

CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS Y CONCRETO LANZADO

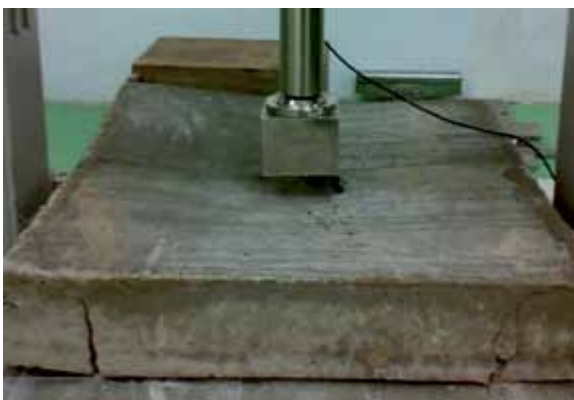
Nuevos métodos de ensaye

En la primera parte que publicamos en la edición pasada, se hizo referencia a algunos de las diferentes tipos de pruebas, que se conocen actualmente para la caracterización mecánica de los concretos de nueva generación.

M. Eng. M.Sc. Alessandro D'Amico (Director de CONTROLS)

(Segunda parte)

Figuras 1 y 2



Imágenes del ensayo sobre placas cuadradas según el método EN 14488-5.

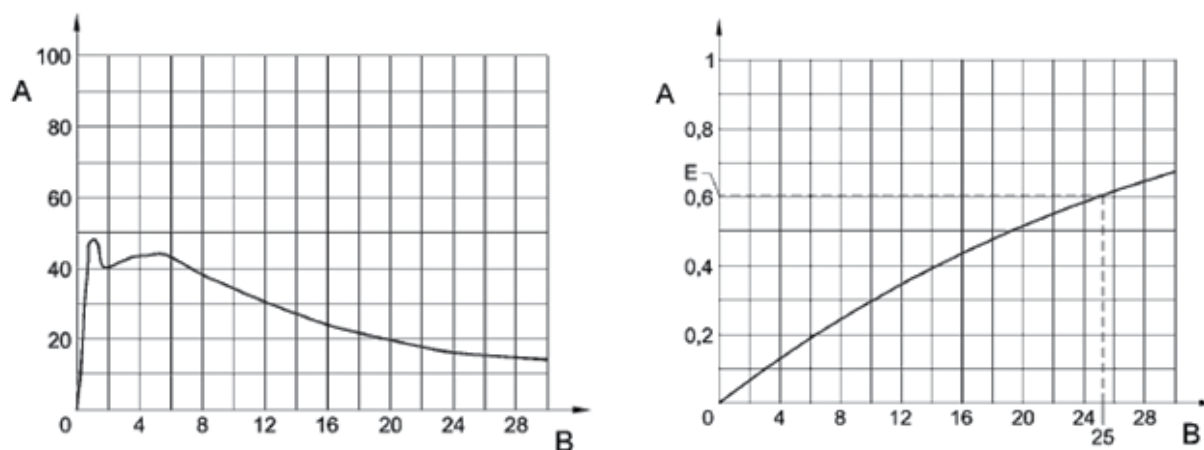
En esta segunda parte se hará referencia al ensaye a flexión en placas y vigas de concreto reforzado con fibras según la escuela americana (métodos ASTM) y según la escuela europea (métodos EFNARC/EN), entre otros temas.

Ensayo sobre placas de Concretos Reforzados con Fibras (CRF)

Los Ensayos realizados por Bernard^[9,10] dieron como resultado una media del coeficiente de variación en el comportamiento post-fisuración del 15% para el índice ASTM I30 (índice de tenacidad definido en la ex norma ASTM C1018). Una situación similar sucede con el ensayo

de flexión en tres puntos propuesto por RILEM, en el que se tiene una dispersión relativamente elevada en los resultados, entre el 20 y 30%. Por tal razón, se comenta, que por medio de estos métodos, es verdaderamente compleja la determinación de los valores característicos del material. Por otra parte, los ensayos sobre vigas tienen la gran ventaja de que sus resultados, en términos de resistencia a flexión, pueden ser directamente usados por los ingenieros calculistas, en el proceso de diseño.

Investigaciones más recientes^[7] en relación con las pruebas sobre las vigas, así como en placas circulares con las mismas propiedades mecánicas y de contenido de fibras, han confirmado que la alta dispersión generalmente presente en los resultados de las pruebas de



Gráficas Carga (A)-Desplazamiento (B) y Energía-Desplazamiento según el método EN 14488-5.

vigas, es causada por las pequeñas geometrías y áreas de la fractura, que se consideran en las pruebas; las cuales representan en menor medida el comportamiento estructural real. Las estructuras reales se caracterizan por tener un alto grado de hiperestaticidad, en la que la redistribución de los esfuerzos genera áreas de fractura mayores, y por lo tanto menores niveles de dispersión.

De acuerdo a lo anterior, resultan necesarias muestras con mayores áreas de fractura para obtener valores más realistas durante los ensayos de CRF. Se sugiere el uso de grandes vigas o muestras diferentes, tales como placas, en donde se pueda producir una redistribución de esfuerzos. En ensayos de carga centrada en muestras cuadradas o circulares, la absorción de energía se evalúa a través de los registros de la curva carga-deformación, en donde el valor de la carga se considera, hasta un cierto valor estimado, previamente definido.

Con el ensayo de flexión en placas cuadradas según el método EFNARC, ahora Norma Europea EN 14488-5, la muestra de concreto se apoya sobre un marco cuadrado rígido y se carga a través de un bloque de acero cuadrado; en este caso la muestra se somete hasta un nivel de desplazamiento previamente establecido. En las Figuras 1 y 2 se presentan imágenes del ensayo de referencia.

La curva carga-deflexión (Fig. 3), resultante del desarrollo del estudio, debe de ser continuamente registrada, hasta que se alcance un desplazamiento al centro de la muestra de 30 mm. De esta curva, se obtiene por integración la curva energía-deflexión (Fig. 4).

De acuerdo a lo anterior, la tenacidad se puede especificar, como la energía absorbida, para que el espécimen tenga un desplazamiento central dado.

Según la recomendación, este ensayo ha sido diseñado para delatar de modo más realista, la flexión biaxial

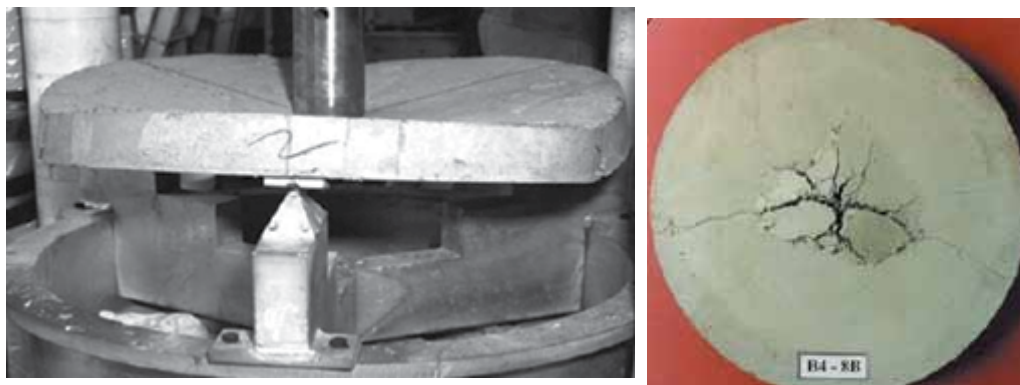
que puede ocurrir en ciertas aplicaciones. En resumen, las grandes ventajas del método son: las condiciones hiperestáticas de apoyo, que permiten la redistribución de esfuerzos; la forma cuadrada del panel, que es ideal para realizar ensayos de concreto con mallas; y la baja dispersión en los resultados. Actualmente este método de ensayo ha sido adoptado por la norma europea EN 14488-5.

Por otra parte, la Norma ASTM C1550 propone una placa circular, mejor conocida como *Round Determinate Panel* (RDP). En el ensayo de referencia, la muestra se apoya en pivotes simétricos de bola de acero (120°), por lo que resulta en un esquema estáticamente determinado; en este caso, el patrón de fisuración es predecible, por lo que entonces, las propiedades post-fisuración se pueden determinar más fácilmente.

Según la norma, este ensayo de respuesta flexional biaxial exhibe un modo de falla relacionado con el comportamiento in situ de estructuras, como soporte de túneles y taludes de concreto lanzado. En las fotografías 5 y 6 se muestran imágenes asociadas al momento de desarrollo del ensayo, así como al estado de una muestra, posterior al ensayo, respectivamente. Adicionalmente, en la Fig. 7 se presenta una curva típica, resultante del ensayo, en donde se correlaciona la carga aplicada con las deflexiones resultantes, y en donde se puede visualizar la zona integrada, definida como el área bajo la curva de referencia.

Las características del modo de ruptura que se genera, con la utilización de los tres pivotes de colocación simétrica, produce una baja variabilidad en los resultados de la energía absorbida, en un conjunto de ensayos de paneles, en donde, como ya se comentó, el proceso de aplicación de carga mediante un pistón de acero hemisférico, se

Figuras 5 y 6



Imágenes del ensayo sobre placas RDP según método ASTM C1550.

fibras y cuantías, mientras que los ensayos sobre paneles, se usan para control de calidad. En la Fig. 8, se muestra un fotografía, en donde se aprecia el moldeo de paneles para el desarrollo posterior del ensaye que especifica ASTM C1550.

Las dimensiones nominales de las placas son de 75 mm de espesor y 800 mm de diámetro. Se ha demostrado, que el espesor influye sensiblemente sobre los resultados

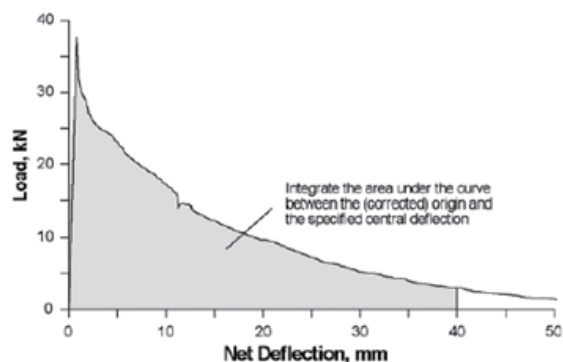
realiza hasta un nivel de deflexión central determinado^[5]. En este caso, el rendimiento de las muestras se cuantifica en términos de la tenacidad flexional o energía absorbida en el rango de post-fisuración, medida entre el inicio de la carga y el valor considerado para la deflexión central. En resumen: según se desarrolla el proceso de carga, se registran las deformaciones en el centro del panel asociadas, por lo que entonces es posible el trazo de la curva carga-deflexión, que es posteriormente integrada, para la obtención de la curva energía-deflexión. En general, los ensayos sobre paneles, tienen la desventaja de que el resultado se informa en términos de energía, lo cual no es conveniente para su uso como parámetro de diseño.

Según Bernard, no son válidas las correlaciones entre los resultados de vigas y paneles. En la práctica habitual, los ensayos sobre vigas se utilizan para determinar la resistencia residual disponible, para determinadas

en este tipo de prueba, mientras que las variaciones en el diámetro ejercen una influencia menor^[5]. El peso de una placa circular no representa un problema en la mayoría de los sitios de construcción, ya que generalmente se dispone de equipos para mover objetos pesados y voluminosos. Tomando en cuenta la confiabilidad del método ASTM C1550 y la consiguiente reducción en el número de unidades requeridas por ensayo; respecto a cuándo se usan vigas, el costo total de las pruebas es significativamente menor cuando se basa en los RDP.

La cimbra de los RDP está compuesta normalmente de una base de madera redonda, a la que se le clava una tira de chapa de acero, obteniéndose así un "plato". La anchura de la banda de acero deberá ser la suficiente, para que se obtenga una profundidad final de 75 mm al interior del "plato". Además, se puede sujetar una madera a la base del sistema, a fin de facilitar la mani-

Fig. 7



Curva Carga-Desplazamiento para el ensayo ASTM C1550. Se presenta el área integrada en color gris.

Fig. 8



Moldeo de los paneles para el ensayo ASTM C1550.



andamios atlas
manufacturas metálicas

OFICINA MATRIZ:
Av. Río Lerma No. 3, Ind. San Nicolás
Tlaxcoapan, Tlaxtepec, Edif. de Mza.
C.P. 54030
Tel.: 5093-5600, Fax: 5585-4900

ACAPULCO:
Lote 3 y 4, Mza. B, Calle Orquídea,
Parque ecológico de Vivieritas,
Acapulco, Gro, C.P. 39900,
Tel.: (01-744) 462-1200,
acapulco@andamiosatlas.com

ALTAMIRA:
Profrontera Av. Hidalgo, No. 2564
Col. Nuevas Ánimas C.P. 09359
Tampico, Tamps.
Tel.: (813) 1 25 97 69 y 1 25 96 62
altamira@andamiosatlas.com

CANCUN, Q. R.:
Av. Comalcalco, Mza. B, lotes 5 y 6,
Región 97, Zona Industrial C.P. 77530,
Tel.: (01-998) 886-3155, Fax: 886-3144
cancun@andamiosatlas.com

CD. DEL CARMEN:
Calle Tulcan Mza. 3 Lote A,
Fracc. Perla del Golfo, Cd. del Carmen
Campeche C.P. 24134,
Tel.: (01-928) 206-4750,
cdelcarmen@andamiosatlas.com

COATZACOALCOS, VÉR:
Presa Chicocasen no. 103,
Col. Electricistas C. P. 96497
Coatzacoalcos, Ver.
Tel.: (01-921) 215-8032, Fax: 215-8031
coatzacoalcos@andamiosatlas.com

GUADALAJARA:
Calle González Gallo No. 3290, Col. El
Alamo, Tlaquepaque, Jal. C.P. 45560
Tel.: (01-33)3639-3032, 3639-3004,
Fax: 3639-7414
guadalajara@andamiosatlas.com

HERMOSILLO, SON.:
Periférico Poniente No. 781, entre 34. y
6a. Col. Palo Verde, C.P. 83200
Tel.: (01-662) 254-0738, Fax: 254-0740
hermosillo@andamiosatlas.com

LA PAZ:
Av. Fajadores s/n km 5.5, salida al Sur,
Col. Universidad, C.P. 23088, La Paz,
Baja California Sur,
Tel.: (01-612) 120-3444, 120-3446
lapaz@andamiosatlas.com

LEÓN:
Bvd. Paseo de Juárez Norte No. 804,
Col. Granjas Cuernavaca C.P. 37200,
Tel.: (01-477) 771-7884, Fax: 771-7860
leon@andamiosatlas.com

MONTERREY, N. L.:
Boulevard Selinas Ltal No. 100, Central
de carga, C.P. 66480, San Nicolás de
los Garza, N. L.
Tel.: (01-81) 8379-1816, 8379-0818, Fax:
8379-2100
monterrey@andamiosatlas.com

PUEBLA, PUE:
Calle Ignacio Zaragoza no. 411, Col.
Granjas La Malinca, C.P. 72218,
Tel.: (01-222) 222-0085, 222-0084,
Fax: 222-1449X
puebla@andamiosatlas.com

QUERÉTARO, QRO.:
Corregidora Norte no. 483, Col. Luján
Vista, C. P. 78168
Tel.: (01-442) 213-4321, Fax: 212-5848
queretaro@andamiosatlas.com

SALINA CRUZ, OAXACA:
Av. Benito Juárez Daj. Uchichanal
Col. deportiva norte C.P. 70010
Salina cruz, Oaxaca. Tel.: (971)28 13830
(971)28 13529
salinacruz@andamiosatlas.com

TIJUANA, B. C.:
Calle Anáhuac No. 5742 y Vía rápida
Pte. 3a. etapa Zona Río, C.P. 22226,
Tijuana, B. C.
Tel.: (01-664) 626-1211, 626-1220
tijuana@andamiosatlas.com

VERACRUZ, VER.:
Av. Ejército Mexicano Oriente, lote 11
Col. Ejido, 1o. de mayo, Boca del Río,
Ver. C.P. 94297,
Tel.: (01-228) 921-1171, Fax: 921-9617
veracruz@andamiosatlas.com

VILLAHERMOSA, TAB.:
Agustín Beltrán Bastar no. 133,
Col. Atasta, C.P. 86109,
Tel.: (01-993) 254-0130, Fax: 254-0180
villahermosa@andamiosatlas.com



PUENTE LA SILLA, MTY.



PUENTE LA SILLA, MTY.

MAS DE 40 AÑOS SOSTENIENDO A MEXICO

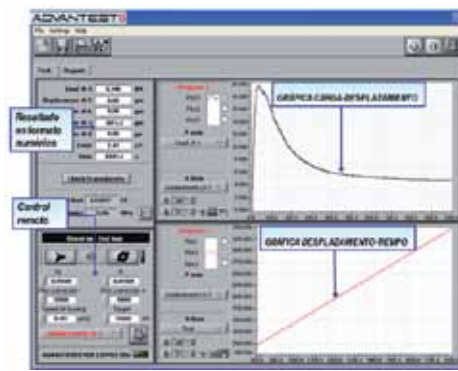
www.andamiosatlas.com

(55) 5093-5600

01 800 ANDAMIO



Marco de flexión en la configuración de ensaye conforme con ASTM C1550, con máquina de comando servo-controlada.



Software con capacidad de graficar los resultados en tiempo real.

pulación de la muestra endurecida, que generalmente pesa unos 90 kg. Una vez que el molde está completo, la superficie debe ser refrentada, para obtener una muestra plana de espesor uniforme; lo que constituye un punto fundamental, para el logro de una baja variabilidad en los resultados; de hecho, los resultados del ensaye, pueden ser afectados, en gran medida, por el espesor final y por la homogeneidad de la muestra.

Tecnología para llevar a cabo los ensayos

La máquina necesaria para el desarrollo de los ensayos ASTM C1550, debe ser servo-hidráulica que incorpore un control electrónico en circuito cerrado; que utilice la deformación medida en la muestra o del actuador de carga, para controlar el movimiento del actuador, y así producir un homogéneo y controlado incremento de la deflexión de la muestra. El flujo de aceite debe ser controlado con alta precisión por medio de servo-válvulas, que reaccionen de forma inmediata a las pequeñas variaciones, que a su vez deben de corregirse de forma instantánea, de forma tal que se proporcione durante toda la prueba, una distribución lineal sin grandes fluctuaciones. Esta forma de trabajo permite no sólo el control de la dirección del flujo, sino también de la cantidad y de la presión de salida, que se produce debido a la pérdida de carga causada por la apertura de la válvula. Para controlar la respuesta brusca a inestabilidad del espécimen (fenómeno conocido como "snap-back instability") la rigidez del sistema de la máquina de ensayo, que incluye el marco de acero de alta resistencia, la célula de carga y sujeción de soporte, deberá ser altamente superior al de la muestra y por lo tanto superior a 200 kN/mm, como prescribe la norma EN 14488-5^[2]. Dos fotografías del equipo del sistema de prueba de referencia, pueden revisarse en las figuras 9 y 10.

Debido al tamaño de la placa circular, la distancia entre las columnas del cuadro debe ser de al menos 900 mm;

además, la forma del marco debe permitir su carga fácil, de forma práctica. La máquina totalmente controlada por la computadora, deberá tener un software especializado, capaz de combinar todos los datos de las partes involucradas (cliente, contratista, diseñador de la mezcla, así como otros datos de campo), con los resultados gráficos y numéricos resultantes de la prueba (Fig. 11).

De acuerdo a lo antes expuesto, se puede decir que es una realidad que el binomio existente entre los métodos y las tecnologías avanzadas de ensaye, está permitiendo una caracterización coherente y más profunda, del comportamiento mecánico de los concretos de nueva generación, promoviendo inevitablemente su difusión, así como su utilización. **C**

Bibliografía

- [1] EN 14651. Test method for metallic fibered concrete-Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual), 2005.
- [2] EN 14488-5. Testing sprayed concrete. Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens, 2006.
- [3] ASTM C1018. Standard test method for flexural toughness and first crack strength of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [4] ASTM C1609. Standard test method for flexural performance of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [5] ASTM C1550. Standard test method for flexural toughness of fibre-reinforced concrete (using centrally loaded round panel), 2005.
- [6] UNI 10834. Sprayed concrete, 1999.
- [7] Minelli F.; Plizzari G., Round panel vs beam tests toward a comprehensive and harmonic characterization of FRC material.
- [8] Di Prisco M.; Failla C.; Polizzari G.A.; Toniolo G., Italian guidelines on SRFC, 2004.
- [9] Bernard, E. S., Point load capacity in round steel fibre reinforced concrete panels, en *Civil engineering report CE*, School of Civil engineering and Environment, University of Western Sydney, Nepean, 1998.
- [10] Bernard, E. S., Correlations in the behaviour of fibre reinforced shotcrete beams and panel specimens, en *Material and Structures*, vol. 35, 2002.
- [11] Sukontasukkul, P. "Toughness evaluation of steel and polypropylene fibre reinforced concrete beams under bending", *Thammasatn t. J. Sc. Tech.* 9 (3) (2004): 36-41.
- [12] EFNARC, European Specification for Sprayed Concrete. Guidelines for specifiers and contractors, 1999.
- [13] ACI Committee 506. ACI Manual of Concrete Practice-ACI506.1R08 "Guide to Fiber-reinforced shotcrete", 2008.
- [14] Gopalaratnam, V. S. & Gettu, R., On the characterisation of flexural toughness in FRC, en *Cement & Concrete Composites*, 17 (1995) 239-254.
- [15] Swamy, R. N. & Barr, B. (editores), *Fibre reinforced cements and concretes: Recent developments*. Elsevier Applied Science, 1989, pp. 700.



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 ACAPULCO, GUERRERO
C.P. 39350 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
AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES C.P. 20900
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 CANCÚN,
QUINTANA ROO C.P. 77507 TEL: (998) 848-24-04 Y 05
INGENIEROSCIVILES@PRODIGY.NET.MX / WWW.INGENIEROSCIVILES.ORG

CUERNAVACA, MORELOS

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

CULIACÁN, SINALOA

**CÁMARA MEXICANA DE INDUSTRIA Y DE LA
CONSTRUCCIÓN, DELEGACIÓN SINALOA**
IGNACIO RAMÍREZ NO. 184 PTE. COL. JORGE ALMADA CULIACÁN,
SINALOA C.P. 80200 TEL: (667)-712-71-55 Y 712-78-06
CMCSIN@PRODIGY.NET.MX / WWW.CMCSINALOA.ORG

DURANGO, DURANGO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO
DE DURANGO, A.C.**
SAN MIGUEL DE CRUCES 234 FRACCIONAMIENTO LA FORESTAL
DURANGO, DURANGO C.P. 34217 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 NO. 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 NO.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 NO. 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 NO. 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 NO.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 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 NO.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 NO. 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. COLMÉRILLO 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 NO. 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 NO. 1846 COL. FLORIDA
DEL. ÁLVARO OBREGÓN,
C.P. 01030 MÉXICO, D.F. TEL (55) 5322-5740

**LABORATORIO: CONSTITUCIÓN NO.50 COL. ESCANDÓN,
DEL. MIGUEL HIDALGO C.P. 11800 MÉXICO, D.F.**
TEL: (55) 5318-9271
MLOPEZ@MAIL.IMCYC.COM / WWW.IMCYC.COM