emisión de gases de efecto invernadero, valorización de residuos, etc.)
- Aspectos sociales (generación de empleo, seguridad y salud en el trabajo, etc.).
- Aspectos económicos (productividad, eficiencia en la accesibilidad al producto, etc.).

La sostenibilidad es un parámetro relativo que se emplea siempre para comparar. No existen actividades sostenibles como valor absoluto. Existen actividades más o menos sostenibles en comparación con otras. Cuando se cuantifica la sostenibilidad de dos actividades o dos productos diferentes, se pretende compararlos entre sí y, por tanto, dicha cuantificación debe realizarse con un procedimiento homogéneo que partirá de que ambas actividades o productos cubren la misma necesidad con idénticos requisitos.

Dicha cuantificación se hace globalmente, con ánimo de integrar en ella la totalidad de los aspectos a considerar. Ello lleva a realizarla en un periodo largo, durante el cual se producirán todas las circunstancias previsibles y se manifestarán todos los aspectos valorables. Este periodo se identifica con el ciclo de vida del producto que el desarrollo de la actividad

en cuestión crea para satisfacer la necesidad demandada.

Dicho producto final tiene, a lo largo de su vida útil, un balance de consumos (gastos menos ahorros) y de impacto ambiental (deterioros menos correcciones) necesarios para la producción de las materias primas, para la elaboración del producto como tal, para la utilización de dicho producto final por parte de los usuarios a lo largo de la vida útil de aquél, para reducir a residuos, y deshacerse de los mismos, el citado producto final ya obsoleto e inservible.

La suma de todos los consumos e impactos, dividida por el tiempo de vida útil en que el producto final considerado ha servido a la sociedad (a los usuarios del mismo) es un valor que forma parte del índice que cuantifica la sostenibilidad del producto final evaluado. Cuanto menor es este valor, mayor es la

sostenibilidad de la actividad o del producto evaluado.

Tras aplicar el mismo procedimiento de evaluación desde cada uno de los aspectos considerados en la sostenibilidad (aspectos sociales, económicos, medioambientales y energéticos) y utilizando los coeficientes de ponderación necesarios que permitan, como si de unidades homogéneas se tratara, operar con los diferentes índices parciales de sostenibilidad, se obtiene un valor total, o agregado, que es el índice de sostenibilidad o índice que cuantifica la sostenibilidad del producto final evaluado. Por tanto, para medir la sostenibilidad es necesario acordar, previamente un modelo de cuantificación y tratamiento del análisis del ciclo de vida en el que se establezcan los criterios de valoración y ponderación a aplicar.



El Acuario Río Mora en Portugal es muestra del excelente binomio entre concreto y entorno.

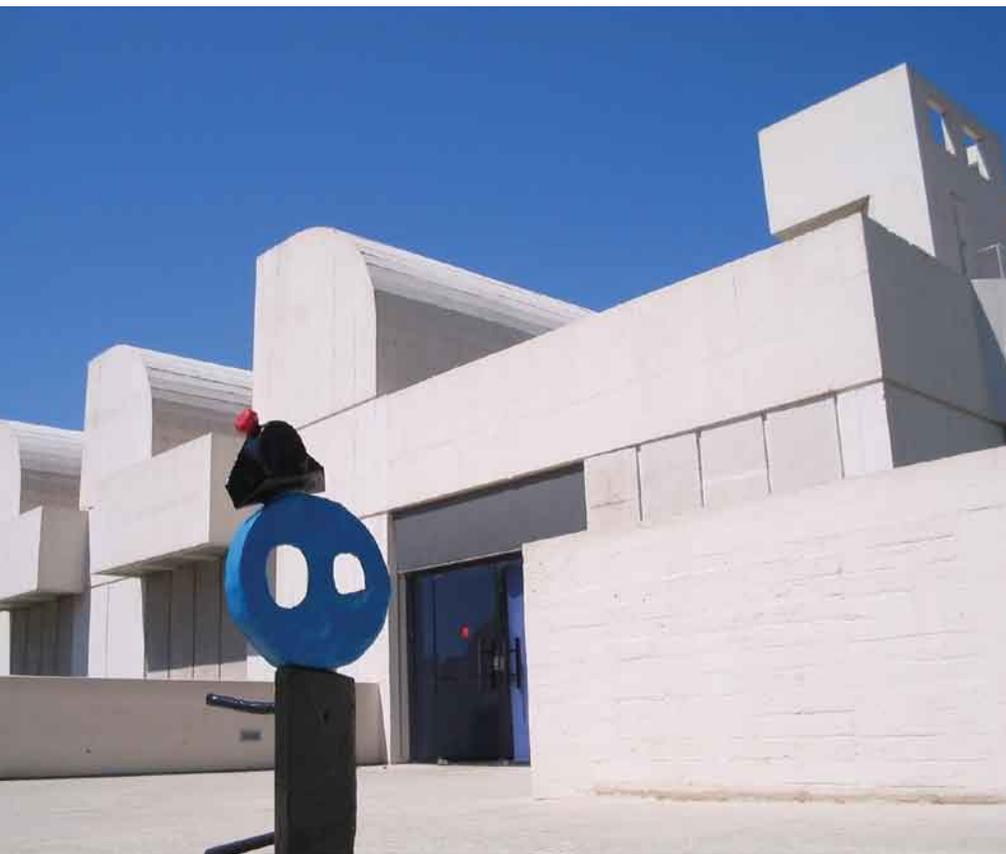


Foto: farm4.static.flickr.com

La fundación Joan Miró, donde el concreto y el cielo combinan perfectamente.

Cuando el producto final a considerar es una construcción de concreto cabe plantear el siguiente balance de consumos e impacto ambiental.

A corto plazo, durante:

- La obtención de materias primas.
- La producción del concreto.
- La ejecución de la construcción.

A largo plazo, durante:

- La vida de servicio, es decir el balance de consumos del usuario durante la utilización de la construcción la evaluación y el mantenimiento de dicha construcción.
- La deconstrucción o demolición de la construcción, después de su vida útil, ya obsoleta e inservible.

- El reciclado de los residuos propios de la demolición que, de este modo, se aprovechan.

En general, al cuantificar la sostenibilidad de las construcciones, el balance de consumos e impacto ambiental a corto plazo, tal y como se ha descrito anteriormente, es muy inferior al mismo balance realizado a largo plazo en los capítulos indicados. En consecuencia el resultado de dicha cuantificación es que el concreto es un material adecuado para una construcción más sostenible porque:

- Proporciona inercia térmica y reduce la demanda energética de la construcción y, por tanto, el consumo de energía que realizará el usuario durante toda la vida útil de la construcción.

- Proporciona a la construcción una vida útil muy elevada.
- Proporciona una elevada resistencia última al fuego, aumentando la seguridad de las personas y de los patrimonios y evitando daños colaterales de gran relevancia social.
- Ofrece un aislamiento acústico suficiente para asegurar el confort del usuario, ahorrando el consumo de otros materiales.
- Reduce los gastos de conservación y mantenimiento, durante la vida útil de la construcción, a valores irrelevantes.
- Al final de su vida útil, es reciclable, pudiendo formar parte, como material granular reciclado, de nuevas construcciones.

El decidido compromiso con el medio ambiente y la innovación que la industria fabricante del cemento lleva a cabo para aumentar la sostenibilidad del mismo, reduce notablemente el balance de consumos e impacto ambiental a corto plazo, durante la obtención de las materias primas para la fabricación del concreto, aumentando la sostenibilidad de la construcción que emplea este material.

El cumplimiento del Protocolo de Kyoto; la valorización de residuos, tanto en el caso de utilizarlos como componentes (adiciones) como en el caso de emplearlos como combustibles alternativos; el control de incineración de residuos, especialmente de los compuestos orgánicos persistentes; la aplicación de las mejores técnicas disponibles de producción; la implantación de sistemas de gestión medioambiental certificados y la prevención y minimización de riesgos laborales que se realiza, todo ello, durante el proceso de producción del cemento, aumenta la sostenibilidad de la construcción de concreto.

12^a Expo Construcción

Coatza 2008

INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGIA Y DESARROLLO



EMPRESAS FUERTES
CONSTRUYENDO MÉXICO

Octubre 2, 3 y 4

Coatzacoalcos

Centro de Convenciones

Pabellón de Expositores

Conferencias Magistrales

Talleres Técnicos

Y mucho más

INFORMES

Av. Nicolás Bravo #1103
esq. Quevedo
Col. Centro
CP 96400

Coatzacoalcos, Ver.

Tels: 921.21.273.83 ext. 117

comunicacion@cmiccoatza.org

gerencia@cmiccoatza.org

www.cmiccoatza.org

Entrada Gratuita



APOYO
PYME



Patrocinador Oficial
TODO CON MEDIDA



La valorización de residuos, tanto industriales como urbanos, completa la gestión de los mismos, evita los vertederos y las emisiones de gases por fermentación que en ellos se producen, evita procesos de incineración de residuos a temperatura insuficiente para la destrucción de los compuestos orgánicos y, en definitiva, forma parte de cualquier política medioambiental integral responsable.

La reducción de consumos e impacto ambiental a corto plazo es, cuantitativamente, menos importante en el caso de la construcción de concreto, que la reducción que se produce, en los mismos conceptos, a largo plazo durante la vida útil de lo construido y, por tanto, la sostenibilidad de dicha construcción tiene mayor influencia por el comportamiento de la propia construcción ya en servicio que por la obtención de materias primas y el proceso constructivo. No obstante, el empeño en mejorar la sostenibilidad en el periodo inicial de la actividad (corto plazo) mejorando los procesos de obtención de materias primas y el proceso constructivo, es una forma positiva de contribuir a alcanzar una mayor sostenibilidad y en este sentido, es un ejercicio de responsabilidad social. En definitiva, una construcción hecha en concreto será más sostenible cuando:

- Todo el proceso, tanto la obtención de materias primas como el propio proceso constructivo, se desarrolle bajo un sistema de gestión medioambiental, certificado voluntariamente
- Se utilicen cementos con adiciones.
- Se utilicen cementos producidos bajo directrices que emanan de marcos jurídico-administrativos fundamentados en el cumplimiento del Protocolo de Kyoto.

- Se utilicen cementos obtenidos por procesos que incorporen materias primas que produzcan menos emisiones de CO₂.
- Se usen cementos obtenidos por procesos que incorporen materias primas que necesiten menos temperatura de cocción se utilicen cementos obtenidos consumiendo menos energía proporcionada por combustibles primarios (fósiles), empleando combustibles alternativos no fósiles.
- Existan cementos obtenidos por procesos que consumen, valorizándolos, residuos industriales o de cualquier otro tipo, disminuyendo los volúmenes de vertedero se utilicen, para la fabricación del concreto, áridos procedentes de procesos de reciclado.
- Se recuperen zonas de cantera, después de realizar en ellas las

correspondientes actividades de tipo extractivo

- Se utilice para la fabricación del concreto, agua reciclada
- Se optimice la calidad del concreto y se reduzca la cuantía de las armaduras.
- Se reduzca el consumo de materiales de modo compatible con el cumplimiento de las exigencias de durabilidad se emplee concreto de calidad tal que permita alargar la vida útil de las construcciones la reglamentación de seguridad y salud en el trabajo regule todas y cada una de las actividades desarrolladas durante todos los procesos y se impulse la erradicación de accidentes.
- Cuando la innovación de los procedimientos aumente la productividad, la competitividad y la eficiencia en el acceso del usuario a las construcciones. **C**

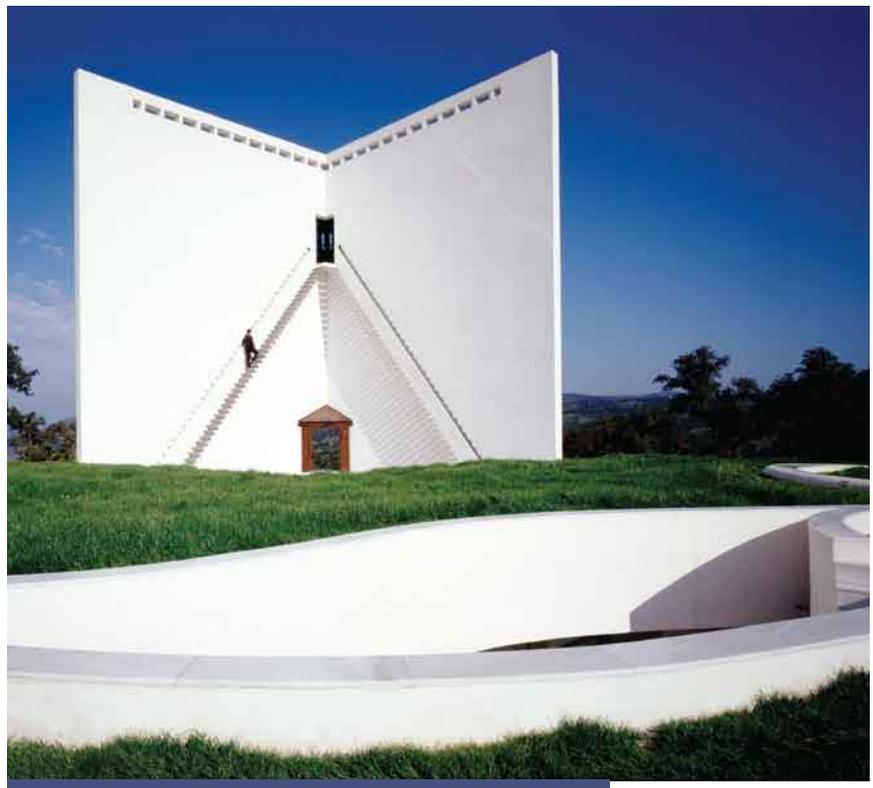


Foto: Fernando Alda

La obra de Emilio Ambasz destaca por su espléndida relación entre concreto y naturaleza.



imcyc

INSTITUTO MEXICANO DEL
CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.

www.imcyc.com

Un mundo de soluciones en concreto

Asesorías Técnicas

Servicios de laboratorio

Publicaciones

Membresías

Enseñanza, Capacitación y Certificación

Los mejores expositores internacionales

Para capacitarse y mantenerse al día, visite nuestra página web y seleccione el programa de su interés

- Seminarios impartidos en México y América Latina
- Conferencias
- Cursos de capacitación
- Programas de certificación, entre otros

OFICINAS

Av. Insurgentes Sur Núm. 1846 Col. Florida C.P. 01030
Deleg. Alvaro Obregón México, D.F.
Tel.: 01 (55) 5322 5740 Fax: 01 (55) 5322 5743
Email. imcyc@mail.imcyc.com

LABORATORIO

Constitución Núm. 50 Col. Escandón C.P. 11800 México, D.F.
Tel.: 01 (55) 5276 7200

Poco se reflexiona sobre los procesos que hay detrás de la construcción de un inmueble o una obra de infraestructura. La mayoría observa cómo, al paso de las semanas, un espacio desierto se convierte en una telaraña de ladrillos, varillas, acero y concreto, pero pocos recapacitan en la labor de las empresas que deben verificar la calidad de cada uno de los productos utilizados o en la de aquellas que se encargan de realizar estudios topográficos o de mecánica de suelos.

Para contextualizar la situación conviene acotar que a partir de 1950 se dio el *boom* de la

industrialización mexicana y con ello la construcción de numerosas obras de vivienda e infraestructura. Claro está que cada una de estas obras debía ser supervisada desde la misma concepción de los proyectos, sin olvidar que los materiales a utilizar también debían ser analizados para estar seguros de su calidad. Esta labor la hacían los pocos laboratorios que existían en la época, muchos pertenecientes a organismos oficiales.

A pesar de existir una fuerte oposición de los grupos ya establecidos, con el tiempo surgieron algunos laboratorios independientes que ofrecían sus servicios a todo tipo de constructoras. Los

opositores, férreos defensores de sus intereses no cesaban en propagar que la participación de estas nuevas empresas comerciales era innecesaria.

Por su parte, los proveedores de material, acostumbrados a tratar con la burocracia oficial, resentían el trabajo hecho en los laboratorios independientes porque muchos de los materiales eran rechazados por su falta de calidad. Al mismo tiempo, el propietario de la obra consideraba que estaba de más gastar en este tipo de servicios y confiaba más en la postura del constructor y el proveedor, quienes habitualmente formaban una dupla de intereses difícil de traspasar.

La importancia de los laboratorios

Juan Fernando González G.

Retrato: Luis Méndez.

Los diversos materiales de la construcción deben ser analizados meticulosamente por laboratorios; de ahí la importancia de la ANALISEC.



La unión hace la fuerza

Tras muchas peripecias, el 30 de enero de 1971 se constituyó la Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción (ANALISEC), una entidad sin fines de lucro que tiene el propósito de ofrecer alternativas a los constructores y analizar los problemas comunes de sus asociados, todo ello para contar con obras de calidad.

El camino recorrido ha sido complicado pero hoy, tras 37 años de existencia, "somos un organismo sumamente prestigiado y una opción para muchos contratistas

que, por su propia naturaleza, no tienen la capacidad para tener un laboratorio propio". Así lo refiere el ingeniero civil Rubén Álvarez Basaldúa, presidente de ANALISEC desde enero de este 2008. Reconoce que, efectivamente, "antes, cuando se creaba una obra había laboratorios que eran propiamente del constructor, por lo que eran juez y parte; es por ello que surgió la necesidad de que hubiera laboratorios independientes".

"El organismo que presido—dice el especialista en mecánica de suelos por la Universidad Autónoma de Querétaro—, tiene un prestigio ganado a pulso, a tal grado que

hoy tenemos en nuestro seno a más de 170 empresas a nivel nacional, muchas de las cuales participan en obras con instancias importantes como Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Comunicaciones y Caminos y Puentes Federales, por citar sólo algunas.

Nosotros encajamos en más de 37 de las más de 73 ramas que existen en la industria de la construcción y nos consideramos corresponsables de una obra ya que participamos en las áreas de planeación, diseño, verificación y control de calidad; es por ello que buscamos que cada proyecto sea duradero.

Principales servicios de ANALISEC

- Asesoría técnica para mejorar las instalaciones y servicios de los asociados.
- Material de apoyo para capacitación de personal.
- Acceso a normas mexicanas.
- Divulgación de los aranceles de ANALISEC.
- Presencia en el directorio de ANALISEC.
- Asesoría para acreditamiento ante la ema.
- Participación en cursos y seminarios.
- Asesoría y apoyo en trámites oficiales en caso de laboratorios foráneos.

Siempre estamos preocupados por estar al tanto de las nuevas tecnologías y conocer las herramientas que nos brinda la industria de la construcción”, abunda el entrevistado, quien establece que esta información surge primordialmente de las reuniones anuales de sus agremiados. El encuentro de este año se desarrollará el 24, 25 y 26 de septiembre, en la ciudad de Chihuahua.

Paso a paso

Los laboratorios asociados a ANALISEC tienen como fin acreditarse bajo la norma 17025 de la Entidad Mexicana de Acreditación (ema), la cual identifica los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, por lo que un laboratorio que cuente con este tipo de reconocimiento tendrá un sistema de calidad a toda prueba.

ANALISEC, dice su presidente, “también participa activamente en el Organismo Nacional de



Foto: Yolanda Bravo

Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE) porque creemos que nuestra experiencia es valiosa para la creación de reglas que beneficien a la industria y a la sociedad en general”.

Como puede apreciarse, el trabajo de este tipo de entidades es fundamental en la cadena productiva de la industria de la construcción, toda vez que participan prácticamente en cada uno de los procesos de la obra. El ingeniero Álvarez Basaldúa tiene esta percepción por partida doble. Por un lado, como presidente de

ANALISEC, y por el otro como propietario de la empresa Geotecnia en Construcción y Calidad, con sede en la ciudad de Querétaro.

Los laboratorios, dice el entrevistado, “tienden

a especializarse en algunos de los procesos constructivos, pero hay algunos que se consideran corporativos y son capaces de intervenir en cada paso de la obra. En general, los laboratorios pueden participar en los estudios de mecánica de suelos y en los de topografía, lo cual requiere, por supuesto, de una visita previa al terreno para conocer las condiciones físicas de los ensayos que se van a hacer, es decir, el nivel de desplante de la estructura, el diseño de cimentación y la capacidad de carga del terreno, elementos indispensables para que el estructurista pueda hacer su trabajo.

Ya en la etapa propia de la construcción, las empresas de este tipo se relacionan con el control de calidad: muestreo de concreto hidráulico y acero de refuerzo para cimentación, anclas, y todo lo que son muestreos de compactaciones de los terraplenes, de rellenos de confinamiento o de mejoramiento que tu vayas a hacer en esa etapa. Posteriormente, en la estructura del edificio se repite el control del concreto y el acero de refuerzo, pero también se vigilan otros materiales de construcción como son tabiques, block y mortero, al tiempo que se estudian elementos como columnas, cadenas de desplante, zapatas de cimentación y losas macizas”, señala.

Más vale prevenir

Los asociados a ANALISEC, en su mayoría, son propietarios de empresas medianas que tienen en sus filas entre 20 y 30 empleados. Así lo refiere el directivo, quien establece que “la inversión que supone la utilización de los servicios de cualquiera de sus agremiados en el universo total de una obra es del 2% (considerando que el proyecto sea público). En el caso de la inicia-

Mesa Directiva ANALISEC

- **Presidente:** Ingeniero Rubén Álvarez Basaldúa.
- **Vicepresidente:** Ingeniero David Armenta.
- **Secretario técnico:** Ingeniero Antonio Ortiz.
- **Secretaria administrativa:** Licenciada Patricia Huerta.
- **Tesorero:** Licenciado Javier Herrera.
- **Gerente Administrativo:** Ingeniero Juan Luis Lucio.
- **Secretaria ejecutiva:** Érika Saucedo.

tiva privada hay un mayor margen de flexibilidad y los costos pueden llegar al 5%, aunque, sentencia el presidente de ANALISEC, como no tenemos una cultura de calidad a mucha gente se le hace excesivo el costo y quieren que se reduzca todavía más”, asegura.

“Los laboratorios ganamos por el volumen, por lo que tratamos de tener cinco, seis obras o más para ser rentables. Si hablamos de una carretera, por ejemplo, el trabajo puede llegar a significar un pago de 13 millones de pesos, cantidad muy buena para un laboratorio, y si uno de nuestros socios consigue una obra de ese tipo, y otras de obra privada, entonces puede considerar que su actividad es rentable y remunerable”, afirma.

Tecnología de primera

La gran mayoría de los laboratorios ligados a ANALISEC cuentan con la tecnología de punta que exige el mercado nacional, por lo que todos pueden garantizar resultados rápidos y confiables. En la actualidad, los socios se preparan para enfrentar el reto que significa la puesta en marcha del Plan Nacional de Infraestructura, toda vez que esperan tener una



participación del 11% en ese tipo de obras.

El directivo y empresario luce firme en sus convicciones y no duda que su gestión ayudará a que su organismo se fortalezca. “Somos una sociedad que trabaja

con todos los sectores de la industria de la construcción, y en el caso particular de la industria cementera, puedo decir que nos identificamos por completo porque compartimos la búsqueda de los estándares de calidad más altos. Este sector está plenamente acreditado y tiene los mismos objetivos que nosotros; obviamente ellos son más exigentes porque venden productos certificados para un cliente, pero nosotros nos beneficiamos de su experiencia y nivel técnico, a tal grado que muchas de las cementeras son patrocinadoras de nuestros encuentros. Quizá no haya los suficientes laboratorios para cubrir la demanda que requiere la obra actual, pero estamos preocupados en hacer que los nuevos adopten la cultura de la calidad que se requiere para que demos solución a la demanda.

Somos una institución en donde nos preocupamos de la capacitación y tenemos una gran relación con universidades y con organismos tan importantes como el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto y el American Concrete Institute, lo cual es la base para formar cuadros de técnicos y profesionales de primer nivel, algo que nos hace mucha falta”, concluye. **c**

Objetivos de la asociación

- Difundir los beneficios que representa la ejecución de ensayos de laboratorio para la calidad y funcionamiento de las obras de ingeniería.
- Promover ante las autoridades correspondientes la aceptación y el reconocimiento de los laboratorios miembros de la asociación.
- Auxiliar a las autoridades en la formulación y cumplimiento de las normas y reglamentos de construcción.
- Establecer relaciones profesionales entre los laboratorios con actividades afines.
- Promover investigaciones conjuntas e intercambio de experiencias de interés común entre los asociados.
- Contribuir a elevar el nivel técnico de los asociados.
- Evitar la competencia desleal.
- Apoyar a los asociados en los asuntos de carácter técnico y legal.
- Promover convenios de cooperación mutua con otras asociaciones, universidades e instituciones afines.

Para mayor información:
www.analisec.org

XVI CONGRESO NACIONAL

DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL

CURSOS

Durabilidad de estructuras de concreto Diseño por desplazamiento de edificios

Del 6 al 8 de noviembre
de 2008

Veracruz, Veracruz,
Hotel Galería Plaza
Brisas Hoteles & Resorts

INFORMES E INSCRIPCIONES

Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural, A.C.

Sra. Ana María Nasser
Camino a Sta. Teresa No. 187
Col. Parques del Pedregal
Delegación Tlalpan
14010 México, D.F.
Teléfono: (01 55) 56 65 97 84
Fax: (01 55) 55 28 59 75
E-mail: smie1@prodigy.net.mx
Página web: www.smie.org.mx

Ver información en:
www.smie.org.mx

- 120 presentaciones orales
- Exposición Técnico-comercial
- VI Concurso Nacional de Tesis de Licenciatura
- IV Concurso Nacional de Tesis de Maestría

Con el patrocinio de:



Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural, A.C.

CONFERENCIAS MAGISTRALES

1. **Enrique T. Bazán Zurita**
"Estudios analíticos sobre diseño de estructuras de mampostería"
2. **José Calavera Ruíz**
"Intuición vs. cálculo estructural"
3. **Helmut Krawinkler**
"Diseño contra colapso"
4. **Roberto do Lago Helene**
"Pasado y futuro del arte de diseñar estructuras"
5. **Eduardo Miranda Mijares**
"Hacia la implementación del diseño basado en desempeño"
6. **Amador Teran Gilmore**
"El papel de la innovación dentro del contexto de la ingeniería estructural"

CURSOS

- Durabilidad, patología y reparación de estructuras de concreto
- Diseño por desplazamiento de edificios

PREMIOS SMIE

Docencia
Investigación
Práctica profesional

CONCURSO DE MAQUETAS DE PUENTES



Foto: Cortesía Luis Rocha

Luis Rocha Marhén

(Segunda parte)

En la primera parte de este interesante artículo, nuestro Invitado especial brindó una introducción y señaló el caso de algunas investigaciones previas que se han dado en torno al tema que presenta en esta sección. Con el documento que presentamos, finaliza su valiosa colaboración.

Sobre la normatividad y filosofías de diseño, con base en los resultados de investigaciones experimentales y analíticas desarrolladas en los últimos cuarenta años, se ha podido determinar que la filosofía de diseño para estructuras presforzadas, o bien, parcialmente postensadas, no resulta tan diferente de aquella considerada para estructuras de concreto reforzado tradicional.

El uso de presfuerzo no adherido en la edificación

Para el caso específico del criterio para diseño sismo-resistente de este tipo de sistemas estructurales, conviene decir que el mecanismo de falla deseado es el mismo que el que se plantea en la reglamentación para estructuras de concreto reforzado, trabe débil y columna fuerte. En este caso resulta claro que es aceptada la conformación de articulaciones plásticas en los extremos de las trabes, por lo que explícitamente se acepta la demanda de ductilidad tanto a nivel de la sección transversal, como a nivel global.

La aceptación acerca de la presencia de ductilidad global en las estructuras donde existen elementos presforzados, o parcialmente presforzados, implica la aceptación de comportamiento dúctil y disipación de energía por daño, entre otras características esenciales de los sistemas estructurales para lograr comportamientos adecuados ante la incidencia de sismo. Por lo tanto, el criterio de diseño considerando un factor de comportamiento o ductilidad Q que permite la reducción de las fuerzas laterales para diseño por sismo, resulta aplicable; sin embargo, la pregunta es: ¿Qué valor de Q se puede usar para estructuras presforzadas o parcialmente presforzadas? Parte de la respuesta la presenta el maestro en Ingeniería Reyes J. (2005).

En el trabajo de Reyes se plantea que el factor de comportamiento sísmico Q y la ductilidad " μ " del sistema se encuentran relacionadas (Chopra, 2001). De un estudio que

establezca las relaciones entre las resistencias laterales requeridas, para lograr niveles de ductilidad global prefijados representativos de sistemas estructurales de concreto reforzado tradicionales y sistemas con elementos presforzados, se puede establecer una propuesta para definir los valores del factor de comportamiento por sismo Q para éstas últimas a partir de los valores considerados para las estructuras tradicionales.

Así, a partir del espectro para diseño por sismo empleado para estructuras de concreto reforzado, se podrá determinar el espectro reducido para una estructura presforzada con base en los factores " Q_{CR} " obtenidos considerando que la estructura es de concreto reforzado, y un parámetro que relaciona

las resistencias laterales requeridas para estructuras presforzadas y de concreto reforzado, denominado F_{CP} . Así, el factor de comportamiento por sismo para una estructura presforzada se puede representar, de acuerdo a Reyes como:

$$Q_{PC} = \frac{Q_{CR}}{F_{CP}}$$

Entonces, la fuerza lateral para diseño por sismo para estructuras con elementos presforzados (FL-DPC) se puede obtener como:

$$F_{LDPC} = \frac{F_E \cdot F_{CP}}{Q_{CR}}$$

donde: F_E es la fuerza lateral de diseño (ordenadas espectral) obtenida a partir del espectro reglamentario,

Nuestro invitado

Luis Rocha Marthén es ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (1979). Obtuvo el certificado de estudios superiores en estructuras de L'Ecole Nationale des Travaux Publics de L'Etat, en Lyon, Francia, donde sostuvo su tesis sobre el efecto de la no adherencia de los cables de presfuerzo sobre el momento resistente de las trabes postensadas del puente de L'Azergues, de la autopista París-Lyon. Posteriormente obtuvo el diploma de especialización en estructuras reforzadas y presforzadas en el Centre des Hautes Etudes de la Construction. Tiene 26 años de experiencia en el proyecto y ejecución de estructuras postensadas. Es socio fundador de Postensados Mexicanos, empresa especializada en la aplicación del presfuerzo en la edificación.



y Q_{CR} , es el factor de comportamiento para una estructura de concreto reforzado convencional de las mismas características de la que se desea diseñar con presfuerzo.

El criterio presentado en el trabajo de Reyes (2005), coincide sustancialmente con la propuesta para diseño por sismo de estructuras de concreto reforzado prefabricadas que establece el Código de la Unión Europea (ES, 2003) y lo mencionado por el profesor Park.

En el mismo trabajo de Reyes, considerando ductilidades globales de 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0, se determinaron los valores del F_{CP} para estructuras de diferentes características en la relación presfuerzo y acero de refuerzo; para estructuras parcialmente presforzadas, el factor F_{CP} se recomienda igual a 1.3, y para estructuras totalmente presforzadas el valor recomendado de F_{CP} resulta igual a 1.8.

Debe mencionarse que los valores obtenidos por Reyes resultan conservadores, dado que para valores de ductilidad global del orden de tres o menor (valores establecidos en las recomendaciones Japonesas para diseño de estructuras de concreto parcialmente presforzadas, AIJ, 2003), los valores del factor F_{CP} , tanto para estructuras parcialmente presforzadas, como presforzadas, resultan iguales a 1.2 y 1.5, respectivamente.

La información obtenida a partir de estudios de investigación experimental ha permitido que existan algunos códigos para diseño de estructuras presforzadas y parcialmente presforzadas, sujetas a cargas tanto verticales, como a cargas sísmicas.

Desde el punto de vista del diseño sismo-resistente, los códigos se avocan a proponer limitantes en los índices de refuerzo, esto con el propósito de lograr ductilidades

seccionales importantes, según la normatividad Japonesa y Neozelandesa, del orden de 6.0 (Park y Thompson, 1976, AIJ, 2003) y, por lo tanto, esperar ductilidades globales de desplazamiento del orden de 4.0 (Muguruma y colaboradores, 1980).

Las recomendaciones para diseño por sismo de elementos postensados que actualmente se mencionan en los reglamentos de Estados Unidos de América, Nueva Zelanda, Australia y Japón, se han resumido en la Tabla 1.

En esta Tabla se indican los valores de los contenidos de acero máximos para solicitaciones sísmicas pudiéndose observar que los valores comunes resultan del orden del 20% y 30% como lo había indicado Park hace casi 40 años.

Finalmente, para el proceso de diseño considerando niveles de ductilidad seccional predeterminadas, resulta necesario contar con herramientas que permitan calcular el parámetro ductilidad para cualquier tipo de configuración geométrica, con cualquier relación entre cuantía de acero de refuerzo y cuantía de acero de presfuerzo, o bien, para cualquier valor de la relación establecida entre la contribución a la resistencia por flexión proveniente del acero de refuerzo y aquella proveniente del presfuerzo. Asimismo, es importante mencionar que el conocimiento de las ductilidades seccionales permite la determinación de la capacidad al giro teórico de la rótula plástica esperada en marcos dúctiles y poderla comparar contra el giro calculado.

Conclusiones

Tomando en cuenta los trabajos de investigación realizados a la fecha así como las propuestas de algunos de los reglamentos para

Tabla 1

Resumen del contenido de acero máximo en diferentes reglamentos.

REGLAMENTO	CONTENIDOS DE ACERO												
ACI-318-05	$\omega_p \leq 0.32 \beta_1$												
IBC - 2003	$I_p \leq 0.25$												
NZS-3101-2002 Nueva Zelanda	$\frac{X_c}{D} \leq 0.20$ Zona de compresión sin confinar $\frac{X_c}{D} \leq 0.30$ Zona de compresión confinada												
AIJ - 2003 Japón	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Región</th> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite superior</td> <td>q_{cr}</td> <td>$1.1 q_{cr}$</td> <td>$1.2 q_{cr}$</td> </tr> <tr> <td>Límite superior M_{cr} / M_u</td> <td>0.60</td> <td>0.65</td> <td>0.70</td> </tr> </tbody> </table> $q_{cr} = \frac{\text{Fuerza de Tensión}}{bDf_c}$	Región	I	II	III	Límite superior	q_{cr}	$1.1 q_{cr}$	$1.2 q_{cr}$	Límite superior M_{cr} / M_u	0.60	0.65	0.70
Región	I	II	III										
Límite superior	q_{cr}	$1.1 q_{cr}$	$1.2 q_{cr}$										
Límite superior M_{cr} / M_u	0.60	0.65	0.70										
AS-3600-2004 Australia	$q_t = \frac{\text{Fuerza de Tensión}}{bdf_c} \leq 0.20$												
RCDF-2204	No hay recomendación												

diseño de elementos de concreto presforzado y parcialmente presforzado, se puede concluir que resulta técnicamente viable el uso de sistemas estructurales de concreto en los que se emplee elementos parcialmente presforzado, e incluso totalmente presforzados para construcción en regiones de sismicidad media y alta. Resulta claro que ningún precepto de las filosofías para diseño, ya sea ante cargas verticales y/o laterales provocadas por sismo, difiere radicalmente entre las estructuras de concreto reforzado tradicional y aquellas en las que se considera el uso de presfuerzo, ya sea total o parcial.

Como debe ser con cualquier tipo de sistema y material estructural, el proceso de diseño y construcción de edificaciones en las que se emplee presfuerzo deberá ser cuidadoso y supervisado. Para el análisis y diseño de los elementos aislados se deberá contar con las herramientas adecuadas que permitan proponer geometrías y características mecánicas de las secciones transversales de tal modo que el profesional del diseño tenga conocimiento de los niveles de ductilidad local de curvatura que puede llegar a alcanzar en la condición última la sección propuesta.

Tomando en cuenta que no existe información generada en México relacionada con el comportamiento de elementos y estructuras de concreto en las que se emplee presfuerzo total o parcial, se considera importante promover la investigación tanto experimental, como analítica, relacionada con el tema. **C**

Nota:

El autor expresa su agradecimiento al dr. en Ing. Óscar López Bátiz. por sus valiosos consejos y desinteresados comentarios en la parte de comportamiento sísmico de estructuras parcialmente postensadas.

Bibliografía:

- Antoine E. Naaman, *Prestressed Concrete Analysis and Design, Fundamentals*, McGraw-Hill Book Company, New York 1982.
- American Concrete Institute (ACI, 1999), *State-of-the-Art Report on Partially Prestressed Concrete*. ACI 423.5R-99. Joint ACI-ASCE Committee 423, pp. 37.
- American Concrete Institute (ACI, 2002), *ACI Committee 318 Building Code Requirements for Reinforced Concrete*. ACI 318-02.
- Architectural Institute of Japan (2003), *Recommendations for Design and Construction of Partially Prestressed Concrete (Class III of Prestressed Concrete) Structures (in Japanese)*, AJJ February, 2003, pp. 322.
- European Standard (2003), *Eurocode 8 Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*. Ref. No. prEN 1998 1:200, pp. 224.
- Hayashi M., Okamoto S., Otani S., Kato H. and Jinhua F. (1995), *Earthquake response of an eleven-story precast prestressed concrete building by substructure pseudo dynamic test*, 12th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 22236/A/ST 38. 2000, pp. 8.
- International Building Code 2003*. International Code Council.
- Kato H., Ichisawa Y., Takamatsu K., and Okamoto N. (2000), *Earthquake response of an eleven-story precast prestressed concrete building by substructure pseudo dynamic test*, 12th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 22236/A/ST 38. 2000, pp. 8.
- Muguruma H., Watanabe F., and Fukai S., *Behavior of class 3 Partially Prestressed Concrete Beam under Reversals Cyclic High Over-Load*, Proceedings of FIP Symposium on Partial Prestressing, Federation Internationale de la Precontrainte (FIP). London, Sept 1980., pp. 118-127.
- Ozden S. and Ertas O. "Behavior of unbounded, postensioned, precast concrete connections with different percentages of mild steel reinforcement", *PCI Journal*, march-april 2007, pp. 32 – 44.
- Park R. y Paulay T. (1991), *Estructuras de concreto reforzado*, Limusa, pp. 796.
- Park R. and Thompson K. (1976), *Some recent research in New Zealand into aspects of the seismic resistance of prestressed concrete frames*, Proceedings of the 12th New Zealand Prestressed Concrete Institute Annual Meeting, 1976, pp. 98-108.
- Reyes J., *Espectros inelásticos para estructuras precoladas y presforzadas de concreto*. Tesis de Maestría, UNAM. 2005, pp. 158.
- Standards Association of New Zealand: 2004, *Code of Practice for the Design of Concrete Structures*.
- Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación. *Losas Postensadas en Edificación*, Sesión Técnica Monográfica, 2004.
- ACI-ASCE Committee 423: ACI 423.3R-05, Jun 2005, *Recommendations for concrete members with unbonded tendons*.
- Antoine E. Naaman, August 2005, *Concrete Cracking Workshop*, Evanston, University of Michigan.
- Bijan O. Alami, "Design of post tension members in bending, using ACI-318-02", *ADAPT Technical Notes*, 2005.
- Bijan O. Alami, "Design of concrete floors with particular reference to post tensioning", *PTI Technical Notes*, January 2001.
- Bijan O. Alami, "Non prestressed bonded reinforcement in post tension building design", *ADAPT Technical Publication*, february, 2001.
- AS-3600-2001 Australian Standards: *Concrete Structures*, 2001.
- A. Palermo, S. Pampanin, A. Buchanan, M. Fragiaco, B. Deam, *Code Provisions for seismic design of multi-storey post-tensioned timber buildings*, International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Meeting Thirty-Nine, Florence Italy, august, 2006.
- ACI Committee 318, American Concrete Institute, ACI-318-05, *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. 2005, 430 pp.
- Michael P. Collins, Denis Mitchell, *Prestressed Concrete Structures*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1991.
- Nawy, Edward G. *Prestressed Concrete a Fundamental Approach, Fifth Edition*, Pearson Prentice Hall, Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2006.
- R. Park. *Partially Prestressed Concrete in Seismic Design Frames*. Proceedings of FIP Symposium on Partial Prestressing, Federation Internationale de la Precontrainte (FIP). London, Sept. 1980, pp. 105-117.
- A.E. Naaman, M. H. Harajli, J.K.Wight, "Analysis of Ductility in Partially Prestressed Concrete Flexural Members", *PCI Journal*, may-jun 1986. pp. 64-87.
- Chopra A.K., (2000), *Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering*, Prentice Hall, pp. 844.
- Otani S., (1981), "Hysteresis models of reinforced concrete for earthquake response analysis", *Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokyo (B)*. Vol.XXXVI, No.2. pp. 125-159.

CON INFORMACIÓN MUY VALIOSA



www.oficemen.com

Resulta de gran interés acercarse a la página web de Oficemen, la Agrupación de Fabricantes de Cemento de España, una asociación empresarial de naturaleza privada y de carácter técnico profesional, sin fines de lucro, la cual fue creada en 1931. Integra de manera voluntaria, a las empresas españolas dedicadas a la fabricación de cemento artificial con producción propia de clinker.

En su página podemos conocer aspectos generales de la agrupación, organigrama, explicaciones técnicas sobre el cemento, temas medioambientales –como los de cambio climático, política medioambiental o sobre contribución al medio ambiente–. También presenta información sobre tópicos de energía, de seguridad y salud, datos estadísticos, asuntos de certificación ambiental, sobre valorización de residuos, datos

coyunturales, estadísticas y demás información que le ayudarán a tener un panorama general bastante acertado, de la industria cementera en España. También destaca su sección de Noticias donde se dan a conocer las principales actividades del sector de ese país europeo. **C**

NUEVA CARA DE REVISTA HERMANA



www.cemento-hormigon.com

cientemente fue renovada la página web de la prestigiosa revista *Cemento Hormigón*. El nuevo formato resulta más atractivo, sin duda alguna, además de facilitar más su accesibilidad con el fin de mantener mejor comunicado al cyberlector. Lo que no cambia es que sigue siendo una herramienta de trabajo de suma importancia para todos los interesados en el cemento, el concreto y sus aplicaciones.

Entre los cambios que podemos ver en su nuevo portal es que se destacan más las fotografías además de que existe un menú que da acceso a la versión en español y otra en inglés; cabe decir que ambas secciones son idénticas. Asimismo, en esta nueva versión virtual de la revista, se presentan con la portada

del número de la revista en el cual se publicaron. Los ejemplares extraordinarios, por su valor, tienen una sección propia. Por su parte, los artículos destacados de la revista dan una idea general, bastante concisa, de la información y calidad que brindan. Resulta importante la sección dedicada a la Agenda, en la cual se puede uno mantener informado acerca de los eventos a desarrollarse próximamente. Se pueden saber también las novedades del sector cementero y de sus industrias afines. Felicidades a los generadores de esta importante revista por su cambio de imagen. **C**

50 años

XIX

Encuentro Nacional del la Industria del Concreto

15 al 18 de Octubre 2008

Hotel Meliá Azul Ixtapa



Bld. Adolfo López Mateos No. 1135
Col. San Pedro de los Pinos
Del. Álvaro Obregón, México, D.F. 01180
01-(55)52729011 01-(55)52728981
amicpac@prodigy.net.mx
www.amicpac.org.mx



Chiapas 130 Bis Col. Roma Norte,
México D.F. 06700
TEL. 85 96 69 11 / 12
85 96 99 14 / 15
www.seicotcongresos.com

Mejores prácticas de construcción para pavimentos de concreto

Shiraz Tayabji¹

El Foro Internacional de Infraestructura en Concreto del IMCYC tuvo entre sus invitados al dr. Shiraz Tayabji. He aquí una síntesis de su ponencia.

La evolución del pavimento de concreto como producto de las mejoras en tecnología de diseño, construcción y materiales, ha hecho de éste una de las estructuras más exitosas. Para 1900, la vida de un pavimento era de 1 año. En 1920 se diseñaba para una vida de 10 años. Para 1960 tenía una expectativa de vida de 20 años y en el 2000, de 40.



Tipos y características del pavimento de concreto

Existen pavimentos de concreto con juntas (que es el más popular), de concreto reforzado continuo, de concreto compactado con rodillos, de concreto presforzado en fase experimental así como los paneles de concreto prefabricado. También están las capas delgadas de concreto sobrepuestas –para reparación de pavimentos de asfalto dañados– así como el novedoso concreto permeable.

En los pavimentos de concreto simple con juntas la distancia de ésta se halla dentro de los 4.6 m, con un espesor de losa de 15 cm en calles, de 20 a 50 cm en caminos secundarios y de 30 a 35 cm en sistemas primarios e interestatales. Tienen pasajuntas para un volumen medio/pesado de camiones. La cuantía de acero varía entre 0.65 a 0.80%

Acerca del especialista

Shiraz Tayabji es ingeniero civil por la Universidad de East Africa, en Nairobi Kenya, de donde es originario. Obtuvo el grado de doctor en ingeniería por la Universidad de Illinois. Es miembro emérito del Consejo de Investigación de la Transportación; expresidente de la Sociedad Internacional para Pavimentos de Concreto, socio del ACI y miembro activo de diversos comités técnicos de la TRB, ASTM, y de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. También es consultor senior en Fugro Consultants, Inc. Ha trabajado por más de 30 años en el desarrollo, mejoramiento e implementación de tecnologías para pavimentos de concreto de autopistas y campos aéreos convirtiéndose en uno de los principales expertos y líderes en el tema.



¹ La traducción de la ponencia fue de la ing. Laura Suárez Medina. La síntesis de la misma del ing. Raúl Huerta.

Los pavimentos de concreto presforzado, colados en sitio, o prefabricados se aplican en pavimento para tráfico pesado. Las capas sobrepuestas de concreto sobre un pavimento de asfalto, o de concreto o pavimento compuesto son de dos tipos: sobrepuestas adheridas y sobrepuestas sin adherir.



Fallas del pavimento

Un pavimento de concreto puede fallar por el agrietamiento transversal típico de una edad temprana, por el desplazamiento vertical o escalonamiento, por la rugosidad y textura, por su construcción y por servicio, entre otras causas. Tiene una vida útil de 40 años para sistemas primarios y 20 años, para secundarios.

Los pavimentos soportan las cargas por medio de la rigidez del concreto. La carga se distribuye sobre una gran área y mantiene las presiones sobre la capa subrasante inferior. Los esfuerzos y deformaciones se presentan en los pavimentos de concreto a temprana edad. Cabe decir que el pavimento se verá afectado por su comportamiento en servicio; es decir, por las cargas de tráfico, deflexión de las losas y por una pequeña curvatura.

La fuente de los esfuerzos en las losas son las cargas de tráfico, las variaciones térmicas (día/noche), la curvatura por humedad, la contracción de la losa debida a la contracción por secado y el descenso de temperatura (sólo en edad temprana), además de que la losa se ve afectada por la restricción por fricción con la base.

Bases para el diseño del espesor

Los esfuerzos de borde y fatiga requieren de una resistencia a la compresión de ~30 Mpa y una resistencia a la flexión de ~4.5 Mpa. Para las deflexiones en la esquina/abombamiento/desplazamiento vertical, se requiere de un valor de k más alto (apoyo rígido) que bajará las deflexiones; la transferencia de cargas (pasajuntas) bajará las deflexiones por lo que es mejor una base no erosionable.

Los diferenciales de temperatura entre la parte superior y la parte inferior de la losa producen curvaturas en la losa y se expresan usualmente como gradientes lineales de temperatura. Efecto de los gradientes de temperatura en las losas (Curvatura). Cuando la parte superior es más caliente (gradiente positivo) se producen esfuerzos de tensión en la parte inferior de la losa de pavimento. Cuando la parte superior es más fría (gradiente negativo), los esfuerzos de tensión se presentan en la parte superior de la losa de pavimento). Los esfuerzos por temperatura en una base rígida provocan esfuerzos más altos e induce a un mayor riesgo de agrietamiento.

La curvatura por humedad es más importante en edad temprana, la diferencia de humedad entre la parte superior y la parte inferior de la losa (parte superior más seca) a edad temprana produce una

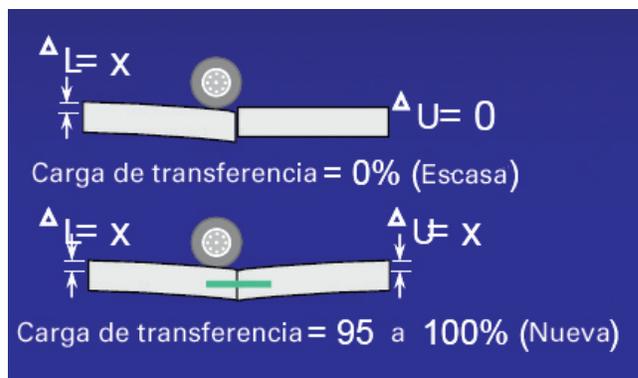
pérdida de humedad excesiva en la superficie debida a un mal curado puede llevar a la formación de curvatura en la losa – no recuperable. En servicio los 25 a 50 mm superiores están típicamente más secos que el resto de la losa. La parte inferior de la losa está usualmente más húmeda que la parte superior.

Los esfuerzos axiales de tensión son importantes en el comportamiento en edad temprana debido a que la pérdida de humedad en el concreto lleva a la contracción y un descenso de temperatura causa también contracción en la losa, la cual es resistida por la fricción en la base, y esta última crea esfuerzos de tensión en la losa. La introducción de juntas en la losa reduce la magnitud de los esfuerzos de tensión.

Comportamiento en servicio

El daño por fatiga del concreto depende del número permisible de cargas repetidas (N). El N permisible es alto si la relación de esfuerzo/resistencia es <0.5. La respuesta a las deflexiones de un pavimento dará un desplazamiento vertical o un escalonamiento y abombamiento. Las cargas en los bordes producen deflexiones críticas en el pavimento. Las deflexiones en esquina/junta son las más críticas.

La colocación convencional de las pasajuntas en una carretera dividida es de 12 pasajuntas a 30 cm-c. La transferencia de carga en las juntas es la capacidad de la losa de transferir parte de su carga a la losa adyacente, una mala transferencia de carga lleva al abombamiento y al desplazamiento vertical o escalonamiento. La transferencia inicial debe ser 90% o más cuando es nueva la losa y en condiciones de servicio debe ser >70-75%



Consideraciones de diseño para el pavimento de concreto

Las consideraciones se centran en la subrasante de apoyo, la base/sub-base, el tráfico, la resistencia del concreto, las juntas y en los requerimientos de desempeño como son: diseño de vida en servicio y nivel de servicio. Son importantes las características de la subrasante como son: cimentación sobre la cual se construyen el pavimento y la base así como sus características. El diseño primario de la subrasante es variable para el diseño de pavimentos de concreto. La medida de la resistencia del suelo a la presión vertical es una característica básica: $k = \text{presión/deflexión}$.

Base y sub-base

La primera es la capa localizada inmediatamente debajo de la losa de concreto. La segunda es la capa (por lo general granular) localizada inmediatamente debajo de la base.

Las funciones de la base/sub-base son: proteger la subrasante, prevenir el abombamiento, mejorar la respuesta del concreto de la losa, reducir las deflexiones en las juntas/grietas y mejorar el drenaje del pavimento, además de proveer de una plataforma estable para la construcción y lograr la rugosidad deseada. Los tipos principales de bases son: granulares sin tratar (agregados); estabilizadas (tratadas con asfalto o con cemento); permeables, sin tratar, tratadas (con asfalto o cemento) y las bases de concreto pobre.

Tendencias en Estados Unidos para la base y el drenaje

Es usada la base granular típica, para tráfico bajo a medio y la tratada, para tráfico medio a alto. En cuanto al drenaje, si existen problemas relacionados con la hu-

Por su versatilidad y precio

Los usos de pavimentos de concreto son elegidos para tráfico de alto volumen de camiones y áreas urbanas donde son necesarios pavimentos de larga vida (30 años). También se usan para pistas de aeropuertos, carreteras, calles, áreas de hangares así como para instalaciones fuera de carretera, puertos de contenedores y áreas de servicios de transportes (servicio inter-modal) y lotes de estacionamiento. Cuando se hace la selección del pavimento con base en un análisis del costo del ciclo de vida, los pavimentos de concreto son típicamente más baratos.



medad no se sustituye alta permeabilidad por estabilidad. Acerca del tráfico, deben considerarse los datos de entrada principales para el diseño de pavimentos, factores clave, tipos de ejes, carga de ejes, uso en el diseño y los datos del espectro de carga de ejes ESALs (equivalentes a la carga de eje sencillo).

Ejemplo de un espectro de carga

Carga de eje Kips (kN)	Número de ejes			
	Sencillo	Doble	Triple	Cuádruple
11-14 (42-92)	5,000	400	100	5
15-18 (67-80)	3,000	2,000	500	10
19-22 (85-98)	200	5,000	800	30
23-26 (102-116)	50	4,000	1,000	80
27-30 (120-133)	6	2,000	1,500	1000

Resistencia del concreto

Para el diseño del pavimento se requiere de una resistencia a la flexión, de una prueba de carga en los 2/3 del claro y de los valores típicos a los 28 días iguales a: 650–700 psi (4.5–4.8 Mpa).

Para la aceptación debe contarse con la resistencia a la compresión, a la flexión (menos común) así como la prueba de tensión por separación. Por su parte, el propósito de las juntas es para control del agrietamiento, facilitar la construcción y para estética y mantenimiento. El objetivo de la separación entre juntas es que estén suficientemente cerca para prevenir el agrietamiento a la mitad de la losa o suficientemente lejos para reducir los costos de las juntas.

Transferencia de carga en las juntas

Las pasajuntas para la mayoría de las carreteras son de un diámetro $D \geq 8$ pulg o $ESALs \geq 5$ millones y un diámetro mínimo de 32 mm, además de recubrimiento epóxico para control de corrosión. El sello de las juntas transversales se hace con el propósito de reducir la



CONSTRUCCIONES DEPORTIVAS

Estadio Chivas, Zapopan, Jalisco, México

Alto nivel de calidad en las estructuras aparentes

La construcción del nuevo Estadio Chivas sigue avanzando y acelerando su ritmo, mientras la afición aguarda la hora de estrenar la nueva cancha que será sede de uno de los equipos con más seguidores en México.

Con una arquitectura inteligente, será un estadio seguro y de fácil acceso, el cual garantizará la diversión y el bienestar de las familias que asistan. El cupo máximo será de 45,500 personas y con un área total de construcción de 198 mil m².

Está ubicado en el Bajío del Arenal, dentro del Centro de Cultura, Convenciones y Negocios JVC, y se planea que en noviembre de este 2008 se verá concluido.

El nuevo Estadio Chivas cumplirá con los más altos estándares nacionales e internacionales en términos de seguridad y todos los lugares ofrecerán una visibilidad perfecta al campo de juego.

La constructora ICA, quien tiene a su cargo la obra del Estadio, ha logrado grandes avances en distintos rubros, gracias a la fuerza de trabajo de más de 800 personas que laboran diariamente.

La participación de PERI en el proyecto del nuevo Estadio ha sido de gran relevancia debido a las altas exigencias tanto en tiempo como en calidad de acabados.

Las Macro-columnas con dimensiones de 1.7 m x 3.5 m x 4.5 m de altura fueron el principal reto ya que estos elementos verticales son los que soportan las losas de estacionamiento, las gradas y la cubierta del Estadio. Fueron resueltas con el sistema VARIO el cual logró cumplir con excelentes tiempos de ejecución, un fácil cimbrado y descimbrado de elementos y como resultado un acabado de concreto aparente, expuesto a todos los espectadores. Las maniobras con la grúa se tuvieron que efectuar lo más rápido posible debido al alto costo por hora de la misma grúa, logrando movimientos eficientes y seguros.

El muro Pantalla de escaleras se cimbró con sistema VARIO, al igual que las macro-columnas, la principal demanda es el acabado aparente. Las dimensiones del muro son 0.75 m x 4.9 a una altura de 4.5 m. La importancia de éste muro es que soporta las escaleras las cuales dan acceso a los diferentes niveles del Estadio.

Los 920 m² de superficie de losa con un espesor de 16 cm fueron resueltas con PERI Mesas Modul, el requerimiento fue no perder tiempo de armar y desarmar la cimbra para

cada colado por lo que la solución de MESAS propuesta por PERI fue la mejor opción ya que por medio del carro transportador se disminuyeron considerablemente tiempos para el movimiento de mesas en un mismo nivel además de resolver la demanda de no armar la losa en cada colado. Adicional se logró una gran limpieza en obra permitiendo circular de manera segura al personal.

El otro elemento constructivo en el que está participando PERI es la cimbra para trabe con un ancho de 0.4 m x 4.2 m de altura y con una longitud de 64 metros. En este caso el requisito es que la cimbra sea manual para mejor manejo del equipo por el personal. La solución fue PERI HANDSET dando como resultado un sistema manual, ligero y fácilmente operado por una sola persona. El clip HANDSET es el único elemento para todas las uniones de panel. Esto reduce en gran medida el número de piezas y facilita el rápido armado y movimientos sin necesidad de usar grúa.

El trabajo está siendo realizado de manera satisfactoria ya que se está cubriendo el principal requisito de acabado aparente en las estructuras. Los tiempos de ejecución se han superado dando como resultado ahorros en tiempo y utilidad económica.

PERI ha demostrado que sí es posible trabajar con eficiencia, rapidez y calidad.

Utilización de sistemas PERI

- Encofrado modular HANDSET
- Encofrado para pilares VARIO GT 24
- Módulos de mesas ●



INFORMES:

PERI Cimbras y Andamios S.A. de C.V.
Cimbras Andamios Ingeniería
Parque de las Américas
KM. 3.5 Carretera Jorobas – Tula, C.P. 54680
Huehuetoca, Estado de México
Tel.: +52 (01) 593 10 20 200
Fax: +52 (01) 593 10 20 201
info@peri.com.mx
www.peri.com.mx



Foto: www.guillena.org

infiltración de humedad e impedir el acceso a la junta. Este tópico es debatible.

Principales procedimientos de diseño

Los enfoques que se presentan son los de: la Guía AASHTO (1993), de la Asociación de Cemento Pórtland

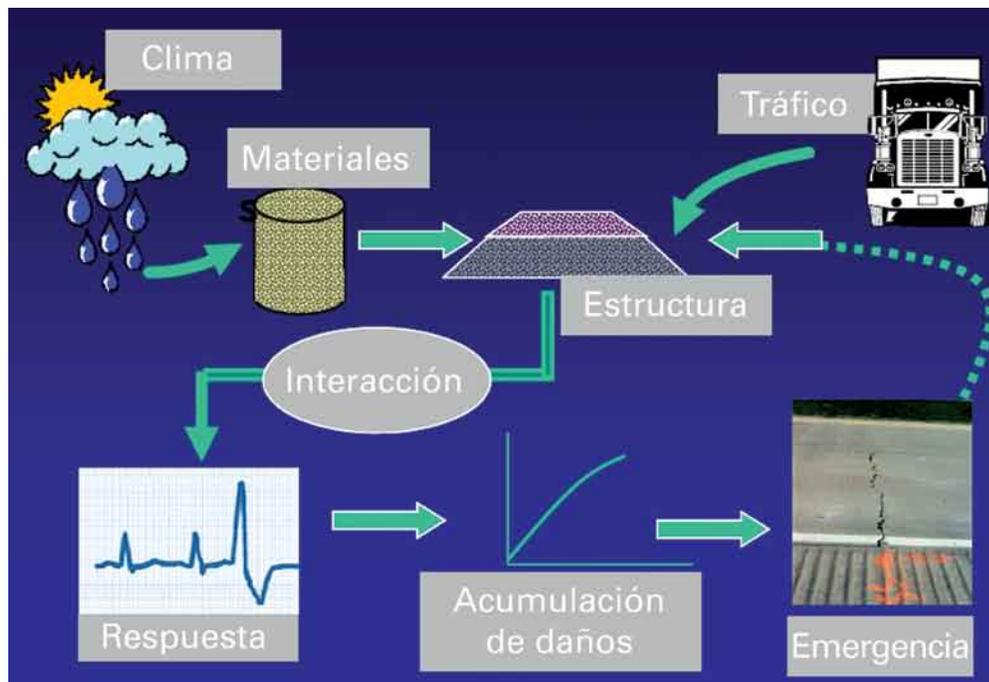
Por las excelentes expectativas

Las expectativas generales para los pavimentos son: larga vida por medio de su desempeño estructural; gran durabilidad; alta seguridad para evitar accidentes en clima húmedo y excelente rugosidad, para generar viajes confortables.

(PCA, 1984), Métodos regionales (EU y otros países) y de la Nueva Guía de EU para Diseño Mecánico Empírico de Pavimentos (2008).

El enfoque de la Guía AASHTO es de diseño estructural con atención limitada a características de diseño. Basados en materiales limitados, condiciones climáticas, cargas de tráfico y atención limitada a modos específicos de falla. Por su parte, el Diseño Mecánico Empírico emplea las respuestas mecánicas del pavimento como son esfuerzo, deformación y deflexión y las relaciona con indicadores clave de desempeño: agrietamiento, desplazamiento vertical, rugosidad y se calibra contra registros de campo.

El Proceso de Diseño Mecánico Empírico se apoya en datos del espectro de cargas de ejes (no ESALs). Considera los efectos del clima y se usan las propiedades de materiales actuales. Considera los tipos clave de falla y se tiene un enfoque en el incremento de daños.



Requerimientos para un desempeño de larga vida

- Desempeño estructural: una vida más larga, sin fallas mayores, sólo con una rutina de mantenimiento y reparación.
- Desempeño funcional: Seguridad, pocos accidentes por clima húmedo, rugosidad para viajes confortables, ruido-niveles aceptables.
- Costo más bajo del ciclo de vida por lo tanto costos más bajos de operación para los usuarios y menos retrasos y accidentes. ©

UN CUERVO DE CONCRETO



Texto y fotos: Gregorio B. Mendoza

En los inicios del siglo XX, Le Corbusier proyectó una serie de viviendas unifamiliares para un grupo de clientes que apostaban por la contundente idea del arquitecto autor de la "máquina habitable". Forma y contundencia pragmática a nivel constructivo esbozaban la búsqueda de quien naciera en Suiza bajo el nombre de Charles Edouard Jeanneret-Grís. Sin embargo, al llegar la posguerra el interés de éste cambiaría: su preocupación radicaba en dar soluciones dignas a las clases bajas a través de nuevos esquemas de vivienda que él mismo definió como rascacielos en desarrollo horizontal: unidades habitacionales.

Con esta idea comenzaría la construcción de la Unidad Habitacional de Marsella (1946-1952). Su planteamiento tomaba ventaja de los avances significativos que el concreto había obtenido a nivel ingenieril y fascinado por la capacidad de respuesta del material en la presa Hoover en Boulder, Colorado —digno de otro tema a detalle—, decide llevar al límite todas las posibilidades de éste en el terreno de la arquitectura haciendo énfasis en una expresividad cruda que al mismo tiempo, lo protegía del incipiente control de precisión en obra que se tenía por aquellos tiempos.

Con una crisis económica que se reflejaba en una carencia de viviendas en toda Europa, Le Corbusier decide utilizar el único material que por costo y factibilidad constructiva haría realidad un proyecto de esta tipología: un concreto presforzado que soporta un bloque de 137,10 m de longitud por 24,42 m de ancho y 56,87 m de altura con una planta baja libre en la cual se ubican dos filas de columnas que incrementan hacia la losa su sección y que dan sostén a los siguientes 18 niveles, permitiendo el paso de vehículos y personas al vestíbulo.

Al interior es contundente el manejo "brutalista" del material, los 23 tipos diferentes de departamentos no poseen ornamentación alguna más que la huella de las cimbras empleadas y los imperfectos resanes u oquedades originales que son visibles hasta la azotea habitable donde sobresalen dos prismas irregulares con carácter escultórico, la maquinaria de los elevadores, el gimnasio, la alberca, y una terraza que en conjunto formulan el objetivo de edificio auto eficiente en servicios.

Aún de pie y funcionando es importante mencionar que esta obra encomendada por el Ministerio de Reconstrucción francés, permitió en la década de los cincuenta, expandir progresivamente las posibilidades plásticas del concreto aparente, manejado con fines artísticos más que arquitectónicos. Si bien Le Corbusier se inspiró en otro grande del concreto llamado August Perret, fue el maestro Le Corbusier, quien inspiró a innumerables arquitectos de todo el mundo a emular el estilo brutalista y reconocer con él, la carga artística de este material gris. ©



ÍNDICE DE ANUNCIANTES

CICM	2ª DE FORROS
SMIE	3ª DE FORROS
EUCOMEX	4ª DE FORROS
EXPO CIHAC	1
CMIC	43
KEMIKO	51
SMIE	55
AMIC	61

REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS

LANXESS	36
PERI	65

En la revista Construcción y Tecnología toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, puntos de vista y especificaciones que éstos expresan. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., no asume responsabilidad de naturaleza alguna (incluyendo, pero no limitando, la que se derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etcétera) por la aplicación de principios o procedimientos incluidos en esta publicación. Las colaboraciones se publicarán a juicio del editor. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización por escrito del editor. Construcción y Tecnología, ISSN 0187-7895, publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., con certificado de licitud de título núm. 3383 y certificado de licitud de contenido núm. 2697 del 30 de septiembre de 1988. Publicación periódica. Registro núm. PPO9-0249. Características 228351419. Insurgentes Sur 1846, colonia Florida, 01030, México D.F., teléfono 53 22 57 40, fax 53 22 57 45. Precio del ejemplar \$45.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.S.D. Números sueltos o atrasados \$60.00 MN. (\$6.00 U.S.D.). Tira: 10,000 ejemplares.

Núm 244, septiembre 2008