Tendencias en el diseño de las presas

La técnica de Concreto Compactado con Rodillo (CCR) para la construcción de presas empezó a utilizarse hace más de 30 años en China, Brasil y España. En México desde 1980 se han construido varias presas con CCR, lo que ubica al país dentro de las primeras 40 naciones que utiliza ésta tecnología.

Antonieta Valtierra

Fotos: Cortesía de Conagua y del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Presa Trigomil.

La edificación de presas es impulsada fuertemente para suministrar energía con fuentes renovables y para abastecer de agua, a las poblaciones aledañas y así satisfacer sus necesidades. De los años setentas a la fecha, en nuestro país han sido construidas varias presas utilizando el Concreto Compactado con Rodillo (CCR).

En la actualidad, las presas que se construyen deben ser económicamente factibles; socialmente aceptables y ambientalmente sustentables. En el *Protocolo de Kyoto* quedó establecida la necesidad de reducir los proyectos que generen energía con fuentes contaminantes, así como las emisiones de contaminantes fósiles a la atmósfera; por lo que de realizarse, deben pagar ciertas cuotas. Ésta es una de las

razones fundamentales para encontrar métodos menos contaminantes y que también reduzcan los costos de construcción. En este sentido, el desarrollo tecnológico permite resolver diversos problemas por difícil que parezcan.

En varias ocasiones, la revista *CyT* ha enfatizado los avances que ha tenido la técnica del CCR y de cómo se utiliza cada vez más en diversas obras alrededor del mundo.

En el caso de construcción de presas, ha demostrado cumplir con las condiciones de impermeabilidad tanto del material, como de las uniones entre las distintas capas. Además de presentar grandes ventajas entre las que se pueden destacar: la rapidez de construcción a un costo menor (mientras 1m^3 de concreto convencional puede costar de 200 a 250 USD/m^3, las de CCR alcanzan valores promedio de 90 USD/m^3). Un ejemplo es la presa de Longtan, en China, con 7, 500,000 m^3 en la cual se colocó el CCR a un costo de 40 USD/m^3.

A continuación presentamos un recuento histórico de las presas construidas con dicha técnica en nuestro país.

Presa Trigomil, Jalisco

Ubicada sobre el río Ayuquila, en el municipio de Unión de Tula, Jalisco, la presa cuyo nombre oficial es "General Ramón Corona Madrigal", en poder de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Ésta fue la segunda obra de ingeniería mexicana que incluyó en su construcción CCR, con una resistencia de 150 kg/cm^2.

Su cortina, de sección de gravedad, fue la de mayor altura en el mundo en aquel entonces. Cabe decir que inició su construcción en 1986 y se terminó en 1993. Su misión fue consolidar y ampliar el distrito de riego "El Grullo-Autlán" y controlar las avenidas del río Ayuquila, en el tramo Tacotán-Trigomil. Los materiales utilizados fueron arcillas de protección con roca de desperdicio.

Presa Trigomil

Cortina: 107 m altura y 250 m de longitud.
Corona: 5.8 m de ancho.
Capacidad de almacenaje: 324 millones de m^3.
Volumen de CCR: 361,500 m^3.
Volumen de concreto simple: 43,400 m^3.
Volumen de concreto reforzado: 10,500 m^3.
Losas prefabricadas: 280,000 piezas.

Presa San Lázaro, Baja California Sur

Esta presa, dominio de la CNA, fue construida sobre el arroyo del mismo nombre, afluente del arroyo torrencial San José, en el extremo meridional del estado, municipio de Los Cabos. La obra, que dio inicio en 1985 y fue terminada en julio de 1994, tiene como objeto regular las avenidas provocadas por eventos ciclónicos y proteger a los habitantes de San José del Cabo. Además, favorece la infiltración de los escurrimientos superficiales del arroyo para recarga del acuífero de San José.

Su cortina de sección de gravedad de concreto eje recto, fue construida con concreto convencional hasta la elevación de 278.40 msnm; de ahí, hasta los 296.95 msnm, de CCR y se continuó con concreto convencional hasta la corona. Ambos tipos de concreto tienen resistencia de f'c= 100 Kg/cm^2. El elemento impermeable de la cortina es una pantalla de concreto convencional de f'c= 100 kg/cm^2, 0.50 m de ancho, colada entre el CCR y las formas prefabricadas, autosoportables de concreto reforzado de 0.60 x 0.90 m, que sirvieron como cimbra y forman la cara de aguas arriba.

Presa San Lázaro

Cortina: 37.2 m de altura máxima y 167 m de longitud.
Corona: 5 m de ancho a la elevación, de 305.70 msnm.
Capacidad de almacenaje: 10.7 millones de m^3.

Presa Rompepicos, Nuevo León

Propiedad del Gobierno del Estado de Nuevo León, inició su construcción en 2002 sobre el cañón de

Presa Rompepicos.

Base inferior: de 80 a 150 m de ancho y 70 m de espesor.
Cortina: 70 m de altura más 40 m de cimentación, 220 de longitud.
Capacidad de almacenaje: 18,000 m^3.
Volumen de CCR: 474,000 m^3 (aprox.)
Volumen de concreto: 750 toneladas.
Volumen de acero estructural: 180 toneladas.
Volumen de acero de refuerzo: 655 toneladas.

El Realito en proceso.

la Huasteca en un sitio conocido como Corral de las Palmas, en Santa Catarina, Nuevo León. La obra se concluyó en 2004.

Su función principal es fungir como reguladora de flujos; disminuir el riesgo de desbordamiento del río Santa Catarina y evitar la inundación de la ciudad de Monterrey ante una avenida extraordinaria. El vertedor está revestido de concreto y posee una especie de rampa en semicírculo en la parte baja denominada "Salto de Sky"; ésta hace que el agua caiga y se almacene en el tanque para amortiguar la caída de agua.

Presa Amata, en Sinaloa

Se trata de una presa de gravedad de CCR con vertedor integrado cuya ejecución inició en octubre de 2004 y concluyó en marzo de 2005. Está ubicada en el municipio de Cosalá, Sinaloa, a 45 km de Culiacán; pertenece a la CFE. Funciona como presa reguladora ya que controla las avenidas de la Central Hidroeléctrica "Comedero"; optimiza su operación y ayuda en la irrigación. Es parte del sistema hidrológico del río San Lorenzo.

Presa Amata

Cortina: 30 m altura.
Corona: 218 m de longitud.
Volumen de excavaciones: 52,000 m^3.
Volumen de CCR: 55,000 m^3.

Presa El Realito, Guanajuato

Forma parte de un proyecto que integra acueductos, una planta potabilizadora y diversas obras de interconexión y electrificación, propiedad de la CNA. Construida sobre el cauce del río Santa María (noviembre de 2008 a octubre de 2012), en una superficie total de terreno de 156 hectáreas para la zona de embalse en el poblado de Mineral El Realito, municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato. Satisface las demandas de agua de la zona conurbada de San Luis Potosí a San Miguel de Allende y Celaya, en Guanajuato. El estrechamiento del río presentó ventajas para edificar una cortina rígida del tipo CCR, así como para lograr un importante almacenamiento del escurrimiento del mismo río.

Presa El Realito

Cortina: 90 m de altura y 77 m ancho de la base.
Corona: 6 m de elevación.
Capacidad de almacenaje: 50 millones de m^3.
Volumen de CCR utilizado: 380,000 m^3.

Presa Picachos, Sinaloa

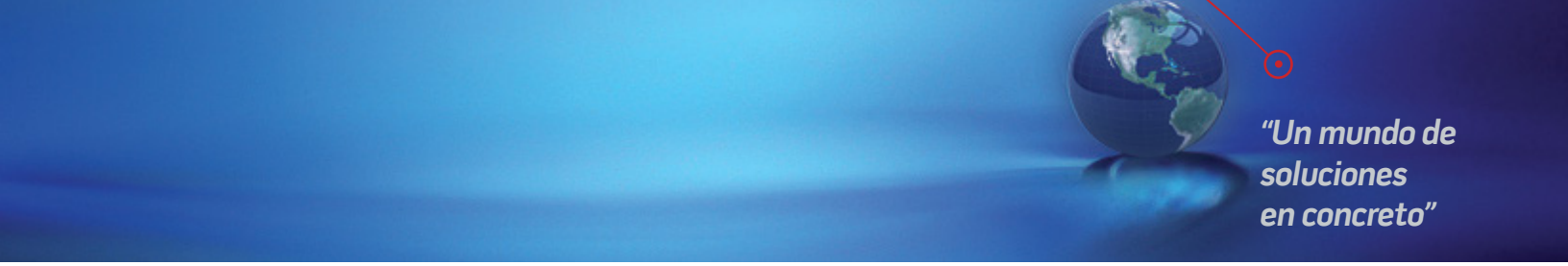
Es una presa –iniciada su construcción en septiembre de 2006 y terminada en el mismo mes, pero de 2009– sobre el afluente del río Baluarte, a 42 km en línea recta de Mazatlán, dirección Noreste del puerto. Es parte de un proyecto llamado Baluarte-Presidio. Está ubicada en los municipios de Mazatlán y Concordia. Abastece de agua, desde hace 20 años a dicha región y municipios aledaños.

Presa Picachos

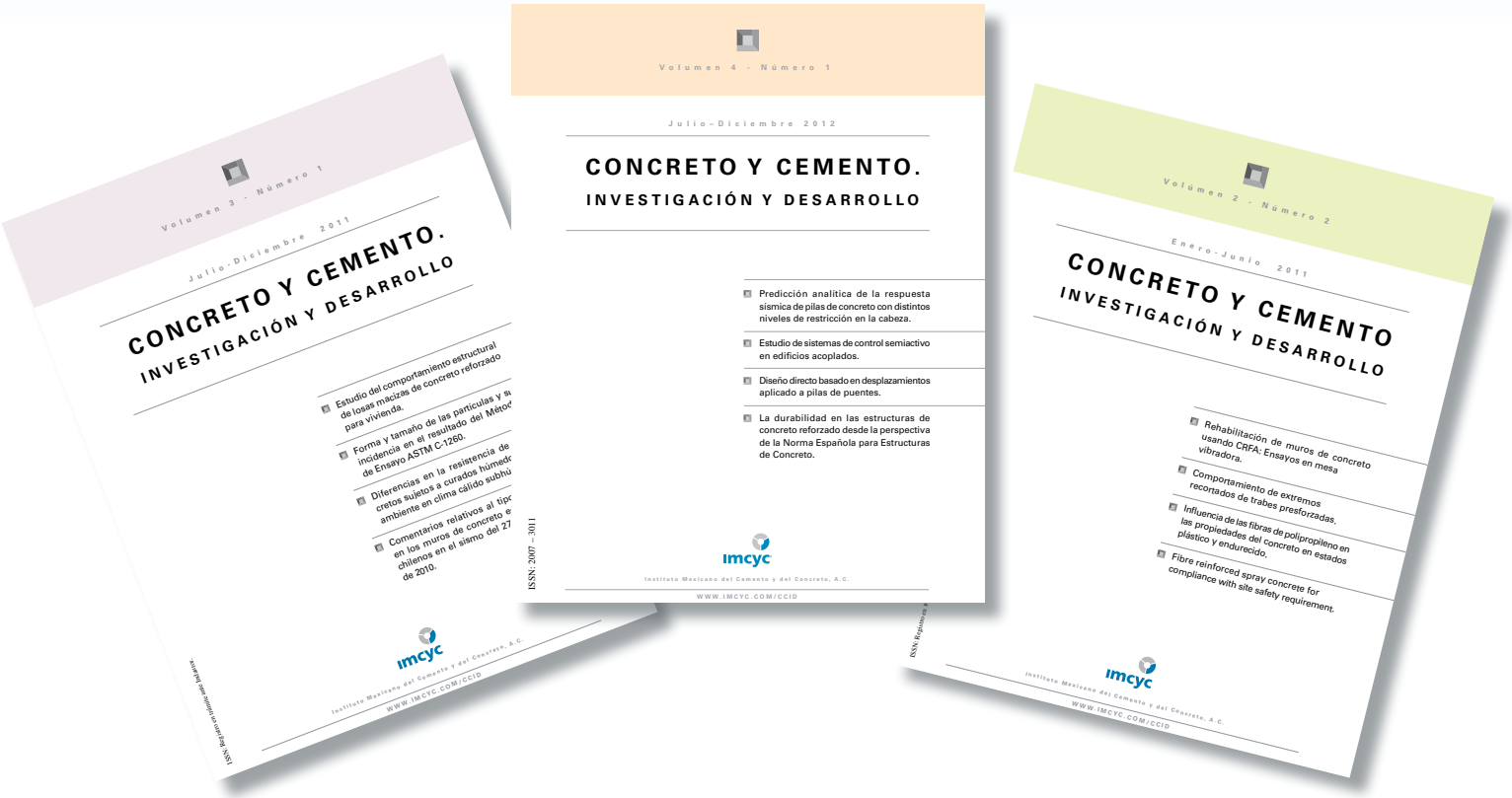
Cortina: 80 m de altura y 319 m longitud.
Corona: 7.40 m de ancho.
Capacidad de almacenaje: 580 millones de m^3.

Presa Francisco J. Múgica, Michoacán

Es el proyecto hidroagrícola más importante que el gobierno de Michoacán ejecutó en las últimas décadas para abastecimiento de agua. Está situada en los límites de los municipios de Múgica y La Huacana. Su construcción concluyó a principios de 2011. Aunque su principal función es el riego agrícola, es multifuncional



CONCRETO Y CEMENTO
Investigación y Desarrollo



Invita a los investigadores

de México, América Latina, Estados Unidos, Canada, España y Portugal a publicar los resultados de sus investigaciones.

La única revista arbitrada en la materia, en América Latina

Consulte Requisitos para Autores

www.imcyc.com/ccid

y suba su artículo ON LINE

imcyc®

Foto: Cortesía Gobierno del Estado de Michoacán.

Presa Francisco J. Múgica

Cortina: 90 m altura y 375 m de longitud.
Corona: 7 m ancho aproximadamente, 341.20 m de altura msnm y 279.76 m de longitud.
Capacidad de almacenaje: 100 millones de m³.
Generación de energía eléctrica: 4.5 MW.
Volumen de CCR utilizado: 384,578 m³.
Volumen de concreto convencional: 41,000 m³.

En otras latitudes del mundo

La presa Longtan en China es una de las más grandes del país asiático. Su dique fue compactado con rodillo (CCR). Fue construida en el río Hingshui al noroeste de Guangxi Hechi, aguas arriba de la provincia de Tian. Terminada en 2007, tiene capacidad de almacenamiento de agua de 4.6 mil m³; también es una central hidroeléctrica equipada con nueve generadores. El proyecto Longtan estableció en 2008 tres récords mundiales: ser la presa de concreto más alta; ser la fábrica subterránea más grande y tener el elevador de embarcaciones con la mayor distancia de levantamiento.

Presa Longtan, China

Cortina: 216.5 m de altura y 832 m de longitud.
Potencia total instalada: 5,400 MW.
Volumen de CCR vertido en el muro principal de la presa: 7, 500,000 m³ (aprox.)

Foto: www.geodelphos.com.

pues también es generadora de energía.

Asimismo, están contempladas otras actividades como el desarrollo pscícola y turístico. Su cortina fue erigida con método mixto: un tramo principal fue con CCR y otro de materiales graduados con núcleo de arcilla y respaldos de enrocamiento. El uso de la tecnología CCR permitió construir la cortina en corto tiempo empleando 39,000 toneladas de cemento para la fabricación y colocación de 367,000 m³ de CCR y 84,000 m³ de concreto convencional. El diseño eficiente y cuidadoso de la proporción y los agregados de CCR, optimó el uso de cemento, de manera que se logró una mezcla con el más bajo contenido de cemento que se tenga documentado en el país.

Presa Zapotillo

Cortina: 105 m de altura.
Corona: 1655 msnm de elevación.
Nivel del cauce: 1550 msnm.
Excavaciones: 1, 540,000 m³.
Volumen de CCR utilizado: 1'250,000 m³.

Presa Zapotillo, Jalisco

Inició su construcción en 2009 sobre el cauce del río Verde, en los municipios de Cañadas de Obregón y Yahualica. Forma parte de un proyecto integral que lleva el mismo nombre y cuya función es el abastecimiento de agua potable a Los Altos de Jalisco y a la ciudad de León. Se trata de una presa de gravedad con planta en curva en coronación de 320 ml, propiedad de la CNA. Por su tamaño ocupa el cuarto lugar a nivel mundial. C

FONDO EDITORIAL IMCYC

"Un mundo de soluciones en concreto"

La colección de libros técnicos especializados en cemento y tecnología del concreto más completa de Latinoamérica.

www.imcyc.com

EN SU CIUDAD:

ACAPULCO, GUERRERO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE GUERRERO, A.C.
SONORA 66 COL. PROGRESO C.P. 39350 ACAPULCO, GUERRERO
TEL: (744) 486-78-79, 138-16-75, 546-40-55
CICG_AC_1973@PRODIGY.NET

AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE AGUASCALIENTES, A.C.
BLVD. MIGUEL DE LA MADRID HURTADO S/N CASI ESQ. CON PASEO DE LAS MARAVILLAS COL. CORRAL DE BARRANCOS C.P. 20900 AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES
TEL: (449) 973-50-23
CICAGS07@GMAIL.COM / WWW.CICAXXII.BLOGSPOT.COM

CANCÚN, QUINTANA ROO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE QUINTANA ROO, ZONA NORTE, A.C.
CALLE ARIES MZ.12 LT.1 SM 41 FRACC. SANTA FE C.P. 77507
CANCÚN, QUINTANA ROO TEL: (998) 848-24-04 Y 05
INGENIEROSCIVILES@PRODIGY.NET.MX / WWW.INGENIEROSCIVILES.ORG

CUERNAVACA, MORELOS
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE MORELOS, A.C.
PRIV. NUEVA HOLANDA S/N
COL. JARDÍNES DE REFORMA, SEGUNDA SECCIÓN C.P. 62260
CUERNAVACA, MORELOS
TEL: 777-317-0653 / CICMOR1@GMAIL.COM

CULIACÁN, SINALOA
CÁMARA MEXICANA DE INDUSTRIA Y DE LA CONSTRUCCIÓN, DELEGACIÓN SINALOA
IGNACIO RAMÍREZ 184 PTE. COL. JORGE ALMADA C.P. 80200
CULIACÁN, SINALOA TEL: (667)-712-71-55 Y712-78-06
CMICSIN@PRODIGY.NET.MX / WWW.CMICSINALOA.ORG

DURANGO, DURANGO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE DURANGO, A.C.
SAN MIGUEL DE CRUCES 234 FRACCIONAMIENTO LA FORESTAL
C.P. 34217 DURANGO, DURANGO TEL: (618) 129-02-64
CICED_DGO@YAHOO.COM / WWW.CICED.ORG.MX

GUADALAJARA, JALISCO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE JALISCO, A.C.
AV. DE LOS MAESTROS 1943 FRACCIONAMIENTO CHAPULTEPEC COUNTRY C.P. 44620. GUADALAJARA, JALISCO. TEL: (33) 382-632-89
SERVICIO@CICEJ.ORG / WWW.CICEJ.ORG

HERMOSILLO, SONORA
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE SONORA, A.C.
QUINTA MAYORY CALZADA DE LOS ÁNGELES
COL. LAS QUINTAS C.P. 83240 HERMOSILLO, SONORA
TEL: (662) 218-18-29
CICSON@HOTMAIL.COM / WWW.CINGENIEROSSON.ORG

LEÓN, GUANAJUATO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE LEÓN, A.C.
BLVD. CAMINO A COMANJA 1121 PLANTA ALTA COL. PORTONES CAMPESTRE C.P. 37138 LEÓN, GUANAJUATO
TEL: (477) 211-7842,781-1348
CICL@CICL.ORG.MX / WWW.CICL.ORG.MX

MÉRIDA, YUCATÁN
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE YUCATÁN, A.C.
CALLE 21 310-D X 50 Y 52 COL. ROMA C.P. 97128 MÉRIDA, YUCATÁN TEL: (999) 925-8723, 925-9869
INGCIVILES@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICYUCATAN.COM

MORELIA, MICHOACÁN
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MICHOACÁN, A.C.
AV. SIERVO DE LA NACIÓN 1030 COL. LIBERTAD
C.P. 58090 MORELIA, MICHOACÁN TELS. (443) 326-61-65
COLEGING77@PRODIGY.NET.MX
WWW.INGENIEROSCIVILESMICHOACAN.ORG

PACHUCA, HIDALGO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HIDALGO, A.C.
CALLE 16 DE ENERO 27
COL. PERIODISTAS C.P. 42060 PACHUCA, HIDALGO
TEL: (771) 107-44-44 / CICHGO@HOTMAIL.COM

PUEBLA, PUEBLA
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE PUEBLA, A.C.
11 ORIENTE 9 COL. CENTRO HISTÓRICO C.P. 72000
PUEBLA, PUEBLA TELS: (222) 246-08-35 Y 77
CICEPAC@GMAIL.COM / WWW.CICEPAC.COM

QUERÉTARO, QUERÉTARO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE QUERÉTARO, A.C.
MÁRQUEZ DE VILLA DEL VILLAR DEL ÁGUILA 4100
COL. CENTRO SUR C.P. 76079 QUERÉTARO, QUERÉTARO
TEL: (442) 229-06-25 Y 229-07-14
CICQRO@HOTMAIL.COM /
WWW.COLEGIODEINGENIEROSCIVILESDEQUERETARO.ORG

SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE SAN LUIS POTOSÍ, A.C.
INDEPENDENCIA 2826 INT. 302 COL. HIMNO NACIONAL
C.P. 78280 SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ
TELS: (444) 811-19-79
CICSLP@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICSLP.ORG.MX

TAPACHULA, CHIAPAS
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE TAPACHULA, A.C.
BLVD. PERLA DEL SOCONUSCO S/N FRACC. SANTA CLARA II
C.P. 30780 TAPACHULA, CHIAPAS. TEL: (962) 642-51-46
COLINCIVITAP_2@HOTMAIL.COM / WWW.CICTAP.COM

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE CHIAPAS, A.C.
CALZ. DE LOS INGENIEROS 320 COL. TERÁN
C.P. 29050 TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.
TELS. (961) 615-43-80 Y 615 68-76
CICCH@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICCH.COM.MX

VILLAHERMOSA, TABASCO
CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN
CIRCUITO MUNICIPAL 106 TABASCO 2000 C.P. 86035
VILLAHERMOSA, TABASCO TEL: (993) 310-93-00 AL 09
SERVICIOSCMICTAB@GMAIL.COM /
WWW.CMICTABASCO.ORG.MX

XALAPA, VERACRUZ
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE XALAPA, A.C.
AV. COLMERILLO S/N ESQ. CIRCUITO PRIMAVERA,
COL. NUEVO JALAPA, C.P. 91097 XALAPA, VERACRUZ
TEL: (228) 812-48-43
CICXALAPA@CICX.ORG.MX /
WWW.COLEGIOINGENIEROSCIVILESXALAPA.ORG.MX

MÉXICO, D.F.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO
AV. SAN PABLO 180 COL. REYNOSA TAMAULIPAS,
DEL. AZCAPOTZALCO C.P. 02200 MÉXICO, D.F.
TEL: (55) 5318- 9271 EXT. 9281
LIBRERIA@CORREO.AZC.UAM.MX / WWW.AZC.UAM.MX

ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO AMIC
BLVD. ADOLFO LÓPEZ MATEOS 1135 COL. SAN PEDRO DE LOS PINOS DEL. ÁLVARO OBREGÓN. C.P. 01180 MÉXICO, D.F.
TEL: (55) 5272-9011
SMARTENS@AMICP.ORG.MX / WWW.AMICPAC.ORG.MX

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
AV. INSURGENTES SUR 1846 COL. FLORIDA
DEL. ÁLVARO OBREGÓN,
C.P. 01030 MÉXICO, D.F. TEL. (55) 5322-5740 EXT. 210
MLOPEZ@MAIL.IMCYC.COM / WWW.IMCYC.COM

LABORATORIO: CONSTITUCIÓN 50 COL. ESCANDÓN,
DEL. MIGUEL HIDALGO C.P. 11800 MÉXICO, D.F.
TEL: (55) 52-76-72-00 EXT. 122
LSANDOVAL@MAIL.IMCYC.COM / WWW.IMCYC.COM

imcyc®