

# Hormigón

*Al día*

AÑO 2003

NÚMERO 29

EXPO HORMIGON ICH - 2003

## UNA CONSTRUCCIÓN REAL

GRACIAS A EXPO HORMIGÓN ICH SE HAN INTRODUCIDO EN CHILE IMPORTANTES Y DIVERSOS AVANCES TECNOLÓGICOS



**EXPO HORMIGÓN ICH 2003**

Construcción en Albañilerías y Pavimentos de Hormigón

- Prefabricados de Hormigón
- Tilt-Up
- Pisos Industriales
- Moldajes y Hormigón Arquitectónico

Demostraciones Constructivas In Situ

**1 - 4 DE OCTUBRE DEL 2003**  
**SANTIAGO - CHILE**

Más información:  
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile  
Fono: 224 6771 • Fax: 224 6290  
e-mail: expohormigon@ich.cl

[www.expohormigon.cl](http://www.expohormigon.cl)

Con una temática diferente cada año y construcciones en terreno a tamaño real, EXPO HORMIGÓN ICH ha permitido la innovación en la construcción de pisos industriales, hormigón arquitectónico, prefabricados, sistemas tilt-up y moldajes, permitiendo a las empresas expositoras introducir sus productos, equipos y servicios, al más alto nivel y de una forma activa.

Este año, el evento se realizará desde el 1º al 4 de octubre, en Espacio Riesco, en el nuevo salón de exhibiciones "Pabellón del Hormigón", que corresponde al proyecto que se ha ido construyendo en el desarrollo de EXPO HORMIGÓN ICH. El nuevo salón de exhibiciones corresponde a una estructura de 40 x 60 mt de planta libre, completamente prefabricada en hormigón, estructurada con pilares inclinados y una viga atirantada de 48 mt de luz.

Como en las ocasiones anteriores, se contará con los más prestigiosos expertos nacionales e internacionales, quienes además

dará previo a la feria; "Diseño de Pavimentos AASHTO 2002", recién aprobado, a cargo del Dr. Michael Darter; "Conceptos de Diseño de Pisos Industriales", que dictará el Dr. Jerry Holland, y "Construcción de Pavimentos".

EXPO HORMIGÓN ICH es una oportunidad única de conocer, en forma práctica y en un solo lugar, los mejores métodos de construcción y las soluciones a los problemas constructivos, además de apreciar en terreno las novedades tecnológicas, equipos y productos, para una eficiente y económica construcción.

El ICH invita a las empresas que deseen ser partícipes del desarrollo tecnológico y que tengan novedades que exhibir, a estar presentes en EXPO HORMIGON ICH - 2003 "Construcción de Albañilerías y Pavimentos de Hormigón", una feria que ha crecido en un 100% cada año y que ha generado importantes oportunidades de negocio y apertura de mercados.

de dictar Seminarios, Cursos y Charlas Técnicas, prestarán asesoría en las demostraciones de las nuevas tecnologías.

Entre otros cursos, cabe destacar los siguientes: "Construcción con Albañilerías", a cargo del Ing. Richard Kligner, que se



Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile

### EN ESTE NÚMERO:

EXPO HORMIGÓN ICH-2003 pág. 1

Editorial. Certificación de competencias pág. 2

Recomendaciones. ¿Por qué preferir un pavimento de hormigón? pág. 3

Hormigón autocompactante pág. 4

Noticias pág. 6

Programa de cursos 2003 pág. 7

Revisión de estudios en muros de albañilería pág. 9

Albañilería y pavimentos de hormigón en EXPO HORMIGÓN 2003 pág. 12

Representante Legal: Juan Pablo Covarrubias T.

Editor: María Eugenia Seguel A.

Colaboradores Permanentes:

Augusto Holmberg F.  
Cristian Imbarack Ch.  
Cristian Masana P.  
Loretta Perucci G.  
Renato Vargas S.  
Ximena Bacarreza R.

Periodista:

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile  
San Pio X 2455, Providencia, Santiago, Chile  
Teléfono: (56-2) 2326777

Fax: (56-2) 2339765

E-mail: [ichmail@ich.cl](mailto:ichmail@ich.cl)

Página web: <http://www.ich.cl>

Permiso de Circulación según Resolución Exenta N° 752 del 8 de Octubre de 1986.



ICH tiene una Sociedad Internacional con American Concrete Institute



Centro Certificado del Instituto Panamericano de Carreteras

## CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS: UN VALOR AGREGADO SIN COSTO

Nuestro interés al introducir tecnología de punta y productos novedosos, útiles y prácticos para la industria de la construcción, es ayudar a levantar el estándar, mejorar calidad y eficiencia, y reducir los costos del total de la obra, para que el constructor, el mandante y el usuario se sientan satisfechos.

Es necesario que el mandante conozca con claridad los estándares con que se construirá su obra de acuerdo al costo de la misma, de modo que sepa, desde la etapa de proyecto, que podrá reclamar las exigencias mínimas de ese estándar. Este conjunto de características de la obra también debe ser conocido oportunamente por los profesionales de la empresa constructora, a través de especificaciones técnicas claras y actualizadas. La transparencia y conformidad esperada beneficia, en definitiva, al usuario final que sabrá qué es lo que está comprando.

Expo Hormigón ICH nos ha permitido mostrar y probar cada una de las tecnologías y productos, pero nuestra preocupación va más allá. Queremos que se refuerce el conocimiento, se adquieran habilidades y que estos avances se mantengan, se adopten y se proyecten a todo el país. Para esto, el ICH cuenta con publicaciones, cursos de capacitación y entrenamiento, y programas de certificación de competencias en estas tecnologías modernas y en aquellas en que se han introducido adelantos o cambios (ver [www.ich.cl](http://www.ich.cl)).

Todos los participantes en una obra de construcción deben aportar efectivamente en el logro de altos objetivos de calidad, desempeño y costos, para continuar siendo competitivos en el mercado globalizado. Por esto, es necesario que las empresas adopten nuevas tecnologías y que su personal esté verdaderamente calificado para sacar el máximo de provecho para la empresa, el mandante y el usuario final.

En el ámbito de la calificación de personal, el ICH ofrece certificaciones con altos estándares, que otorgan las competencias necesarias para desempeñarse con excelencia en la actividad constructiva completa. Nosotros compartimos el significado del concepto "certificación de competencias" dado por organizaciones internacionales que la describen como la «capacidad productiva de un individuo, que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y refleja los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes necesarias para la realización de un trabajo efectivo y de calidad».

La competencia laboral puede evaluarse y certificarse, siendo beneficioso para los empleadores y trabajadores. Los primeros podrán, por un lado, hacer más eficientes los procesos de reclutamiento y selección de personal y, por otro, orientar su inversión en desarrollo de recursos humanos y hacer más fácil su certificación ISO. El beneficio para los trabajadores es contar con un mecanismo que permita reconocer y certificar sus conocimientos y habilidades, mejorando así sus posibilidades de movilidad laboral y planificar su desarrollo laboral.

Bajo estos conceptos, el ICH ofrecerá durante el año 2003 un conjunto de 14 programas de certificación de competencias laborales, en diferentes temas, todos relacionados con actividades de la construcción en las que se emplea hormigón.

Los programas se pueden agrupar del siguiente modo:

### TEMAS DESARROLLADOS

- Supervisión e inspección de ejecución de obras de hormigón.
- Desempeño de técnicos en laboratorio de áridos y hormigón.
- Supervisión y desempeño en la construcción de losas planas de hormigón.



- Supervisión, fabricación y montaje de estructuras Tilt-Up.

### TEMAS EN PREPARACIÓN

- Instalación de moldajes industrializados para hormigón.
- Colocación, compactación y terminación superficial del hormigón para edificación.
- Interpretación de planos y armados de acero, y colocación de insertos e instalaciones en obras de hormigón.
- Albañilería de ladrillos cerámicos y bloques de hormigón.
- Colocación de estucos y shotcrete.

Hay 9 programas de carácter internacional provenientes de los comités del ACI cuyos exámenes se preparan en USA, en tanto que los restantes se hacen en Chile con los mismos criterios que emplea el ACI. Es decir, en ellos trabajan un conjunto de experimentados especialistas de alto nivel, que además participan en las publicaciones relacionadas con la materia a certificar.

Todos estos programas cuentan con publicaciones de apoyo y cursos optativos de entrenamiento.

El concepto de certificación de competencias no discrimina a nadie por formación profesional, puesto que se aboca a medir la competencia en una materia determinada independientemente de cómo la persona obtuvo sus conocimientos y habilidades.

El sector económico de la construcción necesita, hoy más que nunca, personal calificado, porque a medida que aumenten los estándares de calidad de las obras, aumentará el interés por invertir en esta industria que es capaz de mover toda la economía de un país. ◀

# Recomendaciones

## ¿Por qué preferir un pavimento de hormigón?

Los pavimentos de hormigón ofrecen grandes ventajas de seguridad y confort a los usuarios y un incremento de la vida útil de los caminos, que se traduce con el tiempo en un importante ahorro de recursos.

### SEGURIDAD

- **Mejor visibilidad** – El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- **Reducción de riesgo con lluvia** – El hormigón no se ahueca nunca, impidiendo la acumulación de agua y por lo tanto, evitando que se produzca hidroplaneo. Por otra parte, se disminuye el efecto “spray”, que es el agua que despiende el vehículo que va adelante, sobre el parabrisas del de atrás, disminuyendo la visibilidad.
- **Mayor adherencia entre neumático y pavimento** – Es fácil darles “rugosidad” a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.

### LISURA

- **El hormigón permanece liso más tiempo** – La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la lisura (planeidad).
- **Incrementa la sensación de seguridad y confort** – La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente los pavimentos de hormigón se pueden construir con IRI 1 o menor.



- **Los caminos duran más** – A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuellamiento, deformaciones o lavado de áridos.

### DURABILIDAD

- **Rigidez de por vida** – El hormigón endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida.
- **Mayor duración que los materiales flexibles** – El hormigón tiene una vida promedio de 30 años.
- **Aumento de su esperanza de vida** – Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.

### VERSATILIDAD

- **Ciclo de vida variable** – Los pavimentos de hormigón se pueden diseñar para que duren desde 10 hasta 50 años, dependiendo de las necesidades del sistema.
- **Óptimo para asfalto antiguo** – Whitetopping es un proceso en el que se coloca una delgada capa de hormigón reforzado con fibra sobre asfalto preparado. Es un método rentable y conveniente para rehabilitar pavimentos antiguos.
- **Mejor opción para reparar hormigones antiguos** – Las técnicas de restauración de pavimentos pueden extender su vida hasta 3 veces respecto a la de diseño.

### ECONOMÍA

- **Valor a largo plazo** – Los pavimentos de hormigón tienen un menor costo a largo plazo, debido a su mayor vida útil con los mínimos requerimientos de mantenimiento.
- **Menos reparaciones** – La durabilidad del hormigón disminuye la necesidad de reparación y/o mantenciones anuales, en comparación con pavimentos asfálticos.
- **Rápida pavimentación** – Los pavimentos de hormigón se pueden construir y dar al tránsito en tiempos reducidos, incluso de hasta 12 horas.

**HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE:**

# **MAYOR CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

*El uso del hormigón autocompactante ya es una realidad en nuestro país. Durante EXPO HORMIGÓN ICH 2002 se construyó un muro de muestra en donde los asistentes pudieron observar cómo se trabaja el producto. Para la ejecución se contó con el asesoramiento directo del experto sueco Peter Billberg, del Swedish Cement and Concrete Research Institute – CBI.*



*Vista de muro hormigonado con hormigón autocompactante bombeado desde la parte inferior, con una sola boca de entrada en el centro.*

## **APLICACIÓN A ESCALA REAL EN EXPO HORMIGÓN ICH 2002**

El diseño del muro construido en Expo Hormigón ICH 2002, de 12 m de largo, 3,6 m de alto y 0,25 m de espesor, requirió especificar un hormigón autocompactante, porque las 13 ventanas (vanos) inclinadas hacían imposible introducir vibradores desde arriba a la parte inferior del muro. Por otra parte, debido a la complejidad del diseño, se decidió bombear el hormigón desde la parte inferior del moldaje, en una sola etapa.

Los principales desafíos del proyecto estuvieron en el diseño e instalación del moldaje, debido a las fuerzas de empuje

que se producen al hormigonar con hormigón autocompactante todo el muro en una sola etapa. Así el moldaje debe soportar la altura de presión de una columna de hormigón fluido de 3,6 m de alto. Dichas fuerzas tratan de abrir y levantar el moldaje, por lo que fue necesario fijarlo y sellarlo contra la losa de piso. También se tuvo que sellar el moldaje adecuadamente en los encuentros con la estructura existente y en las cajas de moldaje introducidas para obtener las ventanas inclinadas. Otro punto importante fue el diseño y refuerzo de la boca por donde se bombeó el hormigón hacia el interior del muro, debido a las sollicitaciones por presión del hormigón y posibles golpes de la bomba.

Los resultados obtenidos fueron muy buenos y la faena no tuvo mayores complicaciones. Se logró llenar el muro en su totalidad sin vibrar y cubrir bien las difíciles formas bajo y entre los vanos de las ventanas. La terminación superficial obtenida fue muy buena, presentándose bastante lisa y uniforme en el color.

## **VENTAJAS PROBADAS EN EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

La experiencia sueca, pionera en Europa, ha significado un gran aporte al conocimiento mundial de la tecnología del

hormigón autocompactante. Suecia ha desarrollado una infraestructura de soporte para su aplicación en el país, reconociendo las mejoras y ventajas que ha significado para la industria de la construcción el uso del hormigón autocompactante.

Algunas de estas ventajas son:

### **1. Más valor y menor costo para el consumidor final**

Un importante criterio para la implantación de una nueva tecnología es la necesidad de entregar al cliente más valor a un menor costo. El costo del hormigón autocompactante, en muchos casos, es mayor que el del hormigón tradicional. Sin embargo, los ahorros producidos por el incremento en la productividad, el menor plazo de construcción, las mejoras en las condiciones de trabajo, en la calidad final del hormigón, en la vida de servicio de la estructura y en el acabado estético, compensan con creces el incremento de costo del hormigón y dan lugar a un costo de proyecto inferior.

La opinión general en Suecia es que en los proyectos de construcción donde se ha utilizado el hormigón autocompactante, se ha obtenido un mejor valor para el consumidor, a un menor costo.

### **2. Mejores condiciones de trabajo y ambientales**

El uso de hormigón autocompactante produce mejoras sustanciales en las condiciones de trabajo, tanto en el ámbito humano y social, como en la empresa. Uno de los aspectos más importantes es la eliminación de los trastornos a la salud por el uso de equipos de vibración, tanto por esfuerzo físico como por emisión de ruido, que también afecta al medio ambiente. Al mismo tiempo, se reduce el movimiento de cargas para la faena de hormigonado y se incrementa la seguridad de la obra debido a que se necesita una menor cantidad de cables energizados, enchufes y transformadores en el lugar de trabajo. Además, se mejora la posibilidad de comunicación verbal entre los trabajadores por el menor ruido.

### **3. Mayor durabilidad del hormigón**

En el hormigón autocompactante se ha observado una mejora en la compacidad de la masa, lo que supone mayor durabilidad del hormigón, debido a que se reduce la capacidad de transporte de líquidos o gases en su interior, haciendo más lentos los posibles procesos de deterioro que pueda sufrir el hormigón.

Según la experiencia sueca, testigos tomados en obra ponen de manifiesto que, a igual razón agua/cemento, la utilización de hormigón autocompactante mejora la compacidad y proporciona un medio más difícil para el transporte de iones de cloruro.

### **4. Mejores superficies**

En ciertas aplicaciones de hormigón a la vista o arquitectónico, el costo de la terminación superficial del hormigón tras el desmolde puede ser elevado, por lo que es importante reducir al máximo los defectos superficiales por construcción, siendo fundamental la elección del molde y del aditivo desmoldante. La experiencia práctica muestra que es posible obtener excelentes terminaciones superficiales utilizando hormigón autocompactante, más allá de las que se obtendrían en iguales condiciones con un hormigón normal.

### **5. Estética: mayor libertad para el diseño**

Muchas veces las condiciones de ejecución de la obra limitan las formas arquitectónicas. Al poder llenar moldajes con un hormigón de comportamiento fluido, sin necesidad de ser compactado por acción externa, aumentan las posibilidades de hormigonar formas mucho más complicadas que las actuales. Por lo tanto, el uso del hormigón autocompactante beneficia directamente a proyectistas y arquitectos, quienes tienen mayor libertad para el diseño.

Por otra parte, al usar hormigón autocompactante es posible conseguir super-

ficies de colores más uniformes, ya que se elimina el vibrado. Dicho aspecto ha sido comprobado en la experiencia sueca, donde hormigones con terminación a la vista consiguen un acabado mejor y más uniforme.

### **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN EN CHILE: OBRA LA FARFANA**

Actualmente, en la comuna de Maipú se está construyendo con hormigón autocompactante una planta de procesamiento de aguas servidas de Santiago, "La Farfana".

Allí se decidió utilizar hormigón autocompactante como la única solución para la construcción de un túnel de descarga de aguas servidas. El trabajo consiste en colocar hormigón en un espacio anular de espesor variable entre 5 y 10 cm, entre una superficie corrugada y el molde cilíndrico, que constituirá la superficie de terminación interior del túnel.

Antes de determinar el uso de hormigón autocompactante, se realizaron pruebas con hormigones fluidos, considerando vibración superficial, pero éstos no tuvieron un comportamiento satisfactorio para un relleno uniforme.

La colocación en obra se realiza inyectando el hormigón por la parte inferior del molde hasta la mitad del mismo, llenando la mitad superior desde la coronación, para alivianar así las tensiones en el molde.

La longitud del molde es de 10 metros y con diámetros de terminación variables a lo largo del túnel entre 2,5 y 3 metros.

El hormigón autocompactante logra escurrir muy bien la distancia de 10 metros, manteniendo la estabilidad de la mezcla y obteniéndose una excelente terminación superficial sin aplicar ningún tipo de energía externa de vibración. ◀

## AVANCES EN PROYECTO FDI

A fines de enero concluyó la construcción de los 24 muros de prueba en albañilería confinada de bloques de hormigón y ladrillos cerámicos, para el proyecto FDI "Desarrollo de Recomendaciones Especiales para el Diseño de Viviendas Sociales de Albañilería de 1 y 2 Pisos".

Los muros terminados se encuentran en el Instituto de Investigación y Ensaye de Materiales-IDIEM, de la Universidad de Chile. Estos serán ensayados a partir del mes de Marzo, con lo que se completa la serie de experimentos propuesta para el proyecto de investigación FDI.

Asimismo, se ha completado el ensayo de retracción de cinco muestras de bloques de hormigón. Dicho ensayo corresponde a la aplicación de la norma ASTM C 426.



## XIV JORNADAS CHILENAS DEL HORMIGÓN

El Centro Tecnológico del Hormigón, CTH, y la Universidad Austral están organizando las XIV Jornadas del Hormigón que se realizarán entre el 22 y el 24 de octubre, en Valdivia. Se invita a todos los profesionales y técnicos relacionados con el trabajo en hormigón a presentar trabajos y ponencias. Quienes deseen obtener mayores informaciones sobre cómo participar en este evento, pueden comunicarse con Hernán Arnés Valencia, del Instituto de Obras Civiles de la Universidad Austral de Valdivia, al e-mail [harnes@uach.cl](mailto:harnes@uach.cl).

## GERENTE ICH EN COLOQUIO INTERNACIONAL EN ALEMANIA

El gerente del ICH fue invitado por la Academia Técnica Esslingen al 5º Coloquio Internacional sobre pisos industriales, del 21 al 23 de enero, en la ciudad alemana de Stuttgart. Estos eventos se realizan cada 4 años y reúnen a especialistas de todo el mundo. Juan Pablo Covarrubias expuso sobre Expo Hormigón ICH ante 600 participantes interesados en conocer la transferencia tecnológica que produce la feria anual de nuestro instituto.

## CONVENCIÓN DEL ACI

Entre el 30 de marzo y el 3 de abril se realizará la primera Convención Anual del American Concrete Institute – ACI en Vancouver. Un grupo de profesionales chilenos, encabezados por el gerente del ICH y miembro del directorio del ACI viajaron a Canadá para participar de las distintas actividades y reuniones del encuentro.

La segunda convención del año será en Boston, entre el 27 de septiembre y el 1º de octubre. Para el año 2004, las convenciones ACI están programadas en marzo, en Washington, y en octubre en la ciudad de San Francisco, California.

## ICH EN WORLD OF CONCRETE

Como en años anteriores, el ICH estuvo nuevamente presente en la feria norteamericana de construcción más grande del mundo WORLD OF CONCRETE que se realizó este año en Las Vegas, Nevada, entre el 3 y el 7 de febrero 2003. El viaje fue una buena oportunidad para realizar contactos con grandes firmas norteamericanas e invitarlos a participar en nuestra próxima Expo Hormigón ICH 2003, en octubre próximo.



## PROGRAMA DE CURSOS AÑO 2003

El Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, en su constante afán por mejorar la calidad en las construcciones con hormigón, ha desarrollado estos cursos de perfeccionamiento, actualizados permanentemente con las más modernas tecnologías. Los profesionales asistentes pueden aplicar estos conocimientos directamente en obra.

Los cursos también sirven de base para poder optar a los Programas de Certificación de Competencias Laborales ACI - ICH.



Curso: Construcción de obras de Hormigón



Curso práctico: confección en obra de losas planas para pisos y pavimentos de Hormigón

### CURSO DE ENTRENAMIENTO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DEL HORMIGÓN FRESCO

FECHA Curso 1: 07 al 10 de Abril

FECHA Curso 2: 07 al 10 de Julio

CONTENIDO: Procedimientos y aplicación de las siguientes normas ASTM: C172 Muestreo, C143 Descenso de cono, C138 Peso unitario, rendimiento y contenido de aire, C231 y C173 Contenido de aire por método de presión, y volumétrico, respectivamente, C31 Preparación y curado de probetas para ensayos de resistencia, C1064 Medición de la temperatura.

CODIGO SENCE: 12-34-6128-41

### CURSO PREPARACIÓN E INSTALACIÓN DE MOLDAJES INDUSTRIALIZADOS

FECHA: 14 al 24 de abril (lunes a jueves)

CONTENIDO: Conceptos de resistencia, rigidez, tolerancia, propiedades, comportamiento y optimización de operaciones en la instalación de un sistema de moldajes. Diferentes sistemas de moldajes para pilares, losas vigas, túneles. Materiales para moldajes; madera, acero, combinaciones, revestimientos de placas, efectos en el hormigón. Agentes desmoldantes, textura de la superficie de contacto, durabilidad de la superficie. Secuencia de montaje y colocación en el trazado, ajustes y sellado entre paneles, sistemas de afianzamiento entre paneles y contra elementos estables. Aplome, horizontalidad. Tolerancias permitidas. Resistencia y deformaciones producidas por el hormigón para aplicar métodos, secuencia y cuidados para desinstalación de moldajes. Mantenimiento; limpieza, reparación y bodegaje.

CODIGO SENCE: 12-34-6694-42

### CURSO DE ENTRENAMIENTO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS BÁSICOS EN ÁRIDOS Y HORMIGÓN

FECHA Curso 1: 21 al 25 de Abril

FECHA Curso 2: 21 al 25 de Julio

FECHA Curso 3: 10 al 14 de Noviembre

CONTENIDO: Procedimientos de ensayo y aplicación de las siguientes normas ASTM; D75 Muestreo de áridos, C702 Cuarteo de áridos, C29 Peso unitario, C40 Impurezas orgánicas, C117 Material más fino que malla #200, C127 Peso específico y absorción áridos gruesos, C128 Peso específico y absorción áridos finos, C136 Análisis granulométrico, C566 Contenido de humedad, C39 Resistencia a compresión, C617 Refrentado adheridos cilíndricas, C1231 Refrentado no adherido

**CURSO**  
**CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN**

FECHA Curso 1 : 05 al 22 de Mayo (Lunes a Viernes)

FECHA Curso 2 : 13 al 30 de Octubre (Lunes a Jueves)

CONTENIDO : Etapas de supervisión o de inspección de antes, durante y después de la colocación del hormigón : Terminología, Especificaciones de tolerancias, Especificaciones para materiales componentes y hormigón armado, Diseño y construcción de moldajes, Construcción de pisos industriales, Medición mezclado, transporte, compactación y colocación del hormigón, Bombeo del hormigón, Hormigón en tiempo frío y caluroso, Curado del hormigón, Lectura de planos, Especificaciones para el hormigón premezclado, Peso unitario e índice de huecos en los áridos, Especificaciones para laboratorios de ensayos de áridos y hormigón.

CODIGO SENCE: 12-34-6161-73

**CURSO DE ENTRENAMIENTO**  
**PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS AVANZADOS EN ÁRIDOS Y HORMIGÓN**

FECHA Curso 1: 23 al 27 de junio

FECHA Curso 2: 22 al 26 de septiembre

CONTENIDO: Procedimientos de ensayo y aplicación de las siguientes normas ASTM; C88 Desintegración de áridos por método de sulfatos, C123 Presencia de partículas livianas, C131 Resistencia al desgaste de gravilla con Máquina Los Angeles, C535 Resistencia al desgaste de grava con Máquina Los Angeles, C142 Presencia de arcilla y partículas desmenuzables, C78 Resistencia del hormigón a la flexión, C192 Preparación y curado de probetas de hormigón, C470 Especificaciones para moldes cilíndricos, C496 Tracción del hormigón por hendimiento, C42 Obtención y muestreo de testigos de hormigón, ACI 211.1 Dosificación de hormigones, ACI 214 Evaluación de los resultados de resistencia mecánica del hormigón.

**CURSO**  
**TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN**

FECHA Curso 1: 02 - 17 de Junio

FECHA Curso 2: 01 - 16 de Septiembre

CONTENIDO: Clasificación del hormigón; significado, especificaciones, criterio probabilístico; Componentes; clasificación y comportamientos del cemento, agua, áridos, aditivos. Hormigón fresco; trabajabilidad, segregación, exudación, uniformidad, mezclado, transporte, control y hormigonado en climas adversos. Hormigón endurecido; resistencia, curado, cambios volumétricos, ensayos, juntas de hormigonado. Dosificación del hormigón; condiciones generales, desarrollo de aplicaciones y ajustes en obra: Evaluación estadística de la resistencia mecánica; herramientas estadísticas, criterios y métodos de evaluación y aplicaciones.

CODIGO SENCE: 05-10-0365-13

**CURSO**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS DE HORMIGÓN**

FECHA: 01 al 03 de Octubre 2003

CONTENIDO: Métodos de diseño AASHTO y su relación con el comportamiento de los pavimentos de hormigón. Parámetros de diseño, consideraciones adicionales, aplicaciones y ejemplos. Métodos constructivos de pavimentos urbanos de hormigón; materiales, construcción y apertura al tránsito. Control y evaluación de rugosidad, resistencia y espesor. Técnicas de rehabilitación; cepillado, reemplazos parciales y totales de losa, barras de traspaso de carga, barras en cruz, sello de juntas, etc.

**CURSO INTERNACIONAL**  
**DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGÚN MÉTODO AASHTO-2002**

FECHA: 29 de Septiembre al 2 de Octubre

CONTENIDO: Nuevo Método AASHTO - 2002: materiales, tráfico, serviciabilidad, modelos de predicción para pavimentos de hormigón y asfalto. Cargas de Tráfico: clasificación del tráfico y tasas de crecimiento, nuevo sistema para considerar carga, distribución por pistas. Diseño de Pavimentos de Asfalto: serviciabilidad, tráfico, suelo de subrasante, materiales de pavimento, drenaje, confiabilidad. Diseño de Pavimentos de Hormigón: serviciabilidad, tráfico, suelo de subrasante, materiales de pavimento, drenaje, confiabilidad, diseño de juntas.

**CURSO INTERNACIONAL**  
**CÓDIGO DE DISEÑO DE HORMIGÓN ARMADO ACI 318-2002**

FECHA: 1 al 5 de Septiembre

CONTENIDO: Cambio en los factores de carga y resistencia, Incorporación de disposiciones especiales para el diseño de estructuras prefabricadas, Incorporación de disposiciones de diseño unificado para hormigón armado y pretensado, Cambios en los criterios de diseño de elementos pre y postensados, modificación de los criterios de aceptación y rechazo del hormigón, Eliminación del anexo sobre método de tensiones admisibles, Nuevo anexo con modelos biela - tensor, Nuevo anexo sobre anclaje del hormigón.

**CURSO PRÁCTICO**  
**CONFECCIÓN EN OBRA DE LOSAS PLANAS PARA PISOS Y PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

FECHA: 2 al 4 de Octubre

CONTENIDO: Uso e Identificación de Herramientas y Equipos, Técnicas de Construcción, Instalación de moldajes y sistemas de sujeción, Colocación, vibrado y nivelación del hormigón, Terminación de Superficies, Platachado, regleado, allanado, Aserrado para juntas y método de curado, Uso de equipos para medir lisura y planeidad.

CODIGO SENCE: 12-34-6251-84

**CURSO DE ENTRENAMIENTO**  
**PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO**

FECHA Curso 1: 26 al 29 de mayo

FECHA Curso 2: 25 al 28 de agosto

CONTENIDO: Procedimientos de ensayo y aplicación de las siguientes normas ASTM; C617 Refrentado de probetas cilíndricas de hormigón, C1231 Refrentados no adheridos para testigos cilíndricos de hormigón, C39 Resistencia a compresión del hormigón, C78 Resistencia a flexión del hormigón.

**PARA MAYOR INFORMACIÓN**  
**LLAMAR AL FONO 2326777**  
**WWW.ICH.CL**

# REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN MUROS DE ALBAÑILERÍA (1ª Parte)

Como parte del proyecto FDI “Desarrollo de Recomendaciones Especiales de Diseño para Viviendas de Albañilería de 1 y 2 Pisos”, que actualmente desarrolla el ICH en conjunto con la Comisión de Diseño Estructural en Hormigón Armado y Albañilería de la C.Ch.C., se revisaron las investigaciones hechas en el país sobre el comportamiento de muros de albañilería sometidos a cargas horizontales. El presente artículo resume los principales resultados de dichas investigaciones.

Estos antecedentes constituyen una base de comparación para la actual investigación que realiza el ICH, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de proposiciones de modificación a las actuales normas de albañilería, dado que los resultados mostrados en este artículo fueron la base para el establecimiento de los parámetros de diseño en dichas normas.

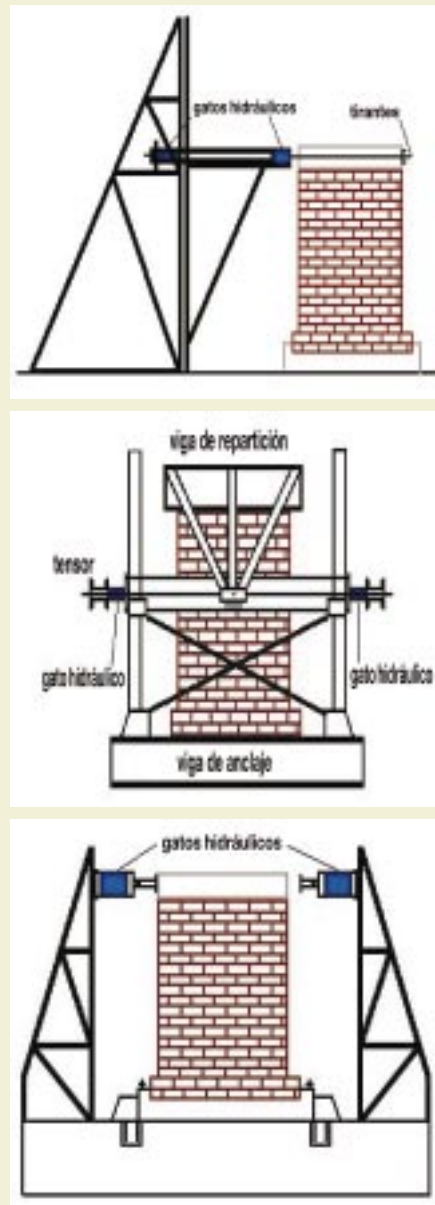
## ENSAYOS DE MUROS

Los ensayos de muros a escala natural son la forma directa de evaluar la resistencia al corte. En esta sección se entregan los resultados de ensayos de los muros con cuantías de refuerzo horizontal menores o iguales al 0.06%, solicitados con cargas laterales alternadas.

Las cargas laterales alternadas se aplican con los dispositivos que se muestran en la figura 1. Los dos primeros dispositivos fueron usados en las experiencias de la Pontificia Universidad Católica (Lüders e Hidalgo, 1982, 1986) y el último en las experiencias de la Uni-

versidad de Chile (Diez, 1987 y Muñoz, 1992). La carga se transmite a través de la cadena superior que corona al muro, el que se encuentra anclado en la base por una viga de hormigón armado.

Figura 1. Dispositivos de ensayo de muros en las experiencias revisadas.



Durante el ensayo del muro se registran la fuerza horizontal aplicada y la deformación asociada. En éstas mediciones se destacan tres niveles de carga relacionados con el comportamiento del muro. El primero de ellos se relaciona con la carga que produce la aparición de la primera fisura de flexión del muro; el segundo, con la carga que produce el agrietamiento diagonal; y el último, con la carga máxima que resiste el muro.

## RESULTADOS EN MUROS CONSTRUIDOS CON UNIDADES CERÁMICAS

En la primera parte de este artículo se presentan resultados para las albañilerías construidas con ladrillos cerámicos, de acuerdo a los estudios experimentales revisados. En el próximo boletín se entregarán resultados para las albañilerías construidas con bloques de hormigón.

Los muros ensayados se caracterizan por tener una esbeltez comprendida entre 1 y 2, una cuantía horizontal igual al 0.00% ó 0.062% y por poseer un relleno de huecos total o parcial. Las características geométricas y de refuerzo de los muros se entregan en la tabla 1.

La armadura vertical de los muros ensayados se diseña con el criterio de generar una falla por corte antes que una falla por flexión. En la experiencia de Diez, esto se logró imponiendo una capacidad resistente a flexión un 50% mayor que la carga que produce el agrietamiento diagonal del muro.

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS**

Experiencia	Unidad	Dimensiones cm		M Vd	Relleno	Refuerzo vertical			Refuerzo horizontal		
		h	L			Barras	Tipo	r <sub>v</sub>	Barras	Tipo	r <sub>H</sub>
Lüders e Hidalgo, 1982	Titán liviano	117	104	1.05	Parcial	2f12	A63-42H	0.00155			0.00000
	Titán corriente	117	104	1.05	Total	2f12	A63-42H	0.00155			0.00000
	Titán liviano	117	104	1.05	Total	2f12	A63-42H	0.00155			0.00000
Diez, 1987	Titán Liviano	240	240	1	Parcial	4f16+2f8	A63-42H	0.00270			0.00000
		240	120	2	Parcial	4f16	A63-42H	0.00240			0.00000
		240	240	1	Parcial	4f16+2f8	A63-42H	0.00270	7 esc	AT56-50H	0.00062
		240	120	2	Parcial	4f16	A63-42H	0.00240	7 esc	AT56-50H	0.00062

**TABLA 2. ESFUERZO DE CORTE. PRIMERA FISURA EN LOS MUROS**

Experiencia	Unidad	M Vd	f <sub>m</sub>	Relleno	Cuántía vertical	Cuántía horizontal	V <sub>1</sub> Ton	d <sub>1</sub> mm	v <sub>1</sub> kg/cm <sup>2</sup> (AB)
Diez, 1987	Titán Liviano	1	137.6	Parcial	0.00270	0.00000	6.60	0.74	1.98
		1	137.6	Parcial	0.00270	0.00062	6.25	0.84	1.88
	1	137.6	Parcial	0.00270	0.00062	6.90	1.00	2.0	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00000	3.20	1.39	1.93	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00062	2.55	1.20	1.54	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00240	0.00062	2.45	1.25	1.61

(AB): medida sobre área bruta.

En las experiencias revisadas para caracterizar el comportamiento de estos muros (Lüders e Hidalgo, 1982 y Diez, 1987), las cargas horizontales se aplican a nivel de la cadena en forma cíclica y alternada.

En las experiencias de la Universidad Católica (Lüders e Hidalgo, 1982) la carga horizontal se aplicó en ciclos donde se controla la amplitud máxima de deformación del muro, creciente en cada etapa, hasta producir la rotura del muro. Por otro lado, Diez aplicó las cargas a los muros en dos etapas. En la primera de ellas, denominada *ciclos a carga controlada*, se aplican tres ciclos completos a una misma carga, que se incrementa hasta provocar el agrietamiento diagonal del muro. La segunda etapa, denominada *ciclos a deformación controlada*, el ensayo se controla por deformaciones utilizando como patrón la deformación de agrietamiento del sentido de carga donde esta deformación se producía primero.

Los resultados en cada una de las etapas asociadas a los ensayos de los muros se detallan a continuación:

### Primera Fisura de Flexión

Algunos antecedentes sobre la carga y la deformación medida en los muros en el momento que aparece la primera fisura, son los obtenidos en las experiencias de Diez y se entregan en la tabla 2.

Los resultados entregados en la tabla 2 permiten destacar que la primera fisura en los muros ensayados por Diez se produce con una carga promedio igual a 6.58 toneladas para los muros de esbeltez 1, y a 2.73 toneladas para los muros de esbeltez 2. La tensión de corte en el momento en que aparece la primera fisura no presenta grandes variaciones al incorporar armadura horizontal y al variar la esbeltez de los muros. La tensión de corte promedio de los muros ensayados por Diez es igual a 1.82 kg/cm<sup>2</sup>.

En relación a esta fisura, debido a la flexión provocada por el esfuerzo de corte, Diez concluye que su aparición es prácticamente independiente de la

esbeltez y sólo estaría controlada por la calidad de la albañilería y por la presencia de carga vertical.

### Agrietamiento diagonal

El agrietamiento diagonal en los muros ensayados por Diez se produce para una carga promedio igual 16.1 ton para los muros de esbeltez igual a 1, y con 7.55 ton para los muros de esbeltez 2. Al igual que lo ocurrido con la primera fisura, en este caso no se observa un efecto de la armadura horizontal para aumentar la carga de agrietamiento. En la tabla 3 se entregan detalles de los resultados obtenidos por Diez.

La tensión de corte al momento de producirse el agrietamiento diagonal de los muros ensayados por Diez no varía mayormente. Esta tensión toma un valor promedio igual a 4.70 kg/cm<sup>2</sup>. Al respecto Diez indica que aún para cuantías reducidas de armadura, la carga de agrietamiento diagonal sólo depende de la calidad de la albañilería.

**TABLA 3. ESFUERZO DE CORTE AGRIETAMIENTO DIAGONAL**

Experiencia	Unidad	$\frac{M}{Vd}$	$f'_m$ v	Relleno	Cuantía vertical	Cuantía horizontal	$V_{agr}$ Ton	$d_u$ mm	$v_{agr}$ kg/cm <sup>2</sup> (AB)
Diez, 1987	Titán Liviano	1	137.6	Parcial	0.00270	0.00000	16.90	6.37	5.06
		1	137.6	Parcial	0.00270	0.00062	15.50	6.32	4.66
	1	137.6	Parcial	0.00270	0.00062	15.90	5.38	4.78	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00000	7.15	9.61	4.32	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00062	7.50	7.15	4.53	
	2	137.6	Parcial	0.00240	0.00062	8.00	9.17	4.83	

(AB): medida sobre área bruta.

### Resistencia máxima de los muros

La fuerza máxima que pueden resistir los muros depende de la armadura de refuerzo horizontal y del porcentaje de relleno de los huecos principalmente. Las experiencias realizadas en la Universidad Católica (Lüders e Hidalgo, 1982) permiten comprobar que los muros con relleno total aumentan

su capacidad máxima. Los muros con relleno parcial presentan una tensión última de corte promedio igual a 2.56 kg/cm<sup>2</sup> mientras que en los muros con relleno total esta tensión aumenta a 3.07 kg/cm<sup>2</sup> (aumento de un 20% aproximadamente).

Las experiencias de Diez indican que la incorporación de refuerzo horizontal aumenta la capacidad última del

muro. Las tensiones de corte de los muros sin armadura horizontal presentan una tensión máxima de corte promedio igual a 5.34 kg/cm<sup>2</sup>. Esta tensión aumenta a 6.26 kg/cm<sup>2</sup> (17%) en promedio, al aumentar la cuantía de refuerzo horizontal al 0.062%.

El detalle de los resultados obtenidos por Lüders e Hidalgo y Diez se entregan en la tabla 4. ◀

**TABLA 4. ESFUERZO DE CORTE MÁXIMO EN LOS MUROS**

Experiencia	Unidad	$\frac{M}{Vd}$	$f'_m$	$t_m$	Relleno	Cuantía vertical	Cuantía horizontal	$V_u$ Ton	$d_u$ mm	$v_u$ kg/cm <sup>2</sup> (AB)
Lüders e Hidalgo, 1982	Titán Liviano	1.05	40.1		Parcial	0.00155	0.0000	3.85	6.20	2.64
		1.05	40.1		Parcial	0.00155	0.0000	3.60	7.10	2.48
	Titán corriente	1.05	67.8		Total	0.00155	0.0000	5.00	7.95	3.43
		1.05	67.8		Total	0.00155	0.0000	5.10	4.50	3.50
	Titán liviano	1.05	70.4		Total	0.00155	0.0000	4.35	4.60	2.99
		1.05	70.4		Total	0.00155	0.0000	3.58	2.80	2.46
	1.05	94.6		Total	0.00155	0.0000	4.10	6.00	2.82	
	1.05	94.6		Total	0.00155	0.0000	4.65	5.20	3.20	
Diez, 1987	Titán Liviano	1	137.6	10.56	Parcial	0.00270	0.00000	16.90	6.37	5.06
		1	137.6	10.56	Parcial	0.00270	0.00062	20.00	11.95	6.01
	1	137.6	10.56	Parcial	0.00270	0.00062	20.75	10.55	6.24	
	2	137.6	10.56	Parcial	0.00240	0.00000	9.30	16.28	5.62	
	2	137.6	10.56	Parcial	0.00240	0.00062	10.10	17.58	6.09	
	2	137.6	10.56	Parcial	0.00240	0.00062	11.08	22.74	6.69	

(AB): medida sobre área bruta.

En el próximo Boletín *Hormigón al Día* presentaremos los resultados obtenidos en la revisión de los estudios experimentales en muros construidos con bloques de hormigón.

# MEGA DEMOS EN EXPO HORMIGÓN ICH - 2003

De acuerdo a los principales temas de EXPO HORMIGÓN ICH - 2003, "Construcción en Albañilería y Pavimentos de Hormigón", las megademos comprenderán, entre otras, la construcción de:

- **Estructura de Albañilerías**

Se construirán dos pisos de albañilería, para mostrar nuevos sistemas como el Dry Stack (albañilería sin mortero de junta) y albañilería postensada. Esta estructura estará a cargo de albañiles norteamericanos, quienes mostrarán los rendimientos y niveles de terminación normales para Estados Unidos.

- **Pavimentos de Hormigón**

Se pavimentará 1 km de largo x 7 m. de ancho en Av. El Salto, con tren pavimentador en dos pistas simultáneas, mostrando los detalles que permiten asegurar un pavimento de alta durabilidad y muy suave. La pavimentación se iniciará el primer día de EXPO HORMIGÓN ICH - 2003 y se abrirá a tráfico al día subsiguiente, para que los usuarios aprecien su calidad.

- **Pavimentos Urbanos**

Se mostrará con distintas técnicas y equipos, la forma de colocar, compactar y terminar el pavimento para conseguir IRIs bajos.

- **Pavimentos de Adoquines**

El patio de circulación del sector de demostraciones será pavimentado con adoquines de hormigón, lo que permitirá apreciar la manera apropiada de



construcción, la resistencia y belleza de estos pavimentos. Aprovechando el color de los adoquines se incluirán figuras ornamentales y de señalética en el mismo pavimento.

- **Aceras**

Se enseñará la forma correcta de construcción de aceras, mostrando diferentes técnicas de tratamiento superficial.

- **Muro Arquitectónico**

Se apreciará la instalación de moldajes para hormigón arquitectónico y la utilización de hormigón autocompactante en un muro de 20 m de largo, a continuación del cual se ejecutará otro muro de similares dimensiones, pero en albañilería.

- **Edificio Prefabricado**

Se continuará con la construcción del edificio prefabricado con conexiones híbridas postensadas, iniciado en el año 2002. Este año se montarán los pilares y muros de los pisos 4 y 5, además de las vigas y losa del piso 4.

- **Paneles Arquitectónicos de Hormigón**

Se mostrarán paneles arquitectónicos delgados, los que se usarán como

recubrimiento exterior del edificio prefabricado. Estos paneles permiten incorporar una gran variedad de terminaciones superficiales al hormigón; además, por su bajo espesor, reducen considerablemente el peso de los paneles y simplifican su conexión a la estructura.

- **Montaje Viga Prefabricada**

Durante EXPO HORMIGÓN ICH - 2003, se montará la última viga de

48 mts. de luz, correspondiente al nuevo salón de exhibiciones de Espacio Riesco "Pabellón del Hormigón".

- **Sistema de Viviendas Industrializada**

Se mostrarán, entre otras, una vivienda de ferrocemento similar a la exhibida el año 2002 y un sistema suizo consistente en una estructura de metal desplegable que sirve como molde y se rellena con hormigón, cuyo proceso total dura aproximadamente 6 horas.

- **Losas de Pisos Industriales**

Se construirá una losa de 30 x 12 m, en donde además de mostrar las técnicas constructivas, se realizará un ensayo demostrativo, con un equipo especial de desgaste traído de Inglaterra, para ver la resistencia de los diferentes endurecedores de piso. Esto permitirá a los industriales poder seleccionar el producto de acuerdo a sus necesidades. ⚡

Inscripciones para solicitud de entradas y mayor información en:  
[www.expohormigon.cl](http://www.expohormigon.cl)