

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

AÑO

52

Desde 1963

EN

Diciembre 2015
Volumen 5
Número 9

CONCRETO

WWW.REVISTACYT.COM.MX



ESTADOS

ENERGIA EMERGIENDO DE LA TIERRA



\$50.00

ISSN 0187-7895

Publicación del
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA **EN** CONCRETO



*"Un mundo de
soluciones
en concreto".*



TEMAS 2015

- Innovación y tendencias de la construcción
- Prefabricados
- Corredores industriales y concreto
- Infraestructura y estética urbana
- Edificación sustentable
- Estructuras de concreto
- Concreto lanzado
- Infraestructura
- Puentes
- Pavimentos de concreto
- Concretos especiales
- Energía y concreto

Suscripción nacional:

● **\$550.00 M.N.** por 12 ediciones

Envío incluido.

Suscripción internacional:

● **\$120 USD** por 12 ediciones

Envío incluido.

www.revistacyt.com.mx

 /Cyt imcyc

 @Cement_concrete

CONTACTO:

Lic. Juan Manuel Ortiz
Tel.: 01 (55) 53225740 ext. 212
biblio@mail.imcyc.com



SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



DESCUBRE NUESTROS GROUTS TAN PODEROSOS QUE RESISTEN LO QUE SEA



GROUTS Y
ANCLAJES

CONOCE NUESTRAS 7 LÍNEAS Y DESCUBRE TODO LO QUE PUEDES HACER CON ELLAS

Henkel

fester.com.mx
01 800 FESTER 7 (337837 7)

TRATAMIENTOS
PARA SUPERFICIES

REPARADORES

IMPERMEABILIZANTES

SELLADORES
Y RESANADORES

ADHESIVOS PARA
CONCRETO

AUXILIARES Y ADITIVOS
PARA CONCRETO

Energía y concreto: Motor del desarrollo

Para cerrar este 2015, Construcción y Tecnología en Concreto considera de gran relevancia destacar algunas de las más importantes iniciativas que permiten la planeación y el aprovechamiento de los recursos naturales que posee México. La planeación estratégica, el cuidado de recursos naturales, el desarrollo de infraestructura de calidad, la educación, son algunos de los temas que siguen vigentes al hablar de crecimiento y modernización de un país. Por tal motivo, el ARTICULO DE PORTADA habla de uno de los proyectos de nación de gran impacto: el gasoducto Texas-Veracruz. Este proyecto contará con una inversión de casi 10,000 millones de dólares y una longitud aproximada de 800 kilómetros y 42 pulgadas de diámetro, respondiendo así a los compromisos planteados en la reforma energética. Siguiendo la misma tónica, la sección VOZ DEL EXPERTO cuenta en esta ocasión con la valiosa opinión del Director del IMCYC, el Ing. Roberto Uribe Afif quien nos esboza una perspectiva energética dentro del sector de la construcción.

Asimismo, existen numerosos ejemplos de los esfuerzos que se están llevando a cabo en otras localidades y del papel preponderante del concreto en el desarrollo de la infraestructura nacional. Muestra de ello se presenta en la sección de ESTADOS donde se describe con gran orgullo el esfuerzo que la Comisión Federal de Electricidad realiza mediante la construcción de una nueva central generadora de electricidad a partir del calor interno de la Tierra. Dicha central ubicada en Zinapécuaro, Michoacán hace patente la búsqueda de alternativas energéticas que cubran las crecientes necesidades de la población.

La sección de INTERNACIONAL reseña uno de los proyectos energéticos más ambiciosos de la región, se trata de la hidroeléctrica Reventazón, en Costa Rica. La gigantesca estructura de concreto será la fuente principal de abastecimiento de energía eléctrica en dicho país. Su construcción requirió 760,000 metros cúbicos de concreto y una fuerza laboral de 4,000 personas. Como en cada número, la sección QUIEN Y DONDE habla de personalidades que en esta ocasión se entrevistó al Dr. Jaime J. Arceo Castro, subdirector técnico del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) para que nos comparta sus puntos de vista sobre el Balance Nacional de Energía.

Finalmente, no nos queda más que desearle a todos nuestros queridos lectores unas muy felices fiestas y sobre todo, un venturoso 2016.

**Agradecemos como siempre a nuestros lectores su preferencia y comentarios.
Comité Editorial**



SIEMPRE PREPARADO

SON LAS VENTAJAS DE TRABAJAR CON EL LÍDER.

Como profesional, usted prefiere no improvisar. Por eso ahora, con la compra de nueva maquinaria, Caterpillar le ofrece un kit que incluye un Plan de Monitorización, el Mantenimiento Planificado y una amplia Protección de los Equipos. Para estar siempre preparado para el éxito. Ofrecemos los servicios que necesita de la forma más conveniente para su empresa: estamos hechos para eso.

3 AÑOS
DE PROTECCIÓN
PARA SUS EQUIPOS

PARA DISMINUIR EL RIESGO

Incluye recursos de Powertrain & Hydraulics.

+

3 AÑOS
DE GERENCIA
DE EQUIPOS

PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO PRODUCTIVO

Incluye Monitorización Remota, Análisis S.O.SSM y Monitorización de Mantenimiento Preventivo.

+

KIT DE PARTES PARA
2 MIL HORAS
DE MANTENIMIENTO
PLANIFICADO

PARA MANEJAR COSTOS OPERATIVOS

*Aceites y fluidos no están incluidos en este kit.

www.cat.com/ConstruccionyTecnologiaenConcreto

Consulte con su Concesionario la posibilidad de ampliar esta cobertura.

BUILT FOR IT.™

© 2015 Caterpillar. All Rights Reserved. CAT, CATERPILLAR, BUILT FOR IT, their respective logos, "Caterpillar Yellow," the "Power Edge" trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

Oferta válida para clientes calificados, en nuevos modelos seleccionados, en Concesionarios Cat® participantes. Pueden haber variaciones regionales. Consulte los detalles con su distribuidor. Puede haber términos y condiciones adicionales.

CAT®

2

EDITORIAL

6

BUZÓN

8

NOTICIAS

- > Premia CEMEX Obras más destacadas en el mundo.
- > Reconoce IMCYC el esfuerzo y dedicación.
- > Avanza rehabilitación de la línea 12 del metro.

12

POSIBILIDADES DEL CONCRETO

Rehabilitación y reciclado de pavimentos de concreto con el empleo de vibración resonante.

- > Estudio de los módulos de elasticidad en concretos autocompactantes elaborados con agregado reciclado.

42

ESTADOS



38

INTERNACIONAL



22

INGENIERÍA



8

NOTICIAS



POSIBILIDADES

12



32

TECNOLOGÍA



16

PORTADA
EL GASODUCTO
TEXAS-VERACRUZ

Siguiendo
la huella del
ambicioso
proyecto

32

TECNOLOGÍA



QUIÉN Y DÓNDE

46



42

ESTADOS





- 22 INGENIERÍA**
[H²O]³: Hito de la Ingeniería y la arquitectura sustentable.
- 28 VOZ DEL EXPERTO**
Perspectiva energética en el sector de la construcción: Un reto mundial para la economía y la tecnología.
- 32 TECNOLOGÍA**
Tecnología de aditivos para el concreto en obras hidráulicas.
- 38 INTERNACIONAL**
Proyecto hidroeléctrico reventazón: un desafío de la ingeniería costarricense.
- 42 ESTADOS**
Los Azufres III:
Energía emergiendo de la tierra.
- 46 QUIÉN Y DÓNDE**
El FIDE, 25 años de acciones concretas en el ahorro energético.
- 51 PROBLEMAS CAUSAS Y SOLUCIONES**
CEMENTANTES HIDRÁULICOS
NMX-C-478-ONNCCCE-2014.
- 56 PUNTO DE FUGA**
Aerogeneradores
Sin hélices.

 buzon@mail.imcyc.com.

 /Cyt imcyc

 @Cement_concrete



Escanee el código para ver material exclusivo en nuestro portal.

Cómo usar el Código QR

La inclusión de software que lee Códigos QR en teléfonos móviles, ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios. Algunas de las aplicaciones lectoras de estos códigos son ScanLife Barcode y Lector QR, entre otros. Lo invitamos a descargar alguna de éstas a su smartphone o tablet para darle seguimiento a nuestros artículos en nuestro portal.



INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL
CONCRETO A.C.

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Miguel Garza Zambrano

Vicepresidentes

Lic Pedro Carranza Andresen

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Ing. José Torres Alemany

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

IMCYC

Director General

Ing. Roberto Uribe Afif

Gerencia Administrativa

MA. Rodrigo Vega Valenzuela

Gerencia de Difusión y Enseñanza

MA. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

REVISTA CYT

Editor

MA. Soledad Moliné Venanzi

smoline@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

MAV. Axel L. Obscura Sarzotti

aobscura@mail.imcyc.com

Colaboradores

Enrique Chao,
Juan Fernando González,
Raquel Ochoa,
Adriana Valdés,
Eduardo Vidaud

Comercialización

Verónica Andrade Lechuga

(55) 5322 5740 Ext. 230

vandrade@mail.imcyc.com

Ing. Jair Juarez

(55) 5322 5740 Ext. 237

jj Suarez@mail.imcyc.com



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México

PNMI-Registro ante el Padrón Nacional
de Medios Impresos, Segob.

Comentarios

"La revista Construcción y Tecnología en Concreto es contiene información de actualidad y resulta muy útil para los ingenieros."

Arturo Benavides

"Muchas felicidades por sus interesantes y novedosos artículos."

Arq. Ernesto Ramírez

"La revista del IMCYC es un grandioso medio para conocer las obras que se están llevando a cabo en otros Estados de nuestro país y de gran aporte para conocer innovaciones tecnológicas."

Ing. Rosa María Esquivel.

"Tras varios años de su constante lectura, deseo enviarles un merecido reconocimiento por la acertada selección de temas, la información de valor que presentan y los usos prácticos y en los avances de la ingeniería."

Gustavo Paez.

RESPUESTA

Agradecemos a todos ustedes sus amables palabras que sirven de motivación y aliento para seguir creando una revista de actualidad, calidad y que ofrezca a todos nuestros lectores información de interés y novedad.

➤ *Recibimos sus comentarios a este correo: buzon@mail.imcyc.com.*

IMCYC ES MIEMBRO DE:

 Asociación Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil	 Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería	 Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda	 FIP	 Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
 American Concrete Institute	 Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción, A.C.	 CEMEX	 Federación Interamericana del Cemento	 Precast/Prestressed Concrete Institute
 American Concrete Institute Sección Centro y Sur de México	 Asociación Nacional de Compañías de Supervisión, A.C.	 Colegio de Ingenieros Civiles de México	 Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C.	 Post-Tensioning Institute
 American Concrete Institute Sección Noroeste de México A.C.	 Asociación Nacional de Industrias del Presfuerzo y la Prefabricación	 Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	 Gobierno de DF	 Secretaría de Comunicaciones y Transportes
 American Concrete Pavement Association	 Asociación Nacional de Industrias del Presfuerzo y la Prefabricación	 Comisión Nacional del Agua	 Grupo Cementos de Chihuahua	 Secretaría de Obras y Servicios
 Asociación Mexicana de Concretos Independientes, A.C.	 Asociación Nacional de Industriales de Viguetas Pretensadas, A.C.	 Comisión Nacional de Vivienda	 Holcim	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.
 Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A.C.	 Asociación de Fabricantes de Tubos de Concreto, A.C.	 Consejo de la Comunicación	 HOLLICIM	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica
 Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A.C.	 Cámara Nacional del Cemento	 Corporación Moctezuma	 Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C.	 Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica
		 Federación Mexicana de Colegios de Ingenieros Civiles, A.C.	 Instituto Tecnológico de la Construcción	
		 Fundación de la Industria de la Construcción	 LAFARGE	

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 5, Número 9, DICIEMBRE 2015. Publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., ubicado en Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030, tel. 5322 5740, www.imcyc.com, correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: smoline@mail.imcyc.com. Editor responsable: MA. Soledad Moliné Venanzi. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-040710394800-102, ISSN: 0187 - 7895, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 15230 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Distribuidor: Correos de México PP09-1855. Impreso por: Prerensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de noviembre de 2015, con un tiraje de 5,000 ejemplares. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).

Precio del ejemplar \$50.00 MN.

Suscripción anual para la República Mexicana \$550.00 M.N. y para extranjero \$120.00 USD (incluye gastos de envío).

ESTA REVISTA SE IMPRIME EN PAPEL SUSTENTABLE



MasterFlow: Soluciones para la generación de energía eólica

MASTER®
BUILDERS
SOLUTIONS



Master Builders Solutions de BASF desempeña un papel decisivo en la producción de energías alternativas y renovables, las cuales se han convertido en una necesidad para nuestro planeta.

La familia de productos **MasterFlow**, son morteros de alta resistencia, ultraduraderos y resistentes a la fatiga, hechos a la medida de los sistemas de aerogenerados eólicos, ya sea terrestres o marinos, y pueden ser utilizados en construcciones nuevas y/o de remodelación.

Los productos **MasterFlow 9200 y MasterFlow 9300** poseen una capacidad demostrada para absorber enormes vibraciones y movimientos de torsión, la acción del oleaje, cambios agresivos de temperatura y altas cargas de viento.

Para mayor información sobre los productos Master Builders Solutions, contacte a su Representante de Ventas y/o comuníquese con nosotros.

Centro de atención a clientes: 01800 062 1532

www.master-builders-solutions.basf.com.mx

e-mail: basf-comunica@basf.com

Síguenos en Twitter: @MBS_MX

Descarga nuestra Aplicación Oficial en Google Play, App Store y Microsoft Store.

Copyright 2015 Todos los derechos reservados BASF Mexicana

 **BASF**
We create chemistry



Premia CEMEX obras destacadas

Cemex S.A.B. de C.V. dio a conocer las obras ganadoras de la edición XXVI del PREMIO OBRAS CEMEX y reconocimientos PREMIO VIDA Y OBRA "LORENZO H. ZAMBRANO" durante la ceremonia de entrega celebrada en el Colegio de Vizcaínas de la Ciudad de México.

Se contó con la participación de 637 edificaciones en la Edición México y 36 en la Edición Internacional, con obras construidas en Alemania, Colombia, Costa Rica, Croacia, España, Estados Unidos, Guatemala, Hungría, México, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico y República Dominicana. El jurado fue compuesto por 17 representantes de la industria de la construcción de 8 países distintos. Las edificaciones ganadoras fueron reconocidas por la diversidad en soluciones técnicas, conceptuales y estéticas aplicadas a su diseño, uso y construcción en diferentes categorías por mencionar algunas:



- **INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO;** Metro 4 en Budapest, Hungría
- **INSTITUCIONAL-INDUSTRIAL;** Capilla Santa María de los Caballeros en Bogotá, Colombia
- **CONJUNTO HABITACIONAL NIVELES MEDIO Y ALTO;** Edificio Amsterdam en México, D.F.

El Premio Vida y Obra "Lorenzo H. Zambrano" se entregó al arquitecto español Rafael Moneo por sus invaluable manifestaciones arquitectónicas así como su consolidada contribución a la educación y construcción en España y otros países. **C**

Ganadores internacionales

www.cemexbuildingaward.com

Ganadores de México

www.premioobrascemex.com

Premio Vida y Obra

<http://www.cemexmexico.com/PremioObra/VidaObra.aspx>



Reconoce el IMCYC esfuerzo y dedicación

El trabajo y espíritu de servicio de 4 empleados fue reconocida por la Dirección del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (IMCYC) al entregarles un reconocimiento por la lealtad, el valioso desempeño y el esfuerzo demostrado en los últimos meses.

El evento de entrega de reconocimientos se llevó a cabo el día jueves 5 de noviembre del presente año en el auditorio IMCYC. Uno a uno fueron nombrados los empleados: Alejandro Ibarra Barrientos quien ha colaborado con el Instituto por 30 años, Claudio Rentería Valdez quien a su vez lleva 29 años, Martha Velázquez Briseño y Axel Obscura Sarzotti por su lealtad, gran esfuerzo y desempeño.



Al hacer uso de la palabra el Director del Instituto, el Ing. Roberto Uribe Afif habló de la importancia que tiene para la Institución la entrega, el esfuerzo, la dedicación y el entusiasmo de sus empleados, pues ello es un factor determinante para lograr las metas que año con año se han trazado e invitó a los homenajeados a seguir trabajando con consistencia y responsabilidad ya que son un claro y valioso ejemplo a seguir. **C**



Avanza rehabilitación de la línea 12 del metro y se remoza Avenida Tlahuac

La rehabilitación del viaducto elevado de la

Línea 12 del Metro continúa sin afectar la operación de las 14 estaciones en servicio. Actualmente, los trabajos de la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) se concentran en dos tramos: Periférico Oriente-Tezonco y Tlaltenco-Tláhuac.

Un equipo multidisciplinario conformado por más de 150 personas coloca el nuevo riel, las fijaciones, balasto y los durmientes que garantizan la adecuada operación de la Línea. Los trabajos se realizan todo el día durante seis días a la semana. A la par de la rehabilitación del viaducto elevado, la SOSBE brinda mantenimiento y coloca Mulch en áreas verdes ubicadas en el intertramo Atlalilco-Periférico Oriente; una superficie de aproximadamente 4 mil metros



cuadrados y se pintaron más de mil 500 m² de muretes y columnas del Metro, eliminando los grafitis existentes.

La Secretaría de Obras reitera el compromiso de entregar este mes el viaducto elevado rehabilitado, garantizando una operación segura para beneficio de más de 400 mil usuarios. **C**



Podrían invertir bancos hasta 132 mil MDD en proyectos de infraestructura

El presidente de la Asociación de

Bancos de México (ABM) Luis Robles Miaja, afirmó ese sector podría disponer hasta de 132 mil millones de dólares para financiar los proyectos de infraestructura que surgirán a partir de las reformas estructurales. Esto, dijo en una conferencia en Nueva York en el panel *Oportunidades de Inversión en la Alianza del Pacífico*.

“La banca de México se encuentra sólida, solvente y tiene la capacidad para financiar un crecimiento en todos los sectores de la economía”. Sobre los recursos de la banca mexicana para financiar proyectos de infraestructura sostuvo que el índice de capitalización de la banca en México a julio de 2015 es del 15.5 % y que el regulatorio es 10.5, por lo que los recursos de la banda podrían asignarse a todos los sectores.

En un comunicado distribuido por BBVA Bancomer, grupo financiero del que Robles Miaja también es presidente del consejo, se menciona que “en México hay grandes oportunidades de inversión en los sectores de energía e infraestructura y la banca se encuentra



sólida, solvente y con la capacidad necesaria para financiar un crecimiento dinámico de la economía”. **C**



Impulsará NAICM a la Industria Mexicana de la Construcción: Norman Foster

El Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM), que comenzará a ser construido en el primer semestre de 2016, estimulará el empleo y la industria mexicana de la construcción, afirmó hoy el arquitecto británico Norman Foster.

Luego de una presentación en el Instituto Real de Arquitectos Británicos (RIBA, por sus siglas en inglés), Foster comentó; “Creo que es un proyecto enormemente ambicioso, porque creo que tenemos el deber de ser ambiciosos en nombre de México y de la Ciudad de México. El equipo de Foster + Partners, en colaboración con el arquitecto mexicano Fernando Romero, creará la obra de infraestructura que pretende instituirse como una escultura del paisaje natural



de Texcoco, en el Estado de México, entidad vecina de la capital mexicana.

Romero aseguró que el NAICM permitirá darle un empuje a la alicaída industria de la construcción mexicana a través de las distintas licitaciones. El arquitecto mexicano, creador del Museo Soumaya de la Ciudad de México, dijo que el nuevo aeropuerto está diseñado para ser “un edificio de vanguardia que se conecta con la historia de nuestro país”. La fase uno de la terminal aérea estará lista en el año 2020 y ofrecerá servicio a unos 50 millones de pasajeros en su etapa inicial. Sin embargo, en las siguientes fases el aeropuerto está diseñado para seguir creciendo y ofrecer servicio a 120 millones de usuarios. **C**



Reconocimientos ACI-Sección Noreste

El pasado 22 de Octubre en el Auditorio del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Nuevo León, la Sección Noreste de México del American Concrete Institute (SNEM-ACI) hizo entrega de sus reconocimientos 2015.

A partir del año 2010, La Sección Noreste de México del ACI otorga anualmente el “Reconocimiento a la Excelencia” a aquellos profesionales de la industria de la construcción con concreto que como parte de su trayectoria, compromiso desinteresado y aportaciones al medio, sean referente nacional y/o internacional. El reconocimiento se entrega para distinguir y reconocer sus aportaciones en el área de diseño, producción y/o construcción con concreto, así como por las contribuciones en asociaciones técnicas o profesionales relacionadas con este segmento de la industria. En esta ocasión se otorgó dicho reconocimiento al Ing. Alejandro Graf López, distinguido miembro del ACI internacional y reconocido técnico de la industria del concreto en México.

Desde 2013, se entrega también el Reconocimiento Dr. Raymundo Rivera Villarreal





Carreteras y hospitales con más APP's

La administración federal prevé utilizar más la figura de Asociaciones Público Privadas (APP), las cuales se concentran en la construcción y mantenimiento de carreteras, además de la creación de hospitales.

Para el año 2016 se proponen tres proyectos nuevos con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: el Libramiento de la Carretera La Galarza-Amatitlanes en Puebla; el Programa Asociación Público Privada de Conservación Plurianual de la Red Federal de Carreteras (APP Querétaro - San Luis Potosí) y el Programa Asociación Público Privada de Conservación Plurianual de la Red Federal de Carreteras (APP Coahuila de Zaragoza Villahermosa). Para el desarrollo de estos proyectos se estima una inversión en 2016 de 3 mil 928 millones de pesos por parte del sector privado y un monto total de inversión de 11 mil 476 millones de pesos.

En tanto, para la construcción de hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), se prevé



una inversión de 2 mil 521 millones de pesos, con una erogación total de 6 mil 67 millones de pesos en 2016.

Humberto Panti, responsable regional de Finanzas Públicas de Fitch Ratings agrega: "Los estados y municipios se van a involucrar más en estas APP, hay muchas opciones, puede haber diferentes tipos de obra donde según cómo se estructuren pueden ser autofinanciables y no requerir de aportaciones de los distintos tipos de gobierno. También puedes tener una combinación, donde haya un proyecto que genere recursos e implique ciertas aportaciones de los gobiernos". **C**



a aquellas personas del ramo de la construcción que hayan contribuido a la enseñanza y la difusión e investigación del concreto, tanto en el sector público como en el privado. Este año, se otorgó al Ing. Genaro L. Salinas, también distinguido miembro del ACI internacional y un permanente profesor y certificador oficial de ACI tanto en México como en Estados Unidos. Los reconocimientos fueron entregados por el Arq. Eugenio Carrasco, Presidente de la Mesa Directiva de la Sección Noreste de México del ACI; el Ing. Rodolfo Meza en representación del Dr. Pedro Valdez Director de la Facultad de Ingeniería Civil de la UANL y el Ing. Raúl Salinas, Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles de Nuevo León.

La SNEM-ACI felicita sinceramente a estos dos distinguidos profesionales por este merecido reconocimiento, y agradece a ambos sus aportaciones en los procesos de aseguramiento de la calidad en beneficio de la industria de la construcción con concreto en México. **C**



SOSTENIBILIDAD:

Rehabilitación y reciclado de pavimentos de concreto con el empleo de vibración resonante

En el escrito se presenta una descripción técnica e ingenieril de la tecnología de triturado/pulverizado Rubblizing de pavimentos rígidos, así como los resultados de las primeras experiencias realizadas en Chile. La tecnología del Rubblizing se define como una técnica que fractura el pavimento de concreto en trozos angulares y entrelazados usando una máquina de vibración resonante, lo que permite transformar el concreto en un material granular de alta calidad. Esta técnica puede ser utilizada en la rehabilitación y demolición de pavimentos rígidos.

La primera experiencia chilena fue realizada a fines del año 2004. Una sección de prueba de 300 metros se construyó en la ruta 60 Ch, que es la principal conexión vial entre Chile y Argentina a través de la cordillera de Los Andes. La sección de prueba fue materializada

en un sector que según el proyecto de ingeniería original consideraba la intervención con una base granular intermedia (recarpeteo). Así es posible comparar las alternativas en términos de tiempo, de construcción, costos directos y comportamiento.

Las alternativas en estudio definían en el caso del recarpeteo de 5 cm de una capa de asfalto 1, y 7 cm de capa de asfalto 2; sobre 15 cm de base granular (CBR > 80%) y 20 cm de pavimento de

concreto existente. En el caso del Rubblizing se trabajó con 5 cm de capa de asfalto 1 y 5 cm de capa de asfalto 2, sobre 20 cm de pavimento de concreto pulverizado/triturado. La primera comparación fue hecha en términos de tiempo de construcción para cada alternativa, considerando largos similares de proyecto. Evaluando sólo el

tiempo que fue usado estrictamente en el proceso de construcción, la alternativa de Rubblizing demoró menos de tres días y el recarpeteo siete días. También la reconstrucción fue evaluada en términos de tiempo de construcción; la que se estimó en aproximadamente tres semanas de duración.

Un segundo análisis fue realizado evaluando los costos directos de las diferentes alternativas, usando costos actuales de referencia. En este caso, la alternativa del Rubblizing resultó más económica comparada con el recarpeteo y la reconstrucción.

En un tercer análisis se compararon las alternativas desde el punto de vista del comportamiento. Desafortunadamente, cuando el camino fue liberado al tránsito, una lluvia primaveral intensa se produjo en la zona del proyecto por tres días. Los sistemas de drenaje diseñados no fueron suficientes; lo que provocó la saturación de la capa granular del recarpeteo por un tiempo extendido; mientras era solicitado por las pesadas cargas de tránsito. De la misma manera, la sección de prueba con la alternativa del Rubblizing fue sometida a las mismas condiciones de lluvia y tránsito. El drenaje de la sección pulverizada fue excelente, y resistió sin inconvenientes la intensa lluvia a la que fue sometida.

El último análisis realizado en las primeras pruebas chilenas fue un ensayo granulométrico de la mitad superior del material pulverizado. Este está compuesto aproximadamente de 15% de arena y 85% de granular. Basado en estos resultados el material pulverizado puede ser usado directamente en otras aplicaciones (bases, sub-bases, rellenos) sin una trituración adicional. La experiencia permitió demostrar que la técnica del Rubblizing es más económica, reduce los plazos de construcción y mejora el comportamiento de la recarpeta. Otro tramo de prueba aplicando el Rubblizing como técnica de demolición permitió además comprobar su alto rendimiento, la baja emisión de ruido y que el material resultante es fácil de reciclar en planta. **C**



Por I. Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil
Maestría en Ingeniería

Su correo electrónico es:
evidaud@mail.imcyc.com

REFERENCIA:

Thenoux G., et al. "Rehabilitación y reciclado de pavimentos de hormigón utilizando tecnología de vibración resonante (rubblizing)", publicado en XV Jornadas Chilenas del Hormigón, 2005.



CONCRETO RECICLADO:

Estudio de los módulos de elasticidad en concretos autocompactantes elaborados con agregado reciclado

En este escrito se presentan los resultados de un estudio desarrollado en España, en el que se evalúan los módulos de elasticidad: estático y dinámico de concretos reciclados autocompactantes (CRA) estructurales, elaborados con agregados procedentes de los rechazos en prefabricación.

En este caso se tomó como variable la sustitución de la fracción gruesa del agregado en porcentajes del 20, 50 y 100%, y su relación con el concreto de control. Fueron utilizadas en la investigación tres metodologías de ensayo para la determinación de los distintos módulos de elasticidad, relacionando los resultados con los valores presentados por diversos autores; en dependencia con la resistencia a compresión, densidad y su correspondencia con los valores experimentales. En la investigación se emplearon agregados reciclados (AR) procedentes de piezas prefabricadas desechadas en el propio proceso de prefabricación, las cuales garantizan concretos con resistencias mínimas de entre 30 y 50 MPa, sin estar sometidas a ningún proceso de contaminación. Se trabajó con mezclas de cemento Portland, aditivadas con superplastificante a base de policarboxilatos y filler calizo.

La fabricación del AR se realizó con una trituración previa de todas las piezas mediante pinza o martillo percutor hasta conseguir tamaños máximos de 30 cm, realizando una segunda trituración con cuchara hasta reducirlos a un tamaño de 0 a 5 cm. Con el agregado exento de acero se realizó un nuevo proceso de trituración mediante molino y cribado con cinta, seleccionando mediante tamizado únicamente la fracción 4/12, la cual se sometió a un proceso de lavado. Los agregados naturales empleados para la fabricación de la totalidad de los elementos prefabricados, así como para la fabricación de los concretos en estudio, presentaban como componentes principales: calcita, cuarzo, fragmentos de roca (caliza, cuarcita, metarenisca, chert, pizarra y granito). Se experimentó con probetas en estado seco, previamente curadas en cámara húmeda y mantenidas en condiciones ambientales de laboratorio 48 horas, y con probetas saturadas en agua.

Los ensayos realizados siguieron las normativas: UNE 83.316.96 "Determinación del módulo de elasticidad en compresión", UNE 83.316.96, para la determinación del módulo de elasticidad en compresión, así como para la determinación de los módulos dinámicos por el método basado en la velocidad de propagación de una onda de ultrasonidos según UNE-EN 12504-4:2006 y ASTM C-215-08 "Standard Test Method for Fundamental Transverse, Longitudinal, and Torsional Frequencies of Concrete Specimens".

La investigación arrojó que el CRA elaborado presenta pérdidas en los valores de módulos de deformación estáticos y dinámicos, a medida que aumentan los porcentajes de AR sustituido, con valores máximos del 20% respecto al concreto de control, para sustituciones del 100% de la fracción gruesa de agregado. Comparando los resultados obtenidos para sustituciones del 100% de la fracción gruesa con respecto al concreto de control con cada uno de los tres tipos de ensayos realizados, los porcentajes de descensos de módulo han sido muy similares en los tres ensayos, con desviaciones inferiores al 20% en los porcentajes de pérdidas para cada una de las dosificaciones estudiadas. Al analizar los valores de módulos de deformación dinámicos obtenidos con las dos metodologías de ensayos realizados, las desviaciones en los valores de módulos dinámicos son inferiores al 10%. Estos valores evidencian la posible correlación en cuanto a las distintas metodologías de ensayo para los HR, incluso con sustituciones del 100% de la fracción gruesa de agregado por AR.

Dada la simplicidad en la ejecución de los ensayos para los módulos de elasticidad dinámicos frente a los estáticos, tanto el realizado mediante la medición de la velocidad de propagación de una onda de ultrasonidos y la aplicación de la fórmula que relaciona la velocidad de propagación de onda longitudinal con el módulo de elasticidad dinámico del profesor Fernández Cánovas, como el método basado en la frecuencia de resonancia de una pieza y las constantes elásticas del material de acuerdo a la norma ASTM C-215-08, se propuso avanzar en esta investigación al tiempo de llegar a correlacionar dichos valores. **C**

REFERENCIA:

Pérez Benedicto J. A., Del Río Merino M., López Julián P. L., Orna Carmona M. Salesa Bordanaba A., "Estudio de los módulos de elasticidad en concretos autocompactantes fabricados con árido reciclado procedente de la no calidad en prefabricación", 3º Congreso Iberoamericano sobre hormigón autocompactante. Avances y oportunidades, Madrid, 2012



OBRAS MARINAS:

Flotadores de concreto para turbinas eólicas

La energía eólica que pueden proporcionar los espacios marinos es sin dudas una fuente que aún no se explota en todas sus posibilidades, sobre todo por los costos que implican colocar turbinas en los mares y océanos. La innovación que se describe a continuación podría ser la solución a ese inconveniente y llega desde Cataluña en España.

Para aprovechar la energía del viento es necesario colocar las turbinas eólicas en superficies despejadas donde se puedan aprovechar al máximo las corrientes de aire circundantes. Los espacios marinos son un lugar ideal para hacerlo, pero los costos de colocar las turbinas sobre la superficie del agua son tan elevados, que impiden usar este recurso con eficiencia.

Climent Molins (investigador de la Universidad Politécnica de Cataluña) es uno de los inventores y dueños de la patente de los flotadores de concreto, unas estructuras de forma cilíndrica que poseen una gran boya y un lastre, que serían la forma "low cost" de colocar los molinos de viento sobre el agua. El investigador los describe como un "tentempié" que resulta sencillo y barato de construir y tiene gran resistencia y durabilidad. En cuanto al oleaje, según sus estudios apenas se moverían con mar en calma, y en caso de oleaje más fuerte podrían soportar olas de hasta 25 metros de alto. A las turbinas que se colocan en el mar se las denomina offshore y son las que reciben una mayor cantidad de viento; por tanto su generación de energía es significativamente mayor. El mayor contratiempo es que las condiciones ambientales suelen ser perjudiciales para las infraestructuras, ya que la oxidación, las tormentas y la erosión natural del agua van en detrimento de las grandes inversiones necesarias para instalarlas. Pero estas nuevas estructuras tienen la gran ventaja de la durabilidad y la resistencia, ya que el concreto resulta hasta un 60 % más barato que otros materiales de uso común como el acero y su vida útil se estima en al menos cincuenta

años; por lo que una vez colocados, la base de las turbinas dejaría de ser un problema para los productores de electricidad.

Al prototipo se le ha llamado "WindCrete" y consiste en un cilindro de concreto armado, que al no poseer juntas y constituir una pieza única formada por el lastre y el flotador, resulta mucho más sólido y robusto que los actuales tipos de plataformas. Un problema muy importante con el que suelen tener que lidiar quienes tienen turbinas flotantes, es el del mantenimiento de las infraestructuras; que debe hacerse cada dos años, para evitar el deterioro por corrosión. Esta tecnología ahorraría miles de euros en gastos de esta índole. Con referencia a sus costos básicos, la construcción de este tipo de sostén resultaría mucho más económica que las convencionales. Molins asegura que el ahorro podría rondar el 60 % del costo global y que gracias a que su principal material es el concreto, tendrá treinta años más de vida útil que si se utilizara acero en su fabricación.

En cuanto al tema de la resistencia, este tipo de flotadores es capaz de soportar pesos mayores, por lo que se podrían colocar turbinas de potencias mucho más importantes (el investigador sugiere que hasta un 70 % más de potencia como los generadores que producen unos 15 MW); lo cual representaría un ahorro real en los costes de dicha energía, que podrían reducirse a la mitad. Los ensayos se han llevado a cabo mediante simulaciones del tipo numérico (en ordenadores) y en canales de oleaje inducido; pero la prueba definitiva debería realizarse en mar abierto. El WindCrete tiene mucho potencial pero no es probable que a corto o mediano plazo sea implementado en España, donde por más que sobren las superficies para aprovechar el viento con turbinas offshore, hay muy pocas instalaciones de ese tipo (aunque las existentes suelen registrar récords de producción). Sus inventores han puesto la mira en el exterior, donde por ejemplo los escoceses ya han mostrado su interés por el invento y su desarrollo, y lo presentarán también en Alemania. **C**

REFERENCIA:
 ECOTICIAS.COM/RED/AGENCIAS (2015). "Flotadores de hormigón, innovación low cost para las turbinas eólicas",
 publicado en ECONOTICIAS.com:
<http://www.ecoticias.com/energias-renovables/108254/Flotadores-hormigon-innovacion-low-cost-turbinas-eolicas>



CONCRETO Y ENERGÍA:

Energía a través del concreto

Un grupo de investigación dirigido por Takashi Ohira, profesor del Departamento de Informática, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Tecnológica de Toyohashi, está completamente dedicado a una investigación con vistas a aplicar las tecnologías inalámbricas de transmisión de energía; sobre la base de acoplamiento del campo eléctrico (o acoplamiento inductivo), para transmitir energía a un vehículo en marcha, mientras está rodando sobre la carretera.

El método presentado permite atravesar una capa de concreto de 10 centímetros de espesor y entregar una energía inicial de 50 a 60 Watts (o Vatios) con una eficiencia superior al 90%. Con anuncios de este tipo, las rutas electrificadas de Japón, pronto comenzarían a ser una realidad. La demostración tuvo lugar en el Parque Tecnológico de la DAP Wireless 2012, una feria comercial sobre tecnologías inalámbricas, que se realizó desde el 5 hasta el 6 de Julio, en Yokohama, Japón. La Universidad Tecnológica de Toyohashi demostró allí su tecnología de transmisión inalámbrica de energía, mediante el acoplamiento de un campo eléctrico a las llantas de automóviles, a través de una capa del mismo concreto que se utiliza para las vías públicas en Japón.

Respecto a desarrollos anteriores, el grupo logró avances significativos en cuanto al aumento de la energía transmitida (50 a 60 Watts) y al agregado "extra", como material intermedio, entre las placas transmisoras de energía y los neumáticos, de una estructura de concreto de 10 centímetros de espesor. Otra de las virtudes destacadas del sistema, y que también se anuncia en el sumario, es que la eficiencia de transmisión energética puede superar el 90%. Sin dudas, este último dato es el más importante a destacar en función de la presencia del concreto entre los elementos de transmisión y recepción de la energía.

En cuanto a la mejora alcanzada sobre el material empleado (el concreto), el grupo de investigación expresó que será posible utilizar esta misma tecnología con una capa de 20 centímetros o más, que es la medida habitual utilizada en las rutas de largas distancias, aptas para camiones de gran porte. Esta posibilidad se presenta gracias a las propiedades de alta conductividad encontradas en este material (concreto). Para llegar a disponer esta tecnología en uso práctico, en el mundo real, la energía eléctrica "transferida" necesitaría alcanzar un incremento aproximado de 100 veces. Sin embargo, el grupo de investigación expresó que este no es un problema importante a resolver ya que los elementos necesarios para elevar el índice energético son relativamente baratos y el objetivo no se vería como una meta lejana de alcanzar. La idea del equipo es utilizar este tipo de tecnología de transferencia energética para complementar los sistemas eléctricos existentes sobre los vehículos eléctricos. Durante la primera etapa, un aporte "extra" de energía al sistema móvil, que rueda sobre cualquier carretera (ruta, autovía o camino asfaltado), se presenta como muy auspicioso para alimentar sistemas secundarios dentro del coche.

Para el grupo de investigación, haber alcanzado la misma eficiencia que Sony con su TV inalámbrica; a través de 50 centímetros de aire y con el agregado del concreto, es un mérito que los llena de orgullo y los motiva a continuar desarrollando un sistema que, quizás, en el futuro se convierta en un estándar dentro del mundo del automóvil eléctrico; ya sea como alimentación secundaria o como sistema de recarga de baterías. El camino es muy amplio y extenso aún, sobre todo, en las tecnologías de fabricación de las llantas receptoras y de los emisores optimizados, a lo largo de las carreteras. La optimización de los sistemas en las llantas, serán la clave del trabajo.

C



En junio pasado, se anunció la licitación de proyectos de infraestructura eléctrica y gas natural, el plan, con una inversión de casi 10,000 millones de dólares, incluye un gasoducto submarino que conectará el sur de Texas con Veracruz.



EL GASODUCTO TEXAS-VERACRUZ SIGUIENDO LA HUELLA DEL AMBICIOSO PROYECTO



Adriana Valdés

 Cyt imcyc

 @Cement_concrete



El gasoducto marino en el Golfo de México que tendrá una longitud aproximada de 800 kilómetros, 42 pulgadas de diámetro y un ramal en Altamira Tamaulipas permitirá transportar gas natural desde el sur de Texas,

casi en la frontera con Matamoros, hasta Tuxpan Veracruz. La obra contribuirá a satisfacer los requerimientos de gas natural en las centrales de generación de la CFE ubicadas en los estados de Tamaulipas y Veracruz, así como en las regiones Oriente, Centro y Occidente del país.

El proyecto que interconectará el gasoducto Nueces - Brownsville, con el gasoducto Tuxpan - Tula implica la construcción de una sonda de 250 km. por tierra, para llegar al gasoducto submarino del Golfo, que llegará nuevamente a tierra en el puerto de Tuxpan comprende la ingeniería, la adquisición de derechos inmobiliarios, los permisos y autorizaciones gubernamentales, el financiamiento, la construcción, la operación y el mantenimiento de un gasoducto con capacidad de 2,600 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD).

Con una inversión de 3,100 millones de dólares y un tiempo estimado de 30 meses para su ejecución, se espera que el gasoducto entre en operación en junio de 2018. Para cumplir con los tiempos estimados el 22 y 23 de octubre, las empresas interesadas en participar en la licitación realizaron una visita al sitio, entre las 19 firmas acreditadas se encuentran Grupo Cocomex, ICA Fluor, Carso Electric S.A. de C.V, grupo Protexa y Techint S.A. de C.V., entre otras.

TRAMO NUECES - BROWNSVILLE

El gasoducto Nueces - Brownsville transportará gas natural proveniente del Sur de Texas, Estados Unidos. Por tratarse de un proyecto

que se localiza en Estados Unidos, será licitado conforme a los procedimientos de ese país, mediante una solicitud de Propuesta (Request for Proposal). Este proyecto se interconectará del lado mexicano al gasoducto marino Sur Texas - Tuxpan. Este sistema abastecerá de gas natural a las nuevas centrales de generación y a otras que operan con combustóleo, y que podrán ser reconvertidas para utilizar gas natural. Transparencia Mexicana, bajo la gura de acompañamiento, supervisará este proceso de licitación, a efecto de cumplir con los más altos estándares de transparencia.

EL CONCRETO EN EL LASTRADO DE TUBERÍA

El concreto esta presente en todas las obras de construcción e ingeniería, y la construcción de un gasoducto no es la excepción, pues de manera directa el concreto se utiliza en el lastrado de la tubería. El lastrado de tubería es el proceso de agregar peso a la tubería, mediante concreto reforzado, en forma de camisa continua, para asegurar su estabilidad en el fondo de un cuerpo de agua.



GASODUCTOS EN MÉXICO

- **1940:**
Una red de 400 km de 12 pulgadas de diámetro.
- **1960:**
Una red de 4,000 km de 16 pulgadas de diámetro.
- **1976:**
Una red de 5,874 km de 36 pulgadas de diámetro. La ingeniería civil trabajaba intensivamente en la construcción de gasoductos.
- **1977-1982:**
Se construye el gasoducto Cactus - Reynosa de 48 pulgadas de diámetro. Solo en Rusia, EEUU o Canadá había gasoductos de este diámetro.
- **1982-1987:**
La crisis impidió el crecimiento la red, hubo una la disminución en la producción de los campos de producción.
- **1988-1992:**
Una red de 9,038 km de 48 pulgasa.de diámetro. Construcción moderada. Algunos tramos salen de operación. PEMEX deja de invertir en el mantenimiento de los ductos. A un alto costo en dólares, se hace la inspección de ductos con diablos instrumentados, una herramienta de alta tecnología importada.
- **1992-2006:**
El gas natural se posiciona como generador de energía eléctrica y combustible doméstico. Aumenta la demanda para bombeo y reinyección de pozos. Inicia el uso intensivo de las plantas de ciclo combinado. Se abre la construcción de gasoductos a la iniciativa privada.
- **1996-A la fecha:**
Se emite el reglamento de gas natural que permitió complementar el sistema de gasoductos de PEMEX. CFE compra o transporta la molécula de gas natural. No se había invertido en la explotación y producción de gas seco por lo tanto su extracción dependía de la extracción del petróleo. La Comisión Reguladora de Energía, permite la privatización de los ductos Se determinan zonas de distribución y se da una exclusividad por 12 años para la distribución de gas natural. Las zonas geográficas de explotación fueron licitadas, los requisitos solo pudieron ser cubiertos por empresas extranjeras.



Este procedimiento, según especificación PEMEX, consiste en aplicar un compuesto anticorrosivo, para limpiar la tubería de impurezas y óxido por medio de granalla de acero, en una limpiadora (sandblast), posteriormente se aplica pintura marina que sirve de enlace entre el tubo y el anticorrosivo. Ya pintado el tubo, se aplica una capa de esmalte, se le adhiere una cinta de "vidrioflex" cubriendo el tubo y una cinta de "vidriomat". Como paso final, los tubos se cubren con una mezcla de concreto formada en un 80% de mineral de arena y arena, 20% de cemento reforzado con malla de alambre, es importante señalar que toda esta actividad se realiza en tierra.

Se debe efectuar un análisis de estabilidad hidrodinámica para determinar un espesor de lastre de concreto. Las curvas de expansión, éstas deben llevar lastre de concreto hasta donde inicia el codo vertical para subir a la plataforma. El espesor mínimo del lastre es de 25.4 mm (1 pulgada). Sin embargo es indispensable consultar la norma NRF-033-PEMEX-2002 Lastre de concreto para tuberías de conducción, cuyo alcance se centra en las especificaciones para la aplicación de concreto a todo tipo de tuberías metálicas con diámetros y espesores diversos que transportan hidrocarburos, agua, nitrógeno, sumergidas en el mar, cruces de ríos, arroyos, lagunas, pantanos o zonas inundables.

En esta norma se establecen las características técnicas mínimas a aplicar en la selección de los materiales, preparación, manejo y aplicación del lastre de concreto, en las tuberías de recolección y transporte de



LOS 24 NUEVOS PROYECTOS DE LA CFE

GASODUCTOS

	Inversión Millones USD	Capacidad Millones de pies cúbicos	Kms	Fallo	Arranque
1 Texas-Tuxpan	3100	2600	800	Nov-15	Jun-18
2 Nueces-Brownsville	1550	2600	250	Nov-15	Jun-18
3 Laguna-Aguascalientes	1000	1150	600	Dic-15	Dic-17
4 Villa de Reyes-Guadalajara	555	1000	355	Nov-15	Dic-17
5 Tula -Villa de Reyes	420	550	280	Nov-15	Dic-17
6 Ramal-Hermosillo	68	100	48	Jun-17	Feb-16
7 Ramal-Topolobampo	55	248	32	Abr-16	Mar-18
8 Ramal-Empalme	35	236	20	Ene-16	Abr-17
TOTAL	6783	8484	2385		

CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

	Inversión Millones USD	Capacidad (mega watts)	Tecnología	Fallo	Arranque
7 Sureste II y III	1079	585	Eólica	Mar-16	Dic-17
8 San Luis Potosí	864	790	Ciclo Combinado	Mar-16	Abr-19
9 BCS VI	105	42	Combustión interna	Feb-16	May-18
10 Los Azufres	63	25	Geotermia	Nov-15	Jun-18
TOTAL	2111	1442			

TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

	Inversión Millones USD	Km. Circuito	Sub-estaciones	Medidores
11 a 21 Proyectos de distribución	851	23	6	1,217,399
22 a 24 Proyectos de transmisión	91	122	6	Mar-16
TOTAL	942	12223	6	1,217,399

GRÁFICO: EE. FUENTE CFE

Los nuevos proyectos de licitación son resultado de la reforma energética, cuya ley fue promulgada en 2014, que amplió las oportunidades para la inversión privada en importantes proyectos de infraestructura y de explotación de petróleo y gas natural.

hidrocarburos, agua o nitrógeno, que conlleve a un aseguramiento de la calidad de los materiales y trabajos, con el fin de obtener instalaciones óptimas y seguras, cuidando el entorno ecológico.

CONCEPTOS GENERALES DEL PROYECTO

El fallo contractual de la obra, según lo anunciado se dará a conocer en diciembre próximo, así como también los detalles de la misma, sin embargo se puede mencionar que son dos los sistemas utilizados para el tendido de la tubería submarina. El proceso del tendido se realiza desde una barcaza y que reciben su nombre de la posición que adopta la tubería desde el punto de salida de la barcaza hasta

Un gasoducto generalmente está conformado por:

- ▶ **Conducto principal**
- ▶ **Trampas Scrapers**
- ▶ **Estaciones de compresión**
- ▶ **Estaciones de regulación/medición**
- ▶ **Instalaciones complementarias**



GASODUCTOS SUBMARINOS IMPORTANTES

Estrecho de Magallanes

- De Tierra del Fuego a Argentina.
- Extensión 37 km.
- Diámetro de tubería 24 pulgadas.
- Transportará 18 millones cúbicos diarios de gas.

Argelia Europa

- De Beni Saf, en la costa argelina hasta Almería España.
- Capacidad inicial: 8,000 m³ anuales.
- Extensión terrestre : 547 km.
- Longitud total: 210 km.
- Diámetro: 24 pulgadas.
- Profundidad estimada: 2,160 metros.
- Inversión estimada: 900 millones de euros.

Gasoducto Langeled

- De Ormen Lange, Aukura en Noruega a Easton en el Reino Unido.
- Extensión de 1,207 km.
- 1a etapa sección sur : Octubre 2006.
- 2a etapa sección norte: Octubre 2007.
- Capacidad anual: 25.5 millones de metros cúbicos.

La empresa Gassco, operadora del sistema de gas noruego, proyecta construir un gasoducto de 480 kilómetros hasta el Ártico. El gasoducto Polarled entraría en funcionamiento a finales de 2016, con una capacidad de 70 millones de metros cúbicos por día, para transportar gas desde el yacimiento Aasta Hansteen de Statoil de 47.000 millones de metros cúbicos a una planta de procesamiento terrestre.

Golfo Pérsico

- De Kuh Mobarak, en Iran al Puerto Sohar, Oman a través del Golfo Pérsico
- Costo aproximado 60 millones de dólares
- Tiempo de construcción: 18 meses
- Extensión del gasoducto 260 kilómetros terrestres
- Extensión submarina 200 kilómetros
- Exportación diaria de 28 millones de metros cúbicos

Fuentes: Noticolegio- abril 2015 Colegio Ingenieros Civiles de México.

<http://documents.mx/documents/lastre-de-concreto-para-tuberias-de.html>

<http://www.cfe.gob.mx/Licitaciones/Documents/GasoductoSurdeTexasTuxpanMarino.pdf>

<http://udgtv.com/senal-informativa/nacional/m%C3%A9xico-licitar%C3%A1-9826-mdd-en-gasoductos-y-proyectos-el%C3%A9ctricos>

<http://www.cfe.gob.mx/Licitaciones/Documents/FTGasoductoNuecesBrownsville.pdf>

que se apoya sobre el fondo marino: el “tendido en S” y “tendido en J”.

El primero se puede emplear tanto en zonas poco profundas (hasta 2,500 metros), consiste en soldar y tender los tubos en posición horizontal, de tal forma que el gasoducto adopta una figura en “S”. El “tendido en J” supone la soldadura de los tubos en posición vertical. Suele aplicarse entre los 400 y 3,500 metros de profundidad, dependiendo del diámetro del tubo. El gasoducto va tendido sobre el lecho marino, salvo en las zonas más cercanas a la costa, donde se entierra para proteger el gasoducto del tráfico marítimo u otros factores externos. Es importante señalar que antes de iniciar el proyecto, en la selección del sitio, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

Ambientales

- *Inexistencia de ecosistemas críticos, así como de zonas de arrecifes y zonas de inundación.*
- *Zona no inmersa en áreas naturales protegidas.*

Técnicos

- Determinar la ruta más directa entre dos puntos, para evitar que se presenten inflexiones en la línea.
- Cruces de otras líneas submarinas y terrestres.
- Evaluación de estabilidad y sedimentos de la zona, incluyendo erosión y los depósitos continuos.
- Longitud de línea.
- Optimización del aprovechamiento de la trayectoria.
- Criterios socioeconómicos
- Disponibilidad de terreno para la implantación del gasoducto (terreno ejidal).
- Disponibilidad de uso de suelo sin interferencia con el Municipio.
- Distancias a poblaciones.

RAZÓN DEL GAS NATURAL

El gas natural no es tóxico ni corrosivo; es una energía limpia y segura, que despierta cada vez más interés por su capacidad de responder a las necesidades de las empresas, los colectivos y los particulares. Entre los combustibles fósiles, es el que más favorece el cumplimiento de las recomendaciones del protocolo de Kioto sobre cambio climático. La combustión de gas natural libera poco gas carbónico y genera dos veces menos óxido de nitrógeno que el fueloil y tres



veces menos que el carbón. Asimismo, libera 150 veces menos óxido de azufre que el fueloil de uso doméstico, con lo que contribuye a combatir el efecto invernadero, a reducir la lluvia ácida y a limitar los picos de ozono.

Se estima que en México, para el año 2026 la demanda nacional duplicará la producción que Pemex registró en 2012 y con las condiciones actuales el escenario de crecimiento de la producción sugiere que lo haría ligeramente a un ritmo del 2.8% anual. En tanto, los cambios regulatorios alcanzados en 2013 y 2014, definen un nuevo marco para la atracción de inversión, desarrollo tecnológico y formación de cadenas de valor para incrementar la producción de gas y promover la diversificación energética nacional. Por lo tanto, se espera liberar el potencial en el país para desarrollar recursos convencionales de gas natural, así como no convencionales, tal como el gas de lutita, también llamado gas de esquisto, o shale gas. Asimismo, se crea el organismo público descentralizado Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), el que se encargará de la gestión, administración y operación del sistema nacional de ductos de transporte y el almacenamiento de gas natural. **C**



Por I. Eduardo de J.
Vidaud Quintana

Ingeniero Civil
Maestría en Ingeniería

Su correo electrónico es:
evidaud@mail.imcyc.com

Ingrid N. Vidaud
Quintana

Ingeniero Civil
Doctorado en Ciencias

Su correo electrónico es:
ingrid@fco.uo.edu.cu

[H²O]³:

Hito de la Ingeniería y la arquitectura sustentable



Más de 100 años han transcurrido desde que en 1896 se oficializaron en Atenas por vez primera las Olimpiadas o Juegos Olímpicos de Verano Modernos (Foto 1). Inspirados en los juegos que organizaban los griegos en la ciudad de Olimpia hacia el siglo VIII aC., se constituyen las olimpiadas en una atractiva fiesta del deporte mundial; que ha evolucionado de

forma significativa en todos los sentidos por casi 120 años.

Las estructuras que albergan estas fiestas del deporte cada cuatro años han sido uno de los aspectos que más se han desarrollado con el correr de más un siglo. Numerosas obras de infraestructura y nuevos escenarios deportivos podrían citarse como íconos de las olimpiadas; entre las que destacan: el Estadio Olímpico de Montreal en 1976 (Foto 2), el Georgia Dome de Atlanta 1996 (Foto 3), el Estadio Olímpico de Atenas 2004 o el Estadio Nacional o “Nido de pájaro” de Pekín 2008 (Foto 4).

Todas estas estructuras con un sinnúmero de soluciones, materiales y tecnologías, han desbordado los límites de la creatividad y del ingenio de profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción de todo el orbe.

Fotografía 1



Fotografía 2



Juegos Olímpicos de 1896 en el Estadio Panathinaiko en Atenas.



Fuente: <http://somosolimpicos.com/recuerdos-olimpicos/atenas-1896-la-vuelta-del-espiritu-olimpico/>

Estadio Olímpico de Montreal 1976.



Fuente: http://www.inmocanada.com/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=5

Uno de los casos más representativo e ingenioso de estas fiestas del deporte mundial, lo constituyó la construcción del Centro Acuático de Beijing, también conocido como “Cubo de Agua”; la obra se concibió para albergar el complejo de piscinas para la Olimpiada de Beijing en el año 2008 (Foto 4), y actualmente constituye una de las edificaciones más impresionantes de la capital china, por su majestuosidad arquitectónica y por su atractivo turístico, luego de que el nadador estadounidense Michael Phelps ganara 8 medallas de oro en esos Juegos Olímpicos. El diseño del “Cubo de Agua” tiene la impronta de un enorme cubo de hielo, por lo que es conocido simplemente como “Cubo de agua”, o abreviadamente [H²O]³.

Ubicado en el Parque Olímpico de Beijing, distrito de Chaoyang, al norte de la capital china y a pocos metros del Estadio Nacional, este Centro Acuático Nacional se constituyó en un pabellón deportivo concebido para el desarrollo de las competencias de natación, nado sincronizado y clavados de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos del 2008. Fuentes consultadas afirman que el proyecto de la instalación fue ganado en el año 2003, por el consorcio conformado por los grupos australianos PTW Architects y Ove Arup, con la compañía China State Construction Engineering Corporation (CSCEC); esta última se encargaría también de ejecutar la construcción.

La construcción, costada en gran medida con donaciones hechas por chinos residentes en el extranjero, fue inaugurada en el año 2008 y construida entre los años 2004 y 2007, y tiene una capacidad para 17 mil espectadores: 6 mil localidades fijas, más otras 11 mil temporales. La instalación de 177 por 177 metros de superficie (hasta 120 metros de claro entre apoyos) y 31 metros de alto, tiene un área techada de 70 mil metros cuadrados; en general el concepto de la arquitectura combina el simbolismo de la cultura china, con la estructura natural de las burbujas de jabón, utilizando tecnología y materiales de última generación, que inciden en que se trate de una obra visualmente sorprendente y ecológicamente eficiente.

En su construcción fueron utilizados materiales sintéticos como el ETFE(1) y principios estructurales basados en la misma naturaleza, al basarse en los principios de la intercepción de las burbujas de jabón (Foto 5). Estos constituyeron, sin lugar a dudas, significativos avances que recrean a diario las miradas complacidas de miles y millones de espectadores, durante los juegos y ya fuera de ellos.

Fotografía 3



Georgia Dome de Atlanta, ícono constructivo que albergó los juegos olímpicos del año 1996.



Fuente:<https://www.brasfieldgorrie.com/expertise/project/georgia-dome/>

Fotografía 4



Centro Acuático de Beijing (al fondo se visualiza también el estadio del “Nido de Pájaro”).



Fuente:<http://expectaculos.com/2008/07/31/water-cube-estadios-beijing-2008/>



“Agua por dentro y agua por fuera”, esa fue la idea original en la que se basaron los creadores de esta colosal estructura (Foto 5), quienes deseaban que el edificio reflejase lo que iba a ocurrir en su interior, y para ello nada mejor que un edificio que dejara ver las burbujas que crea el jabón al mezclarse con el agua en una tina de baño. Su mayor atractivo es entonces la estructura exterior formada por 634 membranas translúcidas del polímero ETFE, infladas con aire a baja presión y que recubren una superficie total de 100 mil metros cuadrados; por lo que es considerada como la mayor estructura ETFE recubierta del mundo. Son estas membranas las que componen las 3 mil burbujas y le ofrecen al “Cubo de Agua” esa apariencia característica; permitiendo además una excelente luminosidad en el conjunto, al dejar filtrar perfectamente los rayos solares hacia el interior del inmueble. El revestimiento ETFE permite mayor entrada de luz y calor que el cristal tradicional, hecho que propicia en este proyecto una disminución del 30% en gastos de energía. De noche la instalación dispone de una novedosa iluminación formada por diodos luminiscentes que ahorran hasta un 60% de la energía consumida por los clásicos fluorescentes, y que permiten iluminar el edificio con más de 16 millones de tonos.

Fotografía 5



Vista de las burbujas (de jabón en la fachada de la construcción del “Cubo de Agua”.



Fuente: <http://journey26.com/blog/tag/water-cube/>

Fotografía 6



Estructura celular esquelética de acero del “Cubo de Agua” continúa entre las superficies interior y exterior de la construcción, que se basa en la forma de Weaire-Phelan.



Fuente: http://www.inmocanada.com/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=5

CON INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA
OPTIMIZAR CALIDAD Y COSTOS
CONSTRUIMOS CONFIANZA



Línea Sika® ViscoFlow®

Súper-plastificantes de alto desempeño para concreto.

Prolongan y controlan la trabajabilidad de la mezcla por varias horas sin retardo adicional.

Aseguran la consistencia y colocación óptimas aún en climas cálidos y tiempos largos de transporte.

Retienen el revenimiento sin afectar el desarrollo de resistencias iniciales y finales.

 Sika Mexicana  @Sika_Mexicana

01 800 123 74 52
www.sika.com.mx

CONSTRUYENDO CONFIANZA



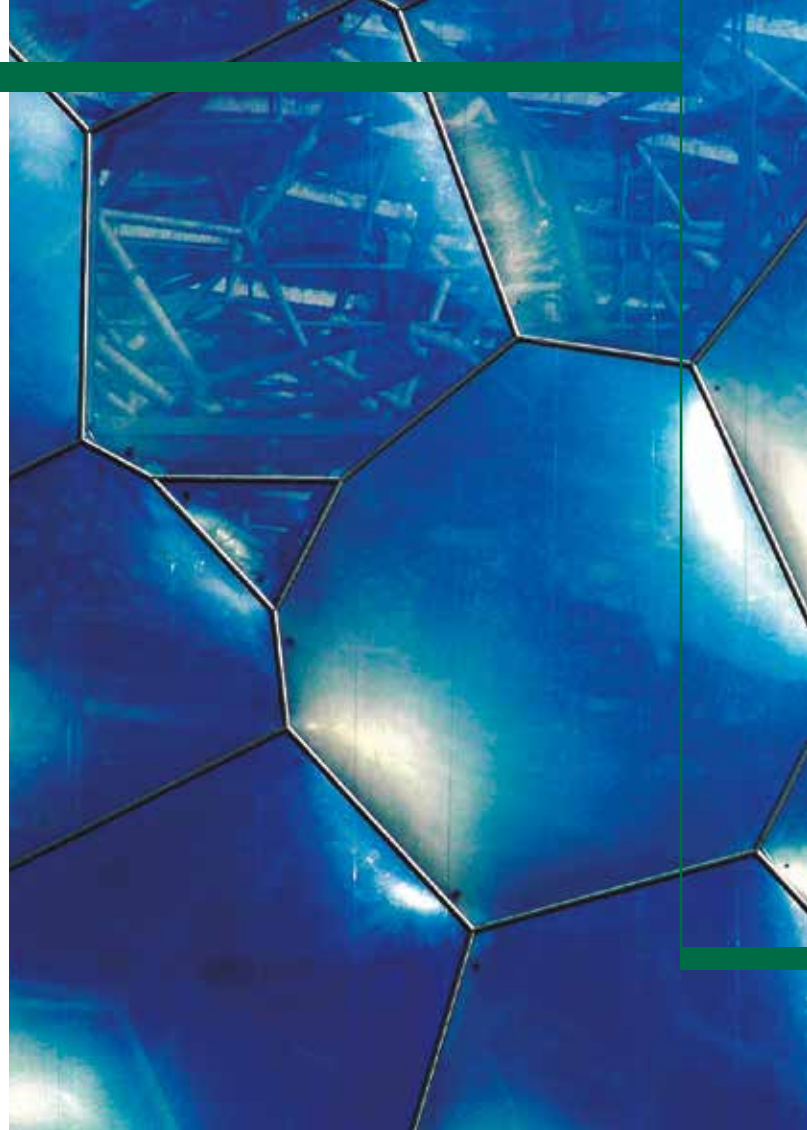


El proyecto, muy respetuoso con el medio ambiente, ha sido desarrollado bajo la premisa de ser lo más sostenible respecto a los recursos utilizados. De esta manera, la energía que utiliza es solar y se ha conseguido que los procesos de depuración del agua aseguren una reutilización del orden del 80%. Además del hecho de que el edificio aprovecha y se aprovisiona del agua de lluvia.



La construcción del “Cubo de Agua” fue concebida como un marco espacial de acero de aproximadamente 6,700 toneladas, mismo que soporta los cojinetes de ETFE que conforman las burbujas, y cuya cimentación se concibió por medio de una cimentación profunda con pilotes; en la que se evaluaron condiciones de comportamiento diferenciales entre la edificación principal y las albercas, considerando diferentes escenarios, con respecto al llenado simultáneo o no de las albercas. Al interior de la construcción también se conciben algunas losas de entrepiso, que utilizan concreto armado en su concepción. La estructura del edificio se basa en la repetición de una misma unidad, que comprende dos poliedros de 12 lados y seis poliedros de 14 lados (estructura de poliedros similar a la de Weaire - Phelan), resultando en más de 22 mil piezas y más de 12 mil nudos. Un acercamiento a la retícula resultante, se plasma a continuación en la fotografía 6.

El “Cubo de Agua” constituye una impresionante joya de ingeniería y arquitectura y pasó a formar parte de la larga lista de hitos estructurales construidos para certámenes olímpicos. Su impresionante arquitectura se corresponde con las innovaciones de ingeniería, de materiales de construcción, de gestión ambiental, y de un cronograma de proyecto, que muchos, en un principio, consideraron una utopía. **C**



Referencias:

- ARUP (2004). “Beijing National Swimming Centre, China”. American Institute of Architects. Building Information Model (BIM) Awards Competition 2004. (TAP) Knowledge Community.
- ASCE Metropolitan Section (----). “Structural Design of the Water Cube of the 2008 Summer Olympics in Beijing”. Copyright © 2005-2015 Metropolitan Section, American Society of Civil Engineers • PO Box 7916 • New York, NY 10116-7901.
- Batten, Q., Bonnell, K., Fennell, K. Henson, M. y Ochoa, H. (----). “Beijing National Aquatic Center: The Watercube”. http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/4433/watercube.pdf.
- Carson, E. (2008). “The Beijing National Aquatics Centre Water Cube Set for 2008 Olympics”. A-1902-1108 ©2008 LATICRETE International.
- e-architect (2014). “Watercube Beijing: National Swimming Centre China”. e-architect limited, 6 The Maltings, Haddington, East Lothian, EH41 4EF, UK.
- Gonchar, J. (2008). “Inside Beijing’s Big Box of Blue Bubbles”. <http://www.epab.bme.hu/oktatas/2014-2015-2/v-CA-B-MS/FreeForm/Examples/WaterCube.pdf>

Ing. Roberto Uribe Afif

Director General del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.



PERSPECTIVA ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN:

UN RETO MUNDIAL PARA LA ECONOMÍA Y LA TECNOLOGÍA

ENERGÍA, EL MOTOR DEL MUNDO
 El desarrollo progresivo de nuestra especie a lo largo de la historia se ha sustentado sobre un consumo de energía creciente. En la actualidad existe el debate sobre la cantidad de energía que será necesaria para mantener un nivel de bienestar y comodidades suficientes, sin perjudicar al medio ambiente ni comprometer el desarrollo de generaciones venideras, cuestión fundamental ya que la energía es considerada una de las condiciones imprescindibles para el avance de cualquier nación.

EL USO DE LA ENERGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria de la construcción siempre ha estado vinculada con el crecimiento económico de los países. Las obras de infraestructura y conectividad, las obras pesadas de irrigación, la transmisión de energía, las obras de edificación entre las que sobresale la vivienda de interés social, la construcción de obras de equipamiento urbano y muchas más, son parte de los activos del país. Mientras más obras se construyen, más riqueza se crea, y con ello también se genera mayor empleo.

Todo crecimiento económico conlleva un balance energético asociado. Cada parte del ciclo de vida de los productos y servicios tiene un impacto sobre recursos naturales, mismo que varía en función de un número infinito de variables que los caracterizan, tales como sus condiciones geográficas, geológicas, mecánicas, eléctricas, las propiedades de cada material, las características de la aplicación final, etc.

El uso de la energía está asociado con la producción de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que es cada vez más común, que las empresas deban cumplir con un creciente número de normas y reglamentos ambientales así como el involucramiento proactivo en organizaciones y grupos de interés para analizar, proponer ejecutar, medir, sumar y direccionar esfuerzos.

La fabricación de cemento es un proceso intensivo de energía. La industria del cemento produce el 5% de las emisiones globales de CO² de origen humano, de los cuales 50% es del proceso químico, y el 40% de la quema de combustible. El resto se divide entre los usos de la electricidad y el transporte. Las empresas productoras de este material han buscado diversas alternativas para generar impactos ambientales positivos relacionados con el manejo de los desechos, la innovación tecnológica y la mejora en sus procesos, los cuales son muy apropiados para la reutilización o destrucción de una variedad de materiales residuales, incluyendo algunos desperdicios peligrosos.

Asimismo, algunos de los residuos sólidos de los hornos, que no pueden ser reincorporados a sus procesos, han sido empleados para tratar los suelos, neutralizar los efluentes ácidos de las minas, estabilizar los desechos peligrosos o como relleno para el asfalto. Si bien el cemento es el componente principal de los materiales de construcción, para realizar el impacto energético de la industria deben analizarse todos los procesos y servicios, así como las contribuciones de todos los otros materiales involucrados desde la extracción y procesado, hasta el final de su vida útil; es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción o fabricación.

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

La relación entre construcción y energía no termina en el uso de esta última. Las grandes obras de infraestructura son construidas empleando concreto, el cual ha sido ampliamente diversificado y desarrollado en las últimas décadas para crear materiales que hagan frente a todas las formas de generación de energía.

PANORAMA ENERGÉTICO NACIONAL Y MUNDIAL

En el periodo 2010–2035, según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía, la demanda de energía aumentará a una tasa de 1.5% promedio anual considerando una expansión de la economía global de casi 140% y un aumento de 1.7 mil millones de habitantes. El uso adecuado y eficiente de la energía y los recursos naturales se ha vuelto una prioridad en la agenda económica y política de los países en épocas recientes, ya que representa un pilar fundamental en el impulso del crecimiento económico de una nación.

En el sector empresarial es indispensable que no olvidemos que el crecimiento óptimo y una buena gestión del riesgo van de la mano. Un crecimiento que no tiene en cuenta el aspecto ambiental es poco probable que sea sostenible para los inversionistas que saben que sus activos futuros podrían verse afectados de manera adversa. Por lo tanto, empresarios y gobiernos en un entorno internacional y local han decidido emprender acciones que nos ayuden a hacer frente a este panorama que se nos presenta.

En México, existe la Estrategia Nacional de Energía, la cual plantea el panorama, las expectativas y compromisos de 2013 a 2027. De la misma manera, la reciente Reforma Energética presenta oportunidades para nuestro sector. De manera global, el esfuerzo desarrollado por la CSI (Cement Sustainability Initiative), y organismos como la WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) es loable, esperemos que estas iniciativas y el resultado de la próxima COP21 de París, proporcionen un marco para todas las naciones en esta materia.

CONCLUSIONES

La sociedad está buscando cada vez más tecnologías y materiales innovadores que aumenten los recursos y la eficiencia energética. Los avances en productos y sistemas de la industria de la construcción serán fundamentales para apoyar el desarrollo y la preservación de la civilización a largo plazo. Se está entrando en un periodo de transición energética. Un futuro sostenible no se puede lograr mediante una sola industria actuando de forma aislada.

Algunas empresas han tomado ya medidas en el corto plazo y otras requerirán un periodo de planificación y adaptación, pero aún queda mucho por hacer, y tenemos que seguir encontrando formas de integrar un sólido desempeño financiero con un igualmente fuerte compromiso con la responsabilidad social y ambiental, y un diálogo abierto con nuestros grupos de interés. El éxito dependerá de la disponibilidad integral y la voluntad de las partes interesadas. **C**

Algunos Ejemplo:



Energía Eólica Aerogeneradores

Debido a que los cimientos de concreto muchas veces son enterrados, se utiliza un cemento especial diseñado para soportar un ambiente químico moderadamente agresivo. La velocidad de vaciado muchas veces supera los 35 m³/hora.



Energía Geotérmica

En el silenciador o cajas contenedoras de salmuera es común encontrar concreto. Las características de diseño contemplan materiales aislantes sobre todo de ruido con agregados basálticos para el silenciador. Los concretos deben tener muy baja relación a/c y una extraordinaria durabilidad. En el caso de las cajas de salmuera se debe garantizar el ataque químico adicional.



Energía Hidráulica

El concreto de presas ha sufrido una importante evolución en el curso del tiempo. Al principio se daba preferencia a la facilidad de manipulación y transporte, por lo que los concretos se diseñaban con una relación agua cemento alta y se transportaban por canaletas de gran pendiente o por tubería articulada. En la actualidad se requiere una buena trabajabilidad con bajo calor de hidratación y con la resistencia mecánica de diseño requerida. El papel de los aditivos y de algunas adiciones (como puzolanas o cenizas volantes) ha cobrado un papel preponderante en este sentido en los últimos años.

Conforme a:

| ASTM C39 – AASHTO T22 |

Nuevas prensas automáticas **AUTOMAX y PILOT** El poder de la innovación

CVI TECH

CUSTOMER'S VALUE
DRIVES THE INNOVATION



Distribuidor exclusivo en México:

EQUIPOS DE ENSAYE CONTROLS, S.A DE C.V.

Av. Hacienda 42, Col. Club de Golf Hacienda,

Atizapán de Zaragoza, C.P. 52959, Estado de México.

Tels. (+52 55) 55 32 07 99, 55 32 07 22, 53 78 14 82

CONTROLS Your Partners
Masters of Technology

info@controls.com.mx

www.controls.com.mx

ADVANTEST

**Un sistema
servo-hidráulico
multifunción para
ensayos bajo**

**CONTROL
DE CARGA**

**CONTROL DE
DESPLAZAMIENTO Y
DEFORMACIÓN**

Conforme con normas y métodos:
ASTM, AASHTO, EN, EFNARC, NMX



- ▶ Control en lazo cerrado de alta sensibilidad
- ▶ Control automático de hasta 4 bastidores
- ▶ Control integral vía PC
- ▶ Rapido set up a través del módulo software de calibración

VARIAS CONFIGURACIONES

CONCRETOS, BLOQUES Y MORTEROS



**CONCRETO LANZADO Y
REFORZADO CON FIBRAS**



**ROCAS: PRUEBAS UNIAxiaLES
Y TRIAXIALES**





**Ingeniero
Carlos Alberto
Méndez G.,**
Director de
Infraestructura,
Toxement S.A.
**Ingeniera Liliana
María Arias,**
Gerente Técnico,
Toxement S.A.



Reproducción autorizada
por la revista Noticreto # 116,
de Enero – Febrero 2013.
Editada por la Asociación
Colombiana de Productores
de Concreto – ASOCRETO.

Fotos:
Cortesía Toxement S.A.

ASOCRETO

TECNOLOGÍA DE ADITIVOS PARA EL CONCRETO EN OBRAS HIDRÁULICAS

Los aditivos químicos pueden mejorar las propiedades del concreto y, de acuerdo con su aplicación o con el sistema constructivo, proporcionar desempeños en estado fresco y endurecido, según las consideraciones establecidas para cada proyecto en particular. Este artículo describe aplicaciones específicas de los aditivos químicos en concretos elaborados para estructuras hidráulicas que, dentro de cada propósito constructivo, serán empleadas como estructuras de contención, conducción o desvío de aguas, y que a su vez podrán estar sumergidas total o parcialmente.



Proyecto Hidroeléctrico Porce III

Tabla 1: Tipos de aditivos químicos, efecto esperado y experiencias de aplicación.

TIPO DE ADITIVO	EFECTO ESPERADO	ESTRUCTURA HIDRÁULICA
Incorporadores de aire (ASTM C 260).	Mejora durabilidad en ciclos hielo-deshielo, ambientes alcalinos y con presencia de sulfatos.	Tanques y concretos en que se utilizan arenas con deficiencias en finos.
Retardantes/ reductores de agua (ASTM C 494, tipos B y D).	Reducción del contenido de agua mínimo en 5% y retardo de fraguado controlado (concretos masivos-concretos con transporte).	Recubrimiento de túneles, en general concretos con transporte y bombeos en distancias cortas.
Aditivos para el control de la hidratación (ASTM C 494, tipo D).	Suspenden o prolongan las reacciones de hidratación del cemento mediante el uso de un agente estabilizador.	Concretos lanzados, concretos con tiempos de transporte largos o demoras en colocación por métodos muy lentos.
Súper-plastificantes (reductores de agua de alto rango ASTM C 494, tipos F y G).	Incrementan la fluidez/asentamiento del concreto y reducen la relación a/mc mínimo en un 12%.	Concretos Tremie, sistemas tornillo continuo, en que debemos garantizar alta reología de las mezclas.
Súper-plastificantes / hiperfluidificantes (ASTM C 1017, tipo I y tipo II).	Incrementan la fluidez/asentamiento del concreto, reducen la relación a/mc.	Utilizados generalmente en concretos auto-consolidables, mezclas donde se requiere una acomodación del concreto sin necesidad de gran energía de vibrado.
Inhibidores de reacción álcali-sílice (ASTM C 494, tipo S).	Reducen la expansión debida a la reacción álcali-agregado reactivo.	Concretos en que se emplean agregados potencialmente reactivos o agregados reactivos y equivalente de álcali en el cemento alto.
Aditivos anti-lavado (ASTM C 494, tipo S).	Proporcionan cohesividad al concreto disminuyendo la pérdida por lavado en aplicaciones bajo agua.	Concretos con colocación bajo agua (reparaciones en tanques, diques, en general estructuras sumergidas). También para pilotajes pequeños debido al costo.
Aditivos inhibidores de corrosión base nitrito de calcio (ASTM C 1582).	Comprobada efectividad en la reducción de reacciones de corrosión debidas a ambientes con presencia de cloruros.	Estructuras marinas y costeras como muelles y puertos; pilas y pilotes; prefabricados utilizados en los muelles.
Aditivos impermeabilizantes (ASTM C 494, tipo S).	Retardan o interfieren en el ingreso de humedad en concretos que han finalizado su etapa de curado.	En general, se utilizan en tanques y en morteros de recubrimiento en estructuras en general.
Aditivos para Grout (ASTM C 494, tipo S).	Se adaptan a las propiedades específicas donde se requiere la aplicación de grouts.	Donde se necesiten mezclas sin retracción por fraguado para llenado de espacios.
Aditivos/adiciones reductores de permeabilidad (ASTM C 1240).	Permiten densificar y/o reducir la permeabilidad en el concreto.	Obras hidráulicas en general. Concretos de alta resistencia.
Aditivos mejoradores de bombeo (ASTM C 494, tipo S).	Proveen al concreto características especiales que permiten su adecuado bombeo.	Utilizadas en concretos bombeables y estructuras muy armadas.
Aditivos reductores o compensadores de contracción (ASTM C 494, tipo S – ACI 223R-10, Componente G).	Reducen o compensan la contracción por secado en el concreto, disminuyendo la fisuración.	Concretos para presas, tanques y concretos donde se requiera un estricto control de la contracción por secado.
Aditivos mejoradores de agregados (ASTM C 494, tipo S).	Aditivos que permiten mejorar las condiciones de desempeño en mezclas de concreto de agregados con mala gradación o alto contenido de finos.	Especialmente recomendados para permitir el uso de agregados deficientes en cuanto a su lavado y contenido de finos.
Microfibras y macrofibras sintéticas estructurales (ASTM C 1116, tipo III).	Diseñadas para aumentar la tenacidad y resistencia al impacto y reducir el fisuramiento por contracción plástica hasta en 88%.	Microfibras: control del sangrado y segregación en concretos autoconsolidables. Macrofibras estructurales: aplicaciones en concreto lanzado.
Aditivos para concreto lanzado por vía húmeda o vía seca.	Línea de aditivos que aportan al concreto lanzado características de tixotropía, fluidez, rápido fraguado, desarrollo de resistencias.	Concretos lanzados.

Los retos que establece la etapa de diseño y puesta en obra de concretos especificados para estructuras hidráulicas incluyen parámetros de adecuada reología, durabilidad, baja permeabilidad, baja fisuración y desarrollo de resistencias acordes con las pautas inicialmente establecidas. Cada uno de estos desafíos implica la consideración de un aditivo químico que permita verificar el cumplimiento de los objetivos fijados, en términos de desempeño de concretos en estado fresco y endurecido. Con el objeto de establecer una guía de selección de tecnología de aditivo químico, se sugieren en la tabla 1, de forma general, varios tipos de aditivos químicos y al mismo tiempo se relacionan el efecto esperado y el tipo de estructura hidráulica donde se tienen experiencias de aplicación.

EXPERIENCIA

Con el objetivo de ilustrar adecuadamente la correcta selección de aditivos químicos, se presenta a continuación una aplicación basada en la experiencia en campo en proyectos de infraestructura hidráulica. El propósito es enfatizar la importancia de las buenas prácticas que deben aplicarse desde los cálculos estructurales hasta el diseño y colocación del concreto en campo.

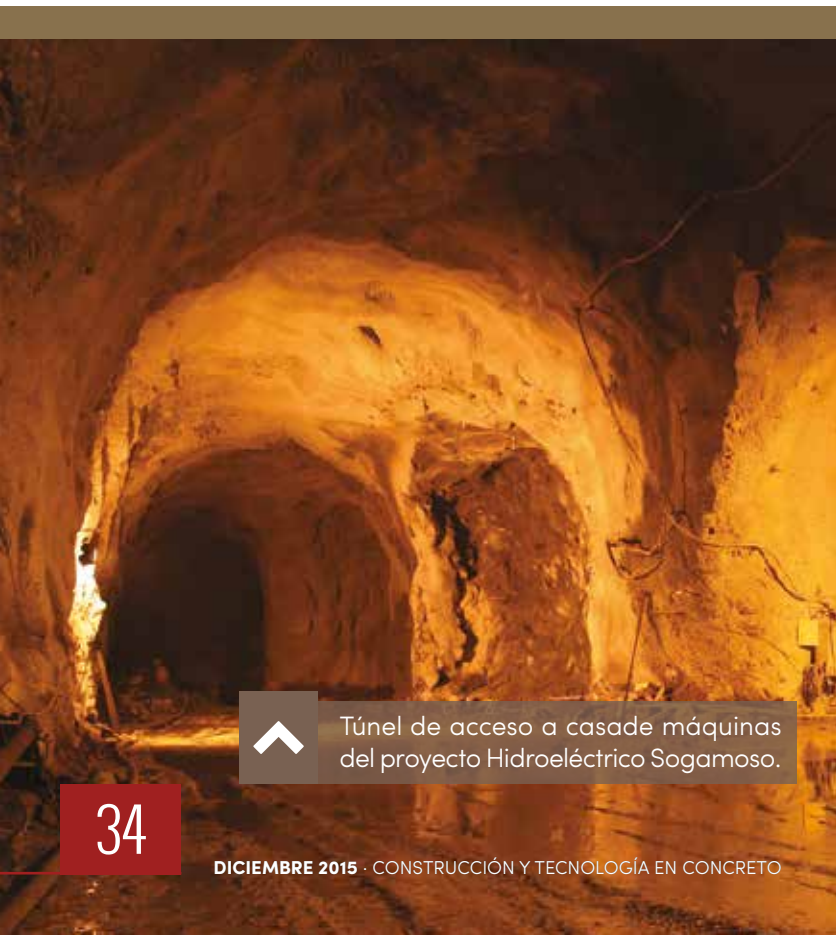
Dentro del proyecto se ha establecido la colocación de concreto bajo agua, lo cual exige una cuidadosa atención en su planificación y ejecución; el concreto debe fluir con facilidad para llenar totalmente los espacios internos de la estructura y consolidarse por su propio peso sin permitir que a su masa se incorpore agua; también debe evitarse lavar el cemento o los finos, porque entonces hay formación de bolsas de arena y grava que debilitan puntos importantes de las estructuras.

La aplicación requiere la especificación de varios aditivos en una misma mezcla, dosificar un plastificante-retardante que garantice un buen comportamiento durante el transporte, un aditivo superplastificante para dar al concreto buenas características de manejabilidad que permitan su buena colocación y consolidación, y un aditivo antilavado (ASTM C 494 tipo S) con el cual se blinda el concreto contra la entrada de agua y la separación de sus componentes, todo lo cual asegura que la estructura hidráulica enterrada va a fundirse completamente con concreto de alta calidad y de características idénticas a las del concreto que constituye la parte de la estructura hidráulica que está en la superficie.

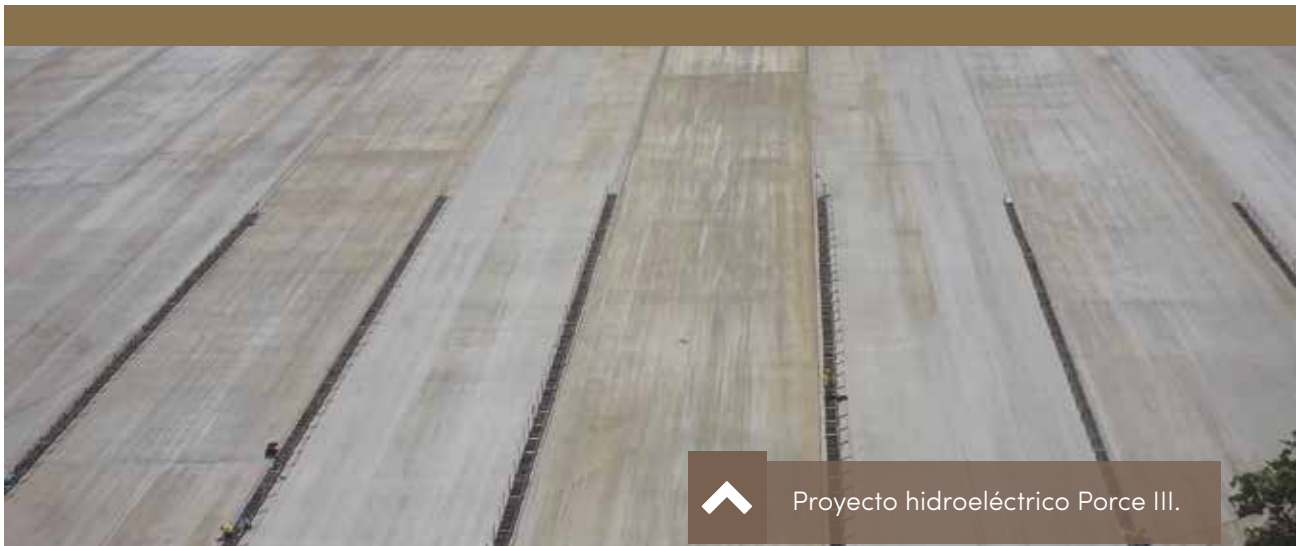
Desde el punto de vista constructivo, la mejor práctica para aplicar estos concretos, sobre todo si estamos hablando de cimentación, será el procedimiento Tremie: la mezcla se coloca con un tubo vertical de acero cuyo extremo superior tiene forma de embudo mientras el extremo inferior se mantiene sumergido en el concreto fresco, sin contacto con el agua.



Casa de máquinas del proyecto Porce III



Túnel de acceso a casade máquinas del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.



Durante la operación de vaciado es imposible la inspección directa visual del concreto depositado normalmente, de modo que el progreso de esta operación debe controlarse cuidadosamente observando el volumen de concreto colocado y la altura alcanzada en el tubo. Siempre deben tenerse en cuenta el flujo y/o el asentamiento exigido para esta aplicación. Los concretos con asentamientos superiores a 220 mm requieren parámetros diferenciados de diseño que les permitan autoconsolidarse en la cimentación y que establezcan los valores máximos esperados de pérdida por lavado, para evitar segregación de los componentes de la mezcla.

El concreto descrito puede tener especificaciones químicas adicionales que prevén desempeños especiales bajo ataque por cloruros, reacción álcali-sílice o baja permeabilidad. La mezcla de aditivos es factible siempre y cuando obedezca una planeación adecuada, la validación de desempeños y a una clara secuencia de adición, de tal manera que el contratista de obra o el productor del concreto premezclado no vean en el control de calidad del material un inconveniente sino un beneficio por uso de tecnología.

Los concretos y estructuras hidráulicas siempre deberán ser evaluados bajo parámetros de durabilidad. La NTC 5551 (ACI 201.2R-08) establece los lineamientos a tener en cuenta para el diseño de concretos por durabilidad cuando deban exponerse a ambientes agresivos: ataque por sulfatos, corrosión, ataque químico, abrasión y reacción álcali-sílice, entre otros. Los aditivos químicos hoy disponibles en el mercado y en continuo desarrollo tecnológico brindarán siempre opciones para elaborar concretos de alta calidad, concretos de resultados consistentes y alternativas constructivas adecuadas a las condiciones de obra y a la puesta en servicio de estructuras hidráulicas.

La selección de productos y dosis serán establecidas bajo la adecuada asistencia técnica que brindan las compañías que producen los aditivos químicos. A su vez, las soluciones acordadas deben ser validadas con los productores de concretos y con base en los materiales, diseños y ubicación de los proyectos, entre otras premisas. **C**

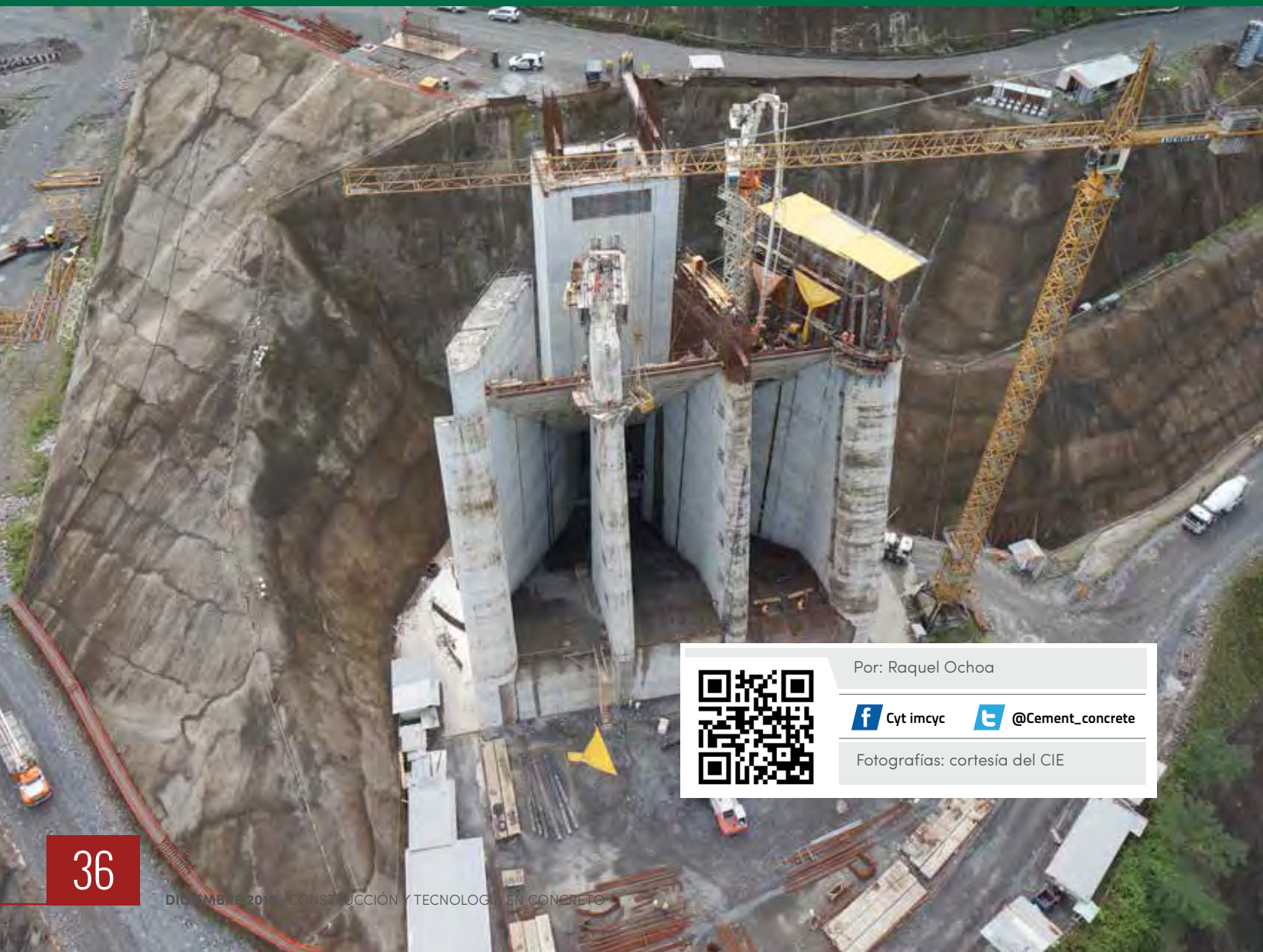
BIBLIOGRAFÍA

- ACI 212: Aditivos químicos para concreto.
- Euclid Chemical Company: High performance concrete admixtures.
- NTC 5551: Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto.
- A.M. Neville: Properties of Concrete.
- ASTM C 494: Aditivos químicos para concreto.
- ASTM C 1017: Aditivos químicos usados para producir concreto fluido.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO REVENTAZÓN:

UN DESAFÍO DE LA INGENIERÍA COSTARRICENSE

Imponente, ambicioso y soberbio se eleva el proyecto más estratégico de la zona atlántica de Costa Rica: la hidroeléctrica el Reventazón.



Por: Raquel Ochoa

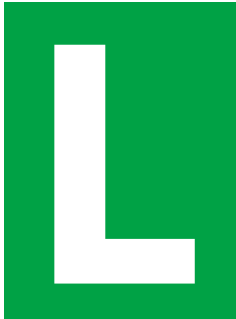


Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: cortesía del CIE



La energía hidroeléctrica es una fuente fundamental para generar electricidad en el mundo. La fuerza del caudal de los ríos ha sido maximizada, a través de las megapresas, para producir energía. El diseño y construcción de estas obras de infraestructuras

forma parte de la historia del desarrollo de la ingeniería y las nuevas tecnologías.

Pero, controlar el caudal de los ríos, no es tarea fácil, es un gran reto que ha marcado la historia del avance de la sociedad moderna. Tal es el caso de la gigantesca estructura de concreto más ambiciosa de la República de Costa Rica, la hidroeléctrica Reventazón, con una capacidad de 305.5 megavatios, suficiente electricidad como para iluminar a 525,000 familias, es una fuente principal de abastecimiento de energía eléctrica en la República del mar Caribe.

Para construir este coloso de concreto que se convertirá en el complejo hidroeléctrico más grande de Centroamérica, se requirió de una fuerza de laboral de 4,000 trabajadores que cubrieron jornadas de hasta 12 horas diarias, 760,000 metros cúbicos de concreto y 29,000 toneladas de acero, entre otros factores. En este contexto, Construcción y Tecnología en Concreto, invitó al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), responsable de la megapresa, a participar en el reportaje sobre la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón.

El Complejo Hidroeléctrico Reventazón se localiza en el cañón del río que lleva el mismo nombre, muy cerca de la ciudad de Siquirres de Limón. Este proyecto forma parte de la matriz eléctrica renovable de Costa Rica, está basado en la generación de energía, a través de cinco fuentes: agua, calor de tierra, viento, sol y biomasa. Su capacidad será de 305.5 MW y una producción media anual de 1 572.8 GWh, lo cual se estima que beneficiaría a un equivalente de 525,000 hogares.



La nueva central, está concebida para maximizar el caudal energético del río Reventazón. Su puesta en operación -en principios de 2016-, sin duda alguna, marcará un hito emblemático que consolida a la nación caribeña como uno de los países líderes en la producción de energías limpias, con competitividad y arquitectura energética.

DESAFÍOS DEL PROYECTO

La edificación del complejo hidroeléctrico, implicó la ejecución de diversas obras claves. Se comenzó con la desviación del caudal del río Reventazón. Para ello, fue necesaria la construcción de "túneles de desvío, preataguía, ataguía y contra ataguía. Los túneles están ubicados en la margen izquierda del río; poseen 14 metros de diámetro de excavación y una longitud promedio de 680 metros. El sistema de desvío está diseñado para soportar una creciente con un pico de hasta 4,200 metros cúbicos por segundo", según informe de ICE.

Una vez erigidos y sellados los túneles para impedir el paso del agua, se inició la edificación de la presa. La megaconstrucción tendrá una cortina tipo enrocado con cara de concreto (CFRD, por sus siglas en inglés), con un volumen de relleno de 9 millones de metros cúbicos de material suelto, que permitirán crear un embalse de regulación bimensual. Los niveles normales de operación mínimo y máximo serán de 245 y 265 m.s.n.m., respectivamente.

El sellado de la cortina se efectuó con descargas de impermeabilización, para sellar las fisuras por medio de perforaciones profundas que se rellenan con lechada (mezcla de agua con cemento) y evita la infiltración del agua a través de ellas.

El proceso para alcanzar las metas del proyecto integral del Reventazón residió en canalizar el agua que se ubica en el embalse, a través de la toma de agua. Esta obra es una estructura frontal situada en la margen derecha del río, con una armazón de rejas apoyada en muros laterales. Su compuerta tiene 7.5 metros de ancho por 9.4 metros de alto. Aquí se capta el agua del embalse para dirigirla hacia el túnel de conducción.

Una tarea tan compleja como edificar el Reventazón, no sería posible sin la construcción del túnel de conducción. Este elemento tiene



➤ DATOS DE INTERÉS

- **Ubicación:**
Costa Rica; provincia de Limón; cantón de Siquirres.
- **Área de embalse:**
7 kilómetros cuadrados.
- **Caudal de diseño:**
240 metros cúbicos por segundo.
- **Potencia:**
305.5 megavatios.
- **Producción equivalente:**
525,000 hogares promedio.
- **Comunidades del cantón de Siquirres beneficiadas:**
15
- **Obras de infraestructura vial, de salud, educación y recreación:**
40
- **Plazas temporales:**
3,500 trabajadores locales.

Fuente: información proporcionada por el CIE

una longitud total de 1,672 metros y 9.4 metros de diámetro. Posee coberturas que van desde cero metros (portales) hasta los 153 metros. Por medio de este enorme túnel se transporta el agua del embalse hasta la tubería forzada. La tubería forzada permanecerá a cielo abierto y estará apoyada sobre monturas y anclajes de concreto. Tiene 905 metros de longitud y el diámetro varía desde 8.2 metros hasta 8.6 metros. Un tramo de la tubería atraviesa la quebrada Guayacán, sobre la que se construyó un puente tubo de 100 metros de longitud. Está construida con acero. Da continuidad a la conducción del agua desde el túnel principal hasta la casa de máquinas.

El agua será conducida hacia la casa de máquinas. Esta edificación consta de una terraza, en el margen derecho del río Reventazón. Albergará cuatro unidades turbogeneradoras de tipo Francis de eje vertical, con una capacidad total de 1,292 megavatios. El agua es restituida al río a los 120 m.s.n.m. Mediante sus cuatro unidades, generará la electricidad proveniente de la energía acumulada y extraída del agua.

Una vez que el agua llega a la casa de maquinas entrará en un tanque de oscilación o cilindro de acero de 27 metros de diámetro y 52 metros de altura. Se ubica lateral a la línea de la tubería, requiere de una "T" para conectar el túnel con el tanque y la tubería forzada. El enorme cilindro ayuda a disminuir la fuerza del agua cuando se cierran las válvulas en la casa de máquinas.

Toda obra hidráulica debe cuidar cada detalle, y en los trabajos del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón no podía ser diferente. Para regular los niveles del líquido vital, se construyó un vertedero de excedencias al margen derecho del río. Sus componentes son un canal de aproximación, cuatro compuertas radiales colocadas en la zona de control, un 'canal de rápida' y un patín expulsor o 'salto de esquí'. La función principal del vertedero es una obra que funciona como un canal de alivio para el embalse del proyecto. Su función es regular el nivel máximo de operaciones del embalse. Esto significa que cuando el agua alcanza su límite máximo, se vertiera el líquido a través de un sistema de compuertas.

Asimismo, se levanto un túnel de 614 metros de largo para la descarga de fondo –según información del CIE–, este túnel será capaz de descargar 500 metros cúbicos por segundo con el nivel máximo de operación del embalse. Su tarea es evacuar los sedimentos del área de la toma de aguas. Se asienta muy cerca de esta estructura. Cabe mencionar que, existirá una central de compensación ecológica. Está se alimenta del embalse a la altura del canal del vertedero de excedencias. Deja fluir un caudal de compensación permanente de 15 metros cúbicos por segundo, aguas debajo de la presa. La central aprovecha el caudal de compensación ecológica para producir electricidad a través de una unidad turbogeneradora.

Finalmente la construcción de la Subestación eléctrica conectará cuatro líneas de transmisión. El punto final del proceso de generación, transmisión y distribución de electricidad. Así las cosas, el Proyecto Hidroeléctrico el Reventazón será la planta hidroeléctrica más grande de Costa Rica y Centroamérica. Su proceso es fundamental para asegurar el suministro eléctrico del país con fuentes renovables, con un impacto ambiental totalmente respetuoso. **C**

PROYECTO GENERAL

- **Total de túneles de desvío:**
2.
- **Diámetro de túneles:**
14 metros cada uno.
- **Longitud Túnel 1:**
627 metros .
- **Longitud Túnel 2:**
731 metros .
- **Ataguía:**
675,000 metros cúbicos en banco de relleno Impermeabilización con tapete de geomembrana (cara aguas arriba).
- **Presa:**
130 metros de altura, con 9 millones de metros cúbicos sueltos de relleno y enrocado con cara de concreto (CFRD).
- **Vertedero:**
9 millones de metros cúbicos en banco de excavación.
105,000 metros cúbicos de concreto.
- **Cortina de impermeabilización:**
3.7 kilómetros de galerías.
173 kilómetros de perforaciones (inyección y drenajes).
- **Toma de aguas:**
31,000 metros cúbicos de concreto.
- **Túnel conducción:**
1,672 metros de longitud y 9.4 metros de diámetro.
- **Descarga de fondo:**
Túnel de 614 metros de longitud y 7.5 metros de diámetro.
- **Tubería forzada:**
905 metros de longitud y de 8.2 a 8.6 metros de diámetro.
- **Tanque de oscilación:**
27 metros de diámetro y 69 metros de altura (con cimientos).
1,500 toneladas de peso de estructura metálica.
- **Casa de máquinas:**
Cuatro unidades Francis (eje vertical), de 73 MW cada una.
- **Central ecológica:**
Una turbina tipo Francis (eje horizontal) de 13.5 MW.
- **Caída neta nominal:**
133.44 metros

Fuente: información proporcionada por el CIE



LOS AZUFRES III: ENERGÍA EMERGIENDO DE LA TIERRA



Por: Raquel Ochoa



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: Cortesía de CFE



El crecimiento de demanda de energía en el Occidente del país, por un lado, y la necesidad por mantener los márgenes de reserva regional en niveles adecuados, por el otro, han determinado la construcción del complejo

geotérmico Los Azufres III, Fase I, ubicado en Zinapécuaro, Michoacán.

La nueva central generadora de electricidad -a partir del calor interno de la Tierra Esta central- con una capacidad de 50 MW será la tercera edificación constituida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en Los Azufres. Según el Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo) “La energía geotérmica es la energía térmica que se produce y/o se almacena en el interior de la nuestro planeta. Esta energía térmica o calor tiene dos fuentes principales. Una de ellas es el calor remanente de la formación de la Tierra, ocurrida hace 4 mil 500 millones de años, que se disipa desde el núcleo. La otra es el decaimiento radiactivo de minerales como el Uranio, el Torio y el Potasio contenidos en rocas de la capa externa sólida del planeta que se conoce como litósfera, la cual se compone de la corteza y de la porción superior del manto terrestre”.

Actualmente, México genera electricidad geotérmica para satisfacer la demanda de energía eléctrica de casi dos millones de hogares mexicanos promedio, situándose el tercer productor mundial de energía geotérmica. El territorio mexicano cuenta con cuatro campos geotérmicos en operación. Todos operados por la CFE, a través de su Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG), Estos complejos geotérmicos, de tipo hidrotermal de alta temperatura son: Valle de Mexicali en Baja California; Los Azufres en Michoacán; Las Tres Vírgenes en Baja California Sur y Los Humeros en Puebla. Cabe destacar que, la energía geotérmica es una alternativa productivamente viable que permite satisfacer la demanda de electricidad respetando el planea, según la CFE, el país cuenta con recursos geotérmicos abundantes distribuidos en todo el territorio nacional.



EL COMPLEJO LOS AZUFRES III

El desarrollo del proyecto Los Azufres III, Fase I, ubicado en el estado de Michoacán, entró en operación en febrero del 2015, y forma parte del Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018. Este complejo surge de la necesidad de satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región del área Occidental del país, evitando la emisión anual de 177 mil 500 toneladas de CO².

➤ DATOS DE INTERÉS

- **Nombre del proyecto:**
Proyecto termoeléctrico Los Azufres III.
- **Ubicación:**
Sierra de San Andrés, en el límite oriental del Estado de Michoacán, entre los municipios de Ciudad Hidalgo, Zinapécuaro y Maravatío, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, sistema montañoso no del todo continuo que marca el extremo meridional de la Altiplanicie.
- **Tiempo de vida útil del proyecto:**
30 años, a partir de la entrada en operación.
- **Capacidad:**
50 Megawatts (MW).
- **Evitará la emisión:**
177 mil 500 toneladas de bióxido de carbono.
- **Energía limpia que generará:**
394.20 Gigawatts hora por año.

Moctezuma presente en las grandes obras de México

Administración Portuaria Integral
Altamira, Tamaulipas



www.cmoctezuma.com.mx

La geotermoeléctrica Azufres III, Fase I –a decir del Director General de la CFE, Enrique Ochoa Reza–, “se enmarca dentro de las prioridades de la Reforma Energética que pretende fomentar la construcción de centrales de generación de energía eléctrica renovables, de menor costo y con procesos más amigables con el medio ambiente. Su capacidad será de 50 (MW) –que a decir de la CFE–, permitirán un aporte de energía limpia al Sistema Eléctrico Nacional por un valor de 394.20 Gigawatts (GW) hora por año. Esto equivale a suministrar de electricidad a una población de 195 mil habitantes aproximadamente”. El consorcio Diamantes Azufre y Mitsubishi fue el encargado de edificar la planta geotérmica. Además, se están impulsando actualmente 14 proyectos más de generación de energía renovable, seis de ellos de geotermia, con una inversión aproximada de 4 mil 400 millones de dólares. Estos proyectos adicionarán más de 2 mil 500 MW de capacidad renovable al Sistema Eléctrico Nacional.



requieren alrededor de 14 toneladas de vapor; con las unidades a condensación se requieren alrededor de 7.5 toneladas de vapor para generar un MW, según información presentada en el documento “Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular Proyecto Geotermoeléctrico Los Azufres III, 75 MW” de la CFE.

Entre las acciones significativas del proyecto están: el suministro e instalación de tuberías y accesorios de cómo válvulas, bridas y codos. Asimismo, todas las cimentaciones fueron realizadas en concreto armado a base de zapatas aisladas. Por su parte, el proceso constructivo consistió –a decir del informe de la CFE– en las siguientes actividades: limpieza, trazo y nivelación del terreno en el área donde se construirán los soportes del vaporducto; excavación de cepas; construcción de plantilla de mortero de cemento-arena 1:5 de 3 cm de espesor; armado de zapata con acero de refuerzo y estructural; colocación de cimbra común en estructuras de concreto; vaciado de concreto en cimentación de estructuras (dados, zapatas, muros y losas). Y es que, el concreto fue clave en la edificación del complejo geotérmico Los Azufres III. Tal es el caso de las plantillas de concreto en postes tipo Morelos y torres estructurales que residieron en un firme de concreto, con fuerza de 100 kg/cm² (concreto pobre), que se colocó en el desplante de los cimientos de acero (base de los postes y de las torres), previa nivelación de las zapatas de concreto armado. Según el informe de la CFE,

CAMPOS GEOTÉRMICOS EN MÉXICO

- ▶ **Cerro Prieto en Baja California, con capacidad de (720 MW).**
- ▶ **Los Azufres en Michoacán, con capacidad de (194 MW).**
- ▶ **Los Humeros en Puebla, con capacidad de (93 MW).**
- ▶ **Las Tres Vírgenes en Baja California Sur, con capacidad de (10MW).**

EL CONCRETO EN EL COMPLEJO

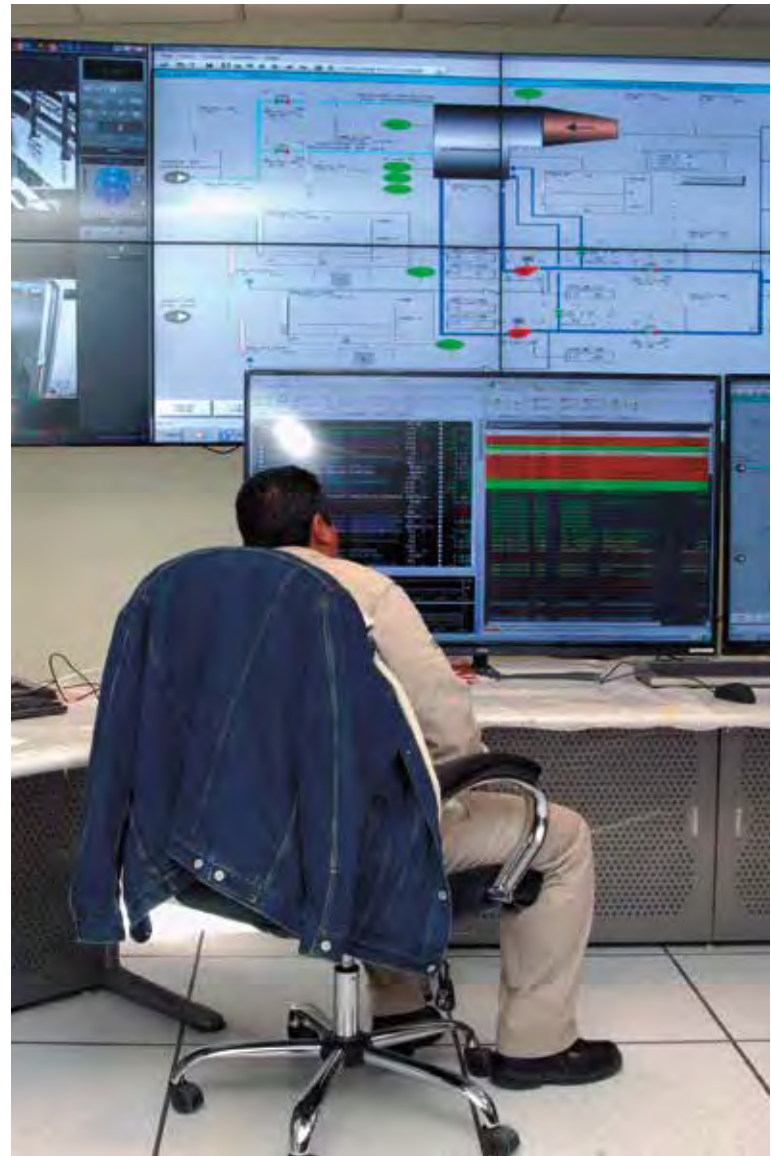
Uno de los principales retos del proyecto Los Azufres III fue eficientar la extracción de vapor geotérmico. Para ello, se requirió substituir siete unidades a contrapresión de 5 MW¹ (35MW) por dos unidades a condensación de 25 y 50 MW (75 MW), las cuales son más eficientes en cuanto al aprovechamiento de vapor. Es decir, para generar un MW con unidades a contrapresión se

La cimentación de las zapatas de las estructuras de concreto armado, con fuerza de 250 kg/cm^2 , se preparó en sitio colocándose a través de canalones de cimbra de madera.

Además, para los equipos y tuberías exteriores se edificaron soportes con cimentaciones de concreto. En el caso específico de la casa de máquinas – señala el mismo informe- utilizaron materiales diversos como la estructura metálica recubierta con lámina soportada por una cimentación de concreto de zapatas aisladas o continuas y losa de piso terminado de concreto. Los cuartos de control, de tableros eléctricos y de servicios serán construidos de zapatas, columnas y losas de concreto, con muros de tabique o de material prefabricado. La subestación eléctrica será construida de estructura metálica para los marcos soporte de cables y de concreto para los soportes de equipo; el piso tendrá acabado de

balasto (grava). Las cimentaciones y estructuras de concreto fueron construidas con los métodos convencionales, previamente armadas con acero de refuerzo y cimbradas con cimbra metálica o de madera, para posteriormente proceder al colado utilizando una planta dosificadora de concreto en el sitio.

En tanto que, las torres de enfriamiento fueron construidas con una pileta de concreto y la torre fabricada con madera sometida a un tratamiento químico. La superficie que ocupará la torre de enfriamiento para la unidad de 50 MW será de aproximadamente 750 m^2 (15 m x 50 m), señala el mismo informe. Así las cosas, México apuesta a la generación de energía a través de los campos geotérmicos como una alternativa de bajo costo y de responsabilidad con el planeta. **C**



INVERSIONISTAS, DESARROLLADORES, DESPACHOS DE ARQUITECTOS y CONSTRUCTORAS

Les ofrecemos una excelente oportunidad de hacer una completa
PROMOCIÓN EDITORIAL DE SUS PROYECTOS

EQUIPAR

www.revistaequipar.com

CONECTANDO NEGOCIOS

MÉXICO • COLOMBIA • VENEZUELA



TORRE MAPFRE

Construcción de alta tecnología y eficiencia

PASEO DE LA REFORMA

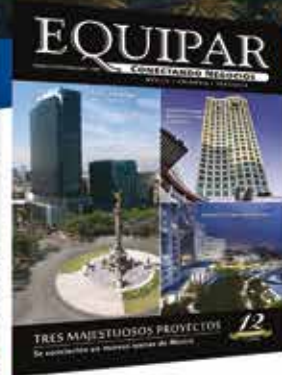
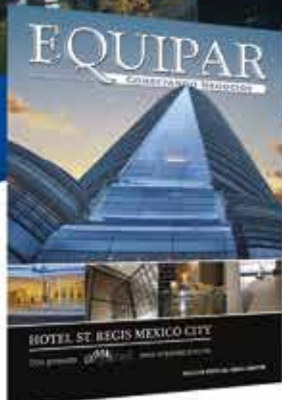
Ofrece la mayor plusvalía en México

HOTELES CITY

Sostenido crecimiento en 2013

GRAN MUSEO DEL MUNDO MAYA

ARQUITECTURA - CONSTRUCCIÓN - EQUIPAMIENTO - SEGURIDAD - SUSTENTABILIDAD - TECNOLOGÍA



Con la **Revista EQUIPAR**, su Proyecto contará con presencia protagónica multiplicando las posibilidades de conectar negocios!

Importantes Desarrollos de todo el País nos han confiado la promoción de sus nuevos Proyectos, logrando excelentes resultados.



EQUIPAR
CONECTANDO NEGOCIOS

Corporativo en Cancún
+52 998 840 6189
Contacto: Lic. Mario Arbeláez

Oficinas en México D.F.
+52 55 4744 6252
Contacto: Cindy Ruiz

Resto del País
01 800 EQUIPAR
Contacto: Lic. Nancy Sala.

@RevistaEQUIPAR

Revista EQUIPAR

Revista EQUIPAR

www.revistaequipar.com

info@revistaequipar.com



EL FIDE,

25 AÑOS DE ACCIONES CONCRETAS
EN EL AHORRO ENERGÉTICO



Por: Juan Fernando González G.



Cyt imcy



@Cement_concrete

Fotografías: FIDE

El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) nació hace 25 años con el objetivo primordial de inducir y promover el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, un compromiso que se ha cumplido a cabalidad y que cada año suma nuevas iniciativas que benefician a toda la sociedad mexicana.

Construcción y Tecnología en Concreto tuvo la oportunidad de charlar con el Dr. Jaime J. Arceo Castro, subdirector técnico del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), un verdadero experto en diversas ramas del conocimiento que carga en sus alforjas un título de ingeniería, dos maestrías y un doctorado, además del Premio Nacional de Ingeniería 1999. El tema: la energía, el uso responsable de ella y la participación de la industria del cemento y del concreto alrededor de este rubro.



- Fideicomiso privado, sin fines de lucro, constituido el 14 de agosto de 1990, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Objetivos: realizar acciones que permitan inducir y promover el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en industrias, comercios y servicios, MIPyMES, municipios, sector residencial y agrícola.
- El FIDE presta servicios de asistencia técnica a los consumidores, para mejorar la productividad, contribuir al desarrollo económico, social y a la preservación del medio ambiente.
- Sus metas: el ahorro y el uso eficiente de energía eléctrica en los sectores de la sociedad, a través de proyectos que fomenten el desarrollo tecnológico y, con ello, disminuir el uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad, para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

EL FUTURO NOS ALCANZÓ

El Dr. Arceo Castro desglosa e interpreta de manera fluida y brillante los datos más recientes del Balance Nacional de Energía, el cual presenta algunas referencias “ilustrativas y preocupantes”. Si atendemos la parte relativa a la intensidad energética, que tiene que ver con la cantidad de energía que se consume para producir un peso del Producto Interno Bruto (PIB), es decir, un indicador relacionado estrechamente con la productividad de las empresas y del país en general, se puede afirmar que “no ha mejorado del 2012 al 2013; es más, debería decirse que empeoró ya que actualmente consumimos un poco más de energía para producir un peso del PIB a nivel general. No es algo que pueda considerarse grave, pero es una circunstancia que marca una tendencia: estamos consumiendo más energía en relación con el crecimiento económico que estamos teniendo”, afirma el especialista.





Esto nos lleva, señala el ingeniero en Comunicaciones y Electrónica egresado del Instituto Politécnico Nacional, a otro punto que me parece bastante grave y que está relacionado con la independencia energética. Nosotros hemos sido tradicionalmente un país con suficientes energéticos y pensábamos que el futuro no nos iba a alcanzar, que nuestras reservas petroleras eran suficientes para tener una independencia energética durante muchos años.

Si analizamos el comportamiento de la última década, del 2003 al 2013, se puede ver que la independencia energética se encuentra en el límite. Teníamos un superávit energético, pero en el 2013 prácticamente se equilibró la producción de energía con respecto al consumo. Ya llegamos al límite y estamos perdiendo la independencia energética, por lo que nos preocupa que los mayores consumidores de energía tengan ese concepto y se arraigue en ellos una cultura del uso eficiente de este recurso.



✓ Beneficios energéticos, económicos y medioambientales en 2014

- **Ahorro en consumo de energía eléctrica: 56.54 GWh/año.**
- **Capacidad instalada diferida: 9.89 MW.**
- **Ahorro económico de los beneficiarios: 141.18 millones de pesos.**
- **Emisiones evitadas de CO2 equivalente: 24,100 toneladas.**

LA INDUSTRIA CEMENTERA, GRAN CONSUMIDOR DE ENERGÍA

Resulta muy interesante saber que, de acuerdo con el Balance Nacional de Energía, la industria cementera se encuentra en el segundo lugar del consumo energético, tan sólo detrás de la industria del hierro y el acero, pero por delante de las operaciones de Pemex Petroquímica.

El subdirector técnico del FIDE, maestro en Organización por la Universidad Tecnológica de México, habla del sector cementero mexicano y explica lo siguiente: se trata de un rubro de grandes contrastes, porque por un lado es una rama industrial que constituye un orgullo nacional. La industria cementera mexicana está posicionada a nivel global, e incluso una de las grandes empresas del país ocupa un puesto de liderazgo y es una de las primeras cinco cementeras del mundo. Como industria, la cementera se distingue por su capacidad, y me permito estratificarla en varios aspectos: es altamente productiva y competitiva, tiene una importancia grande en la ocupación laboral y está en el top de las empresas mundiales, pero en cuanto al medio ambiente creo que nos está quedando a deber para que la podamos clasificar en el top ten.

Arceo Castro, maestro en Humanidades y doctor en Administración Pública por la Universidad Anáhuac, reconoce, sin embargo, que los consorcios cementeros mexicanos han hecho algunas cosas notables para abatir los costos, ya que el consumo de energía que tiene

es enorme; desde el proceso de la extracción de las materias primas, su pulverización, la transportación y la calcinación, de allí que hayan implementado la introducción de energías alternas, como lo que usted mencionó en relación con la utilización de llantas o los residuos sólidos urbanos, una especie de pet muy especial, que sustituye parte del carbón que se necesita para producir calor en el proceso cementero. Son cosas que hay que apuntar como reconocimiento a la industria cementera.

HONOR A QUIEN HONOR MERECE

Sabemos que una de las grandes compañías cementeras elaboró un convenio para recibir energía limpia, que es la que se produce a través de plantas eólicas, una medida muy buena y extraordinaria para bajar las emisiones contaminantes, reconoce el doctor Arceo Castro.

La industria cementera también ha hecho una importante sustitución del combustóleo que venía utilizando para diferentes procesos calóricos y de la energía eléctrica, y en el curso de 10 años lo que consumía de combustóleo prácticamente lo ha eliminado. En el 2003 estaba haciendo un uso del combustóleo de 18.41 petajoules y lo redujo a 1.49 petajoules; es decir, que eliminó prácticamente ese combustible altamente contaminante. La industria cementera tiene sus luces y sombras, pero me parece que está caminando en el sentido correcto para hacer una aportación importante en la disminución de las emisiones.



UN ORGANISMO CON MUCHA ENERGÍA

El FIDE llegó a su 25 aniversario con grandes resultados en la promoción y difusión del ahorro y el uso eficiente de la energía en general, y con respecto a la industria las aportaciones han sido notables. Baste decir, a manera de ejemplo, que en un lapso de cinco años se logró cambiar la planta de motores eléctricos que tenía el país (la cual era muy ineficiente en términos generales).

Ahora, la mira está puesta en áreas que ayudarán a la formación del capital humano, iniciativa que explica a detalle el entrevistado: “se puede pensar que el FIDE solamente atiende a pequeñas y medianas industrias, pero no es así. Hemos dado un giro en el fideicomiso, que se traduce en la obtención de un registro oficial como un ente capacitador, evaluador y certificador de la eficiencia energética, lo que hará posible que atendamos no sólo a la pequeña y mediana industria, sino también a la gran industria, a través del programa Gestor de Eficiencia Energética en la Organización. “El FIDE ya está en posibilidades de formar esos gestores, de modo que aquella empresa que tenga un alto consumo de energía pueda tener un personal que gestione el uso de este recurso de manera más eficiente. Si hablamos de la industria cementera, por ejemplo, se debe averiguar cuál es la intensidad energética, es decir, cuánta energía se consume para producir una tonelada de cemento y esa referencia nos dirá cómo se va mejorando. Esta es una ventana que estamos ofreciendo a toda la industria, entre ellas a la industria cementera, para que podamos colaborar en la formación del personal que gestione de manera adecuada su energía”, concluye. **C**





Colegio de
Ingenieros Civiles
de México, A.C.

Los grandes proyectos se construyen en equipo

Si ejerces la profesión, eres pasante o estudiante,
esta es la gran oportunidad de afiliarte a la
organización gremial más reconocida del país.

Somos el puente de comunicación entre los
distintos sectores vinculados con la Ingeniería Civil



Informes: a.membresia@cicm.org.mx

5606-23-23 5606-2923 5606 4798
5606 2673 ext. 104

SÍGUENOS EN TWITTER @CICMOFICIAL 

50

FACEBOOK CICM COMUNIDAD VIRTUAL 

DICIEMBRE 2015 - CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO

VISÍTANOS EN
www.cicm.org.mx

EL CONCRETO EN LA OBRA

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

CONCRETÓN - Diciembre 2015



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y CONCRETO, A.C.



Cementantes Hidráulicos

Norma Mexicana
NMX-C-478-ONNCCE-2014®

Ilustraciones: Felipe Hernández

Número

100

SECCIÓN
COLECCIONABLE



Cementantes hidráulicos

Industria de la construcción - Cementantes Hidráulicos – Método para la determinación de la blancura del cemento.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

Building industry - Hydraulic Cements – Test method for whiteness determination in cement.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

Usted puede usar la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, cabe advertir que esta versión no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

OBJETIVO

Esta norma mexicana establece el método para la determinación de la blancura de los cementos blancos, tomando los valores triestímulos X, Y y Z

obtenidos mediante el empleo de cualquier instrumento, espectrofotómetro o colorímetro triestímulo.

CAMPO DE APLICACIÓN

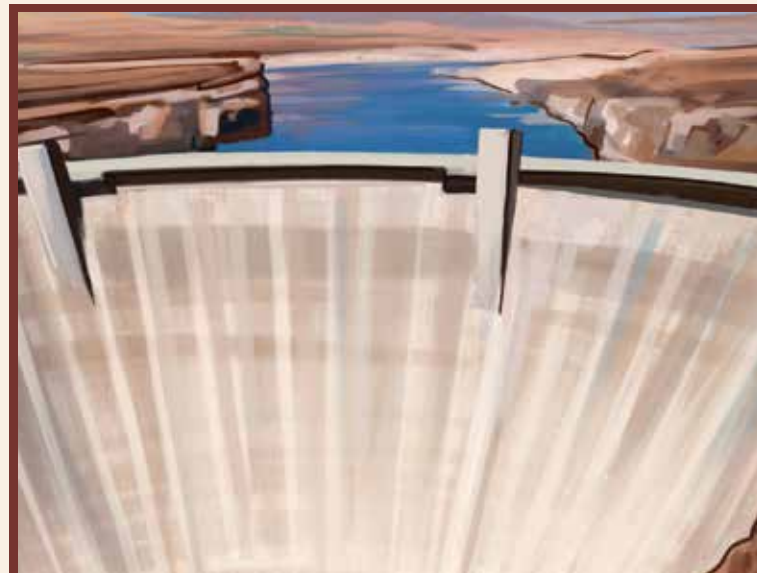
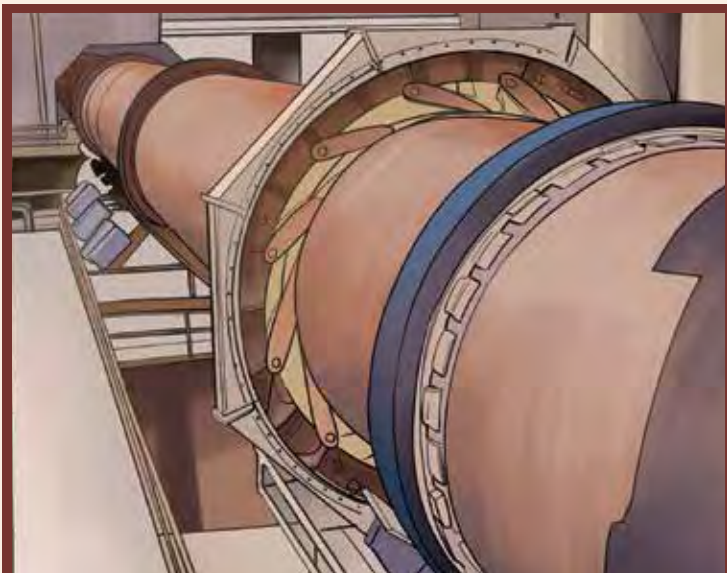
Esta norma mexicana aplica a los cementos blancos de fabricación nacional o extranjera que se comercialicen en territorio nacional.

DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma mexicana se establecen las siguientes definiciones:

Color

Es una percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los foto receptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético.





Blancura

La blancura de un cemento se determina por la medida de su reflectancia luminosa direccional para la luz blanca ($45^\circ / 0^\circ$), que se define por la relación existente entre el flujo luminoso que refleja una muestra iluminada con luz incidente a 45° .

Equipo de medición

Espectrofotómetro, el cual es un instrumento que tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra.

Escala de color

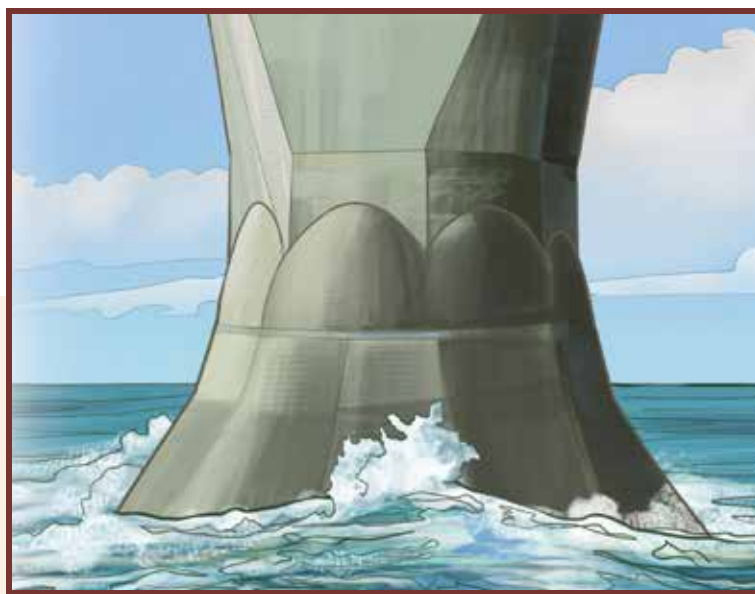
Se toma como referencia la escala de medición del color según CIE Lab (Comisión Internacional de Iluminación) expresada en los parámetros L^* , a^* y b^* .

Coordenada L^* :

Correspondiente a la claridad o luminosidad de la muestra.

Coordenada a^* :

Define la desviación del punto cromático correspondiente a la luminosidad L^* , hacia el rojo (+) o hacia el verde (-).



Coordenada b^* :

De modo análogo, define la desviación al azul (-) o al amarillo (+).

Iluminante

Un iluminante es un gráfico o tabla de la longitud de onda frente a la energía relativa que representa las características espectrales de los distintos tipos de fuentes de luz.

DESCRIPCIÓN GENERAL

La norma consta de 4 partes, "Equipo" "Preparación y Acondicionamiento de las Muestras", "Condiciones Ambientales", "Procedimiento" y "Cálculo de los Resultados".

En el apartado de EQUIPO, la norma describe el equipo a utilizar, donde destacan los siguientes, fotocolorímetro o espectrofotómetro y placas de referencia. Cuando se requiera, dependiendo del equipo que se utilice, se deberá contar también con placa de vidrio. El fotocolorímetro o espectrofotómetro debe poder medir la reflectancia luminosa en las condiciones de iluminación y observación de una muestra iluminada con luz incidente y observada en dirección normal a su superficie (ángulo cero) y el flujo reflejado en

NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana Industria de la construcción - Cementantes Hidráulicos – Método para la determinación de la blancura del cemento.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, en México, D.F. O bien, en las instalaciones del IMCYC.

análogas condiciones, por la superficie de un estándar de calibración.

En cuanto a las placas de referencia, Todos los equipos cuentan con unas placas de colores en donde se especifican los valores de cromaticidad de las muestras. En caso de que se utilice una placa de vidrio, ésta deberá contar con un índice de refracción conocido para llevar a cabo tanto la calibración como las mediciones. Para determinar si es necesario contar con una placa de vidrio, es necesario referirse al manual de cada instrumento.

En el apartado de PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS se describen las condiciones que deben cumplir las muestras, la preparación que éstas deben tener, el número de determinaciones que se deberán realizar y la forma en que deben manejarse las medidas obtenidas, particularmente si se quiere manejar valores absolutos.

La norma también establece las CONDICIONES AMBIENTALES idóneas para desarrollar la prueba. En cuanto al PROCEDIMIENTO, la norma establece cómo deben prepararse las muestras, señala que la forma en que el instrumento de medición debe ser calibrado de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante y utilizando los valores del factor de reflectancia espectral de o los patrones de calibración blanco y negro. Indica también que el instrumento se debe calibrar cada vez que se va a realizar la determinación.

Una vez calibrado el equipo, se realiza una determinación de los valores triestímulos y se expresan los resultados en la escala señalada en la norma.

CALCULO DE LOS RESULTADOS

La norma establece la forma de cálculo para determinar el grado de reflectancia.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía utilizada para la elaboración de la norma fue la siguiente:

• NOM - 008 - SCFI - 2002:

Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

• NMX- C – 414 – ONNCCE -2010:

Industria de la construcción. Cementantes hidráulicos – Especificaciones y Métodos de ensayo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 2010.

PUBLICACIÓN EN DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN

07 de noviembre de 2014.

Comex®

*Juntos embellecemos
y protegemos la vida*

**Prolongamos el color
y brillo de todas las
superficies metálicas**

**Durabilidad, resistencia
y desempeño con el sistema
Primario y Esmalte Acrílico
Color Car**



solucionescolorcar@comex.com.mx

www.comex.com.mx

Atención al consumidor:

Del D.F. y área metropolitana: 5864-0790 y 91

Del interior de la República: 01800-71-26639

División Profesional

Color Car®

Aerogeneradores sin hélices



La compañía española, llamada Vortex Bladless, ha propuesto una radical forma de generar energía eólica que podría revolucionar las turbinas de vientos como las conocemos hasta ahora. Su prototipo, llamado Vortex, es una turbina eólica sin turbinas que asemeja un cigarrillo gigante que apunta al cielo y cuenta con las mismas funciones que una turbina de aire convencional.

Anteriormente, la tecnología de los parques eólicos capturaban la energía por medio del movimiento circular de una hélice, y la propuesta actual consiste en toma ventaja de lo que se conoce como vorticidad, es decir un efecto aerodinámico que produce un patrón de vórtices giratorios. Dado que el sistema no tiene ni engranajes, ni rodamientos, ni elementos mecánicos que propicien un desgaste como consecuencia del rozamiento, los ingenieros consiguieron un pequeño dispositivo situado de la mitad para abajo del prototipo, cuyo funcionamiento se basa fundamentalmente en la acción de los imanes.

De esta manera se cuenta con un mecanismo que se ajusta de manera natural a la velocidad del viento, no produce desgaste en la estructura y genera un ahorro de 300 litros de aceite que cada año necesita un aerogenerador tradicional. Los fundadores de la marca aseguran que el equipo mini, mide cerca de 15 metros, y a pesar de captar un 30% menos energía que las turbinas convencionales, se compensa con el hecho de poder colocar el doble de turbinas en un mismo espacio.

Otras ventajas que ofrece la nueva tecnología son que el sistema es completamente silencioso y es más seguro para las aves, además de que su costo de producción es 50% más barato que los sistemas tradicionales. Este proyecto de aerogenerador, se encuentra inmerso en su tercera y definitiva fase, de manera que a principios de 2016 pueda estar lista la primera unidad de molino eólico sin aspas. **C**



Índice de anunciantes

IMCYC	2º DE FORROS
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO A.C.	3º DE FORROS
EUCLID CHEMICAL MÉXICO	4º DE FORROS
HENKEL CAPITAL S.A. DE C.V.	1
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO A.C.	3
BASF MEXICANA, S.A. DE C.V.	7
SIKA MEXICANA S.A. DE C.V.	25
EQUIPO DE ENSAYE CONTROLS S.A. DE C.V.	30-31
INDUSTRIAL BLOQUERA MEXICANA S.A.	35
CEMEX	49
GRUPO GRAGO	55

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

➤ **Verónica Andrade Lechuga**
(55) 5322 5740 Ext. 230
vandrade@mail.imcyc.com

➤ **Ing. Jair Juarez**
(55) 5322 5740 Ext. 237
jjuarez@mail.imcyc.com



/Cyt imcyc



@Cement_concrete



buzon@mail.imcyc.com.

SERVICIOS IMCYC



"Un mundo de soluciones en concreto"

- Enseñanza
- Asesorías técnicas
- Servicios de laboratorio
- Publicaciones
- Membresías



www.imcyc.com

Oficinas
(55) 5322-5740

Laboratorio
(55) 5276-7200



EUCLID CHEMICAL



UN MUNDO DE SOLUCIONES PARA SU OBRA

CALIDAD. SERVICIO. EXPERIENCIA

Durante más de un siglo, **The Euclid Chemical Company** se ha distinguido por ser un proveedor líder de la industria de la construcción al ofrecer una completa gama de aditivos y productos químicos para la construcción. En Euclid Chemical nos esforzamos por suministrar tecnologías innovadoras y sustentables para la industria con productos de vanguardia y una variedad de servicios de soporte y apoyo técnico.

Nuestra oferta de soluciones incluye:

- Impermeabilizantes
- Protección Pasiva Contra Fuego
- Fibras Sintéticas Estructurales
- Adhesivos & Agentes Adherentes
- Recubrimientos
- Grouts
- Selladores Estructurales para Fachadas
- Aditivos para Concreto y Morteros
- Reparadores de Concreto
- Concreto Decorativo
- Selladores & Rellenos para Juntas
- Densificadores Líquidos & Selladores de Penetración
- Endurecedores de Piso de Regado en Seco
- Agentes de Curado & Sellado

(55) 5864 9970
01 800 8 EUCLID (382543)

www.eucomex.com.mx