

**Bit**®

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO  
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

# Rehabilitación **ESTRUCTURAL**

# NUEVO ADHESIVO CERÁMICO FLEXIBLE EXPERTO

Mezcla todos los atributos de un adhesivo en pasta con los de un adhesivo en polvo. Sólo tienes que agregar agua y obtienes la mejor pasta. Úsalo en exteriores e interiores.



APTO SUPERFICIES FLEXIBLES



ALTO RENDIMIENTO



USO INTERIOR Y EXTERIOR

# DURO DE DESPEGAR



**DRYMIX** presenta su completa línea de adhesivos



**ADHESIVO CERÁMICO CLÁSICO**  
Cerámica tradicional  
Muros estucados y radiers

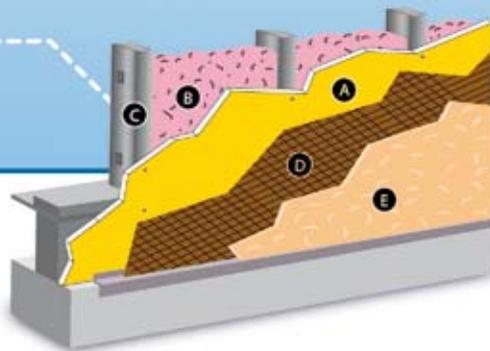
**ADHESIVO CERÁMICO EXTRA**  
Amplia gama de revestimientos  
Superficies rígidas

**ADHESIVO CERÁMICO EXPERTO**  
Amplia gama de revestimientos  
Superficies flexibles  
(Yeso-Cartón y Fibro-Cemento)  
y superficies rígidas

# DENSGLOSS

## Construcciones de alto rendimiento

- ✓ Provee protección contra variaciones climáticas, humedad y fuego.
- ✓ Sustituye al fibrocemento y al OSB con óptima relación precio/calidad.
- ✓ Ideal para proyectos que requieren resistencia, solidez y flexibilidad.



A DensGlass  
B Aislación  
C Encofrado

D Malla de metal  
E Estuco convencional

Con el respaldo de **KNAUF**

Encuentra más información de nuestro producto en: [www.knauf.cl/densglass](http://www.knauf.cl/densglass)

# Safeboard

Placa de blindaje a rayos X



## Protección y Seguridad

- ✓ No es dañina para la salud, ya que es 100% libre de plomo.
- ✓ Diseñada para centros de salud cuyos equipos de rayos X tengan una potencia entre 60 y 150 (KVP).
- ✓ Óptima relación de precio-calidad respecto a construcciones tradicionales con plomo.
- ✓ Combina blindaje contra rayos X, resistencia al fuego y excelente aislación acústica.



**KNAUF**  
Calidad con sustento

## FLUIDIA, EL HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE DE MELÓN. ESPACIOS LLENOS DE INNOVACIÓN.



La nueva tecnología de los productos Fluidia asegura la sencillez de puesta en obra con resultados excepcionales. Fluidia permite realizar de forma simple y mucho más flexible faenas de hormigonado complejas.

### BENEFICIOS

- Fácil relleno de cualquier elemento a hormigonar.
- No necesita vibrado.
- Hormigonado más rápido y simple.
- Facilidad de puesta en obra.
- Disminución de puntos de descarga.
- Excelente acabado en hormigones vistos.
- Supresión de ruidos.

**fluidia**

**melon**<sup>®</sup>  
HORMIGONES

## Melón, Indherco y UCV apoyaron Centro Cívico en Loncura Quintero, V Región

En alianza apoyaron la arquitectura del nuevo centro cívico de esta localidad ubicada en la comuna de Quintero.

Los elementos prefabricados por Indherco fueron confeccionados con cemento Melón Extra.

**S**iempre aportando al desarrollo de la innovación en técnicas de construcción, Melón e Indherco se unieron para apoyar el proyecto arquitectónico de Victoria Jolly en Loncura, ubicado en la comuna de Quintero.

Este proyecto, que consistió en la construcción del nuevo centro cívico, fue inaugurado por el alcalde de la comuna, José Varas, el pasado 9 de septiembre y fue financiado por la empresa GNL Quintero dentro de su programa de RSE.

El parque recreativo de 6.000 m<sup>2</sup> cuenta con áreas verdes, un anfiteatro para 300 personas, puestos de venta, zonas de juego, cancha de rayuela, mesas de picnic y luminarias LED, entre otros.

Este proyecto cuenta con distintos elementos prefabricados de hormigón fruto de varios años de Investigación utilizando moldajes flexibles. La investigación se realizó en la corporación cultural Amereida y su principal objetivo fue reconocer al hormigón como un fluido y no como un paralelepípedo sólido, participando activamente los alumnos de arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso y el área técnico-productiva de prefabricados de hormigón Indherco Ltda.

La arquitecto Victoria Jolly de la Universidad Católica de Valparaíso logró la creación del proyecto centro cívico en Loncura Quintero, incorporando piezas de hormigón prefabricado arquitectónicamente novedosas en nuestro país.

Los elementos prefabricados fueron creados con moldajes especiales los que contaron con membranas de geotextil. Además fueron confeccionados con Cemento Melón Extra, el cual tiene la particularidad de ser un cemento de rápido desarrollo de resistencia dentro de las primeras 24 horas y sus finas partículas contribuyen a lograr mejores terminaciones superficiales, obteniendo estructuras arquitectónicas de un alto nivel.



-  Piezas inyectadas.
-  Accesorios especiales.
-  Guías de alineación y topes para control visual.
-  Resistencia al impacto.
-  Facilidad de transición a otros sistemas.
-  Ideal para uso en edificios.
-  Garantía de estanqueidad.



## Línea para desagües Sanitaria Blanca

Ideal para construcciones horizontales y verticales.

La línea para desagües con Junta Elástica de Tigre está desarrollada en PVC con piezas inyectadas e ignífugas. El anillo de sello (O'Ring Mono Labio) que utilizan estas conexiones, cumple ampliamente los requisitos de estanqueidad, durabilidad y simpleza en la utilización. Además, garantiza un sellado hermético en forma instantánea sin la necesidad de adhesivos, acelera el proceso de instalación, permite corregir ángulos y pendientes permitiendo correcciones en el montaje garantizando estanqueidad, absorbe dilataciones y contracciones originadas por cambios de temperatura, desplazamientos estructurales o asentamientos del terreno de contención, debido a los movimientos de la estructura (edificios), permite transiciones a otros sistemas con velocidad y seguridad, sean plásticas o metálicas.



# Series Multi V

SOLUCIONES INTEGRALES DE ALTA EFICIENCIA  
Y AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Amigable con el  
medio ambiente

Asesoría integral

Flexibilidad  
de instalación

Alta Tecnología

Energéticamente  
eficientes



**MULTI V**  
SYNC

**MULTI V**  
WATER



# ESTAMOS PRESENTES EN LAS OBRAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO

SERVICIO AL CONSUMIDOR / ASISTENCIA TÉCNICA: 800 - 223005 • www.agorex.cl • www.henkel.cl



HOLANDA

De Jagershorst Hotel

**Ciudad:** Leende

**Área:** 3.500 m<sup>2</sup>

**Aplicación:** Baños y Área de piscina.

**Productos:** Adhesivos para Cerámicos.



LÍDER EN SOLUCIONES

Calidad 

# SUMARIO ▶ N°75

NOVIEMBRE/DICIEMBRE 2010

## 18 / ARTÍCULO CENTRAL

VULNERABILIDAD SÍSMICA

### REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

El mejoramiento sísmico de estructuras existentes representa un tema clave para un país como Chile. En especial, si consideramos que los sismólogos proyectan un movimiento telúrico severo en la zona Norte. Por lo tanto, los especialistas recomiendan una pronta evaluación de las estructuras vulnerables ante un futuro evento. La clave está en reforzar las estructuras. Hay casos concretos.



## 10 / CARTA DEL EDITOR

## 12 / FLASH NOTICIAS

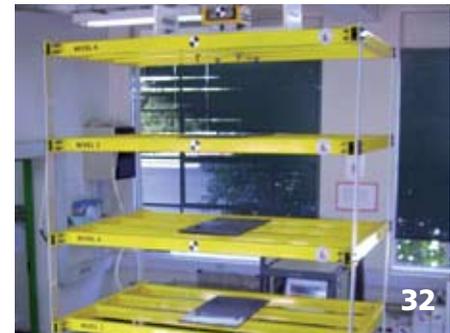
Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

## 32 / ANÁLISIS

DISIPADORES SINTONIZADOS

### Reducción de vibraciones en edificación

Estudio que detalla las características de los disipadores de masa y de columna líquida sintonizada.



## 40 / ANÁLISIS

HUMEDAD EN VIVIENDAS

### Riesgo de condensación

Las precauciones que se deben tener para evitar la condensación al interior de las viviendas.

## 44 / ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

SPRINKLERS

### Fijación segura

Se analiza el comportamiento de los rociadores automáticos de agua o sprinklers, y su correcta fijación.



## 50 / ARQUITECTURA

EDIFICIO TRANSOCEÁNICA

### Curvas modelo

Una fachada totalmente prefabricada, y el uso de tecnologías eficientes destacan en este edificio de oficinas.

## 58 / SCANNER TECNOLÓGICO

INNOVACIÓN EN CERRADURAS

### Diseño seguro

Las nuevas cerraduras y controles de acceso han superado la barrera de la seguridad. El diseño esconde una alta protección.





## 64 / PROYECTO FUTURO

REMODELACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO EN MAIPÚ

### La plaza del millón

En plena ejecución se encuentra la remodelación de la Plaza de Maipú, cuyo concepto arquitectónico está basado en un gran espacio abierto.

## 72 / ANÁLISIS

BIM

### Más que 3D

La aplicación de la plataforma en Chile crece. La gestión de proyectos de construcción es mucho más que el modelamiento en tres dimensiones.

## 76 / OBRA INTERNACIONAL

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER

### Las torres del viento

Tres turbinas eólicas unen las dos torres que conforman el Bahrain World Trade Center.

## 84 / ANÁLISIS

ENSAYOS DE SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

### Seguridad a toda prueba

La utilización de software que simulan el avance del fuego al interior de las estructuras y la realización de pruebas experimentales.

## 90 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

INSTALACIÓN DE CALEFÓN

### Puro calor

Una correcta instalación del calefón, puede prevenir accidentes domésticos. Los expertos identifican el correcto montaje de estos equipos.

## 96 / ANÁLISIS

LICUEFACCIÓN

### La tierra se desvanece

El análisis de las características de este fenómeno, que muestran los daños que ocasionó a causa del terremoto pasado.

## 100 / ARQUITECTURA-CONSTRUCCIÓN

EDIFICIOS DE OFICINAS PLAZA SAN DAMIÁN

### Arquitectura eficiente

Dos torres verdes que apuestan por la certificación internacional y el uso de materiales reciclados.

## 106 / REGIONES

HOTEL ALTO ATACAMA

### Oasis en el desierto

Con un diseño que se asemeja a un pueblo altiplánico, el hotel se mimetiza con los colores y la morfología de su entorno.

## 112 / EVENTOS

## 114 / PUBLICACIONES Y WEB

## NUESTROS AVISADORES

	Página
Abastible	17
Accurateck	83
Aislapol	39
Alsina	47
Aminfo	71
Antolin	67
Anwo	85
Argenta	Inserto
Bautek	99
Blosec	35
Budnick	67
Camchal	Inserto
CAP	T4
Carpenter	97
Cemento Búfalo	116
Cemento Búfalo	T3
Cementos Bio Bio	T2
Cementos Bio Bio	1
Cementos Bio Bio	36
Cementos Bio Bio	Inserto
Deteco	111
ElectroAndina Legrand	49
Embajada de Argentina	57
Emin	25
Estratos	73
Fleischmann	102
Form Scaff	21
Gerdau Aza	115
Grau	87
GU Herrajes	63
Hebel	79
Henkel	7
Hilti	9
IDIEM	52
Instituto Chileno Asfalto	30
Instituto Chileno Asfalto	31
Johnson Controls	82
Junkers	23
Knauf	2
Krings	41
Layher	103
Leis	15
LG	6
Liebherr	70
Mademsa	93
Masonite	43
Melón Hormigones	3
Melón Hormigones	4
Mosaico	105
Nibsá	109
Peri	53
Pinturas Tajamar	95
Pontificia Universidad Católica	27
Ravena	55
SalfaCorp	81
Salomon Sack	108
Sherwin Williams	89
Sika	66
Simma	61
TC Pavements	11
Tecnoglobal	75
Tensoret	29
Terratest	60
Tierra Reforzada	13
Tigre ADS	88
Tigre Chile	5
Universidad Federico Santa María	113
Vinilit	37
Vulco	28

### COMITÉ EDITORIAL

#### PRESIDENTE

SERGIO CORREA D.

ANDRÉS BECA F.  
BERNARDO ECHEVERRÍA V.  
JUAN CARLOS LEÓN F.  
ENRIQUE LOESER B.  
SERGIO SAN MARTÍN R.  
MAURICIO SARRAZIN A.  
ANDRÉS VARELA G.  
CARLOS VIDELA C.

#### DIRECTOR

ROBERTO ACEVEDO A.

#### EDITOR

MARCELO CASARES Z.

#### PERIODISTAS

PAULA CHAPPLE C.  
GERALDINE ORMAZÁBAL N.  
CATALINA CARO C.  
PEDRO PABLO RETAMAL P.  
ALEJANDRO PAVEZ V.  
ALEJANDRA HALES H.

#### CONTROL DE GESTIÓN

VICENTE ORTIZ J.

#### EJECUTIVAS COMERCIALES

MARÍA VALENZUELA V.  
MONTSERRAT JOHNSON M.  
OLGA ROSALES C.  
BEATRIZ LEIVA R.

#### COLABORADORES PERMANENTES

CEFRAPIT / UBIFRANCE / MÉXICO-FRANCIA  
RCT REVISTA DE LA CONSTRUCCIÓN / ESPAÑA  
REVISTA ARTE Y CEMENTO / ESPAÑA  
REVISTA OBRAS / MÉXICO

#### DIRECTOR DE ARTE

ALEJANDRO ESQUIVEL R.

#### FOTOGRAFÍA

JAIME VILLASECA H.

#### IMPRESIÓN

GRÁFICA ANDES

#### E-MAIL

BIT@CDT.CL

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

## LA PREVENCIÓN

El mensaje es uno solo y proviene de los expertos más prestigiosos del país y de la sabiduría popular: "Mejor prevenir que curar". Con esta finalidad nació el artículo central de esta edición. Si bien es cierto que la gran mayoría de las estructuras del país respondió adecuadamente frente a uno de los terremotos más violentos de la historia, sería un enorme error descansar en la sensación del deber cumplido. La evolución de la industria de la construcción en los últimos años obliga a ir un paso más allá. ¿Qué significa esto? La respuesta es simple y contundente: Se deben evaluar las estructuras, especialmente las más sensibles como hospitales y colegios, y analizar cuál sería su comportamiento ante un nuevo sismo de similar o mayor magnitud.

Sin temor a equivocarnos, creemos que nos encontramos ante un tema país por dos poderosas razones. En primer término, el estudio de las condiciones actuales de la edificación debería incluir a todo Chile y no sólo a las zonas más afectadas por el evento del 27 de febrero. Se sabe que resulta imposible anticipar dónde y cuándo se pronunciará la tierra nuevamente, pero sí se conoce con certeza que vivimos en un país sísmico. Es más, si sólo se analizaran las estructuras que enfrentaron el último terremoto, estaríamos desoyendo la palabra autorizada de los expertos quienes remarcan que la laguna sísmica del norte del país lleva 130 años acumulando energía, pues el último sismo superior a 8° de magnitud Richter ocurrió en 1877 en Mejillones.

En segundo lugar, esta problemática trasciende porque la magnitud de la tarea incumbe a autoridades públicas, mandantes privados, constructoras y entidades técnicas. Cada uno en su rol, debe asumir la evaluación de estructuras entre sus prioridades y definir con claridad los pasos a seguir en cada caso. Claro, porque tras el estudio se avanza a una etapa igual de importante: qué hacer con la edificación vulnerable, cómo rehabilitarla. Y justamente, a la hora del cómo hacerlo, surge la innovación y el desarrollo. Por ello, en el artículo se analizan las distintas tecnologías disponibles.

Todo tiene un costo, y el proceso de rehabilitación, también conocido como retrofit, tiene el suyo. Probablemente éste se elevará cuanto más compleja sea la estructura a evaluar y rehabilitar. Sin embargo, se deberán colocar en la balanza todos los elementos para concluir que una edificación más resistente a violentos terremotos no tiene precio.

El tiempo corre y cuanto antes se defina esta problemática mejor para todos. No se trata de generar alarma, pero sí se trata de anticiparse a los hechos y evitar situaciones lamentables. Tan simple como prevenir antes que curar.

El Editor



**DIRECTORIO CDT PRESIDENTE** Claudio Nitsche M. **DIRECTORES** Sergio Correa D., Horacio Pavez A., Juan Francisco Jiménez P., Daniel Salinas D., René Lagos C. y Carlos Zeppelin H. **GERENTE GENERAL** Juan Carlos León F.  
E-MAIL [cdt@cdt.cl](mailto:cdt@cdt.cl) [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)

**REVISTA BIT**, ISSN 0717-0661, es un producto de la **Corporación de Desarrollo Tecnológico** en conjunto con la **Cámara Chilena de la Construcción**. BIT es editada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico, Marchant Pereira 221, Of. 11, Santiago, Chile, Teléfono: (56 2) 718 7500, Fax: (56 2) 718 7503. **Representante Legal** Claudio Nitsche M.

El Comité Editorial no se responsabiliza por las opiniones vertidas en los artículos ni el contenido de los avisos publicitarios. La intención de esta publicación es divulgar artículos técnicos no comerciales. Prohibida su reproducción total o parcial sin citar la fuente. **Distribución gratuita** de un ejemplar para los **Socios** de la **Cámara Chilena de la Construcción**. Precio de venta público general \$ 3.500.

# Sistema TCP® Cimentando caminos y confianza

**La Ruta 5 Sur, tramo concesionado que une Talca con Chillán, fue el escenario escogido por la empresa EMIN S.A. para realizar una prueba con el sistema TCP®, el cual a través su metodología de diseño de losas de hormigón con geometría**

**optimizada está revolucionando la filosofía tradicional de pavimentación. La solución fue implementada en un tramo de la ruta cerca de dos años atrás, logrando una total satisfacción por su impecable comportamiento.**

**E**n la búsqueda por encontrar soluciones de primer nivel y optimizar los recursos, surgió de la empresa EMIN S.A. Ingeniería y Construcción, la inquietud de poner a prueba una nueva tecnología en pavimentación cuyo diseño y respaldo ofrecían resultados auspiciosos. Se trataba del sistema TCP® patentado por la compañía chilena TCPavements, que brinda un sistema de diseño de pavimentos de hormigón que garantiza un ahorro de hasta un 30% en recursos. El ensayo fue llevado a cabo el año 2009 en un tramo entre el kilómetro 251 y 252 de la Ruta 5 Sur, y ejecutado por la empresa EMIN S.A., para lo cual se contó con el aporte de recursos y el apoyo de Talca Chillán Sociedad Concesionaria S.A, así como el respaldo de la Inspección Fiscal de este tramo concesionado.

El interés de los involucrados por trabajar con el sistema TCP® se produjo tras el análisis de su tecnología, la cual consiste en cambiar el diseño de las losas de pavimentación tradicional por unas de geometría optimizada, capaces de distribuir mejor la carga y evitar el agrietamiento. Normalmente las losas de hormigón convencional son de 3,5m de ancho por unos 4m de largo, lo cual hace posible que varios de los sets de ruedas de un camión se posen en ella al mismo tiempo, generando así grandes tensiones. Esta circunstancia se evita con el diseño TCP®, que propone un sistema de losas de dimensiones más pequeñas en



que se recibe sólo un set de ruedas simultáneamente, lo que hace posible disminuir el espesor de las losas entre 4 y 10 cm, generando así un ahorro sustancial en materiales y, en consecuencia, disminuyendo la inversión requerida.

El Sr. Fernando González Camus, Gerente de Explotación de Talca Chillán Sociedad Concesionaria S.A., participó del proyecto ejecutado en esta concesión y ha sido testigo de su comportamiento posterior. Ha manifestado su conformidad con el resultado y cuenta que desde un principio la solución le pareció interesante. Consideramos atractivo apoyar el proyecto, porque se trataba de una iniciativa que era buena para el país, porque podía significar obtener en condiciones normales un resultado satisfactorio a un menor costo. La ejecución se llevó a cabo exitosamente.

El sistema TCP® logró reducir el grosor del pavimento de 22 cm a 16 cm en el tramo destinado para la prueba, el cual cuenta con un tráfico de 50.000.000 EE, con un gran componente de vehículos pesados. "Hasta este momento, habiendo transcurrido dos inviernos y cerca de dos años de haberse construido de acuerdo a las pautas dadas por el Laboratorio Nacional de Vialidad del MOP, las losas no han sufrido agrietamiento," señala el representante del concesionario.

El espíritu de la metodología TCP®, su

respaldo tecnológico y empírico, sumado a la trayectoria de TCPavements, fueron el conjunto de razones por el cual se decidió implementar la solución para comenzar a afianzar su uso. En el caso de la concesión Talca-Chillán, a raíz de esta experiencia, actualmente se encuentran reemplazando losas, utilizando el sistema de acuerdo a lo recomendado por los expertos de TCPavements.

## ¿Qué le generó confianza del sistema?

Primero, la lógica del planteamiento, de solucionar un pavimento mediante elementos más delgados, con dimensiones más pequeñas, como es lo que se obtiene al subdividir las losas. En segundo lugar, la larga trayectoria del socio principal de TCPavements, Juan Pablo Covarrubias, dentro del campo del hormigón, y finalmente la evidencia de que esta firma hace investigaciones con el fin de profundizar en el conocimiento de las posibilidades del sistema.

## Tal como la tecnología TCP® lo propone, ¿pudo constatar un ahorro sustancial de recursos con respecto a la pavimentación tradicional?

"El conocimiento y resultado de esta experiencia confirman que es una solución válida en que en un nuevo proyecto se puede disminuir el espesor de hormigón. Indudablemente resultará más barato que un pavimento de hormigón tradicional".

Tal como lo hace con cada uno de sus proyectos, TCPavements proporciona una solución diseñada especialmente para las necesidades específicas de la obra a tratar, cualidad que también pudo ser constatada en esta oportunidad y que generó la satisfacción por el servicio recibido. Al respecto el Sr. González indicó sobre el personal ejecutivo de TCPavements: "Se trata de personas de muy alto nivel, que evidencian una preparación profesional larga y profunda dentro del tema que ellos tratan ( ) Ellos están preparados para diseñar la solución en hormigón más adecuada para los caminos específicos en que haya que actuar".



## LEY DE ASCENSORES

A fines de octubre comenzó a regir a cabalidad la Ley de Ascensores N° 20296, en conjunto con el Reglamento y Registro para las empresas de este rubro, creado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Este registro clasifica a las empresas como instaladoras, mantenedoras y/o certificadoras. En septiembre el MINVU certificó a Heavenward Ascensores como la primera empresa instaladora y mantenedora de estos aparatos, autorizándola a operar tanto elevadores verticales como inclinados, funiculares, montacargas y escaleras o rampas mecánicas.

**+ INFORMACIÓN:** [www.registrostecnicos.cl](http://www.registrostecnicos.cl)



## POTABILIZADORAS PORTÁTILES

Una empresa lanzó al mercado nacional tres modelos de plantas potabilizadoras o desalinizadoras de agua portátiles. Se trata de instalaciones compactas y móviles que no necesitan electricidad para funcionar pues lo hacen en base a un motor diesel, liberando el agua de contaminación física y bacteriológica. Una

de las plantas ofrece el tratamiento químico de aguas dulces. En tanto, los otros dos modelos utilizan la tecnología de osmosis inversa para tratar tanto aguas dulces como salobres, purificando el vital elemento a través de la aplicación de alta presión que hace al agua atravesar una serie de membranas filtrantes semipermeables, que van reteniendo las partículas contaminantes. Este nuevo producto puede ser utilizado en el área de la construcción y minería, pero también puede ser de utilidad para condominios rurales o pequeñas comunidades.

**+ INFORMACIÓN:**

Euro Twins y Combi Trailer SW y BW, [www.bottai.cl](http://www.bottai.cl)



## YESO PROYECTADO

Una empresa nacional presentó recientemente el yeso proyectado. Un sistema de revoques que cuenta con ventajas técnicas y económicas respecto de soluciones tradicionales. La mezcla mecánica genera una pasta de yeso más homogénea y su aplicación se realiza con una presión constante, un flujo uniforme de material y a una distancia controlada, evitando la caída de material y ofreciendo una correcta ejecución y adherencia. Su amplio tiempo de trabajabilidad (90 minutos) elimina la posibilidad de aplicar material ya fraguado, y permite que la pérdida sea mínima, generando una faena limpia, con ahorro de material y baja cantidad de residuos. El yeso proyectado permite altas velocidades de avance, pudiendo hasta cuadruplicar el rendimiento de sistemas manuales. Este producto terminado con yeso fino para enlucir genera un revoque con una superficie lista para recibir pintura, ahorrando una etapa en el proceso de terminación.



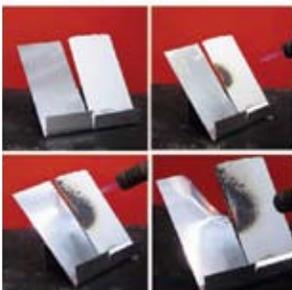
**+ INFORMACIÓN:** [www.romeral.cl](http://www.romeral.cl)

## NUEVA CERTIFICACIÓN PINTURA INTUMESCENTE

Una pintura intumescente de protección contra el fuego, fabricada y comercializada en Chile hace más de 16 años, fue recientemente certificada en Argentina por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Este revestimiento se expande hasta 100 veces su espesor inicial en caso de incendio, formando una gruesa capa de espuma carbónica que actúa como aislante térmico para el metal, retardando el colapso de la estructura, y permitiendo dejar a la vista las partes metálicas del diseño.

Esta pintura es la primera desarrollada en Sudamérica para protección pasiva de estructuras metálicas y cumple con la norma chilena NCH 935/1 Of 97, también está certificada por el IDIEM, y además cada lote es certificado por un instituto externo aprobado por el MINVU.

**+ INFORMACIÓN:** Stofire, [www.creizet.cl](http://www.creizet.cl)





## TABLEROS DE PINO

Una empresa de madera ofrece al mercado tableros formados por listones de pino radiata ensamblados por unión finger joint y encolados por los cantos. Estos tableros pueden ser trabajados como madera sólida, al poseer propiedades similares en cuanto a trabajabilidad, terminaciones, absorción de humedad, peso, color y propiedades mecánicas, haciéndolos útiles para múltiples aplicaciones en arquitectura, construcción y diseño. El producto es 100% de madera, secada en cámara al 8 - 12% promedio de humedad.

**+** INFORMACIÓN: Masterplac, [www.arauco.cl](http://www.arauco.cl)



## INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGURAS

Un plan piloto para la revisión de instalaciones eléctricas en viviendas está realizando Pro-Cobre, a través del "Programa Casa Segura", orientado a educar e incentivar en el cuidado y mantención de instalaciones eléctricas al interior de los hogares, con el fin de evitar cortocircuitos e incendios producto de fallas en los sistemas. Este plan se inició en septiembre con la inspección de 175 propiedades del sector oriente de Santiago. La revisión es realizada por un experto en electricidad, quien en aproximadamente 20 minutos establece el estado de las instalaciones. De haber algún desperfecto, el mismo técnico indica los pasos a seguir para arreglar el problema y proporcionar más seguridad en el hogar.

**+** INFORMACIÓN:  
[www.programacasasegura.org](http://www.programacasasegura.org);  
[www.procobre.org](http://www.procobre.org)

## EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO COSTANERA CENTER

Una compañía sueco-suiza suministrará el equipamiento eléctrico para el Costanera Center, proyecto que tendrá un consumo de energía estimado en torno a los 30 MVA. A grandes rasgos, el equipamiento constará de switchgear de media tensión primarios y secundarios, un sistema de control y protecciones, y un sistema SCADA a nivel de todo el edificio. Un aspecto clave de la solución es la rapidez para detectar y aislar fallas eléctricas. Para ello, habrá una plataforma tecnológicamente diferenciada, en que el sistema de comunicaciones -basado en una red de Fibra Óptica- más las bondades del Goose del protocolo IEC 61850 utilizado por los relés, se unen para dar una respuesta veloz. Esta solución permite flexibilidad en caso de futuras modificaciones al sistema eléctrico.

**+** INFORMACIÓN: [www.abb.cl](http://www.abb.cl)



**MUROS DE CONTENCIÓN  
 ESTRIBOS DE PUENTES  
 MUROS ECOLÓGICOS  
 ARMADURAS DE ACERO (NO UTILIZA PLÁSTICO)**



MURO EN MONTAJE AL MOMENTO DEL TSUNAMI

**PRESENTES EN TALCAHUANO  
 Y EN TODA LA ZONA AFECTADA  
 POR EL TERREMOTO CON CERO DAÑO**



**TIERRA REFORZADA (CHILE) S.A.**



Málaga N° 379, Las Condes  
 Mesa Central: (562) 2061400  
 Email: [tierrareforzada@tierrareforzada.cl](mailto:tierrareforzada@tierrareforzada.cl)  
[www.tierrareforzada.cl](http://www.tierrareforzada.cl)

## ENCUESTA CDT: CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Con el propósito de conocer la opinión de la comunidad sobre temas de Construcción, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), a través de su sitio web [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl), realizó una encuesta sobre ¿Qué se requiere para mejorar la calidad de la Construcción? Los resultados revelaron que el 34,12% de los participantes considera necesario controlar el cumplimiento de especificaciones. Por otra parte, un porcentaje similar (30,74%) respondió que la capacitación de mano de obra sería la mejor alternativa. En tanto, las opciones mejor calidad de los diseños, mejor especificación técnica, y mayor y mejor acceso a información técnica obtuvieron resultados inferiores al 13%.

### ¿QUÉ SE REQUIERE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN?



+ INFORMACIÓN: [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)

## PREMIO NACIONAL DE ARQUITECTURA

El arquitecto Enrique Browne Covarrubias fue elegido como el nuevo Premio Nacional de Arquitectura 2010. Browne es titulado de la Universidad Católica de Chile y una de sus obras más destacadas es el Edificio Consorcio Santiago, construido en 1990.

Este galardón es entregado cada dos años en forma simultánea al desarrollo de las Bienales de Arquitectura, siendo la máxima distinción que se entrega a los arquitectos en Chile. Además, es el único premio nacional otorgado por una institución externa al Estado.

+ INFORMACIÓN: [www.colegioarquitectos.com](http://www.colegioarquitectos.com)

## TECNOLOGÍA EN PAVIMENTOS

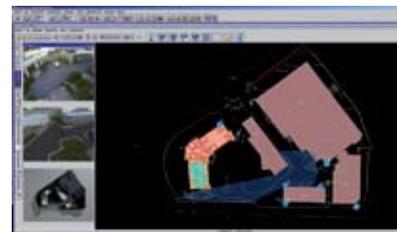
Una empresa chilena de pavimentos, en alianza con una firma estadounidense, lanzará al mercado un nuevo sistema de pisos de retracción compensada. Estos pavimentos tienen un 90% menos de juntas, sin alabeo (arqueamientos), sin fisuras y consiguiendo paños de 1.600 m<sup>2</sup> sin cortes. Los pisos están pensados para dar respuesta a las demandas logísticas de sectores como el retail, alimentos, automotriz y aviación, entre otros, siendo capaces de resistir el tráfico excesivo de maquinaria de carga, manteniendo sus propiedades reflectantes de la luz en el tiempo. Estos pisos exigen una dosificación específica de hormigón para cada obra, por lo que una empresa chilena de hormigones también se sumó a la alianza.



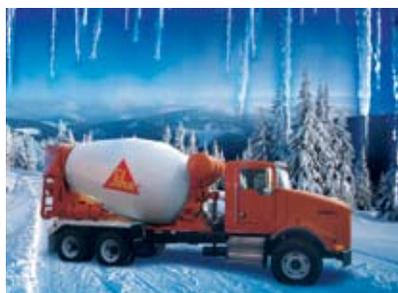
+ INFORMACIÓN: [www.katemu.cl](http://www.katemu.cl); [www.thefrickscompany.com](http://www.thefrickscompany.com); [www.polpaico.cl](http://www.polpaico.cl)

## PLATAFORMA DE VIGILANCIA

Una compañía europea de tecnología desarrolló una plataforma de gestión integrada de seguridad, video vigilancia y control de operaciones para infraestructuras y espacios públicos. La tecnología permite la gestión integrada de vigilancia, control de accesos, identificación biométrica, gestión de crisis y representación 3D, entre otras. La integración de todas las tecnologías permite que la plataforma funcione como un ser humano. Así, a través de sistemas de video cognitivo ("vista"), de audio cognitivo ("oído") y una red de sensores ("tacto"), detecta lo que ocurre en una infraestructura. Esta información es interpretada por un sistema ("cerebro"), que genera alarmas automáticamente en caso de peligro. Luego, estas alarmas llegan al sistema de gestión de crisis, que propone las mejores acciones a seguir.



+ INFORMACIÓN: Proyecto Hesperia, [www.indracompany.com](http://www.indracompany.com)



## ADITIVO ANTICONGELANTE

Una empresa lanzó al mercado un aditivo líquido que permite elaborar hormigón de calidad en climas con temperaturas de hasta  $-12^{\circ}\text{C}$ , útil para faenas ubicadas en la cordillera y zona austral. La solución está exenta de cloruros, es apta para todo tipo de hormigón

y entre sus cualidades se destaca que permite el fraguado y endurecimiento de las mezclas a baja temperatura, otorgando la posibilidad de trabajar en condiciones climáticas desfavorables al proceso de fraguado del hormigón. Además, el hormigón endurecido es más impermeable y duradero, logrando una mayor resistencia a los ciclos de hielo y deshielo.

**+ INFORMACIÓN:** Friolite, [www.sikachile.cl](http://www.sikachile.cl)

## MAQUINARIA PARA MINERÍA

Una empresa internacional con presencia en Chile presentó nueva maquinaria para la minería, en el contexto de la Feria Expomina Perú 2010. Una de las novedades mostradas fue el camión minero de mayores dimensiones del mundo, según el fabricante, con una carga útil posible de 400 toneladas. También fueron presentadas dos nuevas excavadoras hidráulicas, cada una con una capacidad de cuchara de  $7\text{ m}^3$  y de  $44\text{ m}^3$ , y con motores con potencia hasta 4.000 hp. Además, se mostró en terreno una grúa móvil de 70 toneladas. La empresa recibió el tercer puesto en el concurso de los mejores stands de la muestra.



**+ INFORMACIÓN:** [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

## RESULTADOS CONCURSO CAP



Alumnos de la Universidad Católica de Chile ganaron el Concurso Cap 2010, para estudiantes de arquitectura. El tema de esta XXIV versión del concurso fue "Centro Urbano: Plaza Pública Techada de uso Múltiple", y compitieron 39 proyectos de 19 universidades distintas. El proyecto ganador se denominó "Plaza Costanera" y fue diseñado para el puerto de Talcahuano, una de las ciudades más afectadas por el reciente terremoto y tsunami, y donde el uso del acero juega un papel fundamental. El quipo ganador está compuesto por las estudiantes María Loreto Urzúa, Nicole Cullen y Tzeela Sivan.

Las estudiantes tuvieron la oportunidad de presentar su proyecto en la versión internacional del concurso, organizado por el Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero (ILAFA), que este año se realizó en Buenos Aires, Argentina.

**+ INFORMACIÓN:** [www.concursocap.cl](http://www.concursocap.cl)



## HTC SUPERFLOOR™ SIMPLEMENTE HORMIGÓN



Simplemente déle una oportunidad al hormigón y encontrará un suelo resistente y hermoso.

HTC Superfloor™ es un concepto revolucionario de desbaste y pulido, una buena opción para el medio ambiente.

Descubrirá un suelo brillante, de fácil mantenimiento y muy resistente.



## SOLUCIONES PARA LA REPARACIÓN DE PISOS

### SANTIAGO

San Martín de Porres 11.121  
San Bernardo

Fono: 490 8100 - Fax: 490 8101

### CONCEPCIÓN

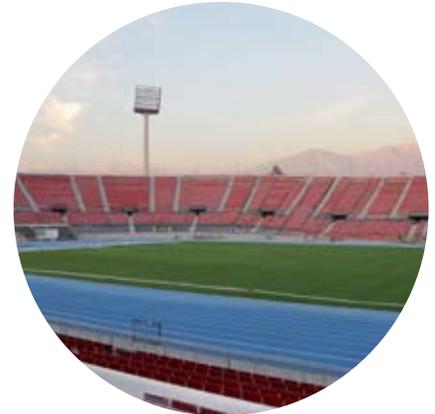
Manuel Gutiérrez 1318, esquina Paicaví  
Fono: (41) 273 0120

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

## IMPERMEABILIZACIÓN ESTADIO NACIONAL

Una empresa internacional de pinturas, con presencia en Chile, fue la encargada de la impermeabilización del piso y las graderías en la reciente remodelación del Estadio Nacional. La faena tuvo el objetivo de proteger la antigua estructura de hormigón frente a la erosión causada por el viento, humedad y lluvias. Para ello se utilizó un novedoso revestimiento, cuyo principal atributo es su rápido curado, que permite transitar en minutos sobre éste, y su rápida puesta en servicio, evitando tiempos muertos en instalaciones productivas. Este revestimiento es altamente impermeable, pues forma una membrana compacta sin uniones, evitando que se filtre la humedad o agentes corrosivos, y puede aplicarse incluso en temperaturas extremas (desde  $-28^{\circ}\text{C}$  a  $+121^{\circ}\text{C}$ ) y con alta humedad relativa. Este producto también es elastomérico; puede estirarse hasta un 500% y luego volver a su estado natural sin sufrir deformaciones.

**+ INFORMACIÓN:** Envirolastic Polyurea, [www.sherwin.cl](http://www.sherwin.cl)



## CERÁMICA SPRAY

Una novedosa cerámica de aplicación en spray para la industria minera lanzó una empresa internacional con presencia en Chile. El producto fue creado para recubrir y proteger equipos expuestos a la abrasión y corrosión, como las bombas autocebantes. La cerámica en spray comparada con la de aplicación por brocha es mucho más eficiente, pues disminuye los tiempos de aplicación y deja una capa más uniforme, cubriendo el 100% del área a proteger. Para utilizar el producto, es necesario contar con una pistola neumática, un calefactor de cartuchos y un mezclador estático.



**+ INFORMACIÓN:**

Cerámica Sprayable Loctite 7225; [www.henkel.cl](http://www.henkel.cl)



## ANDAMIOS PARA CASAS

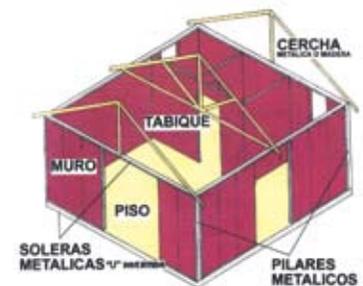
Una empresa de andamios lanzó al mercado una solución de andamiaje para trabajos en viviendas. Entre las principales características de estos andamios está el que son de rápido y fácil montaje y completamente seguros al cumplir con todas las exigencias indicadas en la norma, afirma el fabricante. El producto es un andamio de acero galvanizado certificado, y ya ha sido utilizado en proyectos habitacionales de prestigiosas constructoras, en casas que van desde las 1.000 UF hasta proyectos de más de 10.000 UF.

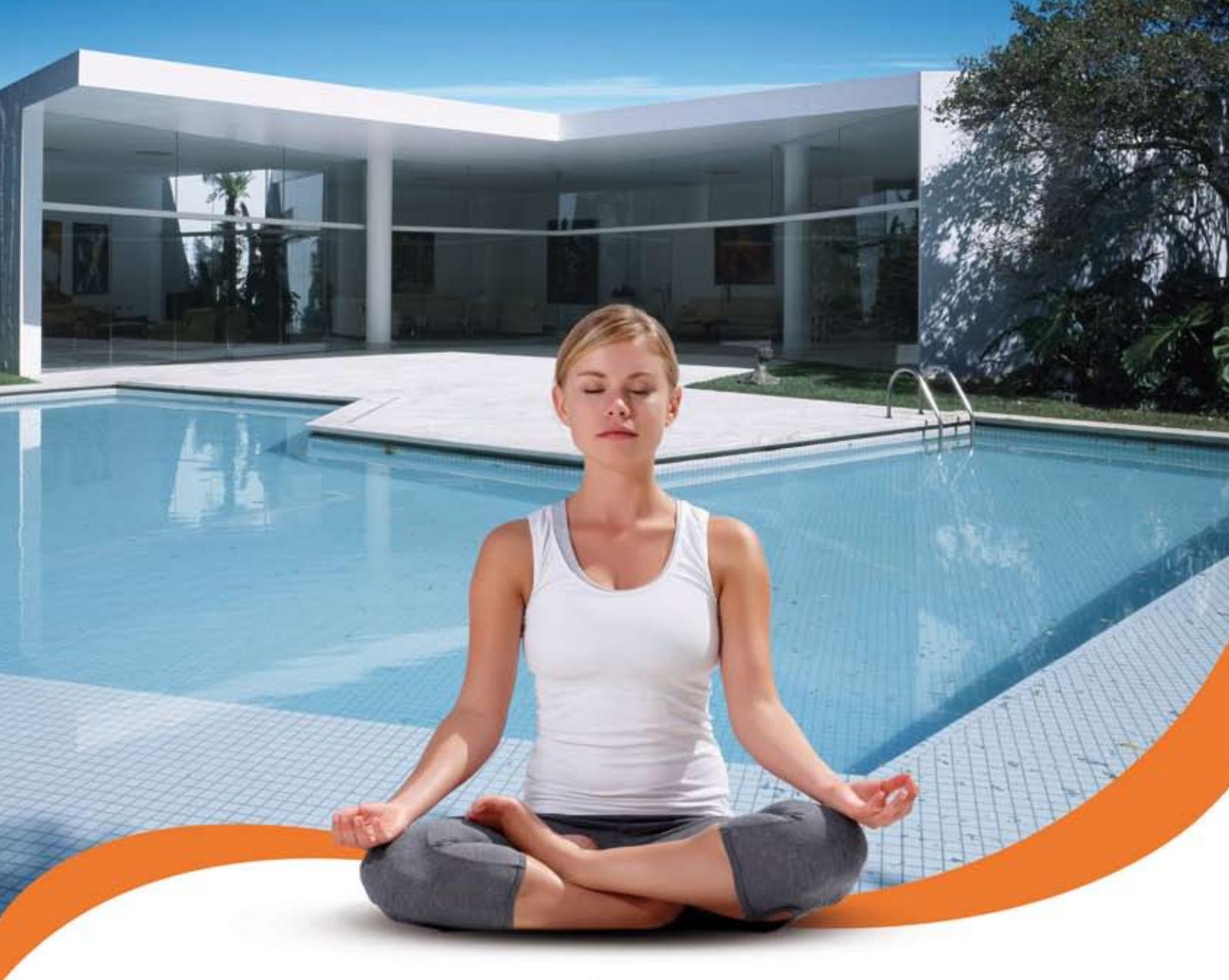
**+ INFORMACIÓN:** Andamio Blitz, [www.layher.cl](http://www.layher.cl)

## VIVIENDA AUTOARMADA PARA LA RECONSTRUCCIÓN

Un innovador sistema de construcción de viviendas basado en ladrillos de hormigón armado fue creado por el ingeniero civil Guillermo Varela, titulado de la Universidad de Chile. Este ladrillo fue diseñado con dos orificios para el paso de pilares y tensores, que otorgan compresión aumentando la capacidad estructural del muro. El pegado de estos elementos se realiza en seco utilizando adhesivo en pistola en vez de mortero, sin necesidad de riego ni tiempo de fragüe, por lo que no necesita mano de obra calificada, pudiendo ser una vivienda autoarmada pero sólida y antisísmica. Presentándose así como una buena alternativa para la reconstrucción. Este invento fue reconocido por el Colegio de Ingenieros de Chile como un sistema innovador, que otorga un ahorro en el costo de la construcción de un 40% debido al menor uso de recursos y una importante disminución en los plazos.

**+ INFORMACIÓN:** Ladrillo y Casa Varela, [arturovarela14@yahoo.cl](mailto:arturovarela14@yahoo.cl)





# RELÁJESE

Olvídese del nivel de gas de su tanque



## LLENADO AUTOMÁTICO LLENADO REMOTO

El más avanzado sistema que  
controla a distancia el nivel del gas.

*Sus proyectos nos interesan, consulte por nuestra asesoría al 693 90 09 o en [www.abastible.cl](http://www.abastible.cl)*  
**TELEMETRÍA • ENERGÍA SOLAR • TANQUES INVISIBLES • CONTROL TÉRMICO**

**abastible**  
el calor de los chilenos

**VULNERABILIDAD  
SÍSMICA**

# **REHABILITACIÓN**

## **DE ESTRUCTURAS EXISTENTES**

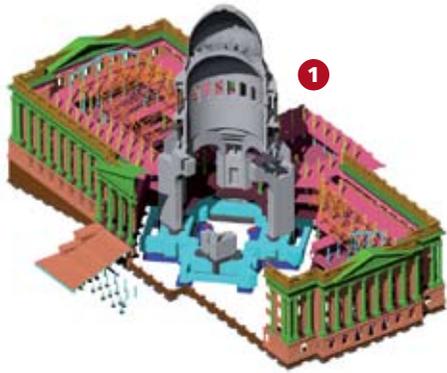
■ El mejoramiento de la resistencia sísmica de estructuras existentes representa un tema clave para un país como Chile. En especial, si consideramos que los sismólogos proyectan un movimiento telúrico severo en la zona Norte. ■ Por lo tanto, los especialistas recomiendan una pronta identificación y evaluación de las estructuras vulnerables ante un futuro evento. La clave está en reforzar las estructuras. Hay casos concretos.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**S** I BIEN EL TERREMOTO de febrero dejó de manifiesto el adecuado comportamiento de la mayoría de las estructuras nuevas para un evento de tal envergadura, simultáneamente dejó planteada una interrogante: ¿cómo responderán las estructuras existentes, nuevas y antiguas, que aún no han sido sometidas a un violento terremoto como el de febrero 2010? “El terremoto dejó en evidencia la vulnerabilidad de una serie de estructuras frente a eventos de la naturaleza. Por eso es prioritario identificar el nivel de vulnerabilidad de las estructuras y tomar la decisión de qué hacer con ellas ante el riesgo de un futuro movimiento telúrico”, postula Ernesto Cruz, profesor de ingeniería estructural del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

En Europa y Estados Unidos existen numerosos casos de mejoramiento sísmico de estructuras existentes, lo que se conoce como “Upgrade o Retrofit”. Un ejemplo cercano. Cuando ocurrió el terremoto de Loma Prieta (1989), en California, Estados Unidos, se produjeron múltiples daños en gran cantidad de estructuras. “Inmediatamente se reaccionó y se recuperaron las estructuras dañadas. Luego vino una segunda etapa que consistió en la evaluación del universo de estructuras que no tuvieron daños y cómo adaptarlos sísmicamente”, cuenta Juan Carlos de la Llera, decano de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y presidente de SIRVE S.A., compañía especializada en desarrollo de tecnología sis-



GENTILEZA FORELVESESSER ENGINEERS, INC.



GENTILEZA DIS

**UTAH STATE CAPITOL BUILDING**  
1. Corte del modelamiento en 3D de la estructura con la solución propuesta. 2. Construido en 1915, el edificio fue rehabilitado con aisladores sísmicos basales.

morresistente.

En nuestro país este concepto también se conoce como Retrofit, aunque del mismo modo se emplean los términos “rehabilitación sísmica o mejoramiento sísmico”, los que utilizaremos en este artículo. Estos conceptos preocupan y ocupan a los profesionales y expertos chilenos, que coinciden en la necesidad de evaluar y eventualmente reforzar las estructuras existentes vulnerables.

## VULNERABILIDAD SÍSMICA

Rehabilitar una estructura existente para prevenir daños ante un sismo severo, se relaciona con dos etapas previas: identificar cuáles son las estructuras que necesitan rehabilitación y decidir cómo se ejecutará el mejoramiento.

Cuando se habla de rehabilitar una estructura, “se alude a que se necesita de un cambio importante en su seguridad sísmica por-

que estamos ante una edificación cuyo comportamiento la hace vulnerable. Así por ejemplo, en el reciente terremoto se observó que los daños en muros fueron más bien de comportamiento frágil, por lo que comparando edificios que tuvieron daños y aquellos que apenas muestran daño incipiente, por ejemplo en la cabeza de muros, la diferencia puede ser tal vez sólo algunos ciclos adicionales del sismo. Entonces, esta vulnerabilidad obliga a preguntarse si hay más estructuras a las cuales se les debiese aplicar un cierto grado de mejoramiento”, apunta

Juan Carlos de la Llera.

Otro factor a considerar. Los expertos coinciden en que no todas las estructuras pueden ser rehabilitadas. Si se definen prioridades, hay dos criterios que se deberían poner en la balanza. El primero, “la importancia de que la estructura quede operativa tras el evento”, señala Fernando Yáñez, director de IDIEM. El segundo, la edad de la estructura, “de manera de revisar desde las más antiguas a las más nuevas para luego identificar aquellas estructuras que podrían ser vulnerables por sus singularidades arquitectónicas”, señala

Tomás Guendelman, past presidente de la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, (ACHISINA) y presidente de IEC Ingeniería S.A. También se debe considerar que ciertas edificaciones patrimoniales, como iglesias u



**El Museo de Arte Contemporáneo resultó con daños en su fachada y en áreas interiores.**

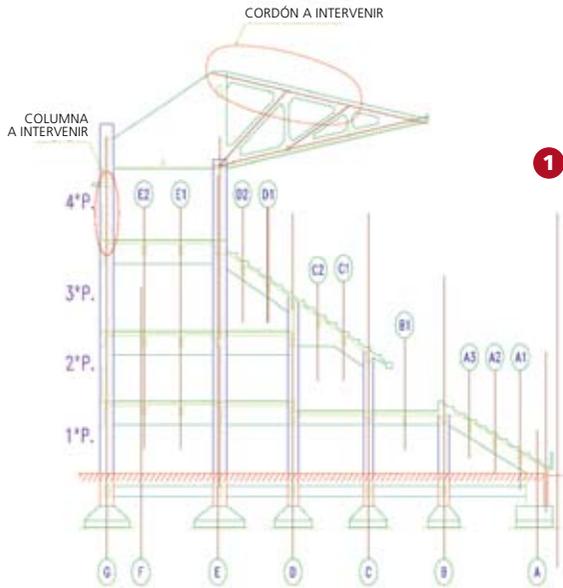
## TIPOS DE ESTRUCTURAS

¿Cuáles estructuras rehabilitar?  
Es la gran interrogante. Existe cierto consenso entre los especialistas.

**1.** Edificaciones estratégicas y de utilidad pública, tales como aeropuertos, puertos, puentes, túneles, caminos, energía y aquellas estructuras de la administración pública esencial o “líneas de vida”, que deben quedar operativas luego de un evento. Instituciones como Carabineros y Bomberos, Hospitales, servicios básicos y telecomunicaciones en general.

**2.** Edificaciones educacionales y recintos públicos que albergan gran cantidad de personas. Catastrar todas las salas cunas, los colegios primarios y secundarios y las universidades, es decir, todos los recintos educacionales y de espectáculos masivos, como ser estadios y teatros.

**3.** Obras patrimoniales



GENTILEZA SIRVE S.A.

otras estructuras de valor histórico, pueden requerir de proyectos de Retrofit estructural, para proporcionarles niveles de seguridad sísmica compatibles o comparables con los exigidos por los códigos de diseño actual. Estructuras como museos, por su parte, pueden requerir de proyectos de retrofit para brindar protección a sus invaluable contenidos.

La vulnerabilidad sísmica no representa el único riesgo que enfrentan las estructuras. Una muestra. "Para una ciudad no sólo importa la variable sísmica. Antofagasta, por ejemplo, tiene características geográficas que la hacen vulnerable en algunos sectores, a los aludes o aluviones", ejemplifica Ernesto Cruz. Así, el mejoramiento de una estructura existente también es aplicable a otros eventos como ciclones, tornados y tormentas eléctricas. Pero también puede ser necesario intervenir una edificación por otras razones, como cambio de uso, daños por corrosión o ataque químico, incendio, entre otras. Un aspecto vital en la intervención es la conexión entre elementos nuevos y anti-



guos por medio de fijaciones y el uso de refuerzo.

En resumen, la rehabilitación debe partir por aquellas edificaciones que tienen un impacto desde el punto de vista operativo (más información en Recuadro página 20). Definido el tipo de estructura a rehabilitar, comienza su evaluación.

### EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

En la edición N° 73 de Revista BIT se investigó el "Daño Sísmico en Estructuras", a propósito del terremoto de febrero, reportaje que en-

### ESTADIO NACIONAL

1. Identificación de elementos a reforzar en elevación de marco típico.
2. Grietas en cercha.
3. Refuerzo al corte de columnas más placa base para anclaje.

tregó algunos lineamientos que todo Proyecto de Recuperación Estructural debería contemplar, tanto para reparación como para refuerzo. Pero en la rehabilitación de estructuras existentes, el mejoramiento sísmico requiere análisis diferentes a los convencionales. Así, definido el tipo de estructura a rehabilitar, se debe ejecutar su evaluación para determinar las posibles consecuencias que podría generar un terremoto. Un procedimiento para la intervención sísmica de edificios vulnerables debería considerar el desarrollo de estudios tales como:

**1. PROSECCIÓN DE MATERIALES:** destinado a identificar aspectos como las calidades de aceros y hormigones. Si estamos ante

## ¿ANDAMIOS CIRCULARES? ...¡FORM SCAFF LOS TIENE!



Innovación es colocar un producto o servicio inexistente hasta el momento a disposición de los clientes. Form Scaff y su sistema de andamios Kwik Stage entrega andamios para aplicaciones circulares con continuidad total en el perímetro con flexibilidad de niveles y plataformas. Barandas de seguridad en varios niveles y rodapie exterior e interior complementan dando seguridad.

Con más de 30 años de desarrollo, Kwik Stage demuestra por qué, tal vez es el andamio más usado en el mundo.

Visite nuestro nuevo sitio web



(56-2) 738 5019  
[www.formscaff.cl](http://www.formscaff.cl)  
[info@formscaff.cl](mailto:info@formscaff.cl)



Una empresa certificada por



## EL CASO DEL NORTE

**EN CHILE EXISTÍAN** dos lagunas sísmicas en las cuales durante décadas no hubo terremotos de magnitud por sobre los 8° Richter. Una de estas lagunas estaba ubicada entre Concepción y Constitución, cuya energía se liberó durante el sismo de febrero. La segunda está en la zona norte y lleva 130 años acumulando energía, pues el último sismo superior a 8° ocurrió en 1877 en Mejillones. “Mientras en Concepción nos encontramos con suelos muy blandos, ante un futuro evento en el Norte, los suelos y fundaciones no deberían presentar problema. Sin embargo, hay que poner atención en la calidad de la construcción, ya que por el tipo de clima se tiende a ejecutar edificaciones más precarias, de alta vulnerabilidad”, apunta Ernesto Cruz.

Un fenómeno que aumenta la vulnerabilidad de las estructuras es la corrosión, en particular en ciudades costeras. “La corrosión puede transformar estructuras que originalmente eran no vulnerables, en vulnerables, por tanto, cuando se hace una evaluación global de vulnerabilidad, no sólo hay que evaluar la estructura como era originalmente, sino a través del tiempo y cómo ha ido cambiando, si se han introducido modificaciones, su deterioro por el uso, clima y materiales”, destaca Cruz.

una estructura que se construyó hace 20 años, “es lógico pensar que sus propiedades han cambiado. Por lo tanto necesito conocer los materiales que la conforman, como la calidad del hormigón, de los ladrillos y de los elementos de acero, entre otros”, relata Guendelman. Durante este estudio, se evalúa además la mantención que se ha dado a las estructuras, aspecto crítico para edificaciones ubicadas en ambientes corrosivos.

**2. LEVANTAMIENTO DE USO:** En 20 años, el uso de una estructura puede cambiar, y esos datos deben ser recopilados para obtener una caracterización de uso de los recintos, a fin de determinar más detalladamente las sobrecargas de uso y los pesos presentes en los recintos de la estructura.

**3. CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA:** Asimismo, se debe desarrollar una serie de estudios y ensayos para la caracterización geotécnica del suelo de fundación en el sitio de emplazamiento de la estructura. “Hoy se está haciendo una reclasificación de suelos, para fines de cálculo de demanda sísmica, en el marco de la nueva norma NCh433. Esto, porque se observaron ciertos problemas con la clasificación anterior, que llevaba a una subestimación de demandas para edificios ubicados en suelos de baja calidad geotécnica”, comenta Rodrigo Retamales, ingeniero civil de la Oficina Rubén Boroschek y Asociados Ltda.

**4. ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO:** Muchas de las estructuras que se someten a

proyectos de Retrofit requieren de la ejecución de estudios de peligro sísmico local, de modo de determinar de manera detallada el peligro sísmico en el sitio de emplazamiento de la estructura.

Con estos antecedentes, junto con una revisión preliminar de los planos de la estructu-

ra, el profesional a cargo de la rehabilitación, estará capacitado para realizar un análisis preliminar de la vulnerabilidad sísmica de la estructura e identificar aspectos deficientes tales como falta de resistencia, de rigidez, confinamiento, o eventuales problemas del suelo de fundación. “Con la información recopilada durante este levantamiento, se puede efectuar un diagnóstico preliminar de la respuesta sísmica de la estructura, en el que se evalúa si cuenta con elementos sismorresistentes, con capacidad resistente o rigidez suficientes, o si la estructura enfrentará aceleraciones de piso o deformaciones de entrepiso que puedan afectar su operación, o causar daños económicos significativos, por daños en sus contenidos”, señala Retamales. Es decir, se hace un diagnóstico completo de la estructura y de los efectos sobre sus contenidos, y en base a las deficiencias que se precisa superar, se evalúan las alternativas de rehabilitación (más información en Revista BIT N° 73, págs. 26 a la 34).



### EX ADUANA DE ARICA

1. Foto de la estructura en la actualidad.

2 y 3. Rehabilitación de 1991. Se descubren las cornisas y se afianza con cadena y diafragma con malla de acero.



# Sistemas Solares Junkers. Máxima eficiencia por 20 años o más.



## SALT LAKE CITY & COUNTY BUILDING

1. Primer edificio rehabilitado con aisladores basales. 2. Detalle del aislador basal. 3. Sumado a la adaptación sísmica, también se restauró el interior y el exterior de la estructura, en particular la restitución original de la fachada.



GENTILEZA JACOBSEN CONSTRUCTION COMPANY, INC.

## LOS CASOS

Según los expertos consultados, en el mejoramiento estructural hay dos líneas de trabajo. La convencional, que involucra intervención estructural en base a técnicas como el encamisado con acero, entre otras. Y la no convencional, que apunta a las técnicas de aislación sísmica de base y disipación de energía, cuyo origen fue la rehabilitación de estructuras existentes. A continuación, Revista BiT presenta una selección de proyectos, tanto nacionales como extranjeros, en los que se ha realizado rehabilitación. Partimos por Chile.

## ESTADIO NACIONAL

La reparación y reforzamiento post sismo de las columnas de hormigón armado del sector de marquesina, es uno de los casos emblemáticos de rehabilitación ejecutado en el país, cuya unidad técnica la lideró la Dirección de Arquitectura del MOP.

La marquesina tiene una planta aproximada de 35 x 90 m y la estructura resistente está compuesta por 16 marcos rígi-

dos transversales de hormigón armado, amarrados con vigas y losas en el sentido longitudinal (ejes 109 a 124), con una separación promedio entre ellos de 5,66 metros. Tiene aproximadamente una altura total de 21 m y un ancho de 35 m, con cuatro niveles sobre la base. El cielo del cuarto nivel continúa con una marquesina compuesta por 16 cerchas de hormigón armado que se apoyan en dos columnas de 110 x 50 cm, ubicadas en los ejes E y G.

Producto del terremoto, "las columnas de hormigón armado del piso 4, ubicadas en la intersección del eje G con los ejes 117, 118, 119 y 120, resultaron con daño estructural por esfuerzos de corte", señala Felipe Cantillano, ingeniero estructural de SIRVE S.A, empresa derivada de DICTUC, que realizó el estudio para el MOP. Las demás columnas del eje G presentaron daños menores.

La solución planteada por DICTUC consistió en reforzar a través de un proceso de postensado las 16 columnas del eje G, de manera que quedaran sometidas a cargas



## Soluciones integrales en proyectos solares

- ▶ Amplia gama de productos
- ▶ Evaluación de proyectos
- ▶ Ingeniería de detalles
- ▶ Capacitación de sus instaladores
- ▶ Supervisión
- ▶ Instalación Junkers
- ▶ Contrato de mantención



 **JUNKERS**  
Grupo Bosch

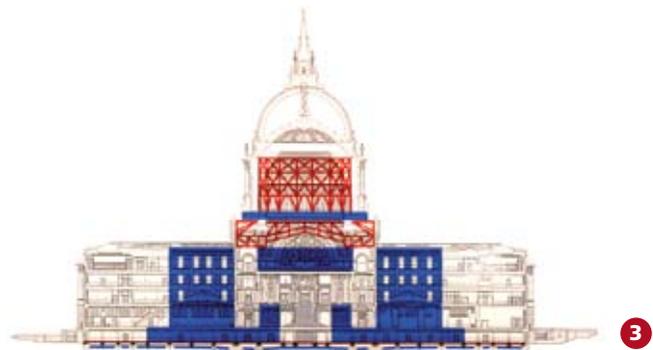
[www.junkers.cl](http://www.junkers.cl)

E-mail: [proyectos.junkers@cl.bosch.com](mailto:proyectos.junkers@cl.bosch.com)

Fono: (2) 782 0200 - Fax: (2) 782 0300



GENTILEZA ROBERT CANFIELD



### SAN FRANCISCO CITY HALL

1. Tras el sismo de Loma Prieta, California, la estructura quedó con daños en la cúpula y profundas grietas en muros y losas.
2. Detalle de los gatos que levantaron la estructura, en conjunto con los aisladores que se instalaron en la base.
3. Modelamiento del edificio en aquellas zonas donde se aplicó Retrofit.

de compresión para esfuerzos sísmicos. Además, se observaba daño estructural en las cerchas de hormigón armado de los ejes 110 y 112, y en la zona de unión del tensor superior con los elementos estructurales de soporte, daño caracterizado por profundo agrietamiento del hormigón.

La primera etapa se centró en la reparación de las columnas del piso 4 del eje G, que fueron reforzadas con tejidos unidireccionales de fibra de carbono, para aumentar su capacidad resistente frente a esfuerzos de corte. Se repararon las cerchas 110 y 112, y se reforzaron con tejidos de fibra de carbono para aumentar su capacidad resistente a esfuerzos de tracción. También se pretensaron las columnas del eje G de todos los marcos, para contrarrestar esfuerzos de tracción a los que podrían quedar sometidas como causa de algún sismo severo.

### EX ADUANA DE ARICA

La Ex Aduana de Arica, hoy Casa de la Cultura, es un símbolo de la ciudad por ser parte de un proyecto de reconstrucción emprendido luego del terremoto y tsunami de 1868 y haber sobrevivido a otros eventos telúricos: los terremotos y maremotos de 1877 y 1895 y luego los sismos del siglo XX. Fue diseñada y fabricada en las oficinas de Gustave Eiffel y se terminó de construir en 1871.

En 1991 se restauró por daños registrados a causa de un fuerte sismo en la zona. “Presentaba grietas horizontales y daños en los vértices, para lo cual se generó una cadena por todo el perímetro del edificio de tal forma de transmitir las cargas mediante pilares de hor-



migón insertos en los muros de albañilería”, detalla Álvaro Rojas Vio, jefe de arquitectura patrimonial del IDIEM, entidad encargada de hacer el actual estudio de rehabilitación del recinto.

Otro problema del edificio es que descansa en grandes bloques de piedra liparita unidos por flejes metálicos. “Esta piedra, que es propia de la zona, es muy porosa, y es afectada por humedad por capilaridad, lo que repercute en los flejes metálicos, oxidándolos, terminando por reventar la piedra de la base”, prosigue Rojas.

En la actualidad, el edificio ha vuelto a presentar grietas debido a nuevos sismos, así como problemas de humedad. Por ello, el MOP regional encargó a IDIEM un estudio de

restauración y puesta en valor para consolidar la estructura. Para lograrlo, “tenemos que reforzar el tímpano o parte superior, de manera de contener las fisuras horizontales que han aparecido. También se han observado daños en muros de albañilería, los que se van a abordar mediante malla ACMA y shotcrete, solución que aumenta la resistencia al corte de los muros de albañilería”, expresa Álvaro Rojas. Seguimos con los casos internacionales.

### SALT LAKE CITY & COUNTY BUILDING

La adaptación sísmica del edificio municipal de Salt Lake City, en el estado de Utah, marcó un antes y un después en el uso del Retrofit estructural en Estados Unidos. De hecho, éste fue el primer edificio rehabilitado con aislación sísmica. Debido a su situación geográfica, ubicado sobre la falla geológica de Wasatch, zona de riesgo moderadamente alta, sumado a que su diseño original no consideraba seguridad sísmica, la edificación presentaba una alta vulnerabilidad. Para protegerlo, la empresa constructora Jacobsen instaló 433 aisladores sísmicos de base, fabricados por Dynamic Isolation Systems (DIS-Inc), y diseñados para soportar un terremoto sobre 7° en la escala de Richter. La rehabilitación se completó en mayo de 1989. Sumado a la adaptación sísmica, también se restauró el interior y el exterior de la estructura, en particular la restitución original de la fachada.

### SAN FRANCISCO CITY HALL

El primer edificio del Municipio de San Francisco fue construido a finales de 1800. Pero en

# ENSEÑANZAS

En Chile, las experiencias en rehabilitación sísmica de estructuras existentes son escasas. Las conclusiones, por lo mismo, son preliminares:



GENTILEZA ROBERT CANFIELD

■ **CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN:** “La rehabilitación exige conocer las características de una estructura existente, por lo tanto, el profesional a cargo debe saber hacia qué nivel la quiere llevar, y qué necesita hacer para que esa estructura no tenga los problemas que presentó la original”, opina Tomás Guendelman.

■ **VULNERABILIDAD SÍSMICA:** “En rigor, las estructuras debieran ir mejorando en lo que a técnicas para reducir daños producidos por terremotos se refiere. Sin embargo, el sismo de febrero develó que un número no menor de estructuras, relativamente nuevas, sufrió daños severos en sus contenidos, afectando la operación de las estructuras o causando pérdidas económicas por daños en componentes no estructurales, equipamiento y contenidos”, comenta Rodrigo Retamales. Por ello es urgente conocer y definir cuáles son las estructuras vulnerables, en términos estructurales, no estructurales y funcionales, y cuáles no lo son. Este conocimiento permitirá tomar las medidas de protección y refuerzo necesarias.

■ **LAS TÉCNICAS:** “Conociendo las características de la estructura y sus fallas, se pueden aplicar distintas técnicas de rehabilitación, las que van desde las más convencionales, como la fibra de carbono o los refuerzos de acero y hormigón, hasta la aplicación de los sistemas de aislación y disipación de energía”, comenta Juan Carlos de la Llera.

■ **EXPERIENCIA INTERNACIONAL:** Aplicar experiencias extranjeras de rehabilitación, en parti-

cular para edificaciones patrimoniales, aparece en la discusión futura. Un ejemplo: “En Japón, después de Kobe, se aplicó Retrofit en hospitales y edificios antiguos. La mayoría de los colegios públicos tenían una cierta configuración, susceptible de tener daños. Luego del sismo, el Gobierno diseñó un programa de mejoramiento de todos esos edificios”, recuerda Ernesto Cruz.

■ **ESTRUCTURAS EN EL NORTE:** Para Fernando Yáñez, “se debe tomar conciencia de las estructuras que son vulnerables y enfrentar esta problemática. Pensemos en el caso del Norte”. Y Ernesto Cruz agrega: “Si hacemos una evaluación sísmica en Iquique o Arica, donde se espera un terremoto grande, es lógico pensar que ‘a un hospital se le debe aplicar X nivel de mejoramiento, en cambio a un edificio de oficina, otro nivel’”.

tan sólo 28 segundos, la estructura se derrumbó durante el terremoto de 1906. Un nuevo edificio (el actual) abrió sus puertas en 1915. Pero la historia casi se repite en 1989, cuando un nuevo sismo (Loma Prieta, California) azotó la construcción con una aceleración máxima del suelo de 0,10 g, dejando con severos daños la cúpula y profundas grietas en los muros y losas. Se decidió hacerle un Retrofit, para lo cual, la empresa de ingeniería estructural Forell / Elsesser In-

genieros, desarrolló un plan de adaptación sísmica a partir de la aislación sísmica basal, combinado con el fortalecimiento de la superestructura. Para llevar a cabo la aislación sísmica de base, el edificio debió ser apuntalado, se cortaron columnas de acero del edificio existente y muros perimetrales de albañilería para luego instalar aisladores por encima de las bases existentes. El fortalecimiento de la superestructura incluyó una planta baja, que se construyó sobre los ais-

## GEOPIER CIMENTACION INTERMEDIA® PILAS DE GRAVA COMPACTADA

EMIN  
SISTEMAS  
GEOTECNICOS S.A.



ELEMENTOS RIGIDOS DE ALTA RESISTENCIA  
CONTROL DE ASENTAMIENTOS  
CAPACIDAD DE CARGA SUPERIOR  
AHORRO EN COSTOS DE CIMENTACIÓN

MUROS  
DE CONTENCION  
[www.sistemasgeotecnicos.cl](http://www.sistemasgeotecnicos.cl)

EMIN  
SISTEMAS  
GEOTECNICOS S.A.



MUROS TEM O MSE ANTISISMICOS  
SISTEMA PREFABRICADO  
NO UTILIZA ACERO  
TERMINACION ESTETICA  
ESTRIBOS DE PUENTES



geoemin@emin.cl - Tel. 299 8003 299 8005

## OTRAS REHABILITACIONES



### GIMNASIO NUEVA IMPERIAL

Elementa Soluciones Estructurales evaluó en 2005 la factibilidad de aplicar fibra de carbono como refuerzo estructural, lo que se ejecutó en el Gimnasio Municipal de Nueva Imperial, IX Región, Chile. La edificación presentaba deformación (superior a los 40 cm) en sus vigas de techo y en la parte superior de los pilares que las sustentaban (15 cm de deformación), poniendo en riesgo su estabilidad y nivel de operación. Se consideró el uso de dos tecnolo-

gías. Primero se utilizó un postensado exterior aplicado en la parte superior de los pilares que permitió a las vigas principales recuperar su deformación y luego se reforzaron los pilares con fibra de carbono para que fueran capaces de resistir las solicitaciones sísmicas. El gimnasio tuvo un adecuado comportamiento al último terremoto.



GENTILEZA ELEMENTA

### PUENTE RODRIGO DE BASTIDAS

Previo al terremoto, la misma empresa evaluó y reforzó algunos puentes que presentaban problemas de degradación, como el Puente Rodrigo de Bastidas, Villarrica, IX Región, Chile. La evaluación determinó la necesidad de reforzar con fibra de carbono algunos elementos estructurales, con el objetivo de aumentar su vida útil. Presentaba problemas en pilares, arcos y muros cabezales. Los pilares y arcos tenían fallas de compresión, mientras que los muros, fallas de corte. En el primer caso, se empleó fibra de carbono como elemento confinante para incrementar la capacidad resistente a la compresión. En muros se corrigió la falta de armadura de corte. El puente no registró daños durante el último terremoto de febrero pasado.



GENTILEZA ELEMENTA

### EDIFICIO 26, HOSPITAL DE LA ARMADA

La estructura es parte del Complejo del Centro Médico Naval Balboa en San Diego, Estados Unidos. Con una superficie de 16.700 m<sup>2</sup>, distribuidos en 6 pisos y 3 subterráneos, el proyecto incluyó la conversión del recinto en un centro de estudios. Después de un análisis con cargas sísmicas, se determinó que algunos muros no tenían capacidad suficiente para resistir esfuerzos de corte. La solución de refuerzo incluyó la combinación de fibra de carbono (TYFO Fibrwrap, que distribuye Tecnoav S.A.) y apuntalamientos. El refuerzo del muro incorporó fibra de carbono para cargas adicionales de corte y planchas verticales de acero con anclajes para restringir las fuerzas de corte en el extremo de los muros. Para transferir la capacidad incrementada de carga en el diafragma, ángulos de acero fueron adheridos en la parte superior, entre muro y losa.



GENTILEZA TECNOAV S.A.

ladores. En la actualidad hay un total de 530 aisladores, fabricados por la empresa Dynamic Isolation Systems (DIS-Inc).

### UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, BERKELEY

En una reciente Misión Tecnológica organizada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), se realizó una visita a la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos. Debido a la falla que atraviesa el campus (Hayward Fault), la entidad decidió, a principios de 1970, poner en marcha un programa integral de seguridad y rehabilitación sísmica. Su objetivo era preservar sus edificios históricos y asegurar que cualquier construcción nueva pudiese resistir un sismo futuro con niveles aceptables de daño. Un caso particularmente atractivo, por los desafíos técnicos y logísticos involucrados, es la rehabilitación, actualmente en curso, del Estadio Memorial de la Universidad de California, que se extenderá hasta el 2012. El coliseo se ubica sobre la falla anteriormente mencionada, fenómeno que a través de los años ha significado un desplazamiento lateral del coliseo de aproximadamente 1,2 mm al año, por lo que "la universidad decidió ejecutar un estudio técnico que consiste en cortar, literalmente en dos el estadio, construyendo una junta de dilatación", comenta Andrés Beca, gerente general de Brotec y miembro de la Misión.

Se inicia un largo camino en lo que a rehabilitación se refiere. La experiencia internacional adelanta una ardua labor que tendrán en los próximos años todos los profesionales chilenos de la construcción. La buena noticia es la calidad de la ingeniería local y las técnicas con que hoy en día se construyen las nuevas estructuras. El desafío lo tienen ahora las edificaciones existentes. ■

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Daño Sísmico. Levantando estructuras". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 14.
- "Hormigón. Las técnicas precisas". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 26.
- "Albañilería. Soluciones sólidas". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 38.
- "Edificios emblemáticos. Diagnóstico e identificación de daño estructural". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 70.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA,  
DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS



# MAC

MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

PLANIFICACIÓN ADMINISTRACIÓN  
NEGOCIOS ARQUITECTURA  
INMOBILIARIA INGENIERÍA

## INTEGRAMOS CONOCIMIENTO PARA CONSTRUIR NUEVOS MUNDOS

Las necesidades reales de la industria de la construcción requieren profesionales capaces de liderar en la aplicación de metodologías modernas de gestión y estrategias de proyectos.

Con un prestigioso cuerpo docente, MAC UC es el único Magíster en Chile que logra integrar el conocimiento de todas las áreas que participan en un proyecto.



Postulaciones Abiertas 1º Semestre 2011

Más información en: Mail: [coordinacionmac@cchc.cl](mailto:coordinacionmac@cchc.cl)  
Teléfono: 3547050 – 3763375

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

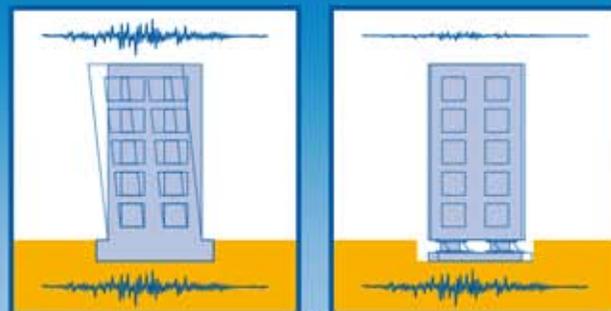
# AISLAMIENTO SÍSMICO

## Aprobado por el mejor sistema de medición: El Terremoto del 27 de Febrero de 2010

Más de 20 años de experiencia en fabricación de elementos de Aislamiento Sísmico.

### Ventajas:

1. Protección a la Vida
2. Seguridad Estructural
3. Protección de Contenidos
4. Continuidad de Operación
5. Protección de Líneas Vitales
6. Reducción de Costo Estructural
7. Menores Primas de Seguros



El Aislamiento Sísmico permite reducir las vibraciones de una estructura entre 6 y 8 veces con respecto a una estructura convencional.



### Viaductos

Marga-Marga, Rodelillo El Salto, La Cigüeña I y II, Cartagena, Autopista Radial Nororiental.



### Hospitales

Hospital Militar, San Carlos de Apoquindo, ACHS Santiago y Viña del Mar, Hospital Clínico U. de Los Andes.



### Universidades

Facultad de Ingeniería PUC, Edificio Hernán Briones PUC.



### Obras Portuarias

Muelle Coronel.



### Viviendas Sociales

Comunidad Andalucía.



### Transporte Urbano

Líneas 4 y 5 Metro de Santiago.



### Edificios Públicos

Centro de Justicia.



### Edificios Corporativos

Edificio Vulco.



# VULCO®

VULCO S.A.

Av. San José 0815, San Bernardo, Santiago, Chile  
Teléfono: (56-2) 754 22 00 • Fax: (56-2) 879 99 59  
e-mail: ventas@weirminerals.cl





# TENSOCRET®

SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

## EDIFICIOS HABITACIONALES PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO SOBRE AISLADORES SÍSMICOS

### EN CONSTRUCCIÓN

Edificio Marina Paihue  
Lago Villarrica  
Pucón

TENSOCRET®, avanza en el perfeccionamiento de sus clásicos sistemas prefabricados utilizando su Loseta nervada TT® certificada al fuego y de excelente comportamiento ante el sismo, reduciendo de manera considerable los tiempos de construcción y ofreciendo la incorporación de sistemas de aislación sísmica para sus edificios.

#### RAPIDEZ DE CONSTRUCCIÓN

- Reduce en un 50% los tiempos de construcción.
- Permite la simultaneidad de faenas en obra.
- Ahorro en el total de la construcción.

#### LOSETA NERVADA TT®

- Eficaz diafragma rígido sísmico.
- Resistencia al fuego certificada.
- Óptima calidad de terminación.

#### AISLACIÓN SÍSMICA

- Asegura continuidad de uso inmediato del edificio.
- Alto nivel de seguridad estructural.
- Resguarda y protege contenidos y enseres.



# INSTITUTO CHILENO DEL ASFALTO Y BITUMIX S.A.

## NORMALIZACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

**Importantes diferencias de desempeño entre los diversos tipos de mezclas asfálticas usadas en el país descubrió una investigación realizada por el Instituto Chileno del Asfalto (Ichas) y la empresa constructora Bitumix S.A. El estudio midió el ahuellamiento, módulo y fatiga de las mezclas, encontrando diferencias entre ellas que los métodos tradicionales de análisis no son capaces de detectar. Este artículo presenta los resultados de la investigación, y representa la continuación del reportaje publicado en la edición anterior (BIT N° 75 página 36).**

La investigación denominada “Normalización de Mezclas Asfálticas”, se planteó como objetivo, mejorar el desempeño, duración y comportamiento de los pavimentos asfálticos, con lo que se intenta conseguir aumentar la rentabilidad de las inversiones en infraestructura. Además, se pretende desarrollar un manual de normas de distintos tipos de mezclas en función del uso, los factores ambientales y las solicitaciones a las que se verán expuestas. Esta iniciativa comenzó en 2008, en el marco de un Proyecto de Innovación de Interés Público, financiado por InnovaChile de Corfo, cuya institución beneficiaria es el Instituto Chileno del Asfalto (Ichas), con la co ejecución de la empresa Bitumix S.A. A casi tres años desde su inicio los estudios ya comienzan a arrojar importantes resultados.

Con el fin de determinar umbrales o rangos de propiedades mecánicas de los distintos tipos de mezclas asfálticas, para poder evaluarlas según su comportamiento, la investigación consideró las mezclas ya utilizadas en el país y ensayó algunas nuevas. Para todos los ensayos se utilizó el mismo árido, que es la grava característica de Santiago. Se trata de gravilla 13-17, gravilla 6-13 y polvo de roca 0-6. Los áridos fueron estudiados con equipo CPA (Coeficiente de Pulimento Acelerado), que permite medir en laboratorio las características superficiales del árido, y con equipo Microdeval, para medir desgaste. Estos ensayos a los áridos indicaron que se trata de gravas arenosas y bien graduadas, siendo acotadas en sus tamaños desde el mínimo hasta el máximo. Además, se trata de gravas 100% chancadas y con bajo desgaste de Los Ángeles.

En el estudio se utilizaron cinco

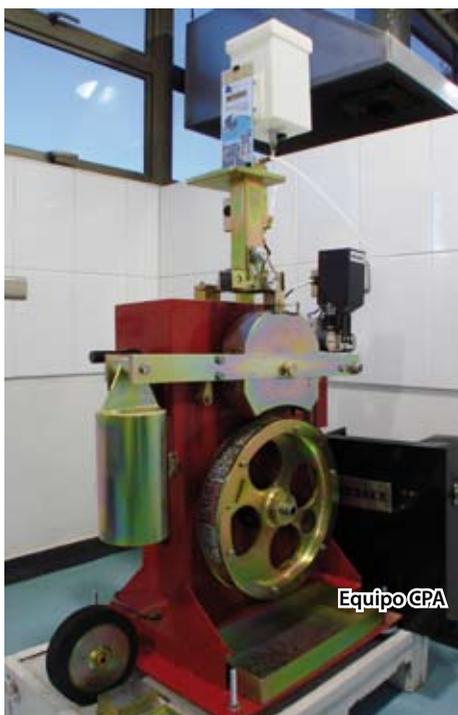
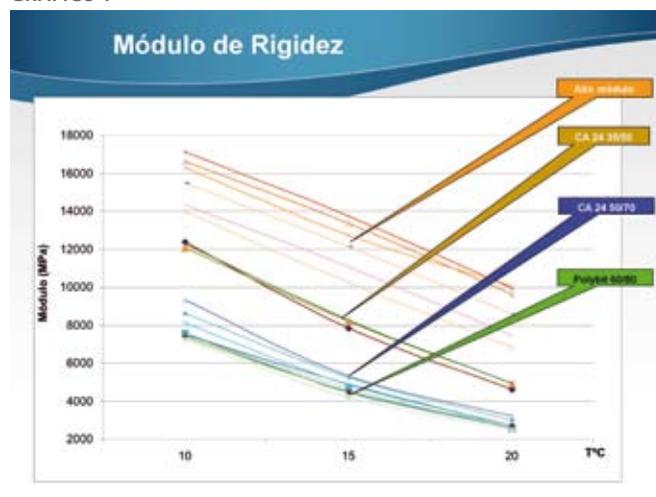


GRÁFICO 1



tipos de cementos asfálticos: CA 24 (35-50); CA 24 (50-70); Polybit 60-80; Alto Módulo 10-20 y; Alto Módulo 20-30, los que fueron analizados utilizando el método Shell para determinar módulo, y con equipos de Reómetro de Corte Dinámico y Microscopio Epifluorescencia, el que registra la homogeneidad de la distribución polimérica en los cementos asfálticos.

### TIPOS DE MEZCLAS

Para el estudio, y basándose en el Manual de Carreteras y Especificaciones Técnicas de Aeropuertos, se definieron 17 tipos de mezclas, las que fueron divididas en tres categorías:

1) Mezclas Semidensas, actualmente utilizadas sólo para carpetas asfálticas, con las que se ensayaron nueve mezclas de tipo carpeta, binder y base, poniendo como variable los distintos tipos de asfaltos.

2) Mezclas Densas, muy poco usadas actualmente salvo en vialidad urbana. Con ellas se generaron cinco alternativas de asfaltos en modalidad carpeta y binder.

3) Mezclas para Aeropuertos, usadas actualmente en terminales aéreas, de las que se generaron 3 tipos de mezcla utilizando un solo tipo de cemento asfáltico, el CA 24 (50-70).



Microscopio  
Epifluorescencia

Las 17 mezclas fueron analizadas y comparadas entre sí. Para ello se utilizó el método de compactación Marshall, con el fin de contrastar los análisis utilizados actualmente, con los nuevos ensayos. También se midió compresión diametral (módulo de rigidez y fatiga), ahuellamiento inmerso en agua a 50° C, Permeabilidad, PGC (prensa giratoria) y compresión normal. En estos dos últimos también se analizaron mezclas con aditivos mejoradores de adherencia.

## RESULTADOS

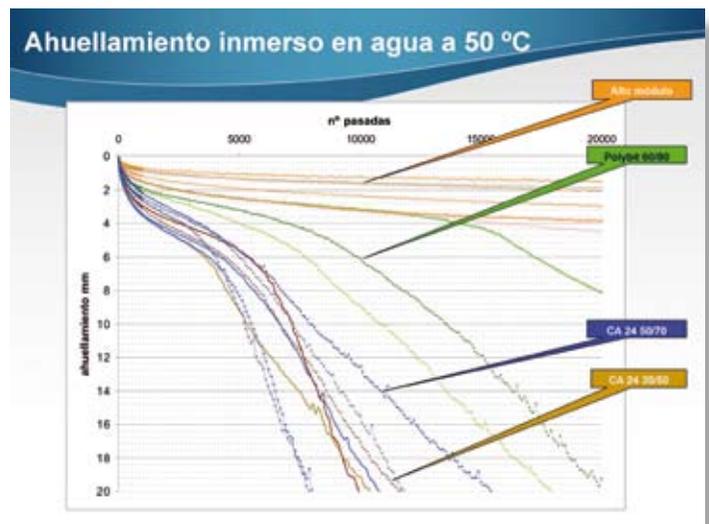
El estudio concluyó que mezclas asfálticas con las mismas características analizadas con el método Marshall, presentan notables diferencias en los ensayos de módulo de rigidez medido en MPa. Estas diferencias permiten diferenciar grupos de mezclas que van entre los 4.500 y 8000 MPa, 8.000 a 12.000 MPa y 12.000 a 16.000 MPa (ver gráfico 1). Estas diferencias son atribuibles a la distinta penetración de los cementos asfálticos utilizados. Por ejemplo, el CA 24 (35-50) duplica en módulo al CA 24 (50-70). Además, el cemento asfáltico de Alto Módulo duplica el resultado en este parámetro de los asfaltos tradicionales.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las mezclas usadas tradicionalmente en nuestro país deberían tener un uso circunscrito a calles o vías con poco tránsito, mientras que las mezclas con estándar superior podrían ser usadas en vías de alto tránsito o en las que hay pocas posibilidades de hacer intervenciones, como es el caso de las autopistas.

Según los análisis de módulo, las mezclas tienen un resultado constante independiente del diseño por capa asfáltica. En tanto, las mezclas fabricadas con el cemen-



GRÁFICO 2



to asfáltico modificado Polybit 60-80 mantienen un módulo constante independiente de la banda granulométrica, mientras que el aditivo mejorador de adherencia no tiene influencia en el módulo de las mezclas, pero sí ejerce una positiva influencia en la resistencia al ahuellamiento (ver gráfico 2).

Esta mejora es atribuible a la granulometría utilizada, la que al ser más fina produce menor ahuellamiento. Estos positivos resultados mejoran con los cementos de Alto Módulo, los que en laboratorio prácticamente no presentaron signos de ahuellamiento.

Con estos resultados el Ichas en conjunto con Bitumix, esperan poder generar un catálogo de mezclas definiéndolas por comportamiento y desempeño, con el fin de poder brindar recomendaciones de uso de éstas, para más adelante continuar en lo posible con normas INN. Pero la investigación no se agota aquí, por lo que se espera que la normalización de mezclas asfálticas siga avanzando.

## DISIPADORES SINTONIZADOS

## REDUCCIÓN DE VIBRACIONES EN EDIFICACIÓN

■ Ante un sismo y fuertes vientos resulta imprescindible proteger los ocupantes y los contenidos de las edificaciones de gran altura. Una alternativa resulta la aplicación de disipadores sintonizados, que ya presentan casos exitosos en el extranjero. ■ Este estudio detalla las características de los disipadores de masa sintonizada y columna líquida sintonizada.

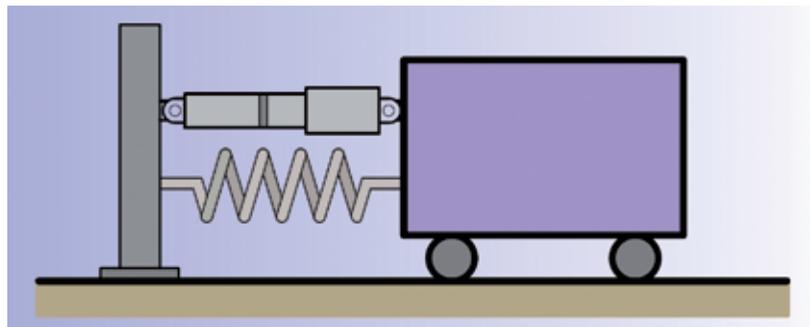
LUIS ROZAS, RUBÉN BOROSCHEK  
Y ALDO TAMBURRINO  
INGENIEROS UNIVERSIDAD DE CHILE

**P**OR SU CONFIGURACIÓN, los edificios de gran altura tienden a ser estructuras muy flexibles y con escasa capacidad de disipación de energía en forma natural. Esto significa que pueden permanecer oscilando durante un tiempo prolongado cuando se exponen a cargas de tipo sísmico y de viento intenso. Por ejemplo, un edificio de más de 200 m, sin disipación adicional de energía, típicamente demoraría más de 5 minutos en alcanzar un estado de reposo similar al que tenía antes de un sismo. Por ello, se incrementa la probabilidad que se produzcan situaciones molestas a los usuarios y daños al contenido y a los elementos no estructurales del edificio. Este tipo de problema, fundamentalmente asociado con la percepción de vibra-

ciones molestas por parte de los usuarios, tendrá consecuencias económicas importantes en términos de pérdida de valor de la construcción.

El alto costo del contenido y la generación de ambientes confortables<sup>1</sup>, exigen que el diseño busque no sólo asegurar la integridad de las estructuras frente a acciones de gran intensidad, una obligación legal, sino que además proteja su contenido y reduzca la percepción de vibraciones de sus ocupantes. Con esta finalidad se desarrollaron sistemas de control de vibraciones que incrementan la seguridad de las estructuras frente a la acción de grandes sismos, así como a los efectos de fuertes vientos. Asimismo, mejoran el comportamiento de las construcciones reduciendo las vibraciones molestas, tanto en términos de sus máximas amplitudes como en su duración.

**FIGURA 1.**  
Vista esquemática de un disipador de masa sintonizada. Se pueden apreciar la masa la cual se conecta a la estructura principal mediante resortes, u otros sistemas restitutivos, y amortiguadores.



## DOS DISIPADORES

Entre los sistemas de control de mayor aceptación en los últimos años, se encuentran los disipadores sintonizados de energía en estructuras flexibles. Como ejemplos de su uso se destacan sus aplicaciones en edificios como el Taipei 101, Taiwán, que posee un disipador de masa sintonizada tipo péndulo de 660 ton y el One Wall Centre en Vancouver, Canadá, con un disipador de columna líquida sintonizada de 400 toneladas. También hay casos exitosos en estructuras tipo puentes, como la pasarela peatonal Millennium en Londres, que posee amortiguadores de masa sintonizada para el control de vibraciones producidas por el paso de personas.

Como parte del Magíster de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Chile se ha desarrollado una investigación<sup>2</sup>, cuyo objetivo consiste en estudiar las potenciales aplicaciones de estos dispositivos, especialmente en el control de vibraciones producto de acciones sísmicas. Dos variedades han formado parte de la investigación: Los disipadores de masa sintonizada, figura 1, y los de columna líquida sintonizada, figura 2. Los primeros, actualmente los más utilizados en el mundo, consisten básicamente en una gran masa ubicada en uno o varios puntos de la estructura, generalmente en el último piso. Las características de estos dispositivos se determinan de tal forma que la masa oscile contrarrestando el movimiento del edificio en donde está emplazado. Por otra parte, los disipadores de columna líquida sintonizada son estanques de agua con forma de U, cuya oscilación del contenido contrarresta el movimiento del edificio. Estos dispositivos cuentan con la ventaja de su bajo costo de instalación y mantenimiento. Asimismo, el peso que se suma a la estructura es prácticamente nulo, ya que el agua utilizada en estos dispositivos puede utilizarse como agua potable y para emergencias tales como el combate de incendios. En este caso, la fuerza restitutiva es la aceleración de la gravedad.

## EL DISEÑO

Para lograr un diseño eficiente de los dispositivos, se debe determinar el conjunto de parámetros que minimizan la respuesta de la estructura, los que corresponden a la frecuencia natural de vibrar y la razón de amortiguamiento crítico óptimos del disipador. Estos parámetros son a su vez función de la razón entre la



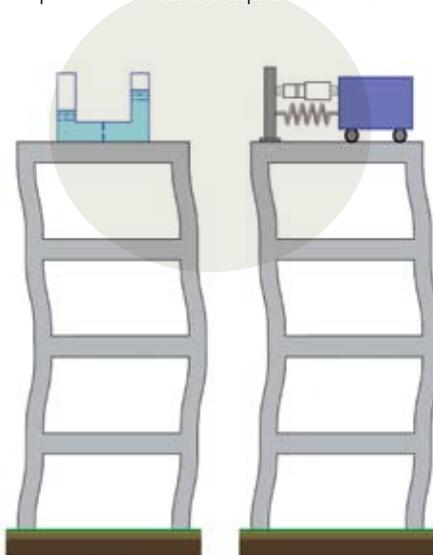
**FIGURA 2.** Disipador de columna líquida sintonizada utilizado en los análisis experimentales. El líquido utilizado es agua el cual ha sido coloreado para hacerlo visible. Un sensor ultrasónico ubicado en la parte superior de las columnas verticales permite la medición del desplazamiento de la superficie libre de líquido.

masa del disipador y la estructura, la frecuencia natural de vibrar de la estructura, la razón de amortiguamiento crítico de la estructura y, en el caso del disipador de columna líquida sintonizada, de su factor de forma, definida como el cociente entre la masa de líquido contenido dentro de la sección horizontal del disipador y su masa total de líquido. Además, se debe considerar el tipo de excitación a la cual se somete la estructura principal, ya que éstas también influyen en la determinación de los parámetros óptimos. Un detalle de los procesos de optimización y diseño se encuentran en la referencia 1.

El primer paso para obtener los parámetros óptimos de diseño de los dispositivos de columna líquida, consiste en caracterizar el comportamiento dinámico del sistema estructura-disipador, figura 3. En el caso del disipador de columna líquida sintonizada se

debe tener en cuenta que el amortiguamiento, el cual viene dado por la resistencia al flujo del líquido dentro del disipador, no es siempre lineal, es decir, proporcional a la velocidad del movimiento del agua. La resistencia causada por la fricción interna con las paredes, el cambio de dirección del flujo de líquido en los codos, y principalmente por un angostamiento o restricción ubicada en la sección central del dispositivo, es lineal sólo cuando el régimen de flujo es laminar. No obstante, en la mayoría de los casos el régimen de flujo puede considerarse como turbulento, lo que significa que el amortiguamiento es proporcional a valores cercanos al cuadrado de la velocidad del líquido. Para obtener los parámetros óptimos de diseño se debe expresar de forma lineal equivalente la fuerza de amortiguamiento, la que dependerá del tipo de acción a la cual es sometido el sistema.

Una vez caracterizada la respuesta del sistema, se puede determinar los parámetros óptimos de diseño de los dispositivos. Específicamente interesa definir las propiedades dinámicas de los disipadores que minimizan el desplazamiento de la estructura a controlar. Si la acción externa resulta bien determinada como una acción monofrecuencial, como el caso de las excitaciones de maquinaria y los efectos del viento producto de los



**FIGURA 3.** Estructura de varios grados de libertad con disipador de columna líquida sintonizada a la izquierda, y con disipador de masa sintonizada a la derecha.

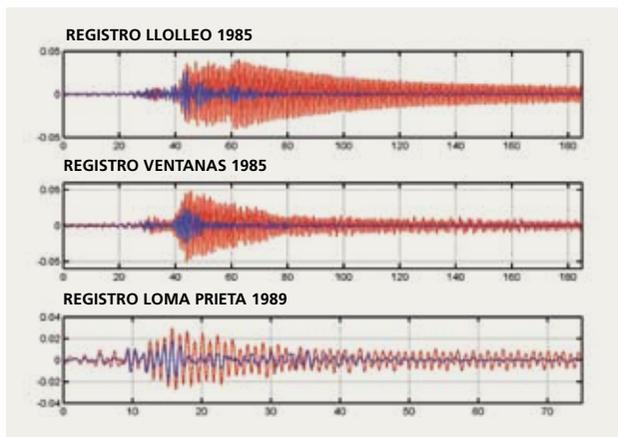
**FIGURA 4.** Vista del modelo de seis grados de libertad utilizado en los análisis experimentales. A la izquierda se aprecia el modelo con el disipador de masa sintonizada ubicado en el nivel superior, en tanto que a la derecha se muestra el modelo con el disipador de columna líquida sintonizada.



aceleración de base. Para esto se instaló un disipador de masa sintonizada y un disipador de columna líquida sintonizada en el nivel superior de la estructura, figura 4. Para realizar posteriores análisis comparativos ambos dispositivos poseen una masa que corresponde a un 3,1% de la masa total del modelo.

Los principales resultados obtenidos a partir de los análisis experimentales indican un buen comportamiento de los dispositivos. En la figura 5 se muestra el desplazamiento medido en el nivel superior del modelo para tres de los registros utilizados. Se destacan las reducciones en los máximos desplazamientos y aceleraciones. Asimismo, se muestran notorias disminuciones en variables asociadas a la duración de la vibración y su amplitud como la Intensidad de Arias y el valor medio cuadrático o RMS de las aceleraciones medidas en los diferentes niveles de la estructura. Este último resultado concuerda con el rápido decaimiento de la respuesta observado en los ensayos experimentales, en contraste con la persistencia de la vibración detectada en aquellos casos en que la estructura no posee disipadores, ver figura 5. En general las mayores reducciones se encuentran para los registros cuya duración de movimiento fuerte es mayor, el cual corresponde a los sismos típicos que se presentan en el territorio nacional. En las figuras 6 y 7 se presentan la reducción de máximas aceleraciones, y la duración observada experimentalmente para cuatro sismos norteamericanos y seis sismos chilenos, para cada uno de los dos tipos de disipadores evaluados en este estudio. Para el caso de los sismos chilenos se aprecian reduc-

**FIGURA 5.** Desplazamientos medidos en el nivel superior del modelo. En rojo se muestran los desplazamientos medidos sin dispositivos, en tanto que en azul se muestra el desplazamiento medido con el disipador de columna líquida instalado.



vórtices de Von Karman, dichas propiedades dinámicas se determinan al reducir el máximo valor de la respuesta en frecuencia de la estructura primaria. Por otro lado, si la estructura se encuentra sujeta a acciones de naturaleza más caótica, como las causadas por vibraciones ambientales, vientos y sismos, los parámetros óptimos de diseño de los disipadores se determinan al minimizar el valor esperado relacionado con el desplazamiento de la estructura a controlar.

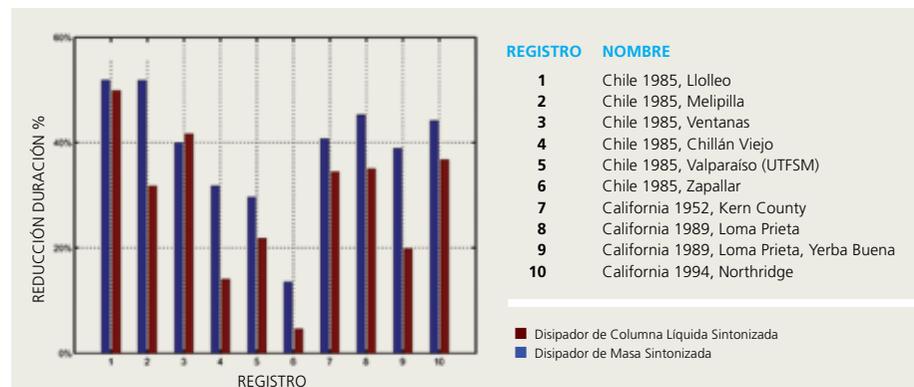
Para estructuras de varios grados de libertad se debe decidir cuáles serán los modos controlados por los dispositivos, y dónde se ubicarán dentro de la estructura. Es importante tener en cuenta que su efectividad será mayor en la medida que el modo controlado sea predominante en la respuesta de la estructura.

## LA EFICACIA

En la segunda parte de la investigación, se verificó experimentalmente la eficacia de los disipadores diseñados mediante los procedimientos determinados en los análisis teóri-

cos. Para tal efecto, en el Laboratorio de Dinámica de Estructuras del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile, se han llevado a cabo análisis experimentales a un modelo de 6 grados de libertad sometido a la acción de registros sísmicos modificados en su base.

En el estudio se controló el primer modo de vibrar de la estructura bajo excitación de



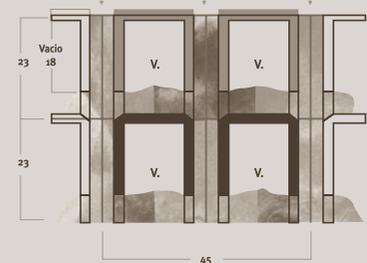
**FIGURA 6.** Reducción de la duración de movimiento fuerte de la vibración medida en el modelo para los registros indicados.

# Tecnología que evoluciona la construcción

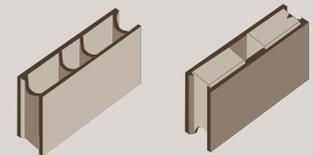
BLOQUES MACHIHEMBRADOS DE MONTAJE EN SECO

## CORTE LONGITUDINAL

Bocas de relleno vertical y horizontal por rebalse que permiten armaduras de fe para albañilería armada.



un bloque: 50 cms. largo / 25 cms. alto  
ANCHO VARIABLE



El Bloque de hormigón BLOSEC es un elemento pre-moldeado de concreto de características y cualidades excepcionales, que permite un cómodo transporte, almacenaje y fácil colocación manual en obra.

## Sus principales ventajas son:

- Mayor rendimiento en mano de obra y reducción de costos en materiales e insumos.
- Mayor resistencia estructural del muro.
- Permite la impermeabilidad total del muro.
- Mayor aislación térmica y acústica en comparación a los sistemas tradicionales.

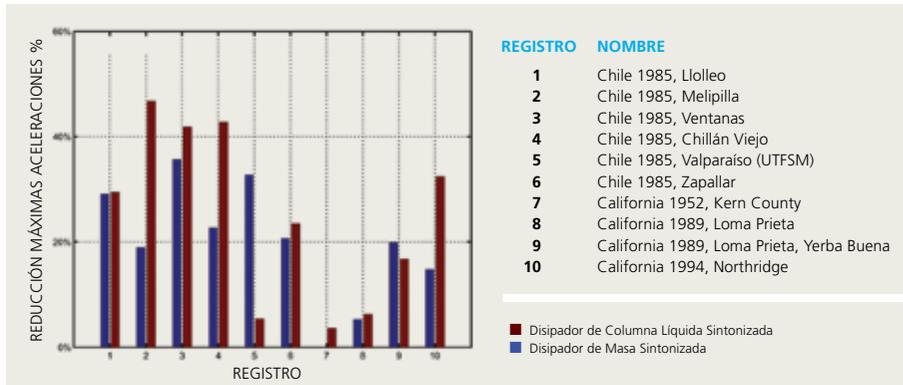


FIGURA 7. Reducción de las máximas aceleraciones medidas en el modelo para los registros indicados.

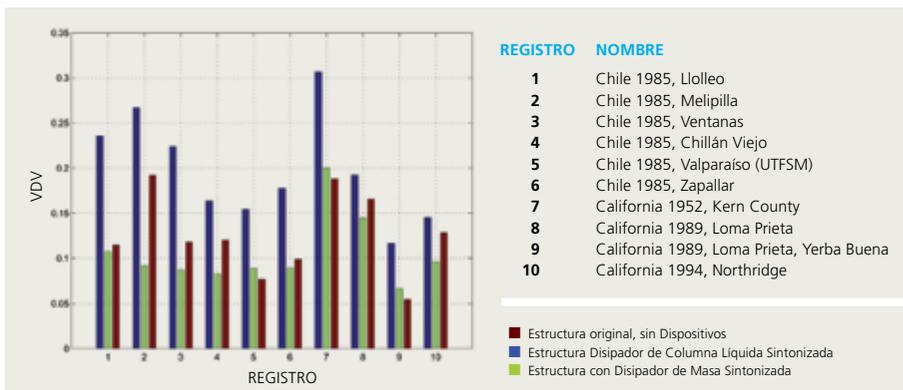


FIGURA 8. Valor del índice VDV, de acuerdo a la norma BS 6472, determinado para cada uno de los registros indicados

ciones de la duración de la respuesta entre un 10 y un 50%. Para los sismos característicos norteamericanos las reducciones son entre un 20 y un 40%. También se analizó la variación del valor de dosis de vibración, VDV, de acuerdo a la norma de percepción de vibraciones BS 6472<sup>3</sup>. En la figura 8 se muestran los valores del parámetro VDV obtenido a través de los análisis experimentales para cada uno de los registros analizados. Nuevamente se puede apreciar que los dispositivos reducen de manera significativa la percepción de vibraciones, cuantificada esta vez por medio del índice VDV. Claramente, los dispositivos presentan una gran ventaja para ser utilizados en eventos de larga duración y con las características de frecuencia observadas en Chile. Ambas tipologías de dispositivos generan reducciones comparables de duración para los sismos estudiados.

La investigación concluye que los disipadores sintonizados son dispositivos de reduc-

ción de vibraciones eficaces. Especialmente indicados en aquellos casos en que se desea controlar la respuesta de una estructura sujeta a la acción de vibraciones ambientales, que ocasionan molestias a los usuarios. Su instalación es sencilla y no involucra grandes modificaciones a la estructura. ■

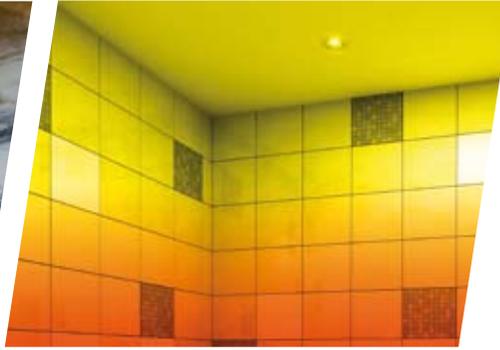
## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile, al ingeniero Pedro Soto del Laboratorio de Dinámica de Estructuras y al Proyecto Fondecyt N° 1070319

## REFERENCIAS

1. A. S. Whittaker and T. T. Soong, "An Overview of Nonstructural Components Research at three U.S. Earthquake Engineering Research Centers", State University of New York at Buffalo.
2. L. Rozas, 2009 "Reducción de la respuesta Estructural por medio del uso de disipadores de masa sintonizada y disipadores de columna líquida sintonizada, análisis teórico y experimental". Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería Sísmica, Universidad de Chile"
3. BS 6472-1, 2008 "Guide to Evaluation of Human Exposure to Vibration in Buildings", British Standard.





# DRY MIX *Nueva Generación en Adhesivo Cerámico*

**Un producto diseñado especialmente para adherir revestimientos cerámicos sobre soportes flexibles como tabiquerías de yeso cartón y fibrocemento, es la última tecnología desarrollada por la empresa Dry Mix. Es el Adhesivo Cerámico Especial Flexible Experto.**

La industria de la construcción exige innovación. En esta línea de constante búsqueda de nuevas tecnologías, el último desarrollo de DryMix es el producto Adhesivo Cerámico Especial Flexible Experto. Consiste en una mezcla de cemento, áridos finos y aditivos, diseñada especialmente para adherir revestimientos cerámicos sobre soportes flexibles tales como tabiquerías de yeso cartón y fibrocemento. Además de cubrir un amplio espectro de revestimientos y soportes de aplicación.

La principal innovación que introduce el producto es que se puede utilizar en reemplazo o como sustituto del adhesivo cerámico en pasta. Sus principales ventajas respecto al adhesivo cerámico en pasta son:

1. Se puede aplicar indistintamente en ambientes interiores y exteriores, con o sin presencia de humedad. Esto último no puede realizarse con el adhesivo en pasta.
2. En obra se puede utilizar un sólo producto tanto para soportes flexibles como para soportes rígidos, dando mayor flexibilidad a la gestión de la obra.
3. Se comercializa en sacos y puede almacenarse en bodega con mayor facilidad que los adhesivos en pasta, que se comercializan en tinetas plásticas con una altura de apilamiento muy restringida.

## **MÁS INNOVACIONES**

El desarrollo del Adhesivo Especial Flexible Experto se suma a una variada gama de morteros y hormigones de uso tradicional y específico, dentro de los cuales destaca el Hormigón Ultrarápido, único en su género, ya que permite el tránsito peatonal a sólo dos horas de su colocación y solicitaciones mayores a cortas edades.

DryMix, consciente de la necesidad de llenar un importante vacío en su mix de productos, buscó una solución al problema de adherir revestimientos cerámicos sobre soportes flexibles. Asimismo, se investigó la forma de que la aplicación del producto fuese tanto para interior como exterior, en ambientes que posteriormente quedarían o no expuestos a la humedad.

Antes, se pensaba que sólo era posible adherir



revestimiento de cerámicas sobre soportes flexibles con adhesivo en pasta. El desafío principal de Dry Mix fue lograr un elevado anclaje del adhesivo sobre yeso cartón y fibrocemento, materiales que son utilizados ampliamente en obras de edificación, comerciales, industriales, entre otras. Y a su vez impedir que la humedad dañara el adhesivo. En el laboratorio de la compañía fueron realizados los ensayos preliminares de adherencia del producto sobre los soportes de yeso cartón, fibrocemento y hormigón y, posteriormente, se realizó una caracterización del producto en un laboratorio oficial, siguiendo el procedimiento establecido en la norma europea UNE – EN 1348, obteniéndose resultados ampliamente satisfactorios.

La fase de introducción del Adhesivo Especial Flexible Experto en el mercado comenzó con una completa caracterización y las correspondientes pruebas en prestigiosas empresas constructoras, algunas de las cuales ya han comenzado a adquirirlo.

# En canaletas de techo, Vinilit tu socio más confiable

  
**vinilit**®

*"Las Canaletas de Techo PVC P25 Vinilit, tienen una duración y calidad respaldada por años en la construcción; además de ofrecer variedad de colores y piezas que soportan la dilatación del PVC"*

*Ismael López Egea, Jefe de instalaciones Canaletas de Techo.  
Obra: Valle Apacible 2, Ciudad de los Valles.  
Constructora: LDP*

## Línea Canaletas de Techo PVC P25



Bajada con Dilatación



Cubeta para Bajada



Codo 67,5 M-H

**30 años**  
de experiencia en  
Construcción

Productos al servicio de grandes proyectos



Exige nuestros productos  
Vinilit en los mejores distribuidores  
a lo largo de todo el país.

  
**vinilit**®  
www.vinilit.cl

■ Los primeros pasos ya se han dado. La I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) no es sólo un concepto, ni una teoría.

■ Hoy se transforma en un desarrollo concreto a través de un proyecto con apoyo CORFO, elaborado y ejecutado por la CDT para generar cultura y capacidades en gestión de innovación en nuestro país.



## I+D+i

# UNA REALIDAD EN CHILE

FRANCESCA CHIAPPA G.  
PERIODISTA REVISTA BIT

“**L**O ÚNICO permanente es el cambio”, así lo postuló el filósofo Heráclito y así lo han afirmado recientemente expertos en materia de innovación como el español Juan Manuel Mieres, ex director de I+D+i de Acciona España. Ya no hay dudas, la innovación no es una opción, es una oportunidad para crecer y posicionarse en el mercado. Esto bien lo saben siete empresas del sector construcción que en noviembre del 2009 obtuvieron el apoyo de CORFO para llevar adelante un proyecto con la finalidad de incorporar herramientas metodológicas para promover y realizar gestión de la innovación al interior de sus organizaciones.

La Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, además de elaborar el proyecto también es la responsable de su ejecución, que considera tres etapas; la primera contempla el diagnóstico, motivación y generación de

capacidades, la siguiente una intervención en empresas participantes. En tercer término habrá un seguimiento, difusión y medición de resultados. La visión de futuro planteada en el origen de la iniciativa ya quedó atrás. Hoy, el proyecto se transformó en un presente activo y colmado de actividades.

Las siete empresas del sector que integran este proyecto han recibido el asesoramiento de la CDT, Acciona I+D+i y la empresa española AIN Consultores. El avance de la I+D+i es un hecho. Ya están concretadas dos de las tres etapas del proyecto. Así, la formación metodológica a los líderes de cada empresa y coaching por parte de los asesores culminaron con éxito a través de talleres realizados durante la última semana de septiembre. Aún queda camino por recorrer para situar a Chile en la lista de los países íconos en innovación del sector construcción, pero los primeros pasos ya se han dado, y con firmeza. ■

<http://portalinnovacion.cdt.cl>

## LOS PROTAGONISTAS

En el proyecto CORFO, elaborado y ejecutado por la CDT, participan las siguientes siete empresas del sector construcción: Mas Errázuriz, Vial y Vives, ICAFAL, DRS Gestión Integral de Proyectos, René Lagos y Asociados, Axis Desarrollos Constructivos y L&D Constructora. Por otra parte, en la actualidad la Corporación se encuentra preparando nuevos proyectos para incorporar a nuevas empresas en el desafío de la innovación como estrategia de valor.

InnovaChile  
CORFO

CDT  
Corporación de Desarrollo Tecnológico  
Estado Chile de la Construcción

# Geof foam

## Aislapol en aplicaciones de obras civiles y viales



**Aislapol es Geof foam en Chile.**  
**Con más de 40 años en el mercado**  
**somos experiencia y respaldo.**

Los suelos compresibles de baja resistencia, tan abundantes en nuestro país, representan un grave problema, no solo durante el proceso de construcción de terraplenes, sino, a lo largo de toda su vida útil.

Al considerar la magnitud de los proyectos que involucra el desempeño de terraplenes (carreteras; vías férreas; puentes; protección de tuberías; etc.), se puede tener una idea de los costos de mantenimiento y operación que genera reparar las grandes deformaciones involucradas en este tipo de obras a lo largo de su periodo de servicio.

Procesos y soluciones constructivas tales como el uso de pilotes; drenajes del subsuelo; sustitución parcial o total del suelo existente; procesos graduales de sobrecarga; drenaje vertical; etc., son normalmente usados y/o considerados para solucionar esta clase de problemas, no siempre con los mejores resultados.

Una alternativa a esta clase de soluciones constructivas la constituye el reemplazo de este material de baja capacidad de soporte por otro de mejores características mecánicas y cuyo peso sea notablemente inferior al del material tradicional, lo que se conoce como terraplén liviano. Existen variadas alternativas de materiales y/o mezclas de ellos que lo pueden constituir, una de las cuales consiste en el uso de Geobloques® de poliestireno expandido o Aislapol®, técnica que se conoce como Geof foam.

Aislapol, utilizado como Geof foam, tiene diversas aplicaciones, destacándose entre otras:

- **Inclusión compresible**
- **Protección de tuberías**
- **Amortiguación de vibraciones**
- **Drenajes**
- **Rellenos livianos**
- **Aislamiento térmico**

**Fono: (56 2) 640 7070**  
**[www.aislapol.cl](http://www.aislapol.cl)**

Aislapol S.A.  
Innovación tecnológica para la industria

Aislapol S.A., el mayor transformador de Poliestireno Expandido del país, trabaja hace casi 40 años en avances tecnológicos y estándares de calidad en el manejo de la materia prima Styropor. Su inmejorable capacidad aislante, su bajo peso y su facilidad de moldeado, han convertido a este producto en sinónimo de aislación térmica, embalaje liviano, racional y seguro. Con sus dos modernas plantas en Santiago y Puerto Montt y, una bodega comercial en Concepción, abastece los requerimientos de todo el mercado nacional satisfaciendo las necesidades en los rubros de construcción, embalaje, en los sectores, acuícola, agrícola, forestal y hortícola, refrigeración, industrial y consumo.





GENTILEZA LEONARDO MEZA

## HUMEDAD EN VIVIENDAS

# RIESGO DE CONDENSACIÓN

■ La falta de estudios previos, el incorrecto diseño y fallas en la instalación de sistemas de aislación térmica pueden provocar humedad al interior de las viviendas, causando daños en muros, tabiques perimetrales y cielos, a raíz de patologías asociadas como hongos y putrefacción. ■ Hay que tomar precauciones y así evitar el riesgo de condensación.

CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**A**ISLAR térmicamente una vivienda resulta fundamental para lograr el confort de sus habitantes y posibilitar un ahorro de energía. Sin embargo, errores en el cálculo, diseño e instalación de soluciones para la aislación pueden ocasionar problemas de humedad, principalmente por condensación de vapor de agua. ¿De qué se trata? En climas fríos y templados, durante los meses de invierno se presenta una diferencia importante entre la temperatura interior de la vivienda y el exterior. “A mayor temperatura, mayor es la porción de agua que puede contener el ambiente sin llegar a saturarse. Sin embargo, si la temperatura baja, o la presión de vapor de agua aumenta, la humedad ambiental condensará, pasando el agua de estado gaseoso a líquido”, explica Leonardo Meza, constructor civil y académico de la Pontificia Universidad Católica.

La temperatura y las condiciones de uso interior de una casa facilitan que el vapor de agua se incremente producto de la respiración de las personas y las distintas actividades propias de un hogar. “Naturalmente el vapor de agua busca la temperatura de condensación, por ello, en los elementos fríos existe mayor riesgo. Dentro de un recinto condensarán primero y de forma visible: los vidrios, luego los elementos metálicos, y finalmente los muros y otras superficies”, indica Meza.

El tema sigue, porque este fenómeno viene acompañado de malas noticias. “La condensación superficial otorga el ambiente propicio para la formación de hongos, afectando la materialidad de la vivienda y su vida útil”, señala Ricardo Fernández, gerente técnico de la empresa Volcán.

Los efectos se observan frecuentemente alrededor de las ventanas, pues el vidrio al enfriarse más rápidamente que el resto del muro satura el vapor de agua. También se aprecian en los cielos de ambientes con ma-

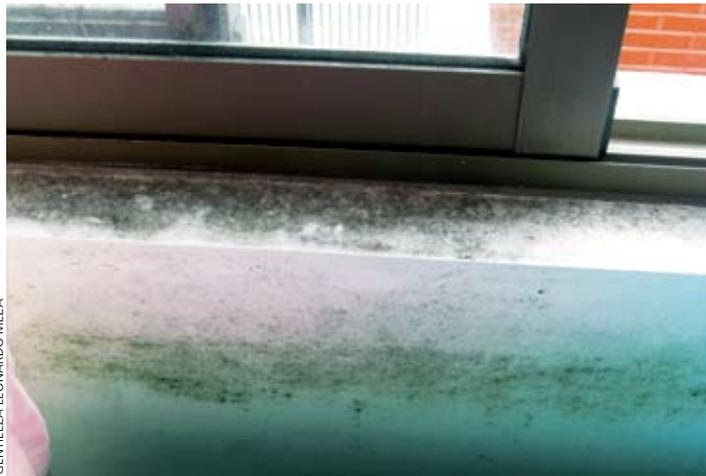
por humedad como baños y cocinas, debido a que el vapor de agua ante una temperatura cálida tiende a subir, condensando al tomar contacto con una superficie fría.

Según Fernández, el problema se soluciona “ventilando la vivienda para eliminar el aire saturado de vapor de agua. Además, se debe utilizar en toda la envolvente un sistema de aislación con un espesor adecuado, según la zonificación térmica, de manera de no tener gradientes de temperatura y cuidando que éste sea continuo para evitar puentes térmicos”.

Sin embargo, los entrevistados explican que no todos los sistemas de aislación térmica eliminan por completo el riesgo de sufrir condensación, pues se debe considerar en qué cara del muro estará ubicada la solución.

### CONDENSACIÓN INTERSTICIAL

“Los sistemas de aislación térmica exterior (como el sistema EIFS y las fachadas ventiladas) impiden o retardan el paso del calor desde el interior hacia el exterior de la vivienda, manteniendo el muro a una temperatura similar a la que habrá dentro del hogar. En tanto, los siste-



Presencia de hongos en el vano de una ventana a causa de la humedad provocada por la condensación superficial.

GENTILEZA LEONARDO MEZA

mas de aislación térmica interior retienen el calor delante del muro, pero no detrás. Así, el elemento se mantiene frío y con una menor capacidad de contener vapor de agua. Entonces, se produce un fenómeno llamado condensación intersticial, que se presenta entre el muro y el aislante térmico”, explica Meza.

Más datos. Por la diferencia de presión entre el ambiente interior y exterior de la vivienda, el vapor de agua tiende a escapar a través de la porosidad de los materiales hacia el exterior frío. “Por naturaleza los materiales

oponen resistencia a este paso, una característica medible denominada resistividad al vapor. Pero, si el vapor que busca salir al exterior toma contacto con superficies frías condensará. Cuando estas superficies frías se encuentran en capas interiores del muro se origina condensación intersticial”, señala Alejandra Tapia, jefa del departamento técnico de la empresa Knauf. La humedad producida en estas zonas es difícil de detectar, afecta la calidad de los materiales, y aumenta su conductividad, perdiendo eficiencia en el

## Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
  - Sistema corredera (4-6 Metros)
  - Sistema paralelo (5-8 Metros)
- Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

**Casa Matriz**  
 Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes  
 Fono: 56-2 241 3000 - 624 3434

Guillermo Schrebler  
 gschrebler@krings.cl

**www.krings.cl**



GENTILEZA LEONARDO MEZA

## EXISTEN CINCO TIPOS DE HUMEDAD QUE AFECTAN A LAS VIVIENDAS

**1** Humedad del suelo, causada por errores en la impermeabilización bajo las fundaciones.

**2** Humedad de la construcción, producida por la no evaporación del agua del proceso de edificación, quedando retenida al interior del muro.

**3** Humedad climática, ocasionada por una mala impermeabilización de la envolvente de la vivienda.

**4** Humedad accidental, causada por cualquier situación imprevista como rotura de cañerías.

**5** Humedad por condensación, abordada en este artículo.

aislamiento térmico.

“El aislamiento por la cara exterior del muro tiende a ser más eficiente al evitar la condensación superficial e intersticial y al eliminar los puentes térmicos. Sin embargo, su costo es mayor en comparación al aislamiento incorporado dentro del muro. En el caso del aislamiento interior, si bien a veces existe riesgo de condensación, esto se puede evitar incorporando una barrera de vapor”, indica Tapia.

Las barreras resistentes a la difusión de vapor de agua consisten en materiales en forma de lámina que evitan el paso de aire cargado de humedad a través de los muros, reduciendo cualquier riesgo de condensación al interior de estos. La normativa térmica chilena (NCh852) indica que la barrera de vapor clasifica como tal si la permeabilidad al vapor de agua está comprendida entre 10 y 230 meganewton por segundo [MN·s/g]. Esta barrera puede estar compuesta por un polietileno de bajo espesor (10 micrones), un papel asfáltico o un papel vinílico, entre otras alternativas.

## RECOMENDACIONES

Los especialistas dan sus consejos para alcanzar un mayor confort. “La barrera de vapor siempre debe ponerse hacia el interior de la vivienda, para evitar que éste penetre al muro”, indica Fernández. El experto agrega que es importante que la barrera de vapor, al igual que la aislación térmica, sea continua y por toda la envolvente incluyendo techos y pisos en caso de que sean ventilados. Pues si queda algún espacio donde no haya barrera se generará una fuga de vapor, tal como se

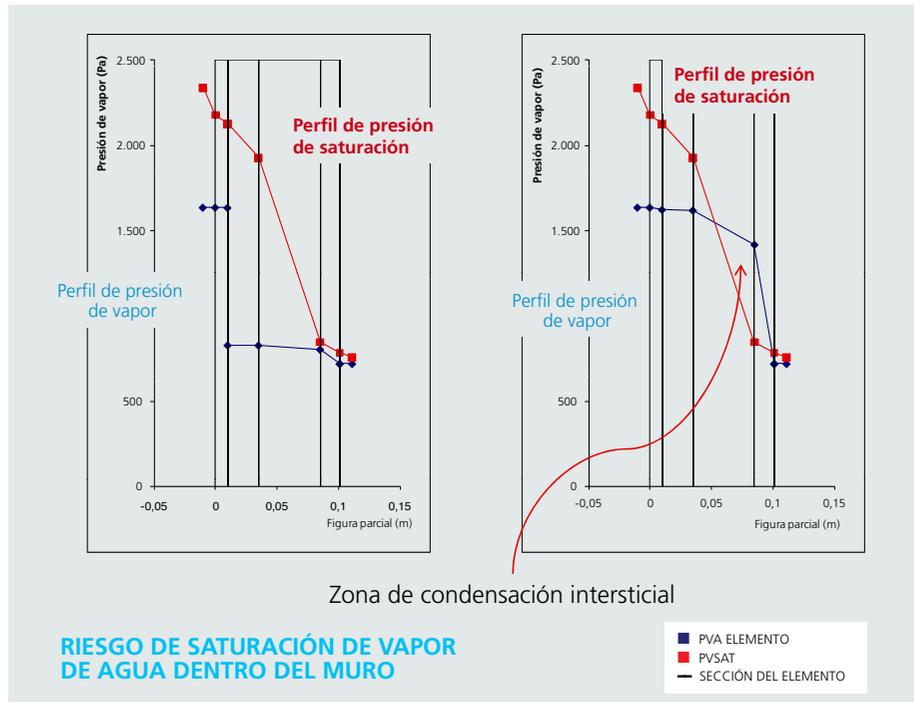
## OTROS FACTORES DE HUMEDAD

“Un estudio del Instituto de la Construcción sobre la vivienda social determinó que las principales patologías o problemas que se detectan en postventa están relacionadas con problemas de humedad, cerca del 80%, los que a su vez se originan en problemas de condensación”, señala Ricardo Fernández, de Volcán.

generan puentes térmicos en los sistemas de aislación. Normalmente los principales problemas se producen por falta de supervisión en la instalación. Se puede gastar mucho dinero en materiales de calidad, pero si no se cuida la buena ejecución en la obra los resultados no van a ser los esperados.

En algunos casos también se generan condensaciones. “La reglamentación térmica indica que se debe usar obligatoriamente barrera de vapor y/o humedad, refiriéndose a ellas como

sinónimos cuando no son lo mismo, y tampoco se entregan especificaciones de cómo deben instalarse. Por ello, la mayoría incorpora barrera de vapor, en algunos casos incluso sin necesitarla por poseer un sistema de aislación térmica exterior. Entonces al colocarla por la parte exterior del muro se generan problemas de condensación que originalmente no se tenían”, explica Meza. Esto ocurre debido a que una vez que el vapor penetró el muro por su cara interior, al encontrarse con una barrera



## DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

Preocupada por el problema de la condensación en viviendas, producto de deficiencias en la implementación de sistemas de aislación térmica, el Área de Eficiencia Energética y Construcción Sustentable de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, próximamente presentará a InnovaChile de Corfo un Programa de Difusión Tecnológica (PDT). Éste se denomina "Humedad y condensación en viviendas" y tiene como objetivo principal potenciar el mercado de la construcción en Chile, particularmente en el desarrollo de soluciones constructivas que consideren el riesgo de condensación intersticial en elementos de construcción.



▲ Daños por putrefacción en el revestimiento interior de una vivienda a causa de la condensación intersticial.

La falta de aislación térmica en una vivienda puede provocar condensación superficial, con las consiguientes patologías derivadas. ▼



GENTILEZA LEONARDO MEZA

de vapor que no le permite salir al exterior la humedad se queda en el muro.

En tanto, la barrera de humedad es una capa impermeabilizante, como un fieltro asfáltico, que impide el paso de lluvia hacia el interior del muro, siendo importante que permita el paso de vapor a través de éste para que no se produzca condensación intersticial.

Para Leonardo Meza, los problemas de condensación ocurren porque "al momento de escoger un método de aislación térmica falta hacer un análisis del riesgo de condensación, efectuando un cálculo para cada solución donde la temperatura de rocío quede al exterior del muro. Por lo general, el sector se preocupa por cumplir las exigencias de la normativa de aislación, pero no de calcular cómo funcionará el sistema escogido considerando variables como clima exterior (temperatura y humedad), condiciones ambientales interiores, cantidad de personas que habitarán dicho lugar y condiciones de uso. Así, se podrían prever mejor los resultados del sistema de aislación, entregando recomendaciones para evitar la condensación".

De esta forma, la vivienda no debiera tener problemas de condensación al seguir recomendaciones como ventilar frecuentemente, mantener una determinada temperatura in-

terior y desarrollando actividades normales como usar la cocina para uso residencial y no comercial. "Con estas medidas se evitarían reclamos por condensación en caso de que los habitantes no hayan cumplido con las recomendaciones", asegura Meza.

Con un adecuado estudio previo, diseño e instalación de los sistemas de aislación térmica la humedad por condensación quedará en el olvido. ■

[www.uc.cl](http://www.uc.cl); [www.volcan.cl](http://www.volcan.cl); [www.knauf.cl](http://www.knauf.cl)

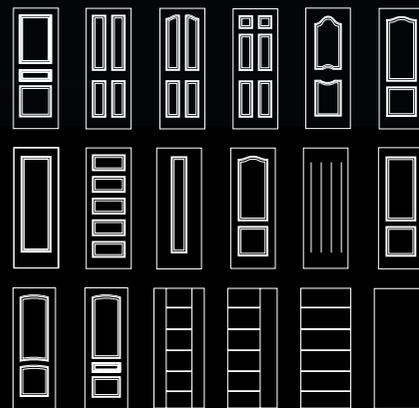
### ■ EN SÍNTESIS

**Los sistemas de aislación térmica, junto con brindar un confort de temperatura y un ahorro de energía, ayudan a eliminar los problemas por condensación superficial. Pero, en el caso de la aislación interior, es importante tomar las precauciones necesarias para evitar que errores en el cálculo, diseño o instalación de estos sistemas produzca condensación intersticial, dañando los materiales y haciéndolos perder su capacidad de aislación térmica. Una buena solución para evitar este problema es la utilización de barreras de vapor, las que deben instalarse siempre por la superficie más cálida del muro, generalmente la cara interior de éste.**



## Puertas Moldeadas

Descubre la belleza en los detalles



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

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012

Planta: 56 (43) 404 400

e-mail: [puertas@masonite.cl](mailto:puertas@masonite.cl)

# SPRINKLERS

# FIJACIÓN SEGURA

■ La protección sísmica de componentes no estructurales se tomó la discusión de los profesionales chilenos de la industria de la construcción. En esa línea, Revista BiT analiza el comportamiento de los rociadores automáticos de agua o sprinklers, sistema contra incendio cuyo desempeño sísmico debiera estar acorde con el de la estructura en la cual se encuentra y protege, aseguran los expertos consultados.

■ La clave consiste en instalar uniones flexibles cuando sea necesario y una fijación segura.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

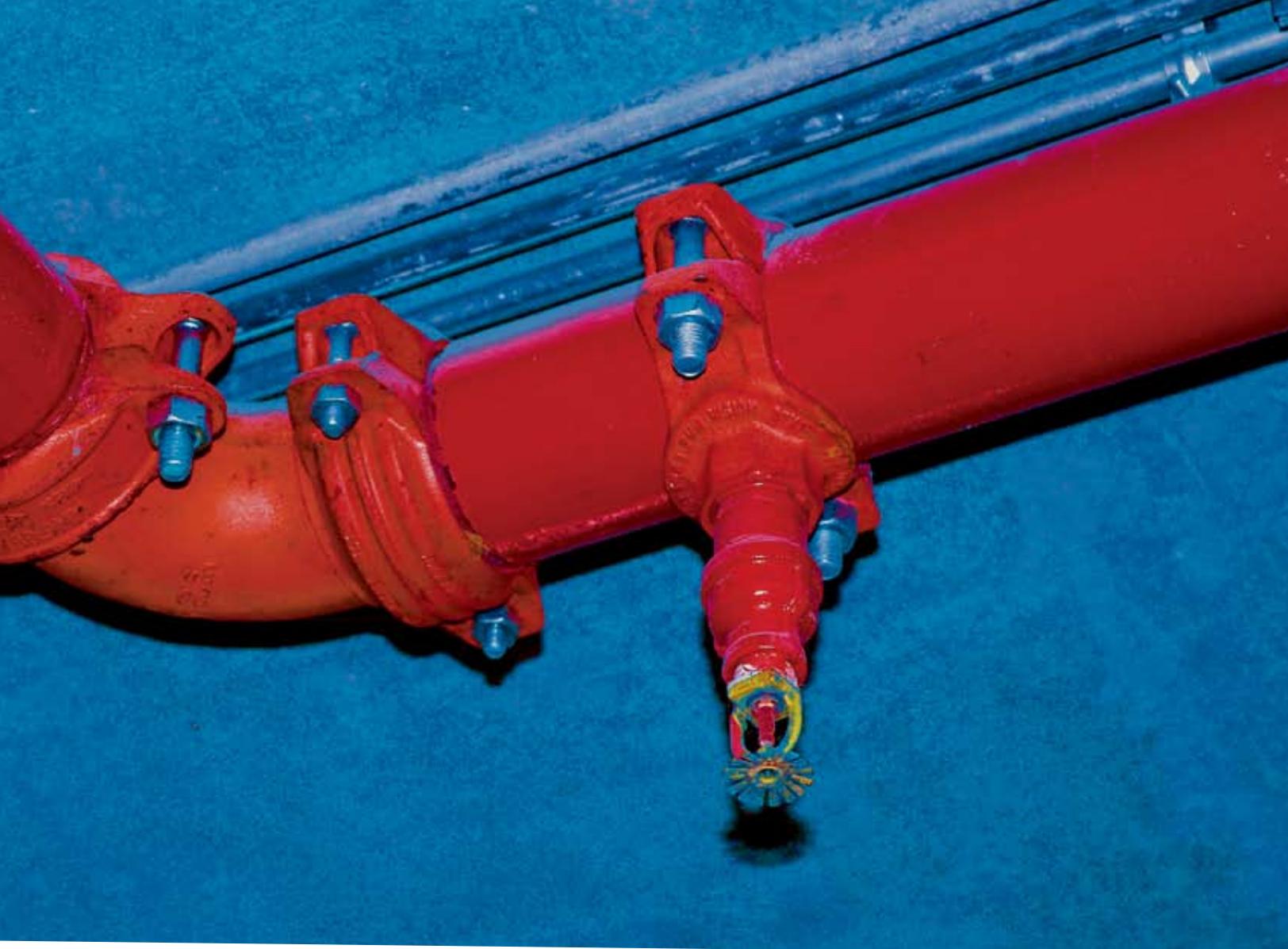
**L**OS SISTEMAS contra incendios deben ser diseñados para alcanzar niveles de desempeño superiores o iguales a los establecidos para la estructura en la cual se encuentran y a la cual protegen en caso de catástrofe natural. No obstante, el terremoto del 27 de febrero puso de manifiesto la alta vulnerabilidad sísmica de algunos de sus componentes, en particular, de los rociadores de agua automáticos o sprinklers. Éstos constituyen un sistema de extinción del fuego que no requiere la activación humana, ya que su proceso de funcionamiento (más tradicional) consiste en el rompimiento de un bulbo interior a una cierta temperatura (del orden de los 70°C), para permitir el paso de agua. La red se compone de un estanque, un sistema de bombeo y las cañerías que transportan el agua. El tipo de rociador, su temperatura de activación, el flujo de agua y la presión nece-

saria en cada caso se determinan según la instalación a proteger (tipo de riesgo, ocupación, tipo de almacenaje, entre otros aspectos).

Los daños y fallas observados en las redes de incendio durante el terremoto del 27 de febrero "fueron causados principalmente por la interacción sísmica con sistemas de tuberías, canalizaciones eléctricas y ductos de aire acondicionado. También se observaron daños por la interacción de rociadores con cielos falsos, como ocurrió, por ejemplo, en el aeropuerto Carriel Sur de Concepción", detalla Rodrigo Retamales, presidente del Comité Anteproyecto de Norma para el Diseño Sísmico de Componentes y Sistemas No Estructurales e ingeniero civil de la Oficina Rubén Boroschek y Asociados Ltda.

Los rociadores son dispositivos diseñados para descargar agua sobre el punto en el que se genera fuego, en cantidad suficiente para





extinguirlo totalmente o impedir su propagación. El líquido se transporta por medio de un sistema de cañerías, generalmente aéreo (suspendido del techo o losa de cielo). “Están diseñados para evitar el flashover, etapa de combustión súbita y generalizada del fuego, donde pasa de controlable a no controlable”, comenta Adolfo Grillo, gerente división incendio de BASH. Comenzamos analizando la normativa.

### LA NORMATIVA

Estos componentes se rigen por la norma norteamericana NFPA13 (National Fire Protection Association), que define los requisitos de diseño e instalación de sistemas contra incendios, particularmente rociadores, y que se aplica en Chile bajo ciertos criterios. Por ejemplo, la NFPA 13 define la ubicación y espaciamientos máximos de soportes y arrios-

## CASOS CONCRETOS

### DE CONOCIMIENTO

público fueron los daños post terremoto ocurridos en el casino de juegos Monticello y en el aeropuerto Carriel Sur de Concepción (en la foto),

debido a la interacción entre sistemas de sprinklers y cielos falsos. En ambos casos, el colapso de cielos y/o el impacto de éstos con el sistema de protección contra incendio dañaron los sprinklers, activando los sistemas de rociadores. En el caso del aeropuerto Carriel Sur, el terminal de pasajeros no pudo operar por dos días debido a la inundación causada luego de la activación de los sistemas contra incendios.



GENTILEZA RODRIGO RETAMALES

# ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

tres longitudinales y transversales, en función del diámetro de la cañería. Su filosofía consiste en proteger a los ocupantes de un recinto y, como valor agregado, resguardar las edificaciones y sus instalaciones. La norma incluye la definición de zonas sísmicas (de 1 a 4) para Estados Unidos y las especificaciones que históricamente se aplican en Chile para el diseño y montaje de estos sistemas implican el otorgarle a nuestro país la categoría nivel 4, equivalente a la zona de San Francisco, California, la más exigente en Estados Unidos”, añade Grillo.

## PUNTOS COMPLEJOS

Bajo la premisa de resguardar la vida de los usuarios, es que el sistema de rociadores debe permanecer operativo después de un sismo severo. En algunos casos estos elemen-



1. Colgador pandeado.  
2 y 3. Interacción del rociador con el cielo falso.  
4 y 5. La cabeza del rociador rompió el cielo falso.

GENTILEZA RODRIGO RETAMALES

tos de control activo de incendios resultaron dañados y colapsaron por causas externas a estos sistemas y/o sus fijaciones. Algunos de los daños observados.

### 1. INTERACCIÓN CON CIELOS FALSOS:

Una de las fallas recurrentes que se observaron tras el terremoto fue la interacción de los rociadores con los cielos falsos. “Sobre el cielo

falso van todas las instalaciones, canalizaciones eléctricas, ductos de aire acondicionado, cables para colgar los cielos falsos y el sistema de protección contra incendios. De todos estos elementos, basta que uno no cuente con un diseño adecuado, esté suelto o mal ejecutado para que se produzca un impacto entre los componentes, causa fundamental del



## ANTOLIN CISTERNAS Y CIA S.A.

PRESENTES EN LA CONSTRUCCIÓN, ENERGÍA Y MINERÍA



ARRIENDO BOMBAS DE HORMIGÓN



ARRIENDO DE COMPRESORES



FORTIFICACIÓN DE LADERAS



EXCAVACIÓN EN ROCA

### OBRAS

- Minería subterránea
- Excavaciones abiertas en roca
- Sostenimiento de taludes
- Hormigón proyectado
- Colectores aguas lluvia
- Obras metro subterráneo
- Obras civiles

### ARRIENDOS

- Compresores (presión normal y alta presión)
- Grupos electrógenos
- Scoop
- Mixer bajo perfil
- Robot shotcrete
- Dumper
- Jumbos
- Shotcretteras
- Torres de iluminación
- Truck drill hidráulicos
- Camiones aljibe
- Unidades esparcidoras de sal
- Camiones tolva

daño”, señala Retamales.

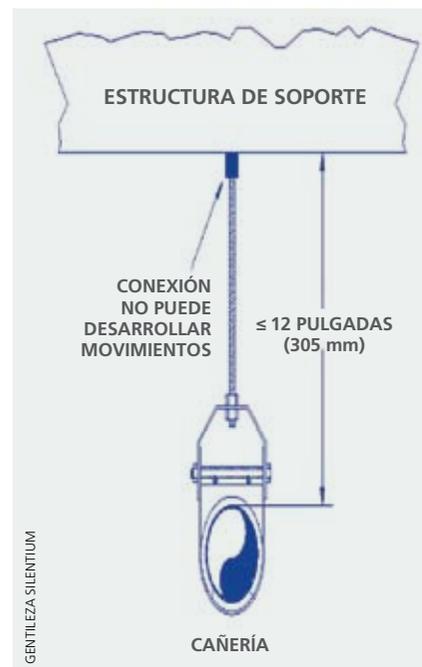
Pero hay más. “Si el cielo falso colapsó, igualmente el sistema de rociadores debe quedar en su sitio. Un terremoto no debiera ser motivo para que un conjunto de rociadores caiga, ya que tiene exigencias, por ejemplo, debe soportar cinco veces el peso de la cañería más el agua en su interior, por lo tanto si cae un cielo falso (parrilla tipo) que está suspendido de alambres y éstos pesan entre 5 y 10 kilos, el sistema debe quedar sujeto, aunque el cielo caiga”, detalla Adolfo Grillo de BASH.

En Chile se debe tener especial cuidado en las especificaciones, diseño y montaje. “En determinadas ocasiones se considera, por arquitectura, elementos decorativos de alto peso o por conceptos de estética (caso de plafones, parrillas de cielos falsos de alto peso y/o anclados de manera deficiente por medio de ángulos y placas apernadas ligeramente a la losa) cargas adicionales a las estructuras en donde va inserto el sistema de rociadores. Con el movimiento sísmico podría colapsar el plafón, y si éste excediera las cinco veces el peso de la cañería, arrastraría al sistema de rociadores”, concluye Grillo.

Para prevenir la interacción, “la norma norteamericana presenta la alternativa de “Diseño Integral” de los sistemas de cielos falsos y de cañerías de protección contra incendio. Tal diseño debe considerar la masa y flexibilidad de todos los elementos involucrados, incluyendo cielos falsos, rociadores, luminarias, difusores de aire, etc. Con ello se evita que las especialidades resuelvan el problema por separado”, indica Rodrigo Retamales.

**2. ANCLAJES:** Hay requisitos estrictos para el cálculo de anclajes. En la norma chilena de emergencia que hoy se estudia y en la norma norteamericana, los anclajes post instalados deben estar precalificados. Es decir que éstos “deben ser sometidos rigurosamente a ensayos mecánicos, de manera de demostrar que mantienen su capacidad resistente después de numerosos ciclos de carga”, adelanta Retamales.

Ciertos anclajes mecánicos post instalados que se usan en Chile van insertos en el hormigón, soltándose cuando se someten a un elevado número de ciclos de carga. Por ello, “en nuestro país, donde los sismos son largos y recurrentes, los anclajes tienen que estar experi-



Una cañería puede no contar con arriostramiento siempre y cuando la distancia entre la parte superior de la cañería y la estructura de soporte sea inferior a 12”.

## UN EQUIPO HUMANO EN CONSTANTE INNOVACIÓN COMPROMETIDO CON EL SERVICIO A SUS CLIENTES



- SISTEMA ALISPLY DE MOLDAJE PARA MURO RECTO Y CIRCULAR
- SISTEMA DE TREPAS T160 Y T240
- SISTEMAS DE SEGURIDAD EN OBRA - ALSIPERCHA

**Alsina**  
SOLUCIONES EN MOLDAJES

Moldajes Alsina Ltda.  
Nueva Taqueral, 369 - Lampa - Fono: 745 2003  
E-mail: moldajes@alsina.com - Web: www.alsina.com



## MISIÓN TECNOLÓGICA A CALIFORNIA

LA CORPORACIÓN DE DESARROLLO Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, realizó en el mes de septiembre recién pasado una Misión Tecnológica a California, Estados Unidos, para conocer la experiencia local de los Elementos No Estructurales, debido a que dicha zona es de alta sismicidad. Las conclusiones preliminares son alentadoras y, según expertos que participaron de la misión, aplicables en Chile. “La metodología aplicada se puede extrapolar a la realidad nacional. Hay una preocupación por certificar los productos, un gran problema que tenemos en el país, pero además se aplica ingeniería a cada uno de estos componentes”, relata Rodrigo Mujica, socio director de VMB Ingeniería Estructural. Un ejemplo claro son los hospitales. “Visitamos un Hospital en Los Angeles que aún no se habilitaba, y donde todos los componentes estaban arriostra-



GENTILEZA RODRIGO MUJICA

dos, hasta las repisas, perfectamente ancladas a los muros. La diferencia radica en que en Estados Unidos, por norma, los hospitales deben quedar operativos y funcionando sin ningún recurso externo por 72 horas”, prosigue Mujica.

Otra reflexión. “Primero, siempre hay que salvaguardar la vida de las personas, pero hay que tener cuidado en no caer en la sobre regulación, el mensaje es pensar muy bien las cosas, de manera de normar los elementos, pero de acuerdo a la realidad de Chile”, propone Andrés Beca, gerente general de Brotec. Un punto no menor: “Se necesita mayor investigación en Chile, invertir en laboratorios especializados para certificar estos elementos”, concluye Beca. En la próxima edición de Revista BIT se profundizarán las conclusiones de la Misión. Más información en [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl).

◀ Los perfiles que afirman el ventanal le restan la carga de viento.

mentalmente precalificados y certificados para uso en zona sísmica”, prosigue Retamales.

Otro punto. Los anclajes deben ser de materiales dúctiles, “ya que si son frágiles, al alcanzar su capacidad de carga se rompen de manera repentina. De la misma manera, deben tener cierta capacidad de deformación y mecanismos de falla definidos por el diseñador, para ello, lo importante es que todos los anclajes cumplan con las disposiciones del apéndice D del ACI 318-08, que establece los requisitos de diseño y los procedimientos de cálculo de anclajes en hormigón”, detalla Retamales.

## NORMA CHILENA DE EMERGENCIA

Al cierre de esta edición, el Comité Técnico liderado por el Instituto de la Construcción, a petición del MINVU, se encontraba desarrollando una norma de emergencia (se estudia sacar el capítulo 8 de la actual norma NCh433.Of96.Mod2009) con requisitos específicos para el diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales tales como cielos falsos, tabiquerías, fachadas, ductos de aire acondicionado, sistemas de protección contra incendios, pisos falsos, ascensores, y equipos eléctricos y mecánicos, entre otros elementos

no estructurales. “Se va a generar una norma chilena basada en la norteamericana ASCE 7-10. Lo primero que se hizo fue traducir la norma norteamericana, luego se adaptó a la realidad y práctica nacional y este documento es el que hoy está en discusión”, adelanta Retamales. Se espera redactar un primer documento para llevarlo a consulta pública entre uno y dos meses más, y a fin de año contar con una norma de emergencia, que a su vez tendría el estatus de Anteproyecto de Norma.

Más anticipos. Se llamará “Anteproyecto de Norma para el Diseño Sísmico de Componentes y Sistemas No Estructurales”. En ella se exigirá que todo componente no estructural o equipo que se encuentre en forma permanente en un edificio debe ser anclado a la estructura resistente, algo que si bien contemplaba la actual NCh433.Of96.Mod2009, ahora además se “exigirá un proyecto, donde cada especialidad deberá presentar documentación (memorias de cálculo, planos de detalles, certificaciones experimentales, etc.) de respaldo del diseño sísmico de sus sistemas. En relación a sistemas de rociadores, la norma de emergencia exigirá que se cumplan los requisitos de diseño de la NFPA13”, apunta Retamales. En la edición de Enero 2011 de Revista BIT, se tratarán los Sistemas No Es-



Lámpara colgante con fijaciones laterales.

GENTILEZA ANDRÉS BECA

tructurales y la normativa de emergencia.

Está claro, los sistemas contra incendios son uno de los Elementos No Estructurales que deben quedar operativos luego de un terremoto, debido a las altas probabilidades de que se genere un incendio. El comportamiento sísmico de tales sistemas responde en gran medida al correcto diseño e instalación de las tuberías, sus arriostres y anclajes. Hay que lograr redes de protección contra incendio seguras. ■

[www.iconstruccion.cl](http://www.iconstruccion.cl); [www.bash.cl](http://www.bash.cl); [www.rbasoc.cl](http://www.rbasoc.cl)

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Sistema de protección activa y control de humos. Las últimas tendencias”. Revista BIT N° 63, Noviembre de 2008, pág. 56.

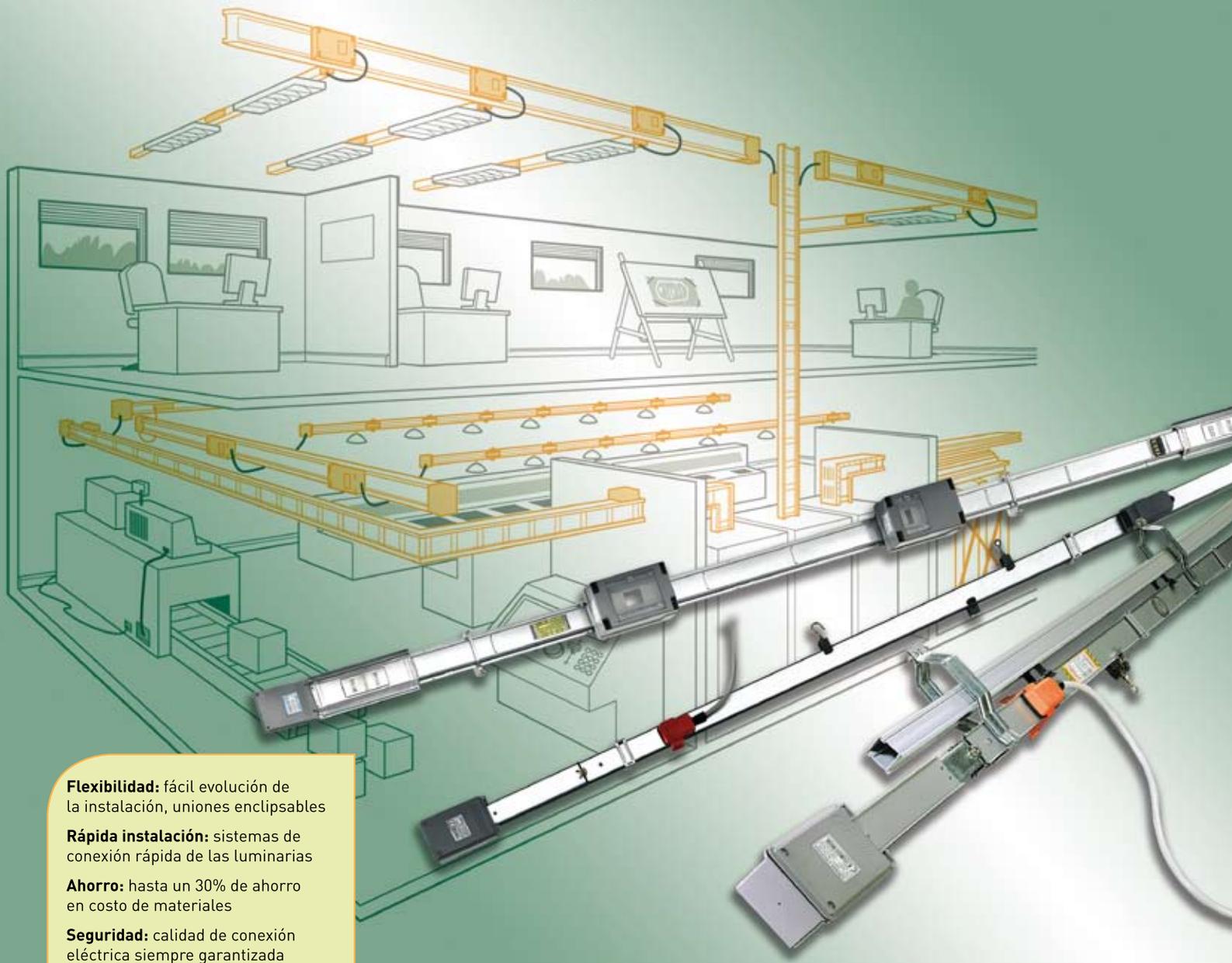
- “Prevención de incendios. Protección activa y control de humos”. Revista BIT N° 61, Julio de 2008, pág. 54.

### ■ EN SÍNTESIS

**Según la OGU, todo edificio de cinco o más pisos, cuya carga de ocupación sea superior a 200 personas, deberá contar con un sistema automático para detectar oportunamente el incendio y un sistema de alarmas que permitan, en caso de siniestro, alertar a los usuarios. Tan importantes son estos sistemas, que deben necesariamente quedar operativos tras un terremoto.**

# ¿Rígido o flexible? ¡Rígido y flexible!

DUCTOS DE BARRA DE ILUMINACIÓN ZUCCHINI



**Flexibilidad:** fácil evolución de la instalación, uniones enclipsables

**Rápida instalación:** sistemas de conexión rápida de las luminarias

**Ahorro:** hasta un 30% de ahorro en costo de materiales

**Seguridad:** calidad de conexión eléctrica siempre garantizada de fábrica

**Fácil mantención:** clara identificación y mantención de los circuitos

SISTEMA DE CANALIZACIÓN RÍGIDA  
para distribución de corrientes desde 25 a 40 A



Este símbolo identifica los productos Legrand que contribuyen a la eficiencia energética.

legrand®



■ Un recinto ondulante de cuatro pisos que encierra múltiples desafíos técnicos y constructivos, es la nueva casa matriz del grupo de empresas Transoceánica. Destacan en su diseño y construcción, una fachada que protege de la radiación solar, totalmente prefabricada, y el uso de tecnologías eficientes en impermeabilización, iluminación y clima.

■ En la actualidad postula al sello LEED en la categoría oro. Edificio con curvas modelo.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

## EDIFICIO TRANSOCEÁNICA

# CURVAS MODELO

**U**N VOLUMEN ONDULANTE y de plantas curvas es la nueva imagen corporativa de empresas Transoceánica, edificio ubicado en la comuna de Vitacura, frente al aeródromo Lo Castillo, recinto que en base a una arquitectura sustentable postula a la certificación LEED en la categoría oro.

Varias condicionantes venían dadas con la edificación. La primera. Su diseño estaba determinado por el mandante del proyecto, que encargó un Masterplan a la oficina Krause Bohne GmbH, en Alemania. La segunda. En el proyecto original se establecía el uso del suelo y el modelo del edificio, las curvas y el lineamiento sustentable.

Con estas exigencias, la oficina +Arquitectos recibió el proyecto, donde el principal requerimiento era el de respetar el diseño original y considerar la eficiencia energética. ¿El resultado? "Un edificio de tres niveles de oficina, con un cuarto de terraza y dos subterráneos de estacionamientos, compuesto de un cuerpo principal conformado por un gran hall central que abarca toda la altura del recinto", comenta Marcelo Leturia, arquitecto socio de + Arquitectos.



GENTILEZA LA NUBE



## FICHA TÉCNICA

### EDIFICIO TRANSOCEÁNICA

**UBICACIÓN:** Avenida Santa María 5888, Vitacura

**CLIENTE:** Empresas Transoceánica

**ARQUITECTOS:** Oficina +Arquitectos (Alex Brahm, David Bonomi, Marcelo Leturia, Maite Bartolomé, Felipe de la Jara)

**EMPRESA CONSTRUCTORA:** Sigro

**INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS:** BAU Ltda.

**CONSULTOR CERTIFICACIÓN LEED:** IDIEM

**FACHADA:** Estructura metálica, JOMA; cristales y aluminios, Accura Systems; toldos automatizados, Indenor; quiebravistas, Hunter Douglas

**SUPERFICIE TERRENO:** 20,000 m<sup>2</sup>

**INVERSIÓN APROXIMADA:** US\$ 15 millones

En el mismo terreno, el Masterplan integra desarrollos futuros donde se levantará el "Business Park" de Santa María de Manquehue, en que se proyectan otros edificios de oficinas, vivienda, un anfiteatro y restaurantes. El primer reto comienza en el suelo. Son las curvas modelo.

### IMPERMEABILIZACIÓN

Dada la proximidad al río Mapocho, había que proteger el recinto del agua subterránea. Para lograrlo, se usó un sistema mixto de drenaje, mediante la aplicación de cubo dren y celdas drenantes. "Nos encontramos con un terreno de buena calidad, pero con abundante napa de agua que se agotó con motobombas", comenta Eugenio Araos, administrador de obra de la empresa constructora Sigro. Tras esta tarea, para contener las aguas lluvias se aplicó el sistema cubo dren, que reemplaza al tradicional drenaje construido en obra con bolones de piedra y gravilla, por un cubo de polipropileno de micro celdas, capaz de almacenar agua en un 95% de su volumen, mientras que los antiguos drenajes solo pueden alma-

cenar hasta un 30%. "Este aumento en la capacidad de almacenamiento de agua, se traduce en importantes ahorros en maquinaria, mano de obra y excavaciones", continúa Araos. Posteriormente, el terreno se rellenó y compactó.

El siguiente paso consistió en instalar en los muros perimetrales de hormigón de los subterráneos, un sistema de protección en base a células drenantes compuesto de una membrana de impermeabilización, una celda drenante protegida con geotextil y un receptor de agua. "Lo que hace este sistema es liberar de presión las paredes del subterráneo, evacuándola de inmediato, y quedando como una barrera de impermeabilización", señala Leturia.

Nada se pierde, menos el vital elemento. Para el sistema de clima, el edificio se alimenta de agua que se extrae desde un pozo profundo (geotermia) de 75 m, que entrega del orden de 7 a 10 litros por segundo, con una temperatura promedio de 12° celsius. Una vez que el líquido circula por el sistema de clima, se conduce hacia unos espejos de

## Consultoría en Certificación LEED

### EXPERTOS EN ASESORÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE Certificación LEED y Simulación Energética

- ✓ Equipo multidisciplinario con amplia experiencia en la asesoría para la obtención de Certificación LEED.
- ✓ Comisionamiento básico y avanzado desarrollado por ingenieros especialistas, miembros de ASHRAE.
- ✓ Evaluación técnico-económica para la implementación de energías renovables en terreno.



AMPLIA EXPERIENCIA  
En Certificación de  
Edificios Verdes



agua, los que interiormente poseen un ecosistema en base a microorganismos que permiten oxigenar y filtrar el agua para mantenerla limpia. Bajo los parámetros sustentables del proyecto, se determinó que el excedente se destinara en riego de jardines y parques, con lo cual el ciclo del agua se completa retornando a la tierra.

## FACHADA

Seguimos subiendo. El edificio está construido en base a marcos rígidos de hormigón armado con pilares estructurales, los que alcanzan, en el hall central los 90 cm de diámetro, y en el resto del edificio los 70 cm, que recorren desde el segundo subterráneo hasta la cubierta, y vigas invertidas de 70x60 cm, que sostienen las losas del edificio. "Por los sistemas de pisos técnicos y de clima (ver más adelante), se necesitaba tener losas lisas y sin muros, por ello se construyeron vigas invertidas, para flexibilizar la pasada de las instalaciones", apunta Alex Brahm, arqui-

GENTILEZA BAW LTDA.



**Instalación del sistema cubo dren, que reemplaza al tradicional drenaje construido en obra con bolones.**

diseño de una fachada en capas, totalmente prefabricada, compuesta de cristales de baja emisividad insertos en una estructura metálica especial. Ésta se compone de un sistema de toldos automatizados por el exterior, complementado por una piel de celosías de madera, elementos que en su conjunto protegen de la radiación, a la vez que aseguran las vistas hacia el exterior.

Suena simple, pero no lo fue. Vamos del interior al exterior. Empezamos por la estructura metálica. Maestranza JOMA S.A. se adjudicó la fabricación y montaje de la estructura metálica, con un alcance de 163 toneladas. "Están constituidas por 301 columnas perimetrales verticales al edificio, construidas con perfiles laminados y conectadas entre sí por medio de planchas de acero

tecto socio de +Arquitectos.

La forma curva de la estructura determinó el primer reto constructivo. El diseño original contemplaba mantener el paisaje que brinda el cerro Manquehue. Pero al mismo tiempo, había que protegerlo del sol. Se llegó así al

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 53



EDIFICIO TRANSOCEÁNICA

**PERI – TRIO, RUNDFLEX Y MULTIFLEX**

La solución más versátil, fácil y rápida para sus proyectos



Encofrados  
Andamios  
Ingeniería

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



2



1



3

## FACHADA PREFABRICADA

1. Fachada con andamios y colocación de la estructura metálica.
2. Detalle de los perfiles verticales.
3. Estructura con los cristales instalados.
4. Edificio terminado con las celosías colocadas.



4

y perfiles especiales de nuestra fabricación, por medio de conexiones soldadas, constituyendo un total de 6.836 piezas, de 792 tipos diferentes”, señala Hans Schumacher, gerente de proyectos de Maestranza JOMA.

El procedimiento de construcción de la estructura se dividió en tres etapas principales: ingeniería de detalle, fabricación y montaje. La más crítica fue esta última, ya que existían elementos estructurales que debían quedar instalados durante el proceso de construcción de la obra gruesa. Aprobada la ingenie-

ría de detalle, y en forma paralela, el proveedor de los cristales (Accura Systems) dio inicio a la fabricación de cristales curvos en el extranjero, no existiendo cabida para modificaciones posteriores y contando con estrictas tolerancias.

Esta situación se hizo especialmente evidente durante el proceso de soldadura en terreno de los elementos transversales a las columnas. Es una faena in situ y al aire libre que debió utilizar soldadura en varillas, las que tienen un alto nivel de contracción du-

rante la etapa de enfriamiento, traspasando al conjunto estructural las desviaciones causadas por la acumulación de este efecto, que no eran permisibles.

La solución final consistió en incorporar una serie de puntos de separación en la secuencia de montaje, fabricando piezas especiales de ajuste en cada uno de esos puntos en todos los niveles del edificio. “Producto de la compleja arquitectura y el alto requerimiento técnico que la instalación de cristales requeriría posteriormente, se debió modelar digitalmente el 100% del edificio en tres dimensiones, mediante el software “Tekla Structures”, señala Hans Schumacher.

Una vez montada la estructura metálica, era el turno de los cristales. Con esos mismos puntos traqueados, se fabricaron los cristales y las celosías de madera. Se instalaron más de 100 columnas verticales cada 90 cm, que recorren desde el primero hasta el piso cuarto. “Los cristales tenían una tolerancia mínima de 2 mm, por lo que el trabajo de fachada duró varios meses. Había curvas y contracurvas que generaron problemas. El

clima no ayudaba mucho, ya que con el calor la jaula metálica se empezó a virar (deformar)", comenta Eugenio Araos.

Es el turno de los toldos. "Son cortinas comandadas por un sistema de control central, dispuestas entre las celosías y los cristales, las que según la posición del sol, ascienden o descienden de acuerdo a la necesidad", comenta Marcelo Leturia. El edificio se modeló, georreferenció y calendarizó mediante el software Solartrak, que considera su ubicación en el planeta y además posee una estación radiométrica que mide la radiación. "Por lo tanto, cada uno de los paños de cristal están individualizados y la estación radiométrica indica cuándo el sol afecta directamente el edificio", explica Alex Brahm.

Ahora las celosías de madera. "Teníamos que sombrear para proteger el recinto, en especial del asoleamiento norte en verano, pero manteniendo la vista hacia el cerro Manquehue. Esto obligaba a tener una fachada muy acristalada y transparente", resume Leturia. Se llegó así a una segunda piel, a 80 cm de los cristales, formada por celosías de madera, que elaboraron los arquitectos en conjunto con Hunter Douglas. Fue muy difícil de resolver, porque el edificio era curvo y no compuesto por una única curva, sino que por múltiples curvas unidas.

"Habíamos investigado bastante el tema de las fachadas, en base a celosías de madera, pero éstas se hacían artesanalmente, lo cual era muy complejo, en particular para un edificio de esta envergadura. Por ello desarrollamos, en conjunto con Hunter Douglas, una pieza de madera que se seca en horno y se le elimina la humedad. Luego se vuelve a inyectar con un polímero inerte, recuperando su peso, pero sin

humedad", comenta Leturia.

Las celosías llegaron prefabricadas, dimensionadas y con la base puesta. Se implementó un sistema de fijación con rieles verticales que fueron montados en los traslapes, quedando la pieza de celosía clipeada. Así, primero se montaban los rieles en la fachada, y luego las maderas se iban clipeando. Un dato adicional. Las celosías se fabricaron sin rectificación de medidas, a pesar que el edificio tiene todos sus radios distintos por su forma curva. Seguimos sufriendo, ahora por el interior.

### SISTEMA DE CLIMA

El edificio debía ser eficiente y sustentable. El reto estaba dado en la aplicación de tecnologías tanto en clima interior como en el confort ambiental. Para el sistema de climatización se optó por instalar pequeñas tuberías capilares de 3 mm de diámetro interior, montadas en una parrilla por donde fluye agua caliente y fría. Esta tecnología se aplica con éxito en Alemania, y se conoce como "Cielos fríos" o "Parrillas Radiativas".

Las parrillas se fijan a la superficie de las losas mediante golillas plásticas, y necesitan de un sistema apropiado para revestirlas que garantice su correcta adherencia, terminación y comportamiento. Para revestir se utilizó yeso proyectado, quedando una terminación de cielo enlucido. El revoque se realizó con yeso proyectado de la empresa Romeral. Dentro de los desafíos que presentaba el edificio se encontraban las grandes superficies de cielo, de un espesor superior al tradicional en revoques, alcanzando a los 20 mm de manera de dejar completamente recubiertas las parrillas. La mezcla y aplicación de yeso proyectado se realiza en forma mecánica con una presión exacta y constante, un flujo uniforme de material y a una velocidad varias veces superior a la aplicación manual. El tiempo de trabajabilidad del yeso proyectado es de 90 minutos, eliminando la posibilidad de aplicar material ya fraguado. Con esto se asegura la total adherencia entre el yeso y la losa, lo cual en conjunto con su menor peso por m<sup>2</sup> minimiza la posibilidad de desprendimiento del revoque. La consis-



GENTILEZA BAU LTDA.

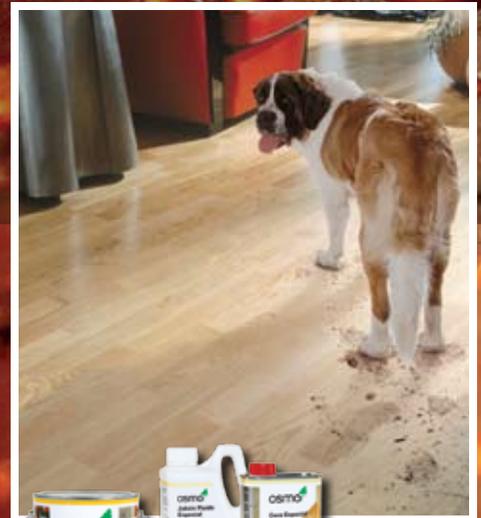
### SISTEMA DE CLIMA

Yeso proyectado sobre las parrillas radiativas.

**osmo**<sup>®</sup>  
...in form und farbe

## CERAS Y ACEITES NATURALES

### Tratamiento y Protección para Madera



*Natural · Rápido  
Alto Rendimiento*

Isabel La Católica 4383  
Las Condes, Santiago  
Fono: 470 0200  
Email: [ventas@ravena.cl](mailto:ventas@ravena.cl)

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



GENTILEZA +ARQUITECTOS

1

## PISOS ELEVADOS

1. Panorámica de la colocación de los pedestales bajo el deck en madera de la azotea.
2. En interiores. Colocación de la estructura metálica.
3. Vigas invertidas que generan los espacios para instalar los plots.



GENTILEZA BAU LTDA.

2

el agua de los capilares. Por otro lado, la renovación de aire se hace mediante la incorporación de aire fresco exterior a baja velocidad (0,2 m/seg.) a través del piso, el que sube por convección donde hay objetos que emanan calor (personas, equipos, etc.), que luego se recupera y conduce hacia la manejadora de aire para preenfriar o precalentar el aire que ingresa, sin ser mezclado, a través de un recuperador de calor.

4 cm de espesor, donde se genera un piso falso. Estas palmetas van instaladas sobre plots regulables de plástico. Bajo ellos hay una gran losa impermeabilizada con pendientes que conducen el agua al exterior del edificio, lo que permite que el agua caiga y se introduzca por los intersticios entre palmetas, cayendo naturalmente hacia la pendiente del terreno. En azoteas en tanto, el sistema de plots evita peso innecesario sobre el edificio, por lo mismo estos pedestales también fueron colocados bajo el deck en madera de la azotea del cuarto piso.



GENTILEZA +ARQUITECTOS

3

## PISOS ELEVADOS

El sistema de clima determinó una exigencia no menor. Ante la imposibilidad de perforar las losas de cielo por la existencia de los capilares, se optó por llevar las instalaciones por el piso, lo que a su vez obligó a ocupar pisos técnicos, "sistema constructivo que en Chile no estamos muy acostumbrados a utilizar, mucho menos en edificios de oficinas", indica Marcelo Leturia.

En interiores, estos plots se montaron sobre una estructura metálica tradicional, que a su vez va apernada a la losa y a vigas invertidas. Como terminación se fabricó un producto especial en base a palmetas de madera de bambú de 4 mm, obteniéndose un piso elevado de alto estándar.

Un recinto de oficinas cuyas características arquitectónicas y tecnológicas lo hacen ser uno de los más verdes de Chile. Un edificio de curvas modelo. ■

[www.transoceanica.cl](http://www.transoceanica.cl);

[www.masarquitectos.cl](http://www.masarquitectos.cl); [www.sigro.cl](http://www.sigro.cl)

## ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Edificio ACHS en Curicó. Aislación segura". Revista BIT N° 70, Enero de 2010, pág. 86.
- "Titanium La Portada. Altos desafíos". Revista BIT N° 67, Julio de 2009 pág. 22.

## ■ EN SÍNTESIS

**La exigencia de proyectar un edificio de oficinas sustentable y amigable con el medioambiente, determinó retos técnicos y constructivos en la nueva casa matriz de las empresas Transoceánica. Destaca una fachada completamente prefabricada que requirió el cruce de tres especialidades, y la aplicación de un sistema de clima en base a cielos fríos.**

tencia del material y su método de aplicación mecánica a corta distancia con flujo constante resultan en que el yeso utilizado queda en su lugar sin caer al suelo como rechazo, evitando la pérdida de material.

El sistema de cielos fríos funciona de forma distinta a los sistemas convencionales de climatización, que lo hacen por inyección de aire frío o caliente. Para enfriar los cielos se extrae agua desde el pozo profundo, y se hace pasar por un intercambiador de calor. Como sistema de respaldo, por si no alcanza a cubrir la demanda de frío, hay un chiller con bomba de calor, que en invierno calienta

los pisos elevados van montados sobre pedestales regulables (plots) belgas, solución que favorece no sólo ajustar la altura milimétrica, sino también la pendiente, de manera de corregir la proyectada en la losa para evacuación de aguas lluvias. Así, "el sistema permite registrar cualquier tipo de instalación, pero también es muy práctico al momento de enfrentar problemas en la impermeabilización, ya que ante una eventual reparación, se debe levantar el pavimento y volver a aplicar el impermeabilizante", comenta Eugenio Araos de Sigro.

Así, alrededor del edificio se observa un pavimento en base a palmetas de granito de

# Durante el pasado 5 y 6 de octubre visitó Santiago una misión del Grupo Exportador de Ascensores (GEA) de la República Argentina

La misión se inició con un Taller de Presentación del Grupo Exportador de Ascensores –GEA– que tuvo lugar el martes 5 de octubre en la Residencia Oficial del Embajador de la República Argentina, D. Ginés González García, quien recibió personalmente a los empresarios argentinos y a los chilenos que fueron invitados. La misma se inició con una exposición común del GEA y otra del Gerente General de la Sucursal del Banco de la Nación Argentina, Marcos Farello, en la que ilustró sobre las líneas crediticias que esa entidad dispuso con motivo de la reconstrucción de Chile. A continuación, se desarrolló un “showroom” en el que cada firma argentina expuso sus respectivos productos y servicios ante contrapartes del mercado chileno.

El encuentro empresario fue considerado un éxito por el interés que las empresas chilenas demostraron en productos ofrecidos por el GEA, tanto para su adquisición como para establecer eventuales alianzas que resulten en la integración productiva de los respectivos sectores privados de Chile y Argentina.

El GEA, es un conglomerado de empresas argentinas que se conforma en el año 2002 con el objetivo de incursionar específicamente en mercados externo ofreciendo una amplia gama de productos y piezas de alta calidad para el ascensor además de ascensores familiares completos y kits.

Las empresas que conforman el GEA tienen una vasta trayectoria en el sector, un fuerte posicionamiento en el mercado local y una amplia experiencia exportadora que mantienen gracias a los estándares de calidad adecuados a los mercados más exigentes. Los productos de estas empresas ya son adquiridos en América Latina, en países como Chile, Brasil, México, Panamá, Paraguay, Uruguay, Perú y Bolivia.

Quienes integran actualmente el GEA son Ingeniería Wilcox S.R.L., Adsor S.A., Mizzau S.A., Repuestos Aconcagua S.R.L., Industria Ballester, Coelpla Sudamericana S.A. y G&T S.R.L.



Aquellos interesados en conocer mayores detalles sobre los productos que ofrecen las empresas del GEA o en contactarlas pueden hacerlo consultando su página web oficial, [www.geaascensores.com.ar](http://www.geaascensores.com.ar) o dirigiéndose a su Gerente, Lic. Marta Fernanda Becce ([info@geaascensores.com.ar](mailto:info@geaascensores.com.ar), tel. 54-911-4166-4150)

- Las nuevas cerraduras y controles de acceso han superado la barrera de la seguridad. Ahora el diseño y la sofisticación esconden una alta protección.
- Desde cerraduras digitales hasta controles de acceso y aproximación. Es el diseño seguro.

# INNOVACIÓN EN CERRADURAS DISEÑO SEGURO



ALEJANDRA HALES H.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**L**a seguridad es primordial a la hora de ejecutar nuevas construcciones y remodelar las existentes. Y para ello los últimos desarrollos en cerraduras han tomado en cuenta las nuevas necesidades del mercado. Así, y según el tipo de edificación, se requerirá de un control de acceso de alta seguridad, un acceso restringido o una forma sencilla y rápida de circular. Para cada caso existen tres factores primordiales que toda cerradura debe considerar: diseño, materialidad y función. El diseño seguro está de moda.

GENTILEZA ASSA ABLOY





GENTILEZA ASSA ABLOY

1



GENTILEZA ASSA ABLOY

2



GENTILEZA ASSA ABLOY

3



GENTILEZA DUCASSE

4

## 1. CONTROLES DE ACCESO DIGITALES

Corresponden a cerraduras electrónicas digitales que se distinguen por su innovación, originalidad y perfeccionamiento, manteniendo estándares de calidad en sus terminaciones. El nombre indica su función: controlar los accesos de entradas exteriores, principales e interiores. En esta categoría encontramos los siguientes desarrollos:

### ■ CERROJO DIGITAL

Estos modelos cuentan con teclados de pantalla touch para controlar accesos, ya sea mediante cerrojos electrónicos y cerraduras embutidas. Están diseñados para puertas de madera y metal. Dentro de los modelos YALE está el Cerrojo Digital YDR2108, cerradura de alta tecnología para sobreponer y que opera con clave ó PIN de 4 a 12 dígitos y llaveros con tecnología i-Button, que permiten hasta 20 usuarios. La cerradura pareciera no tener apertura, “una vez que se toca la pantalla se activan los colores y los dígitos. Se puede hacer uso del llavero para la apertura o sólo usar la clave. En caso de que se trate de forzar, automáticamente se activa una alarma”, señala César Montesinos, encargado de Proyectos Institucionales de ASSA ABLOY Chile. También se activa si detecta más de 60° C en caso de emergencia de incendio. Posee un cierre au-

tomático luego de verificar que está correctamente cerrada la puerta. Además posee control remoto opcional que permite un control de apertura a distancia máxima de 30 metros.

### ■ SISTEMA BIOMÉTRICO DE HUELLA

Otro desarrollo es la YDM4109 Easy Scan, cerradura embutida con tecnología que lee huellas dactilares sin necesidad de abrir o cerrar una tapa. Funciona con tecnología biométrica One-touch Fingerprint con una capacidad de acceso para veinte usuarios. En caso que el lector digital falle, está la opción de insertar un código. Ante una emergencia, se activa automáticamente el cerrojo al utilizar la manilla interior, protegiendo en caso de intento de robo y, a su vez, posee un sistema antipánico que permite una fácil apertura. Al igual que el modelo anterior, tiene la característica de alarmar cuando se está forzando la entrada o ante un incendio.

En un ambiente de multiusuarios, puede programarse en modo de seguridad maestro para que el controlador pueda registrar y borrar los usuarios, mientras que el modo normal controla todos los usuarios a la vez.

Estas cerraduras “se bloquean cuando se digitan tres claves distintas, a los cinco minutos después se vuelve activar el sistema. Además, ambas cerraduras funcionan con

**1. Cerrojo electrónico con clave y llavero YDR2108. Una vez que se toca la pantalla se activan los colores y los dígitos. Se puede hacer uso del llavero para la apertura o sólo usar la clave. En caso de que se trate de forzar, automáticamente se activa una alarma.**

**2. Cerradura electrónica digital con clave y huella digital YDM4109 Easy Scan. Posee la característica de tener Guía por Voz, es decir, una voz que guía y permite ver en qué estado está la operación y cómo aplicar cada característica.**

**3. Cerradura DRAFT cuya tecnología incluye tres llaves multipunto y cuenta con acceso de hasta 1.000 usuarios.**

**4. Control de acceso Smartair que incluye distintas posibilidades en una misma cerradura. Además de recintos hospitalarios, este sistema también está pensado para un refugio en la cordillera, por ejemplo, cuando el usuario sale a esquiar, es más práctico andar con la pulsera que con una tarjeta.**



GENTILEZA A.S.A. ABLÖY

**1.** Las cerraduras electrónicas Vingcard con tecnología NFC se encuentran implementadas en todo el mundo. En Chile, los hoteles Kunza Atacama y Hotel Playa Grande Pucón, se encuentran habilitados con cerraduras electrónicas.

**2.** El sistema RF de G-U, se acciona mediante una tarjeta magnética por aproximación, permitiendo desarrollar un control a través de amaestramiento.



GENTILEZA G-U

batería AA alcalinas y cuentan con llave mecánica en caso de emergencia”, comenta Montesinos. Una opción si se trata de una cerradura Heavy Duty para puertas exteriores es la cerradura digital tubular DRAFT que cuenta con acceso de hasta 1.000 usuarios, diseñada para soportar condiciones extremas de clima y temperatura.

**2. CONTROLES DE ACCESO DE APROXIMACIÓN**

Tecnología que se puede utilizar en cualquier lugar, desde espacios comunes de alto tráfico hasta en domicilios privados. “Si se tiene una cerradura embutida, se pueden cambiar las manillas por este juego de placas, logrando un control en base a una tarjeta con chip de proximidad, conocida como tecnología MIFARE, la misma que hoy en día se utiliza en el Metro, a través de la técnica de acercamiento”, apunta Ximena Moris, jefe de especificación y proyectos de Ducasse. “Son cerraduras antipánico y automáticas, lo que significa que no es necesario cerrar con llave, ya que se dispara en forma automática el bloque de seguridad y en caso de emergencia, aunque la cerradura esté con llave, permite escapar, ya que es antipánico”, prosigue Moris. En esta línea destacan las siguientes variedades:

■ **SMARTAIR**

Control de acceso que comercializa la empresa española TESA. Incluye distintas posi-

## LE DAMOS BASE A TUS PROYECTOS

- PILOTES PRE-EXCAVADOS
- PILOTES HÉLICE CONTINUA (CFA)
- MUROS PANTALLA
- MICROPILOTES
- ANCLAJES
- INYECCIONES
- SOIL NAILING
- MURO BERLINÉS
- ENSAYOS DE CARGA



**PILOTES  
TERRATEST**

Av. Alonso de Córdova 5151 of. 1401  
Las Condes, Santiago, Chile  
[www.terratest.cl](http://www.terratest.cl)



**Cerradura electromagnética Securitron es un control de acceso que permite un menor consumo de energía, evitando el recalentamiento del dispositivo.**



GENTILEZA ASSA-ABLOY

Los lectores HID están implementados en el edificio habitacional Dublé Almeyda. El sistema lee tarjetas y llaveros con tecnología de proximidad.

bilidades en una misma cerradura. Su diseño y características ofrecen importantes beneficios, algunos de ellos son:

**Sistema Offline:** Por medio de un software portátil permite gestionar a los clientes un control de acceso de las tarjetas, monitorización del uso de puertas y restricciones de horario en cada usuario.

**Autoprogramable:** Permite agregar y borrar usuarios usando una tarjeta programadora, sin software ni equipos de programación.

**Update Online:** Control centralizado y sin cableado de todas las puertas. Esta nue-

va generación del sistema Smartair mantiene todos los beneficios de las cerraduras electrónicas offline, pero con la ventaja de tecnología Wireless.

**Update On-Card:** Combina características de los sistemas de control de acceso online y offline. Crea una red virtual en su instalación de lectura, escritura y programación de tarjetas.

“Se opera con un sistema de tarjetas, bajo una programadora que se acerca al lector y graba la cantidad de usuarios que se requiera y con otra tarjeta se cierra el circuito. También se puede habilitar el sistema con bandas de horario y restricción a las tarjetas, o hacer una retroalimentación de esa información y saber qué persona intentó entrar en un horario para el cual no estaba habilitado”, comenta Ximena Moris. El sistema offline permite una auditoría de las puertas y un alto nivel de control de acceso, que al ser auto-programable permite agregar y borrar usuarios con la misma tarjeta, sin necesidad de un software ni equipos de programación.

# La fuerza que recorre el mundo hace 60 años, llegó a Chile

Los cargadores frontales Cheng Gong, han recorrido el mundo con su fuerza, eficiencia y relación precio/calidad durante 60 años y hoy, Simma S.A. los trae a Chile entregando todo su respaldo y garantía para empujar su negocio.

<b>Cargador Frontal CG956C</b>
Peso operativo: 17.400 Kg
Capacidad de carga: 5.000 Kg
Capacidad Nominal: 3.1 m

**Consulte por la nueva llegada de cargadores**

**1<sup>era</sup> UNIDADES VENDIDAS**



Casa Matriz: San Eugenio 463, Ñuñoa, Santiago. Tel: (56-2) 346 2700 Fax: (56-2) 239 2066

ventassantiago@simma.cl

www.simma.cl

35 años  
**SIMMA**  
Expertos en tu mundo

Sucursales: CALAMA: Fono: (55) 33 26 43 - calama@simma.cl • ANTOFAGASTA: Fono: (55) 27 38 38 - antofagasta@simma.cl • COPIAPÓ: Fono: (52) 21 24 42 - copiapó@simma.cl • LA SERENA: Fono: (51) 330 100 - laserena@simma.cl • CONCEPCIÓN: Fono: (41) 242 15 39 - concepcion@simma.cl • PUERTO MONTT: Fono: (65) 31 14 36 - pmontt@simma.cl

Contactos Zonales: VIÑA DEL MAR: 07-709 5853 • RANCAGUA: 09-549 4739 • TEMUCO: 08-152 6551 • OSORNO: 08-464 7532 • PUNTA ARENAS ALIANZA SIMMA / BAFCO: 61-696 592

## ALTA SEGURIDAD

**LA IMPORTANCIA DEL CILINDRO:** El cilindro en una cerradura determina el grado de seguridad en un control de acceso y, dependiendo de su materialidad, puede llegar a ser casi indestructible. "Lo importante de un cilindro es la infinita posibilidad de combinaciones. Una cerradura de acceso sin cilindro no funciona. Esta debe ser única e infranqueable para cada usuario (a través de cilindros con pines de acero endurecido, los cuales evitan ser vulnerados a través del uso de taladros), logrando la seguridad adecuada", asegura Vicente Otero, gerente de marketing de G-U Sudamérica Ltda. "Actualmente y dado los altos niveles de delincuencia y facilidades de acceso a las viviendas y empresas, el consumidor busca o privilegia productos de mayor y mejor seguridad, manteniendo la estética y armonía de su hogar", comenta José Luis González, subgerente de ventas de ODIS. Pero si se trata de innovaciones en el extranjero, "el sistema de discos rotatorio exclusivos de los cilindros ABLOY es el más alto nivel de seguridad existente en el mercado mundial y permite lograr hasta 1970 billones de posibilidades de combinación", por ello es fundamental pensar en un cilindro si hablamos de seguridad.



GENTILEZA ODIS

**CERRADURAS MULTIPUNTO:** Las cerraduras embutidas tienen la ventaja de ser un sistema seguro y práctico, manteniendo una puerta lisa, limpia de incrustaciones y variables juegos de llave, ya que a través de una sola entrada se pueden generar variedad de trabas en una puerta. La seguridad está dada en los puntos de cierre, donde una cerradura multipunto garantiza tres o cuatro puntos de cierre con una sola llave. Sin embargo, este tipo de cerradura "no puede instalarse en cualquier puerta, ya que tiene que ser sólida. Además, viene con un escudo protector antitaladro y la llave es en base a puntos, siendo más difícil de copiar, con lo que se obtiene mayor seguridad", asegura Ximena Moris de Ducasse. En su versión automática de cerraduras multipunto, "se activan automáticamente los cierres de la cerradura (4 puntos), esto significa que



GENTILEZA G-U

si se quiere forzar la puerta desde fuera, ésta se traba y genera un doble seguro adicional automático, quedando siempre liberado desde dentro, con el objetivo de salir fácilmente", señala Vicente Otero de G-U Chile.

**ESCAPE SEGURO:** El terremoto de febrero significó a variados establecimientos con alto flujo de personas instalar barras antipánico como un sistema seguro y fiable ante cualquier emergencia para facilitar las vías de escape. Las barras Antipánico sobrepuestas, Touch o Push de G-U están diseñadas para ser abiertas fácilmente, con los hombros, espalda, u otra zona del cuerpo en caso de que no se puedan utilizar las manos.

Otra característica es que "funciona con llave maestra, pudiendo habilitar que una tarjeta abra todas las puertas, lo que provee un completo control, operando como un sistema de amaestramiento electrónico", asegura Ximena Moris, quien agrega que "todo el sistema puede estar en línea por Wireless, sin cableado, tecnología que llegaría durante el año a Chile, pudiendo ser solicitado a pedido". Funciona con tres pilas alcalinas triple A que logran durar hasta veinte mil ciclos, y mientras no está en uso no consume ningún tipo de batería.

### ■ SISTEMAS DE RADIO FRECUENCIA Y NFC

VingCard es una línea de cerraduras electrónicas innovadora en los accesos de habitación para los hoteles. Los expertos destacan que poco a poco comenzará a ser desplazado el tradicional sistema de apertura en base a una tarjeta que al ser insertada en un lector abre la puerta, esto porque se encuentran en el país las cerraduras electrónicas con radio frecuencia que mediante el celular, permiten abrir la puerta de la habitación, a través del Control de acceso RFID o tecnología con radio frecuencia. "Un celular que tenga tecnología NFC (Near Field Communication) permite llamar al hotel, hacer la reservación por teléfono coordinando las fechas de la estadía, luego llega un mensaje de texto al celular del cliente que especifica y confirma los datos, fecha de ingreso y salida, con una clave para el acceso a la habitación. El cliente llega directo al cuarto, digita la clave enviada por mensaje de texto y abre la puerta, evitando pasar por la recepción", comenta César Montesinos de ASSA ABLOY.

Otro sistema que se está implementando en hoteles europeos es la solución a los bloqueos de tarjeta vía radio frecuencia. "Ya no es necesario bajar a la recepción, sino que al momento de ser rechazada la tarjeta para ingresar a la habitación, el recepcionista (independiente del piso en qué se esté), le marca en pantalla que el acceso ha sido denegado y el encargado desde su puesto de trabajo podrá abrir la puerta, reprogramar la cerradura o enviar directamente a alguien a la habitación", con el sistema Visioline de Vingcard, señala Montesinos.

Otra alternativa es la línea de la empresa G-U Sud América Ltda, filial del grupo ale-

## AMAESTRAMIENTO DE LLAVE

ESTE SISTEMA de amaestramiento en llaves o cilindros agrega mayor seguridad y control a una cerradura, pues una llave única permite tener acceso a todo un grupo de cerraduras. “En el sistema de amaestramiento se tiene una llave maestra que permite el acceso a todas las cerraduras de un edificio. Un ejemplo: Un gerente general necesita acceso a cada una de las cerraduras de la empresa (el 100%), pero además necesita destinar otras ‘llaves maestras’ a sus gerentes para que accedan a un menor número de accesos (un 75%) y, a la vez puede destinar ‘llaves maestras’ a los jefes con un acceso

aún más limitado (un 30%). De esta forma se delegan grados de responsabilidad, como si fuera el organigrama de su empresa. Todo esto se logra a través de amaestramientos de cilindros, lo que hace que cada uno de ellos tenga una combinación única”, específica Vicente Otero de G-U Chile.



GENTILEZA G-U

mán Gretch Unitas, en base a sistemas de administración para Hoteles, a través de cerraduras con Sistema RF, que se accionan a través de una tarjeta magnética por aproximación, permitiendo desarrollar un sistema de control a través de “amaestramientos” ya sea para los huéspedes (check in), tarjetas maestras por cada planta del edificio, así como también tarjetas para el acceso a todas las cerraduras del hotel. “De esta forma se pueden delegar responsabilidades, controlar la entrada y salida a través de la memoria de cada una de las cerraduras, la cual almacena los últimos 200 movimientos realizados”, explica Vicente Otero, gerente de marketing de la empresa.

### ■ CERRADURA ELECTROMAGNÉTICA

La cerradura electromagnética Securitron es un control acceso que cuenta con micro componentes y accesorios de alta calidad, permitiendo menor consumo de energía y evitando el recalentamiento del dispositivo debido al uso. Funciona con tarjeta de aproximación para abrir la cerradura, la cual posee una resistencia de 280 kilos.

Para que la energía no se agote en caso de emergencia, se instala una fuente de alimentación con baterías de respaldo, de esta forma, al momento que se corta la luz comienza funcionar la batería de respaldo que mantendrá energizada la puerta. Además, estas cerraduras cuentan con garantía de por vida.

### ■ LECTORES HID

“Los lectores y tarjetas HID cuentan con la tecnología i-Class (datos de transferencia encriptados) que permiten desactivar dispositivos como cerraduras eléctricas, electromagnéticas, destrabadores eléctricos, entre otros”, explica César Montesinos. El lector HID con tecnología de aproximación tiene la ventaja que posee una unidad de control interior para cargar datos a través de un puerto RJ45, es decir internet, “se abre una página en Internet, se le asigna una dirección y me conecto con este equipo en tiempo real. Asimismo, le indico al equipo quién quiero que entre por esta puerta y fijo horarios”, afirma el ejecutivo.

Las cerraduras hoy en día presentan infinitas posibilidades para los usuarios. No sólo es vital la seguridad, también destacan el diseño y sus funciones integradas. Es la innovación bajo un diseño seguro. ■

[www.assaabloy.cl](http://www.assaabloy.cl); [www.yalelock.com](http://www.yalelock.com);  
[www.tesa.es](http://www.tesa.es); [www.yalelafonte.com.br](http://www.yalelafonte.com.br);  
[www.hidcorp.com](http://www.hidcorp.com); [www.vingcard.com](http://www.vingcard.com);  
[www.securitron.com](http://www.securitron.com); [www.abloy.com](http://www.abloy.com);  
[www.odis.cl](http://www.odis.cl); [www.ducasse.cl](http://www.ducasse.cl);  
[www.herrajes.cl](http://www.herrajes.cl)

### ARTÍCULO RELACIONADO

- “Domótica. Control a distancia”. Revista BiT N° 57, Noviembre de 2007, pág. 72.

### ■ EN SÍNTESIS

**El avance en cerraduras sorprende. Desde tecnologías digitales hasta cerraduras automáticas con cilindros de acero endurecido. Si lo que se busca es control o seguridad o ambas en una misma puerta, es posible de obtener, esto sin descuidar la estética y funcionalidad.**

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 63







**Calidad Alemana desde 1907**

**G-U Herrajes Sud América Ltda.**  
 Patricia Viñuela 335-A  
 Lampa - Santiago - Chile  
 Teléfono (56 2) 797 1700  
[ventas@g-u.cl](mailto:ventas@g-u.cl) / [www.herrajes.cl](http://www.herrajes.cl)



Herrajes para Ventanas y Puertas en PVC, Madera y Aluminio



Manillas y Cerraduras para Hotel



Puertas Automáticas



Barras Antipánico



Cilindros y Cerraduras



Cerraduras Multipunto



Cierrapuertas y Quicios Hidráulicos

Visite nuestro nuevo Show Room



Ingrese a [www.herrajes.cl](http://www.herrajes.cl)



■ La llegada del Metro a la comuna de Maipú impuso fuertes desafíos a sus espacios públicos, principalmente a la Plaza Mayor que recibirá diariamente una multitud. Por ello, se encuentra en plena ejecución un proyecto de remodelación que encierra un concepto arquitectónico basado en un gran espacio abierto. ■ No podía ser de otra forma, hay que acoger a un millón de ciudadanos.

## REMODELACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO EN MAIPÚ

# LA PLAZA DEL MILLÓN



CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

La explanada será iluminada con tubos LED empotrados al piso, y en el ángulo norponiente tendrá una depresión de - 7 m, para generar un acceso directo al Metro.



GENTILEZA LMB ARQUITECTOS

## FICHA TÉCNICA

### PLAZA PARA UN MILLÓN DE CIUDADANOS

**MANDANTE:** Municipalidad de Maipú  
**UBICACIÓN:** Av. Pajaritos con Av. 5 de Abril, Maipú  
**SUPERFICIE:** 10.200 m<sup>2</sup>  
**COSTO DEL PROYECTO:** UF 36.500  
**ARQUITECTOS:** LMB Arquitectos y TRI Arquitectura  
**CONSTRUCTORA:** Constructora Internacional S.A.  
**FECHA INICIO DE OBRAS:** Agosto 2010  
**FECHA ENTREGA PRIMERA ETAPA:** Enero 2011

En el sector de avenida Pajaritos se instalarán parasoles metálicos, con diversa vegetación. Este sector también tendrá los dos accesos principales al Metro.



**A COMUNA DE MAIPÚ** se prepara para grandes cambios. La llegada de la extensión hasta su Plaza Mayor impulsó la rearticulación del área central de una comuna que actualmente cuenta con 805 mil habitantes, según una proyección del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para 2010, una de las más grandes del país. Por ello, en 2009 el municipio y Metro de Santiago llamaron a un concurso público de arquitectura planteando el desafío de diseñar una “Plaza para un millón de ciudadanos”. La iniciativa convocó 53 propuestas, resultando ganador el proyecto presentado en conjunto por las oficinas Liphthay Morande Browne Arquitectos y TRI Arquitectura.

El principal desafío que debieron enfrentar los profesionales al momento de diseñar la obra fue la gran afluencia de personas que se proyecta para este espacio a causa de la llegada del Metro, 20 mil personas diariamente, seis mil de ellas sólo durante la hora punta de la mañana. Por ello, el concepto se basa en un espacio abierto, “despejando la zona de mayor volumen de tránsito peatonal, entre la estación y la manzana de servicios municipales. El despeje se realizó generando una explanada, donde también se habilitó un acceso adicional a la estación del tren subterráneo para facilitar el flujo de personas”, explica Antonio Liphthay, arquitecto jefe del proyecto, de la oficina LMB.

El principal desafío que debieron enfrentar los profesionales al momento de diseñar la obra fue la gran afluencia de personas que se proyecta para este espacio a causa de la llegada del Metro, 20 mil personas diariamente, seis mil de ellas sólo durante la hora punta de la mañana. Por ello, el concepto se basa en un espacio abierto, “despejando la zona de mayor volumen de tránsito peatonal, entre la estación y la manzana de servicios municipales. El despeje se realizó generando una explanada, donde también se habilitó un acceso adicional a la estación del tren subterráneo para facilitar el flujo de personas”, explica Antonio Liphthay, arquitecto jefe del proyecto, de la oficina LMB.



GENTILEZA RODRIGO MUÑOZ



La construcción de una explanada a una cota de -2,5 m respecto del resto de la plaza requirió una excavación de aproximadamente 10 mil m<sup>3</sup> de tierra.

La explanada estará en una cota de -2,5 m respecto del resto de la plaza y tendrá un área de 2.600 m<sup>2</sup>, con una forma triangular, con dos de sus lados siguiendo las avenidas 5 de Abril y Pajaritos, mientras que el tercero atravesará el centro de la plaza.

“Este espacio fue calculado para poder acoger una cantidad de público de alrededor de cuatro mil personas sentadas. La idea es que sea flexible para desarrollar distintos ti-

pos de actividades cívicas y culturales como ferias del libro y cine al aire libre”, señala Michel Carles, de TRI Arquitectura.

### MOVIMIENTOS DE TIERRA

La construcción de la explanada trajo consigo la obligación de hacer importantes movimientos de tierra, con un volumen de excavación de unos 10 mil metros cúbicos. Este proceso no estuvo exento de dificultades por

el alto tráfico vehicular de las avenidas que rodean a la obra, que retrasaba el acceso de los camiones. Por ello, la Constructora Internacional S.A., a cargo de las faenas, solicitó los permisos correspondientes al municipio para realizar excavaciones también en horario nocturno. “Por lo ajustado de los plazos, se planificó realizar jornadas nocturnas de excavación de manera de evitar la alta congestión vehicular del horario diurno, condi-

# Cumplimos



## años de sustentabilidad en la construcción

desarrollando soluciones constructivas en armonía con el Medio Ambiente





La plaza contará con una diagonal que conectará las avenidas 5 de Abril y Pajaritos, la que irá acompañada por un talud sobre el que circulará agua, y una rampa para acceso universal.

ción base de este sector neurálgico de Maipú, obteniendo de este modo un mayor rendimiento que la misma actividad realizada en la jornada diurna. Esta estrategia nos permitió cumplir con el plazo estipulado en la propuesta, y comenzar las fundaciones de muros de contención a un mes de haber recibido el terreno", indica Rodrigo Muñoz, ingeniero de oficina técnica de la Constructora Internacional. ¿Y los ruidos por los trabajos nocturnos?

No hubo mayores complicaciones puesto que la obra está emplazada en un área comercial, no residencial.

La explanada será iluminada con tubos LED, para el ahorro de energía, que irán embutidos al piso, cubiertos con un vidrio de superficie satinada y 13 mm de espesor. La instalación de esta luminaria sumó desafíos a la construcción porque una vez finalizada la excavación "se extenderá la base estabili-

zada, para posteriormente ejecutar las canalizaciones para la distribución de cables y conductores hasta cada alumbrado LED. Considerando que los plazos de importación de estos equipos exceden el plazo de ejecución de los pavimentos será necesario dejar embutidos moldes provisionarios para asegurar el receso adecuado para la futura incorporación de la luminaria, oportunidad en la que se deberá realizar el sellado de estanqueidad en superficie. De este modo, una vez que estas cajas provisionarias se encuentren instaladas, y canalizadas, se comenzará a ejecutar el pavimento de hormigón lavado. Este pavimento se extenderá en tramos definidos, conformando una grilla de juntas de dilatación que dibujará paños de 1,2 m x 2,0 metros. El hormigón será premezclado utilizando árido con canto rodado, y antes de iniciar

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 67



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

la diferencia entre lo pasajero y lo perdurable

Obra: Hospital Militar  
Mandante: HOSMIL  
Arquitecto: Misael Astudillo

Baldosas **budnik**

La diagonal en su parte central tendrá un puente sostenido por cuatro pilares. Bajo el puente habrá una escalera que conectará la zona boscosa con la explanada.

el proceso de fraguado se le aplicará un retardador de este proceso, lo que permitirá que el árido quede a la vista al lavar la superficie con agua a alta presión, dejando una terminación rugosa estéticamente buscada. A continuación, se retirarán los recesos para finalmente instalar las luminarias originales con sus respectivas cajas herméticas", explica Muñoz. Este sistema de iluminación empotrada de la explanada será complementado con luminarias en postes.

En el ángulo norponiente de la explanada habrá una segunda depresión para generar un acceso adicional a la estación de Metro, el que a través de una escalera llevará directamente a la boletería de la estación. Este acceso estará a una cota de -7 m, y en esta depresión también se construirán dos locales comerciales, uno sobre otro. El primero de ellos estará en el mismo nivel que el acceso directo a la boletería, mientras que la entrada al local del piso superior estará a la altura de la explanada. Esta subestructura se construirá en hormigón.



GENTILEZA LMB ARQUITECTOS

## DIAGONAL PEATONAL

El área central de la plaza será atravesada por una gran diagonal que en su parte central tendrá un sector como puente, ubicado por sobre la explanada, separando este espacio abierto de la zona más verde de la plaza. El diseño de la diagonal se realizó "tomando los flujos peatonales naturales y para dar la idea de un atajo. Además, se entrega una vista de la plaza bastante singular porque se camina entre una zona boscosa y la explanada", señala Liphay.

El puente consta de vigas transversales apoyadas en cuatro pilares cilíndricos ubicados de forma diagonal en su parte central. La estructura será construida en terreno con hormigón premezclado H40 y una terminación de pavimentos en baldosa microvibrada.

La diagonal contendrá rampas para minusválidos las que serán construidas en hormi-

gón lavado con una pendiente de 6%, mejor a la exigida por la norma (8%).

Bajo el puente de la diagonal y a uno de sus costados se ubicarán las escaleras de gradas prefabricadas que unirán la parte superior de la plaza con la explanada. Tras la excavación se pondrá la base estabilizada, para luego fabricar los escalones en hormigón, y posteriormente sobre éstos se instalarán pesados bloques de gradas prefabricadas de 56 cm x 60 cm x 15,6 cm, cada una. La instalación de las gradas será lenta porque tendrá la complicación adicional de montar y nivelar esos elementos pesados", indica Muñoz.

Las diferencias de altura entre la explanada y el resto de la plaza van a ser trabajadas con taludes, los que tendrán tres modalidades: simples, con caídas de agua y con vegetación. En la construcción de estos elementos, una vez realizadas las excavaciones tomando las debidas precauciones, se harán los fundamentos de los taludes, de zapata corrida, para posteriormente construir los muros de contención y los rellenos. Rodrigo Muñoz explica que "para los taludes inclinados del proyecto de agua ornamental, el proceso de rellenos compactados tendrá una menor velocidad de ejecución que la de los rellenos de los muros verticales, ya que los primeros deberán ejecutarse contra un talud negativo, haciendo más difícil colocar las capas y llegar con los elementos compactadores". Los taludes fueron diseñados con una inclinación de 60°, y en la zona que acompaña a las escaleras irán creciendo desde 10 cm hasta los 2,5 m, con una terminación de pequeños adoquines de hormigón prefabricados.

GENTILEZA LMB ARQUITECTOS



## PROYECTOS URBANOS PARA MAIPÚ

El mejoramiento del centro de Maipú también incluirá la construcción de estacionamientos subterráneos para 317 vehículos, bajo Av. 5 de Abril. Allí, también se proyecta un boulevard que conectará la plaza con el Templo Votivo, mejorando el mobiliario urbano y realzando el comercio. Esta última obra va de la mano con el proyecto de habilitación del mirador del Templo, considerado en su diseño original pero hasta ahora nunca habilitado, para que pueda ser visitado por todo público.

La municipalidad también planea licitar durante el próximo año un parque acuático para la comuna, que también estaría emplazado en la zona centro y la remodelación del mercado municipal, entre otros proyectos.

## TRATAMIENTO DEL AGUA

"El concurso para diseñar la plaza planteaba el agua como un elemento esencial, porque Maipú cuenta con su propio servicio de agua potable (Smapa), administrado por el munici-

## SEGUNDA ETAPA

El proyecto de remodelación de la plaza de Maipú comprendió sólo el lado sur poniente de ésta, abarcando 10.200 m<sup>2</sup>. Sin embargo, aún quedan cerca de 12.000 m<sup>2</sup> sin intervenir, correspondiente al área de mayor vegetación. Este sector será remozado en una segunda etapa, obra que será desarrollada en conjunto con la construcción de un edificio de servicios públicos proyectado frente a la plaza por calle Chacabuco, y que será licitado en 2011.

pio, por lo que el agua representa un patrimonio importante de la comuna”, indica Alberto Pizarro, coordinador de infraestructura y proyectos urbanos de la Municipalidad de Maipú. Por ello, los taludes que acompañan a la diagonal peatonal fueron diseñados con una caída de agua, que funciona con un sistema de recirculación. El líquido luego de escurrir por el talud llega hasta una sentina desde donde es impulsada por bombas para que vuelva a circular. Una de las ventajas de estas cascadas de agua es que sirven para mejorar

la temperatura ambiental en verano.

La plaza también cuenta con un proyecto de evacuación de aguas lluvias, el que originalmente se planteaba como gravitacional, lo que se logró sólo en la parte superior de la plaza, pues en el resto del espacio las diferencias de cota obligaron al “uso de bombas para impulsar el agua de la explanada hasta un colector público. En tanto, el nivel a -7 m, donde se encuentra el acceso al Metro y los locales comerciales, cuenta con dos sistemas para aguas lluvias, uno de absorción y otro de evacuación por bombas”, explica el arquitecto Carles.

El área superior de la plaza, ubicada a nivel de calle, será remozada otorgando mayor sombra con la inclusión de alcorques con nuevos árboles, en doble corrida por el sector de la avenida 5 de Abril, donde también habrá paraderos de Transantiago. Mientras que en avenida Pajaritos también se proyecta instalar grandes parasoles metálicos, los cuales contendrán diversa vegetación como buganvillas. Este sector tendrá los dos accesos principales al Metro, trabajados como escaleras cubiertas por una estructura metálica techada, y el ascensor para acceder a la estación.

La llegada del Metro y la remodelación de la Plaza Mayor traen importantes cambios para Maipú. Una comuna que merece la plaza del millón. ■

[www.maipu.cl](http://www.maipu.cl); [www.lmbarquitectos.cl](http://www.lmbarquitectos.cl); [www.triarquitectura.cl](http://www.triarquitectura.cl); [www.cil.cl](http://www.cil.cl)

### ■ EN SÍNTESIS

**El proyecto de remodelación de la Plaza Mayor de Maipú contempla la habilitación de una gran explanada, que facilitará el tránsito de las más de 20 mil personas que circularán al día por el lugar. Con el mismo objetivo se diseñó una diagonal con su centro como puente, con el fin de que su recorrido además otorgue una singular vista de la plaza al delimitar la zona de áreas verdes con la zona más despejada. La obra también contempla la construcción de taludes que unen la parte superior de la plaza con la explanada, algunos de los cuales llevarán una caída de agua ornamental. Además, se habilitarán zonas de sombra con nuevos árboles y la instalación de parasoles metálicos que serán cubiertos de vegetación.**

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 69

**HILTI**

Programa de cálculo  
Hilti PROFIS anclor 2.1

300

Nsd

400

**Diseño de anclajes en un click.**

Hilti. Mejor desempeño. Máxima duración.

340

200

El nuevo PROFIS Anclor 2.1 hace del diseño de anclajes una tarea más rápida y sencilla. En pocos pasos es posible:

- Alcanzar una mayor productividad en un dinámico entorno 3D.
- Optimizar y ajustar geometrías en un click.
- Obtener informes de cálculo más completos.
- Disponer lo último en fichas técnicas, homologaciones o detalles CAD.

El software está disponible para su descarga gratuita en : [www.hilti.cl](http://www.hilti.cl)

Hilti Chile | Av. Apoquindo 4775, Of 404, Las Condes | Santiago | T 600-655 3000 | F 655 3082 | [www.hilti.cl](http://www.hilti.cl)

# Vivir el progreso.

## Grúas LTM Móviles de Liebherr.

- Excelentes capacidades de carga en todas las categorías
- Plumas telescópicas largas con variable equipamiento de trabajo
- Gran movilidad y breve tiempo de montaje
- Extenso equipamiento confortable y seguro
- Servicio del fabricante a nivel mundial



Liebherr Chile S.A.  
Av. Nueva Tajamar 481, Of. 2103 y 2104  
Edificio World Trade Center, Torre Sur  
Las Condes, Santiago - Chile  
Phone Office: +56 2 5800711  
Fax Office: +56 2 5848029  
[www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

# LIEBHERR

El Grupo

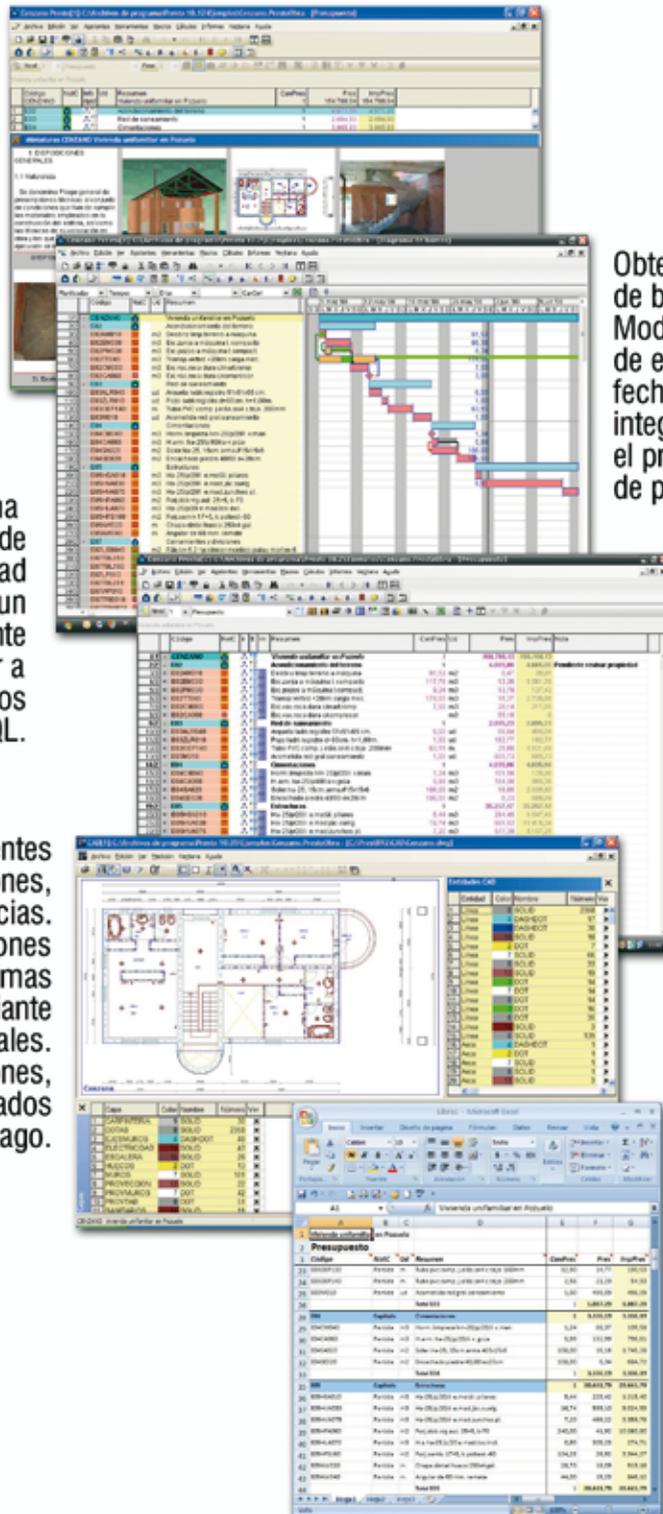
# Para conocer los costos del proyecto antes, durante y después del Presupuesto



Con los más avanzados recursos de Windows podrá componer y ajustar el presupuesto a partir de bases de datos con precios y partidas de proyectos anteriores.

En esta versión, Presto ha cambiado el motor de base de datos, dando mayor agilidad al trabajo multiusuario, por un eficiente sistema de cliente servidor, pudiendo acceder a una obra en una base de datos SQL.

Utilice las más potentes mediciones con expresiones, fórmulas y referencias. Recupere las mediciones automáticas de los programas de CAD más usados, mediante enlaces bidireccionales. Gestione modificaciones, aumentos de obra y estados de pago.



Obtenga de forma automática el diagrama de barras a partir del presupuesto. Modifique duraciones, traslapes, cantidad de equipos y precedencias o altere las fechas manualmente y vea el resultado integrado entre costos y tiempos. Exporte el presupuesto a otros software gestores de proyectos como MS Project.

La utilidad de Presto no termina con el presupuesto. Compare ofertas, planifique económicamente ingresos y costos, programa la ejecución de la obra y realice toda la gestión de control de costos y bodega.

Use y personalice más de cien informes predefinidos. Importe y exporte los informes en múltiples formatos como ASCII, MS Access, HTML, RTF (Word), y PDF. Envíe los onformes a Excel con fórmulas. Cree sus propias macros con Visual Basic.

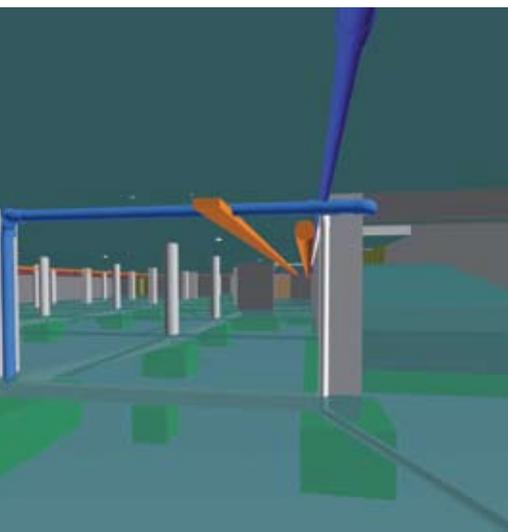


Aminfo Ltda.  
 Huelén 224 Of. 201  
 Providencia. Santiago  
 Fono: (2)3749980 - Fax: (2)2364527  
 comercial@aminfo.cl  
 www.aminfo.cl - www.prestosoftware.cl

# <BIM> MÁS QUE 3D

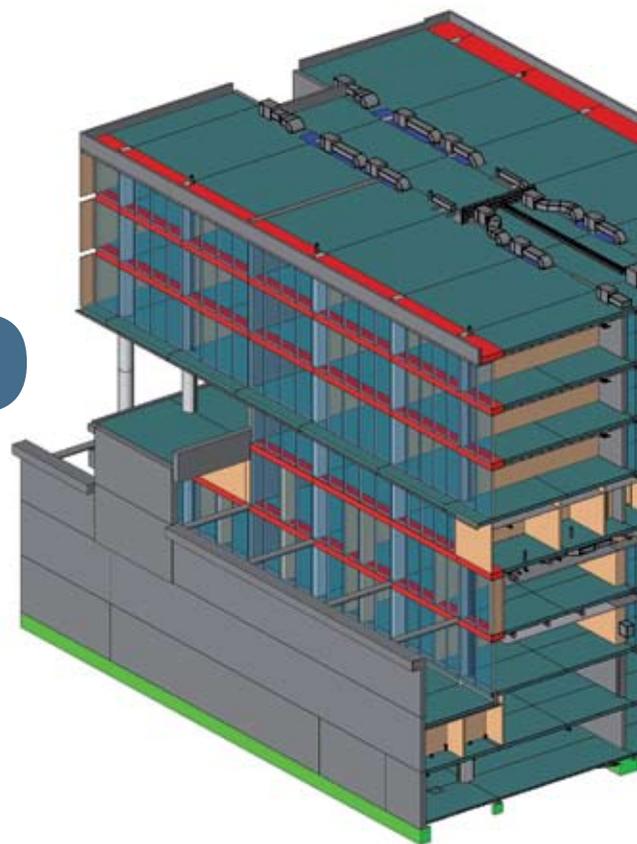
■ La incipiente experiencia chilena en BIM (Building Information Modeling) muestra que esta plataforma para la gestión de proyectos de construcción es mucho más que el modelamiento en tres dimensiones. ■ Entre sus ventajas destaca la centralización de toda la información relacionada con la ejecución de un proyecto y la integración de los actores que materializan una obra como mandante, arquitecto, constructora y contratistas de especialidades.

FRANCESCA CHIAPPA G.  
PERIODISTA REVISTA BIT



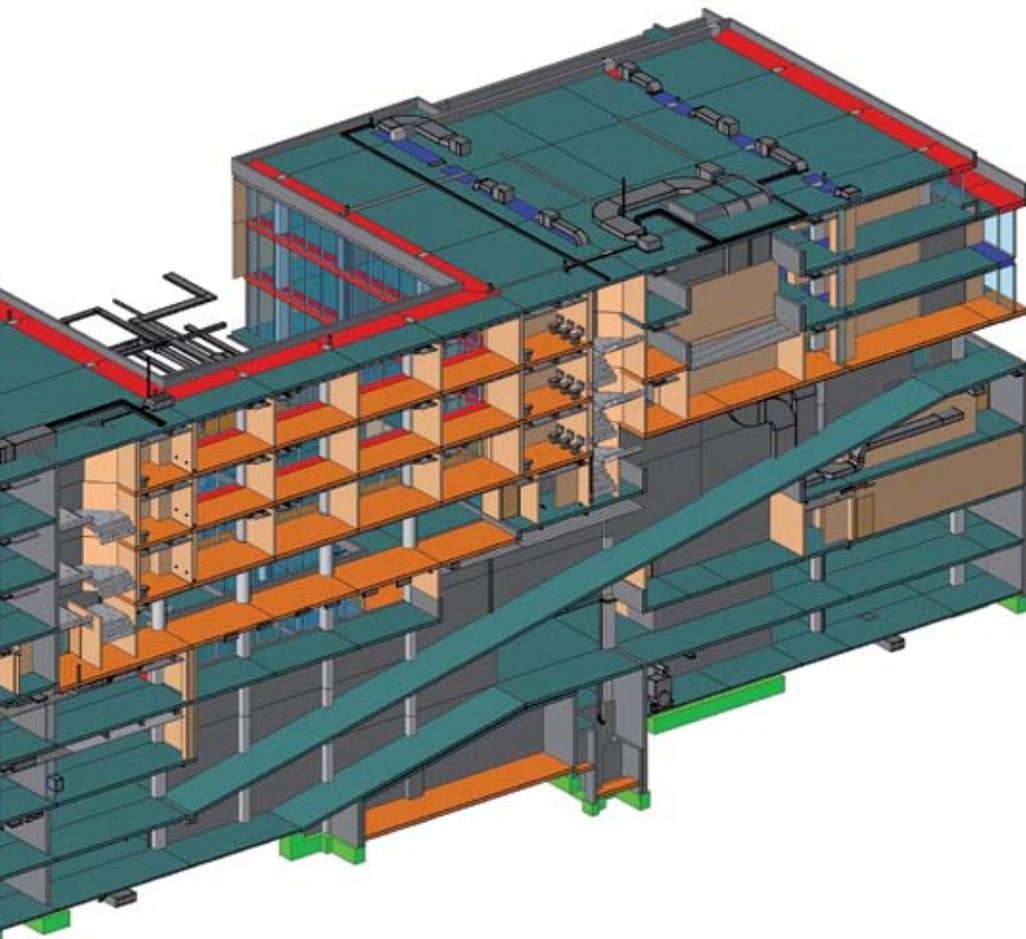
**L**A CREACIÓN de nuevos proyectos de construcción evoluciona. Salta del plano para cobrar vida. En la actualidad, mucho antes de la instalación de faena se puede ver cómo avanzarán las obras y cómo quedará el proyecto terminado. Así, la tecnología complementa y le entrega nuevas herramientas a la imaginación. Al menos, este representa uno de los principales desafíos de BIM (Building Information Modeling), una nueva plataforma tecnológica que realiza el modelado de información para la edificación. Se trata de una única base de información del diseño y proceso de ejecución, que posibilita la construcción tridimensional. Va un paso más allá, porque asocia al modelo 3D información paramétrica de cada uno de los elementos y componentes del proyecto, como la superficie, volumen, propiedades térmicas, precios, especificaciones de productos y terminaciones, entre otros.

Los casos de aplicación de BIM en Chile se

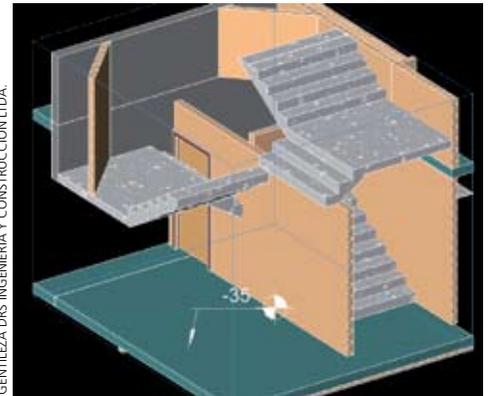


multiplican y los usuarios destacan su capacidad de integración, porque los principales actores en la ejecución de una obra, comparten información en la misma plataforma. ¿Los resultados? Mejor gestión y planificación, anticipándose a potenciales problemas como las típicas interferencias entre especialidades. Entonces, ganan todos, no sólo el responsable del diseño. "BIM no representa sólo una tecnología útil para arquitectos. Es una herramienta muy valiosa para todos los profesionales que desean emprender un proyecto importante. Para ellos, resulta menos complejo entenderlo a través de imágenes tridimensionales que en un plano. Con BIM pueden recorrer la estructura de principio a fin, identificando los problemas antes de iniciar la construcción, evitando así problemas mayores cuando la obra ya está avanzada", afirma Juan Carlos del Río, gerente de Estudios y Desarrollo de DRS Ingeniería y Construcción Ltda.

El profesional abordó un tema clave: El seguimiento de todos los elementos que com-



Inacap – Sede Santiago Centro, es una de las edificaciones realizadas previa utilización de BIM.



GENTILEZA DRS INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LTDA.

ponen la obra. Así, se cuenta con toda la información sobre el proyecto de manera centralizada y no diseminada en diferentes lugares, evitando acumular varias versiones de la misma información con las incompatibilidades que esto conlleva. Los especialistas señalan que, por ejemplo, no resulta extraño encontrar planos desactualizados en terreno y no siempre existe una adecuada coordinación entre mandante, arquitectura, ingeniería, constructoras y contratistas de especialidades. Es más, por la escasa interrelación que existe entre los subcontratistas, ellos representan uno de los actores más beneficiados con el BIM porque esta plataforma les posibilita “dialogar” entre sí.

En definitiva, este nuevo modelo permite diseñar en 3D, cubicar y calcular costos antes de la excavación, reduciendo así los tiempos de producción de un proyecto al permitir una toma de decisiones más rápida y con mejor documentación. La empresa Cruz y Dávila Ingenieros Consultores, repasa un aspecto de su experiencia: “El sistema acompaña permanentemente la obra, desde la fase de diseño hasta su ejecución y mantenimiento. Por ello, al identificar y cuantificar tempranamente los problemas, se reducen significativamente los costos. De esta forma, se beneficia a mandantes, inversionistas e inmobiliarias que entregan un proyecto mucho más preciso para su ejecución. Algo, que también re-

sulta provechoso para los actores que realizan la construcción, siendo más eficientes y optimizando sus costos”, señala Ignacio Vial, responsable del área de Administración Integrada de Proyectos de Cruz y Dávila.

### LAS BARRERAS

Con los beneficios sobre la mesa, resulta ineludible la pregunta: ¿por qué no se masifica la utilización de BIM en la ejecución de proyectos? Para Ignacio Vial, las principales barreras apuntan a la resistencia al cambio de los mandantes. “No es fácil convencer al inversionista de emplear una innovación cuando no la consideran necesaria. Por ello, nuestra estrategia consiste en mostrarles resultados y alcances de otros proyectos BIM para demostrar la real utilidad de la herramienta”.

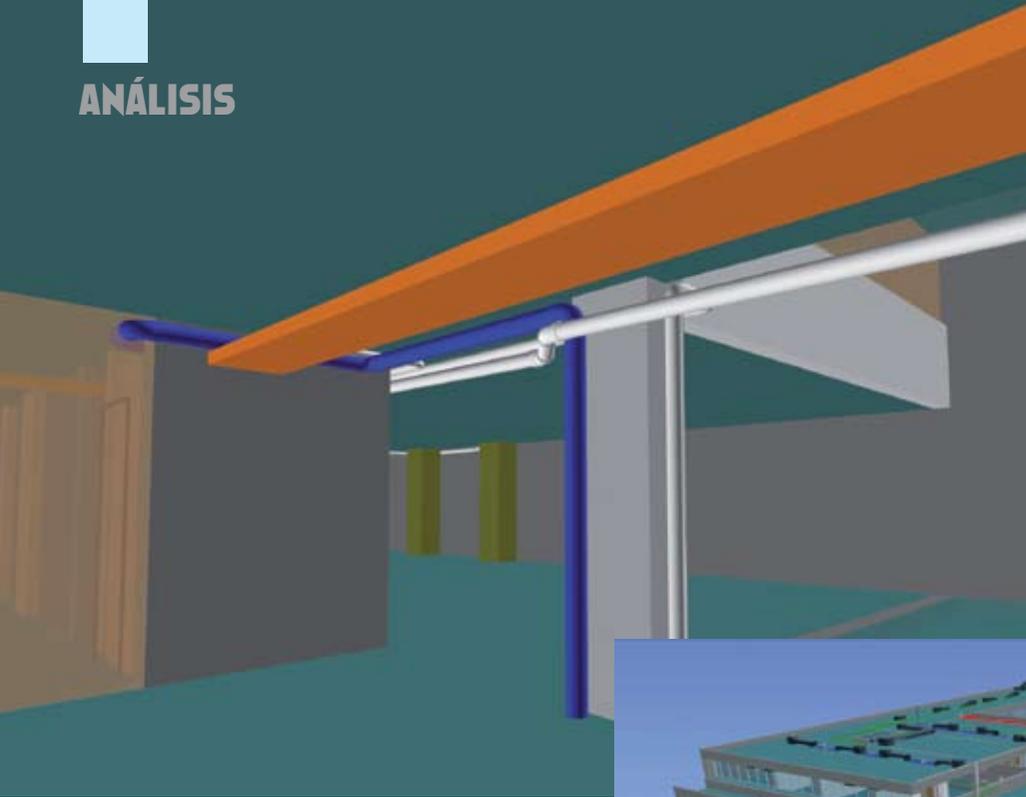


## Ejecución y Asesoría en Fundaciones Especiales y Geotécnia

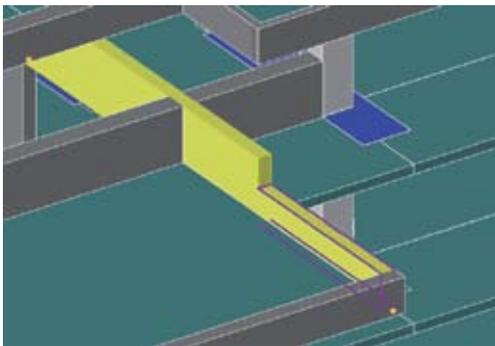
- Anclajes Postensados
- Micropilotes
- Shotcrete
- Soil Nailing
- Inyección de suelos
- Pernos Auto-Perforantes
- Pilotes de H.A. In situ

- Eficiencia y Precisión
- Confiabilidad y Respaldo

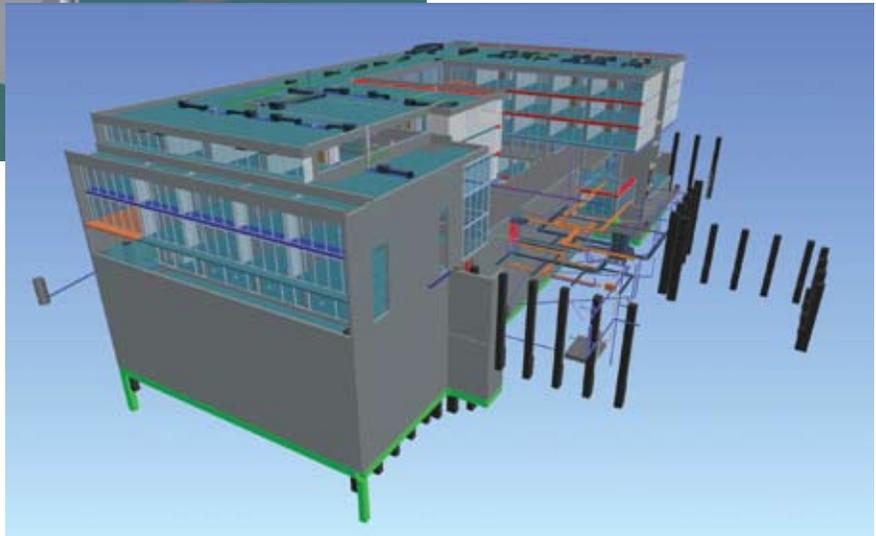




El BIM permite diseñar en 3D, ubicar, calcular costos y reducir los tiempos de producción de un proyecto.



GENTILEZA DRS INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LTDA.



Por su parte, Juan Carlos del Río sostiene que para expandir el concepto BIM en Chile se debe incrementar la difusión y la capacitación de los profesionales en esta materia. Sin un conocimiento profundo del tema, no se multiplicarán las inversiones en esta tecnología. “Sería muy positivo difundir a los profesionales del área y a toda la comunidad, los beneficios de esta herramienta. Así, se contribuiría a que otras empresas pierdan el temor de incorporar un nuevo sistema como lo fue hace años atrás el AutoCad”.

En materia de promoción de BIM ya hay avances. La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, comprometida con su misión de promover la innovación y desarrollo tecnológico de las empresas del sector construcción presentó a INNOVA CHILE de CORFO un Programa de Difusión Tecnológica denominado “Implementación y Promoción de la Tecnología BIM en Chile”. El objetivo de esta iniciativa consiste precisamente en impulsar la implementación y utilización de Building Information Modeling en la coordinación, desarrollo y revisión de pro-

yectos en la industria de la construcción en nuestro país. El proyecto adjudicado a fines del año 2009 considera dos etapas, la primera de prospección y la segunda de difusión. Esta última comenzará en noviembre y contempla la organización de cursos, talleres, seminarios y desayunos tecnológicos, entre otros. Estas actividades, que concluirán en julio 2011, convierten a CDT en el principal difusor de BIM en Chile. También cumplen un rol destacado las empresas participantes del proyecto: DRS Ingeniería y Construcción Ltda. (Gerenciadora de Proyectos); Echeverría Izquierdo Ingeniería y Construcción S.A. (Constructora); René Lagos y Asociados (Ingeniería Estructural); Ruz y Vukosovic Ingenieros Asociados Ltda. (Ingeniería Sanitaria); TyP Ingeniería y Montajes Eléctricos S.A. (Ingeniería Eléctrica); Newen Ltda. (Ingeniería en Clima); COMGRAP (Proveedores y Capacitadores Software Autodesk).

Finalmente, Ignacio Vial considera que en nuestro país se deberían exigir –al menos para proyectos complejos como hospitales, aeropuertos, y autopistas urbanas– metodologías de trabajo basada en estas tecnolo-

gías, tal como ocurre en Europa y Estados Unidos, en donde la normativa vigente exige utilizar BIM antes de ejecutar obras de gran envergadura. “No debemos considerar el uso de estas herramientas como una opción, sino como la única manera eficiente y responsable de abordar grandes proyectos”.

Si bien, aún queda camino por recorrer, los primeros pasos ya se han dado y con firmeza, prueba de ello son los miles de metros coordinados vía BIM en proyectos de edificación. Algunos de ellos son el nuevo Hospital Regional de Antofagasta, el Edificio de oficinas y locales comerciales - Proyecto Centro La Dehesa, la Clínica Universidad de los Andes, INACAP - Sede Santiago Centro, y Mall Espacio Urbano Viña Centro - Viña del Mar.

Más allá de la velocidad que tenga su crecimiento en Chile, lo cierto es que el Modelado de Información para la Edificación llegó, y llegó para quedarse. ■

**ARTÍCULO RELACIONADO**

- “Aplicación del BIM en Chile. Herramienta Modelo”. Revista BIT N° 68, Septiembre 2009.

# COMGRAP®

# BIM

## Modelo de información constructivo



## ¿Qué es el BIM?

Es un universo de tecnologías de aplicaciones, que centran su comunicación, de forma integrada y concurrente, en un modelo con datos incorporados, que anticipan, analizan y simulan diversos escenarios paralelos y futuros.

## ¿Para quién es el BIM?

La tecnología BIM, principalmente, se alinea con áreas de innovación en empresas que se basen en diferenciación por valor y/o busquen nuevas líneas de desarrollo.

**Área:** Arquitectura, Diseño, Ingeniería y Construcción.

## ¿Quiénes han implementado?

Grandes, medianas y pequeñas empresas nacionales e internacionales. Chile se posiciona en un liderazgo regional con una fuerte tendencia creciente en su adopción. Consulte ejemplos en [www.comgrap.cl/BIM](http://www.comgrap.cl/BIM)

## ¿Claves del BIM?

### COMUNICACIÓN

Se fortalece por la visualización, 3D como lenguaje universal

### ANTICIPACION Y PLANIFICACION

Esta tecnología permite anticipar y optimizar diseños y procesos

### COORDINACION Y AHORRO

Entre especialidades, entre plataformas tecnológicas, servicios

COMGRAP®

General Flores 171, Providencia, Santiago  
Tel: 5929000 | Fax: 2357542 | [comgrap@comgrap.cl](mailto:comgrap@comgrap.cl)  
[www.comgrap.cl](http://www.comgrap.cl) - [www.comgrapcapacitacion.cl](http://www.comgrapcapacitacion.cl)

Autodesk®  
Gold Partner

## **BWTC DE BAHRAIN**

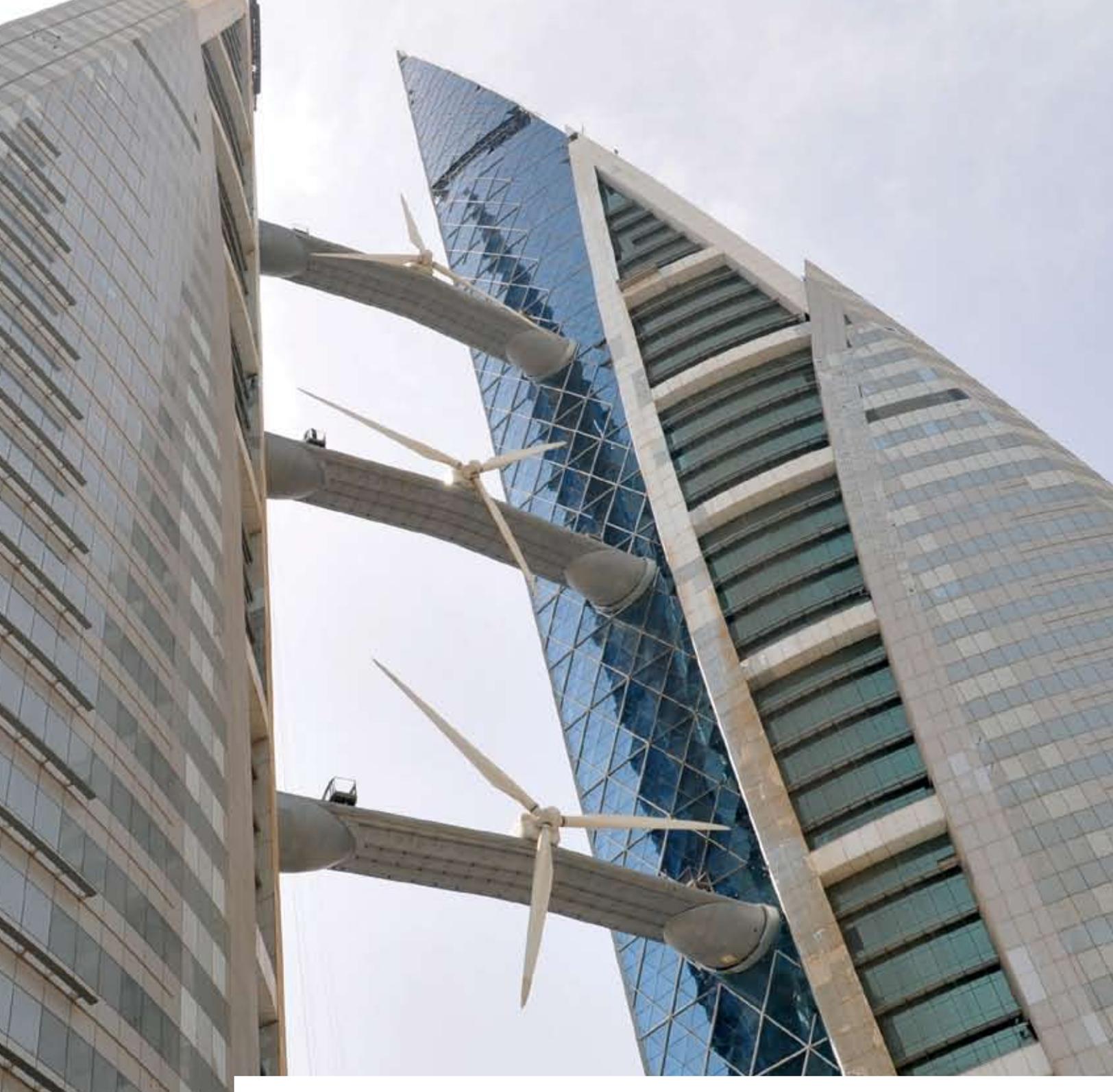
# **LAS TORRES DEL VIENTO**

■ Tres turbinas eólicas unen las dos torres que conforman el Bahrain World Trade Center, un conjunto arquitectónico asiático que destaca por ser uno de los pioneros en la integración de energía renovable a su estructura. ■ Una instalación a gran escala que no estuvo exenta de desafíos constructivos para incorporar una fuente limpia de energía al edificio. Integración renovable en las torres del viento.

GERALDINE ORMAZÁBAL N.  
PERIODISTA REVISTA BIT



IMÁGENES GENTILEZA MARCELO CAPRIOGLIO



# A

**UNQUE PAREZCA PARADÓJICO**, un país que tiene como base de su economía la producción de petróleo, sorprende con un edificio que integra turbinas eólicas en su diseño. El proyecto sienta un precedente de integración armónica entre las fuentes renovables de energía y el desarrollo económico.

Se trata de la isla de Bahrain, la nación más pequeña de la región del Golfo Árabe en Asia. ¿El proyecto? El Centro Mundial de Comercio de Bahrain (BWTC en inglés), un complejo formado por dos torres idénticas unidas a través de tres turbinas eólicas.

Más referencias. Ambos rascacielos tienen forma puntiaguda, alcanzan los 240 metros de

Los aerogeneradores pesan 68 toneladas cada uno e incorporan un control de parada para cuando la velocidad del viento excede el límite de seguridad: 20 m/s máximo.



## FICHA TÉCNICA

### BAHRAIN WORLD TRADE CENTER

**UBICACIÓN:** Mananá, Isla de Bahrain, Asia

**ARQUITECTO:** Shaun Killa

**DESARROLLO PROYECTO:** WS Atkins & Partners

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** Elsam Engineering  
**CONSTRUCTORA:** Ramboll Danmark, Norwin A/S

**ALTURA DE LAS TORRES:** 240 m

**PISOS:** 50 cada torre

**ÁREA TOTAL:** 121.200 m<sup>2</sup>

**ESPACIOS:** La planta baja está formada por tres pisos de altura y alberga un centro comercial de 160 tiendas, restaurantes, cafés, entre otros espacios. 1674 estacionamientos.

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** 2007-2008

altura y poseen 50 pisos cada uno. Sin embargo, lo más destacable son los tres aerogeneradores. Integración arquitectónica y renovable.

## PUENTES Y TURBINAS

Imitando la forma y el concepto de las velas de los barcos, el BWTC fue diseñado en el marco de un plan maestro para remodelar un hotel y un centro comercial existentes en una prestigiosa zona de Manama, la capital del país. La arquitectura impresiona y además presenta una novedad sumamente llamativa: el proyecto aspira a producir entre el 11 y 15% del consumo eléctrico total del edificio, a través de energía eólica. El viento del golfo árabe hace navegar los barcos en alta mar y también se transforma en energía para el desarrollo de las actividades al interior del edificio.

Para ello, tres puentes unen las torres y soportan los aerogeneradores. Estas estructuras están ubicadas a 60, 96 y 132 metros de altura, poseen 31,7 metros de longitud y pesan 11 toneladas cada una. Por su parte, cada turbina alcanza las 68 toneladas.

Las cifras del proyecto dejan en claro que la seguridad estructural representó uno de los mayores desafíos a la hora del diseño, principalmente referida a los puentes porque deben soportar y absorber tanto el peso como las vibraciones inducidas por el viento y el funcionamiento de las turbinas.

Los estudios para los cálculos de las cargas fueron abordados por un equipo multidisciplinario. Los diseñadores de los puentes y el fabricante de los aerogeneradores, en conjunto, evaluaron aproximadamente 200 casos diferentes de carga para cada turbina, validando los procesos operacionales y asegurando que ambos resistirían sin fatiga excesiva de material.

Desde la oficina de comunicaciones del BWTC especifican a Revista BIT que entre los problemas técnicos más serios advertidos figuraban el ruido y la vibración de los aerogeneradores. "Esto se solucionó insertando cojinetes en los extremos de los puentes, donde conectan con los edificios, para que el movimiento de estos elementos no afecte en exceso a la estructura de las torres".

Por otro lado, los puentes son ovoidales para fines aerodinámicos y siguen la forma de una V uniendo las torres para producir la separación adecuada con las hélices (1,12 m), y para evitar desviaciones en condiciones de funcionamiento extremas.

Además, para garantizar la operación segura del sistema y para reducir al mínimo cualquier impacto estructural o de vibración en el edificio, los aerogeneradores

## Alta eficiencia energética con Homigón Celular



Para instalar los puentes y las turbinas en altura, una grúa de 270 m fue instalada entre las torres durante las faenas.

revisión más cuidadosa una vez al año. Por otro lado, la vida útil de las hélices se estima en 20 años y la del generador junto con la caja de engranajes más del doble de ese lapso. Los costos razonables y la baja mantención permitieron materializar el proyecto. Un tema no menor, ya que en más de una ocasión los mandantes desisten de incorporar energías renovables en sus proyectos, porque pueden representar más del 20% del total de la inversión.

### EL DISEÑO

Otro aspecto desafiante fue la óptima captura del viento. El equipo de Atkins, el estudio de arquitectura que diseñó la obra, ubicó el edificio y las turbinas con orientación norte para captar el viento predominante. Además, el conjunto está diseñado para optimizar el paso del viento en el sector donde están ubicadas las hélices. Las plantas de las torres tienen forma elíptica y actúan como perfiles aerodinámicos concentrando la brisa y acelerando su velocidad natural.

Así, el posicionamiento y el diseño aerodinámico permiten un régimen igual de velocidad del viento en cada uno de los tres aerogeneradores, balanceando la producción de energía: la hélice superior y la inferior producen 109 y 93% respectivamente, al ser comparadas con el 100% de la turbina media.

El diseño apuntó a aumentar el potencial de generación. De esta forma, la fuente alternativa es capaz de generar entre 1.100 y 1.300 megavatios-hora de electricidad, eliminando aproximadamen-

incorporan un control de parada para cuando la velocidad del viento excede el límite de seguridad: 20m/s máximo. Las precauciones incluyeron pruebas. En abril de 2008 las turbinas se pusieron en marcha simultáneamente durante cuatro días y no se registraron conflictos por ruido o vibración.

Aunque su diseño haya previsto minimizar las vibraciones y el ruido, las turbinas son muy similares a las que se utilizan en los parques eólicos estándar, un hecho que influyó para mantener los costos en los rangos previstos originalmente por el mandante. "La inversión en el sistema de generación no superó el 3% del valor total del proyecto y tiene un período de retorno de dos años y medio", señalan desde comunicaciones de BWTC.

En cuanto a los requerimientos de mantención, la caja de engranajes de las turbinas seleccionadas necesita un mantenimiento simple cada cuatro meses y una



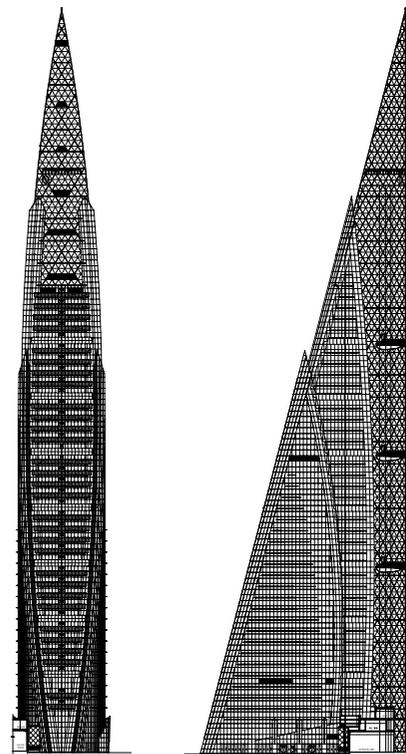
## Viviendas Sociales Lo Espejo Casas Energéticas

## PRUEBA DE LAS TURBINAS

La operación de las turbinas comenzó formalmente en abril de 2008 y después de ocho meses de seguridad diaria y pruebas en terreno, fueron certificadas por el organismo oficial que distribuye la electricidad en la isla de Bahrain. Las turbinas fueron probadas simultáneamente por primera vez a lo largo de cuatro días, durante los cuales las velocidades del viento variaron entre los 4 y 9 m/s, siendo registradas 14 horas de producción de energía. En tal lapso, no se registraron emisiones de ruido o vibraciones.



Las torres capturan la energía del viento como las velas de los barcos para navegar.



te 55.000 kg cúbicos de emisiones de carbono al ambiente cada año.

### MÁS EFICIENCIA

Bahrain se encuentra en una región desértica y semidesértica, por lo tanto, la escasez de agua es uno de los principales problemas que obligan a un uso eficiente de este recurso en cualquier nuevo desarrollo.

El diseño responsable del BWTC no podía quedarse en la integración de las turbinas a la estructura y se hizo cargo de esta realidad considerando otras opciones sustentables: uso de vidrios que reducen la irradiación solar y la infiltración a través de las ventanas; conexión al sistema distrital para enfriamiento del edificio, solución urbana que utiliza agua desalada y cuenta con niveles más eficientes de uso de la energía; espejos de agua en el ingreso del edificio para proporcionar refrigeración por evaporación local; alcantarillados y sistemas para reutilización de agua, entre otras medidas que han sido reconocidas nacional e internacionalmente junto al diseño innovador.



El viento del golfo árabe se transforma en energía para el desarrollo de las actividades al interior del edificio.

La integración arquitectura, construcción y energía renovable avanza en el mundo. El proyecto recibió el premio LEAF Awards 2006 al mejor uso de tecnología en un proyecto a gran escala y el galardón de Diseño Sostenible del mundo Árabe de la Construcción. Arquitectura y construcción. ■

[www.bahrainwtc.com](http://www.bahrainwtc.com)

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

-“Parques eólicos en Chile. Soplan fuerte”. Revista BiT N° 69, Noviembre de 2009, pág. 69.

-“Rascacielos en Madrid. Los cuatro galácticos”. Revista BiT N° 63, Noviembre de 2008, pág. 64.

#### ■ EN SÍNTESIS

El diseño de las torres que componen el complejo Bahrain World Trade Center se inspira en la forma de las velas de los barcos, que utilizan la energía del viento para navegar. Este detalle arquitectónico, sumado a las turbinas eólicas, transforma la brisa marina en viento de alta velocidad en el pasillo central, posibilitando la generación de energía.

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 81



**Unidad de Negocios Ingeniería & Construcción**  
*“Agregando valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial”*

*Estamos presentes en los rubros de:*

*Retail, Edificios de Infraestructura, Centros de Salud, Hoteles y Casinos, Educativo, Infraestructura Vial.*



Proyecto Costanera Center, RM.



Estaciones de Metro, RM.



Gran Casino de Copiapó.



Hotel Explora, Torres del Paine.



Estadio Chinchipe, Puerto Montt.



Clínica Las Condes.

*Nuestros Servicios:*

*Construcción de Obras Cíviles • Infraestructura • Proyectos EPC*

**SALFACONSTRUCCION**  
UNA EMPRESA SALFACORP

**CONSTRUCTORA SALFA**  
UNA EMPRESA SALFACORP

**DESTECINGENIERIA**  
UNA EMPRESA SALFACORP

Avda. Presidente Riesco 5335, Piso 11, Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (56 2) 898 0000 Fax: (56 2) 470 0021



[www.salfacorp.com](http://www.salfacorp.com)

# TABLEROS DE CONTROL DE INCENDIO INTELIGENTES PARA TODA LA VIDA

En vez de reportar alarmas a través de localidades genéricas o zonas, los tableros inteligentes de control de incendio IFC (Intelligent Fire Controllers) de Johnson Contros pueden ubicar en forma exacta cada elemento, identificando su nombre y status. Esto evita generar situaciones confusas y ahorra tiempo en una situación de siniestro. Así como su negocio necesita crecer, el diseño modular de nuestros controladores permite agregar tableros adicionales y nuevos elementos mientras su emprendimiento también se expande. Esta flexibilidad significa ahorrar costos importantes en su inversión.

Lo mejor de todo, usted puede integrar nuestros paneles IFC al sistema de Control Centralizado Metasys® de Johnson Controls o a cualquier otro a través del protocolo abierto BACNet. El resultado final es una única red que integra fácilmente su sistema de prevención de riesgo con el control centralizado, suministrando mayor visibilidad y control sobre la operación de su edificio.

Tenemos un amplio rango de paneles IFC que pueden acomodarse en sus necesidades. Johnson Controls ofrece sistemas inteligentes direccionables desde un simple panel hasta un completo sistema integral para aplicaciones en larga escala.

## PERFORMANCE SUPERIOR EN UNA MENOR ESCALA

El tablero IFC-320 está diseñado para entregar sofisticación y operación superior para pequeñas aplicaciones. Por ser auto-programable, se permite configurarlo en segundos. Programaciones adicionales se pueden realizar de manera fácil y rápida, además el IFC-320 está homologado por la NFPA (National Fire Protection Association), cumpliendo con los requerimientos de tiempo de respuesta.

## FLEXIBILIDAD QUE SE ADECUA A SUS NECESIDADES

El tablero IFC-640 está diseñado con modularidad para atender a aplicaciones medianas a grandes. Si su edificio requiere un sistema independiente o en una red integrada, el IFC-640 es ideal para este tipo de aplicación.

## CAPACIDAD Y PERFORMANCE

El tablero IFC-3030 está adaptado para las necesidades de cambio de su edificio. Puede ser aplicado desde instalaciones medianas hasta multi-site .

**Si necesita obtener mayores informaciones, contáctenos al 427-2101**



## Johnson Controls Chile

Av. Los Maitenes Oriente, 1261 - Pudahuel  
Núcleo Empresarial ENEA - Santiago  
Tel: 427-2100 / Fax: 444-9922

[www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com)



# LÍDERES EN PROTECCIÓN PASIVA CONTRA EL FUEGO

ACCURATEK PRESENTE  
EN LAS GRANDES OBRAS DEL PAÍS

## Otras Soluciones:

- Sellos Corta-Fuego
- Puertas Corta-Fuego
- Pisos Técnicos
- Aislación Termo-Acústica



Obra: GNL Mejillones

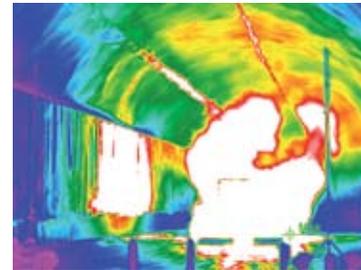


**Accuratek**  
TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

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

ENSAYOS DE SISTEMAS  
CONTRA INCENDIOS

SEGURIDAD  
A TODA PRUEBA



■ La utilización de software que simulan el avance del fuego al interior de las estructuras y la realización de pruebas experimentales de incendios se aplican con el objetivo de analizar la propagación del humo y la respuesta de los sistemas de seguridad contra siniestros.

■ Una exigente prueba para los sistemas contra incendios.

CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**L**AS MEDIDAS de protección contra el fuego son fundamentales para salvar vidas y minimizar las pérdidas económicas producidas por un incendio. De ahí la importancia de evaluar detalladamente las precauciones a tomar para evitar el colapso de las estructuras, e impedir que el avance del humo y el fuego impidan la evacuación de las personas al afectar su visibilidad y respiración.

Actualmente la tecnología facilita la evaluación de las medidas de protección a través de software que modelan estructuras y simulan siniestros en su interior. A estas tecnologías se suman los ensayos en terreno de incendios, que permiten visualizar de forma real el avance del humo, los efectos del calor y las altas temperaturas, para así evaluar la efectividad de los sistemas de seguridad contemplados para un proyecto. A continuación, el análisis de estas herramientas.

**SOFTWARE DE SIMULACIÓN**

Para evaluar un sistema de seguridad contra incendios se acostumbra realizar múltiples cálculos para determinar el avance del fuego en una estructura considerando diversos factores como materialidad y ventilación, entre otros. Sin embargo, "en la actualidad además del cálculo es posible utilizar un software que muestra gráficamente una estimación de lo que ocurriría durante un incendio, al simular casos puntuales", explica Francisco Felis, ingeniero civil mecánico e investigador del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (Idiem), de la Universidad de Chile, entidad que aplica modelos computacionales para poner a prueba los sistemas contra incendios.

Los software que emplea esta entidad, son denominados genéricamente como CFD (Computacional Fluid Dynamics), y en particular utilizan el código FDS creado por el NIST (National Institute of Standards and Technology) de Estados Unidos. El sistema se aplicó en la evaluación de edificios y túneles, generando modelos de las estructuras en tres dimensiones y dividiendo su volumen en miles de diminutas celdas (malla), que predecirán el comportamiento global al interior del edificio durante un incendio.

"Esta tecnología permite conocer cómo se moverán los fluidos a alta temperatura. Para ello se genera una fuente de calor simulada, un incendio, y el programa computacional muestra cómo se desplaza el aire caliente punto a punto dentro de la malla. En este proceso se pueden generar distintos escenarios de incendio o de ventilación, para ver si existen discrepancias con el análisis teórico", indica Felis.

El software muestra campos de velocidad



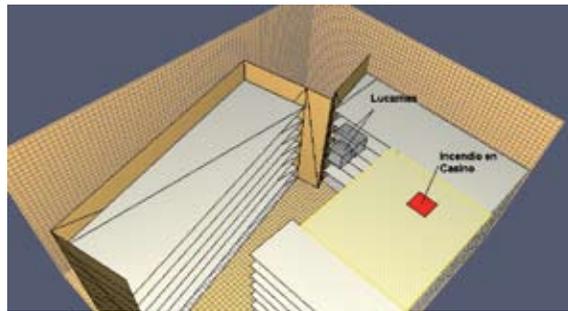
Prueba de humos calientes en el túnel San Cristóbal, donde el sistema de detección de incendios no funcionó como se esperaba.

GENTILEZA IDIEM

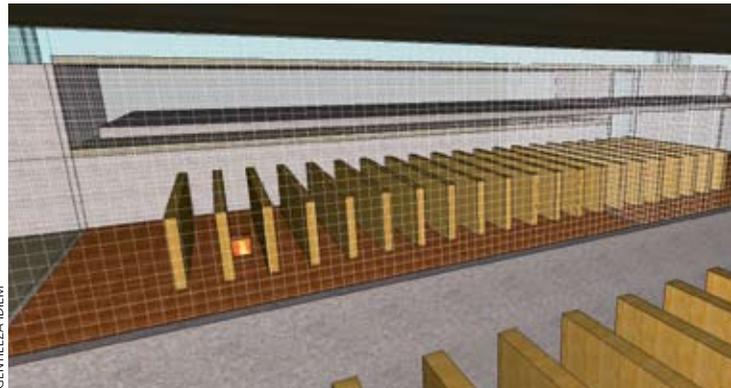
de fluidos, campos de temperatura y de presión, para observar desde dónde y hacia dónde se desplaza el aire y el humo, la opacidad de este último y su comportamiento. Este sistema también puede relacionarse con un modelo de comportamiento estructural al calor y a uno de evacuación de personas, mostrando un panorama integral ante un siniestro.

### LOS CASOS

Este software de simulación fue utilizado para evaluar los sistemas de seguridad contra incendios del Centro Cultural Gabriela Mistral, detectando un riesgo importante en el área de biblioteca, desde donde podrían traspasarse las llamas a la estructura superior aumentando el riesgo de colapso. Esto, debido a que la estructura estereométrica de la parte superior de la biblioteca fue protegida con pintura intumescente, otorgando una protección limitada en tiempo ante el fuego, lo que de acuerdo a las simulaciones realizadas resultaba insuficiente. Por ello, las soluciones propuestas fueron aumentar la protección de



Simulación por software de un incendio en la Universidad San Sebastián, para analizar el comportamiento del enrejado de acero ubicado en su cubierta.



Modelo computacional de la biblioteca del Centro Cultural Gabriela Mistral, para someter a análisis sus sistemas de protección contra incendios.

la estereométrica o evitar que un incendio en la biblioteca pueda afectar dicha estructura. Para lograr esto último, se recomendó el uso de vidrios armados, que no estallan ante un incendio, impidiendo el paso de las llamas.

Otro caso analizado fue el Campus Bellavista de la Universidad San Sebastián, en donde se realizaron simulaciones de siniestros en sus distintos edificios, con el fin de medir el comportamiento del enrejado de

# Aire Acondicionado

Respaldo • Calidad • Garantía



anwo.cl



La más completa línea...  
...con el respaldo de un líder

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACION

Geotermia

Caldera Leña

Caldera Pellets

Aire Acondicionado

Eficiencia Energética

Caldera Parafina

Caldera Gas

Caldera Condensación

Aerotermia



**Izquierda. Ensayos al vacío al interior de un túnel para medir la velocidad del aire sin la generación de incendios ni la presencia de humo.**

**Abajo. Prueba de humos fríos, para analizar su movimiento y la posibilidad de que se acumule en algún sector o se traspase a las galerías de evacuación.**



GENTILEZA IDIEM

acero ubicado en la cubierta de toda la estructura uniendo los edificios. Allí se calculó la temperatura probable que un incendio de gran magnitud podía generar a esa altura, con el fin de diseñar un sistema de protección adecuado. Con la simulación se concluyó que no todo el enrejado estaba expuesto a ser afectado por el fuego, por lo que se protegió con manta cerámica sólo las áreas que podrían verse expuestas a altas temperaturas, permitiendo un ahorro en materiales de protección al optimizar la solución sin sobredimensionar los sistemas de seguridad. Las zonas protegidas fueron aquellas adyacentes a los compartimentos con ventanas.

Para Marcial Salaverry, ingeniero civil e investigador del Idiem, uno de los principales inconvenientes con que se enfrentan es que “nos piden evaluar proyectos cuando ya es-

tán construidos, lo que nos obliga a diseñar soluciones sobre una obra terminada, con todas las dificultades que eso implica. Las evaluaciones y medidas contra el fuego debieran hacerse durante la etapa de proyecto para aplicar soluciones óptimas y con menor costo”.

## ENSAYOS EN TÚNELES

Otra de las evaluaciones a sistemas contra incendios son las pruebas en terreno a escala real, llevadas a cabo hasta ahora sólo en túneles. Este tipo de ensayos resulta fundamental si consideramos que el problema que afecta a los túneles no es sólo el incendio, sino también la necesidad de extraer el humo para permitir la evacuación. “A diferencia de los edificios, en los túneles el problema relevante no es estructural, sino casi exclusivamente de

la fluidodinámica del fuego. Al interior de un túnel es más importante mantener el aire limpio”, asegura Salaverry.

Los objetivos de estos ensayos son:

1) Evaluar el funcionamiento del sistema de ventilación y extracción de humos en caso de incendios en túneles.

2) Evaluar el comportamiento del sistema de detección de incendios al interior del recinto.

3) Evaluar la lógica de control, forma de extracción y la dirección de los humos según la ubicación del incendio.

4) Verificar la seguridad de las vías de evacuación.

Para ello, la evaluación cuenta con tres etapas, primero se realizan ensayos al vacío, que consisten en medir las velocidades del aire para establecer un perfil en base a los grupos de ventiladores encendidos en el interior, sin la generación de incendios ni la presencia de humo. En segundo lugar se realizan ensayos de humos fríos, en que se genera una cierta cantidad de humo blanco (como el utilizado en los efectos teatrales), no dañino, para analizar su movimiento y la posibilidad de que se acumule en algún sector o se traspase a las galerías de evacuación. Finalmente, mediante un análisis teórico se escoge el tramo más desfavorable del túnel, considerando factores como longitud, pendiente, dirección del flujo y efectos atmosféricos, para realizar la prueba más importante, la de humos calientes. “En estos exámenes, únicos en Latinoamérica, generamos un incendio controlado, para lo cual utilizamos recipientes de acero con superficies de entre 2 a 4 m<sup>2</sup>, que se llenan con 200 a 400 litros de combustible líquido (Isopar C) para cada incendio provocado, logrando con esto potencias de fuego que pueden llegar a los 8 mega watts (MW), equivalentes a dos o tres autos incendiándose”, explica Miguel Pérez, ingeniero civil mecánico e investigador de la unidad de incendios de Idiem.

El especialista agrega que “las pruebas realizadas en túneles requieren meses de preparación, pues es necesario planificar las actividades con Bomberos, Carabineros y servicios médicos. Para llevar a cabo los ensayos se recurre a anemómetros para medir la velocidad del aire, y termocuplas, termoresistores, cámaras termográficas, fotográficas y de video para medir temperaturas, estimar flujos de calor y disponer de un registro del evento

## ACCIDENTES BAJO TIERRA

EL 24 DE MARZO de 1999, el incendio de un camión cargado con harina y mantequilla, al interior del túnel transalpino Montblanc, de 11,6 km de longitud, que une a Francia e Italia, produjo la muerte de 39 personas, principalmente por fallas en el sistema de extracción de humo del túnel y un error humano, al encender el sistema de ventilación que propagó el humo y el fuego.

En Chile, el incendio de tambores con parafina y grasa en fragua en el acceso a un piñón de la mina El Teniente, ocurrido el 19 de junio de 1945, provocó la muerte de 355 personas debido a que el sistema de ventilación propagó el humo al interior de la mina.



### Preparación del recipiente con combustible para la prueba de humos calientes.



y principalmente del movimiento de humo. A lo que se suma la instalación de más de tres mil metros de cables para los sensores, los que conectados a computadores trabajan en tiempo real en la adquisición de datos para tomar decisiones operacionales como poner a funcionar ventiladores adicionales o no”.

### ESTRATIFICACIÓN DEL HUMO

En estas pruebas es posible medir la estratificación del humo, fenómeno en que “los humos calientes se elevan por efecto de su densidad hasta quedar en la parte superior de la estructura para avanzar por dicha zona. Sin embargo, a medida que se desplaza se enfría y desciende, pudiendo incluso llenar completamente la sección del túnel. Cuanto más baja el humo, más afecta a las personas”, indica Pérez. Por ello, es importante que los sistemas de extracción tengan poca distancia entre sí, para evitar la desestratificación, permitiendo la evacuación segura de las personas. También resulta clave que logren succionar eficientemente el humo sin mezclarlo con el aire interior, debiéndose controlar los caudales de extracción.

Una vez realizados los ensayos, con los da-

## TÚNELES EN CHILE

**EN NUESTRO PAÍS** actualmente existen 23 túneles construidos, entre viales y ferroviarios, alcanzando los 22 km de longitud. A eso se suma los 95 km de tren subterráneo en Santiago, que en los próximos meses aumentarán a 104 km, tras sumarse la extensión de la Línea 5 hasta la comuna de Maipú. Una gran parte de los más de cien kilómetros de Metro corresponden a túneles subterráneos.

En relación a los túneles mineros, sólo la mina El Teniente cuenta con más de 2.400 km de túneles, siendo la mina subterránea más gran del mundo.

En la actualidad ya se proyectan nuevos corredores trasandinos y probablemente en el futuro el número de túneles seguirá aumentando.



tos obtenidos es posible validar el modelo computacional del túnel, ajustando algunos de sus parámetros, para generar simulaciones que permitan representar el comportamiento de los sistemas de seguridad ante otros escenarios de incendio. Estos ensayos a escala real se efectuaron en el Túnel Costanera Norte, de 4.000 m de longitud, ubicado bajo el río Mapocho en Santiago, detectándose durante el desarrollo de las pruebas de humos calientes el traspaso de humo hacia el tubo vecino no incendiado, por las puertas de conexión vehiculares, lo que obligó a re estudiar los planes de ventilación y la lógica operacional del túnel.

El Túnel San Cristóbal, de 1.825 m de longitud, también se sometió a estos ensayos. En ellos no funcionó como se esperaba el sistema de detección de incendios (cable lineal), en las pruebas de menor potencia, equivalentes a 2 MW.

Las pruebas experimentales a escala real de humos calientes hasta ahora en nuestro país se han realizado sólo en túneles, pero en el Idiem no descartan efectuarlas en otro tipo de estructuras que requieran controlar el avance del humo. “En Chile más del 70% de las muertes en incendios se producen a causa de inhalación de humo, incluso en zonas alejadas del siniestro. Sin embargo, el acento se pone sólo en la resistencia estructural y en evitar la

propagación, por lo que hasta ahora los proyectos no cuentan con estrategias de ventilación y extracción de humo”, indica Salaverry.

“La reglamentación nacional de incendios para edificios de altura sólo indica que cuando se activa una alarma contra incendios el sistema de control automático debe detener el funcionamiento del aire acondicionado y climatización, pues propagan el humo”, señala Felis.

Las herramientas de modelamiento y cálculo de incendios se complejizan y multiplican, mejorando así los sistemas de protección contra el fuego y el humo. En Chile ya hay muestras concretas de su uso. Una prueba de seguridad. ■

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

### ■ EN SÍNTESIS

**Con el fin de evaluar los sistemas de seguridad contra incendios se han desarrollado softwares de simulación de siniestros que permiten analizar gráficamente la dinámica de fluidos, la resistencia estructural y la evacuación de personas ante una situación de fuego. La realización de ensayos en terreno a escala real se ha desarrollado en túneles, permitiendo analizar en una situación real el comportamiento del humo, poniendo a prueba los sistemas extracción y ventilación de dichas estructuras.**

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 87



### CENTRO PENITENCIARIO • Santiago 1



# Tuberías Corrugadas de HDPE



## Olvídense del Concreto y la Electrofusión



- AGUAS LLUVIAS • ALCANTARILLADO • CANALIZACIONES
- SISTEMAS DE DRENAJE • ALCANTARILLAS DE CAMINO

**Despachamos  
a todo Chile**

Atención al Cliente: (56-2) 413 0019 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: [infraestructura@tigre-ads.com](mailto:infraestructura@tigre-ads.com) [www.tigre-ads.com](http://www.tigre-ads.com)

Planta Santiago: Panamericana Norte 20.500 - Lampa Planta Antofagasta: Camino La Minería 265 - Sector La Negra

**MAXIMO  
PODER CUBRIDOR**



# LATEXCUBRIENTE TOTALDELOXON

SHERWIN WILLIAMS CHILE S.A - Av . La Divisa 0689 San Bernardo - Fono: 540 00 00 - Santiago - Chile  
Visita Nuestras Tiendas en [www.sherwin.cl](http://www.sherwin.cl)

■ Una correcta instalación del calefón, puede prevenir accidentes domésticos. ■ Fabricantes, distribuidores y expertos, aconsejan, sobre la base de las normas de seguridad, cómo identificar un correcto montaje de estos equipos.

## **INSTALACIÓN DE CALEFÓN**

# **PURO CALOR**

ALEJANDRO PAVEZ V.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**D**E LOS ELECTRODOMÉSTICOS y aparatos que existen en una edificación, el calefón es el más utilizado, pero uno de los más importantes y al que menos atención se le presta, dicen los expertos. Por ello, resulta clave su correcta instalación y mantenimiento. Gran parte de los accidentes domésticos se producen por la mala manipulación de los calefones. Conexiones inadecuadas, lugares con poca ventilación y materiales de baja calidad, provocan la liberación de gases tóxicos que representan un riesgo para los usuarios.

No es un tema sencillo. Para nada. Por lo mismo, el 2 de febrero de 2007, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) actualizó el "Reglamento de Instalaciones Interiores de Gas", (ex decreto supremo N° 222) para dar forma al decreto supremo N° 66, que regula estrictamente la instalación de artefactos a gas. Expertos explican paso a paso cómo identificar una buena instalación de calefones, cuáles son sus ventajas y desventajas y entregan algunas recomendaciones de uso. Antes, una clave: La instalación de un calefón debe ser hecha por un profesional capacitado y certificado por la SEC. No hay dudas, hay que obtener un calor seguro.

## PASO A PASO INSTALACIÓN



1. Medir que el ancho del gabinete donde se instalará el calefón, cumpla con la norma y permita una libre manipulación y una adecuada ventilación de éste.

2. En el largo del gabinete, se deben considerar los 30 cm del ducto de ventilación y la altura de la llave de paso de gas. Distancias requeridas por norma.

3. Hacer coincidir las medidas para que el montaje se realice adecuadamente.

4. Dependiendo del material de las paredes, se deberá iniciar el proceso para el anclaje del equipo.

5. Los ganchos de soporte deben ser resistentes al peso del calefón.

6. Se monta cuidadosamente el equipo, previendo que quede a nivel y en una posición completamente vertical, respecto a la pared.

7. En caso que las cañerías (kit de instalación)

entregadas por el fabricante sean de un diámetro menor al de la llave de paso, se recomienda colocar coplas o reducciones según medidas.



### LA INSTALACIÓN

El proceso de instalación de un calefón no es sencillo. Una vez identificado el tipo de calefón que se instalará (tiro forzado o natural), se deben tomar en cuenta una serie de variables que influyen directamente en su montaje.

Dos factores importantes a considerar: la capacidad o litraje (litros de agua por minuto) y el nivel de consumo de la vivienda. Por ejemplo, si se tienen dos o tres duchas, más un jacuzzi y uno o dos lavatorios en el hogar, se debe instalar un equipo que pueda satisfacer dichos requerimientos. En otras palabras, si el hogar tiene dos duchas, es inviable tener un calefón de 5 litros, ya que si ambas

funcionan a la vez, disminuirá la capacidad del artefacto y se obtendrá una baja temperatura en el agua. Lo recomendable en este caso, es subir el litraje del equipo (existen hasta 30 litros).

Otra variable a considerar, es la distancia que hay entre el calefón y la fuente de consumo. Los especialistas recomiendan que mientras más cerca esté el calefón de la fuente de consumo de agua, mejor será el rendimiento del equipo y más confortable el resultado para el usuario. Y es que por cada metro de distancia en el trayecto del agua, la temperatura de ésta baja 0,5° celsius (valor estimativo que depende de ciertos factores de instalación).

## PASO A PASO INSTALACIÓN

...CONTINUACIÓN



8



10



11



9

8. Luego, sólo la parte rosca de la cañería se recubre con teflón especial para gas, para una mejor adhesión con la llave de paso, y así evitar filtraciones. Utilizar, asimismo, las empaquetaduras originales proporcionadas por el fabricante.

9. Se unen las piezas.

10. Para evitar filtraciones de agua, la conexión debe ser reforzada con

una golilla de goma, proporcionada por el fabricante.

11. Todas las conexiones de gas deben estar soldadas a la plata y las de agua al estaño. Se recomienda el uso de cañerías de cobre y no de flexibles.

12. El conducto de ventilación debe quedar a los 4 vientos, ser liso, de acero zincado y de un diámetro de 130 milímetros (5"), 0,8 mm de espesor hasta 16 litros o según el artefacto.

13. El conducto debe guardar una distancia mínima de 15 cm de cualquier pared adyacente.

14. El ducto deberá tener un tramo mínimo de 90 cm aislado de cualquier otro techo más alto o pared colindante, ya sea, cortafuegos, u otro.

15. En exterior, una caseta de material incombustible, protegerá al calefón de las inclemencias climáticas.



12



14



15



12

### EL ÁREA

El lugar físico donde se instalará el calefón es fundamental y, según decreto, la disposición o ubicación de éste al interior de los recintos, deberá ser de tal forma que no afecte adversamente su normal funcionamiento.

En primer lugar, la habitación donde se instalará el equipo debe tener, como mínimo, un volumen de 7 m<sup>3</sup> y una ventilación propicia. Queda estrictamente prohibido colocarlos en baños, bodegas, armarios, o en otros sitios que no cumplan con estas medidas. La norma también prohíbe instalarlos sobre sanitarios, cocinas, lavadoras, secadoras y lavavajillas. Los especialistas, en el caso de las cocinas, recomiendan montar el equipo a una distancia mínima de 40 centímetros.

El calefón debe ser fijado a un muro vertical y contar con ventilaciones inferiores y superiores adecuadas. La ventilación del recinto debe tener una entrada de aire ubicada a una altura máxima de 15 cm sobre el nivel

del piso, dejando una sección libre mínima de 150 cm<sup>2</sup>, que permita una renovación adecuada del aire ambiente.

Asimismo, la salida del aire viciado deberá ser ubicada a una altura mínima de 1,80 m sobre el nivel del piso, de sección libre mínima de 150 cm<sup>2</sup> y deberá descargar directamente al exterior a través de una pared o por el entretecho mediante un doble conducto. El montaje del equipo se debe realizar sobre superficies de material no combustible, y a no menos de 20 cm de paredes de madera. En el caso de que la pared sea de material combustible, deberá intercalarse entre ésta y el calentador, una plancha lisa, de material no combustible y libre de asbestos.

En el caso de ser instalado en exterior, el calefón deberá estar protegido de las inclemencias climáticas a que pudiera estar expuesto, entre otras, viento o corrientes de aire, lluvia, nieve, y en general, a condiciones que puedan afectar adversamente su funcio-

namiento, así como la normal circulación del aire de ventilación. Deberá ser protegido por una caseta que cumpla las normas espaciales y de ventilación anteriores, así como de material no combustible.

### LAS CONEXIONES

Por definición, el calefón debe contar con una válvula de paso para la alimentación de gas y agua. Del piso a la llave de paso de gas, debe existir una distancia de 90 a 120 centímetros. Eso dice la norma. No puede quedar, ni más arriba, ni más abajo de esa altura. En esta medida, la llave de paso no puede pasar más allá del artefacto. Por ejemplo, si la llave se instala a 90 cm, el aparato será a 120 cm respecto del piso. En ese sentido, la llave de paso de gas debe estar siempre entre 10 a 15 cm del artefacto (El Decreto Supremo 66 indica que la altura de la llave de paso de gas puede ser "hasta" los 160 cm y quedar siempre visible).

Las conexiones de gas al calefón deberán



## SEGURIDAD A TODA PRUEBA

HACE CERCA DE 10 AÑOS, el mercado de los calefones cambió a consecuencia de graves y repetidos accidentes provocados por fuga de gases desde los aparatos. De ahí en adelante, la industria se preocupó por invertir en tecnología en pos de la seguridad de sus clientes. Hoy en día los calefones cuentan con sensores anti retorno y de temperatura en la salida de agua, que cortan el flujo de gas cuando la ventilación no está bien ejecutada. En otras palabras, ante una fuga o dispersión de gases tóxicos, se apaga inmediatamente el calefón.

siempre ser de cobre, soldadas a la plata y cuyo diámetro estará calculado según tipo de gas, mediante uniones americanas. Generalmente, se utilizan cañerías de diámetro de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  pulgadas, dependiendo del tipo de gas. Si es gas ciudad, se utilizan como mínimo cañerías de diámetro de  $\frac{3}{4}$  pulgadas. La cañería de gas natural y gas licuado, según lo que tenga el equipo, varía de cañerías de diámetro de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  pulgadas. (Se establecen según DS66).

Para las conexiones de agua, se recomienda que sean de cobre, soldadas al estaño y cuyo

diámetro variará según el cálculo que se haga de la distancia desde el medidor de agua, mediante uniones americanas. Es indispensable purgar previamente la red de agua, para eliminar la eventual existencia de arenas que puedan provocar reducción del caudal de agua. Por ningún motivo se deben soldar las conexiones de agua y gas con el artefacto instalado, para evitar daños en éste.

En calefones que funcionan a base de gas licuado, los cilindros deben guardar una distancia mínima de 3 m respecto al aparato. En cilindros de 11 y 15 litros, la distancia máxi-

ma es de 1,5 metros como mínimo. No se debe ubicar ningún elemento combustible debajo del equipo. Y tampoco realizar conexiones directas del cilindro al calefón, mucho menos con mangueras de jardín u otro material. Los artefactos diseñados para funcionar con gas licuado de petróleo (GLP) no podrán ser instalados en subterráneos, pisos-zócalos y en otros cuyo nivel permita la acumulación de mezclas explosivas gas-aire.

## DUCTO DE VENTILACIÓN

No son pocas las condiciones para instalar un calefón, y todavía faltan. ¿Qué pasa con el conducto de evacuación de gases? Pues bien, según explican los especialistas, éste deberá tener un diámetro de 130 mm (5") (dependiendo de la salida de gases de cada tipo de calefón), y ser de material incombustible, re-

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 93

# NUEVA LÍNEA CALEFONES

TECNOLOGÍA Y MÁXIMA SEGURIDAD

● **ENCENDIDO AUTOMÁTICO**  
CON SÓLO DAR PASO AL AGUA CALIENTE.

● **MÁXIMA SEGURIDAD**  
MANTIENE LA T° ANTE VARIACIONES DE PRESIÓN DE AGUA.  
APAGADO AUTOMÁTICO ANTE POSIBLE FUGA DE GAS.  
CORTE AUTOMÁTICO DEL GAS ANTE APAGADO DE LA LLAMA.



wunderman

Servicio Asistencia Telefónica 600 346 6000 [www.mademsa.cl](http://www.mademsa.cl)

  
**mademsa**  
como yo quiero



1



2



3

### EN CONEXIONES

3. Las conexiones de agua, por norma, deben ser de cobre, soldadas al estaño. Los especialistas recomiendan evitar, por su vida útil, el uso de flexibles para este tipo de conexión.

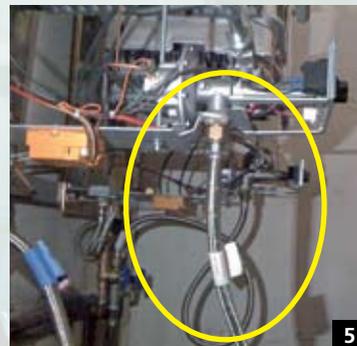
## LOS ERRORES

### EN DUCTOS

1. Por norma, tanto el calefón, como el conducto de evacuación de gases, por las altas temperaturas que producen, deben estar aislados de cualquier tipo de material combustible, a una distancia mínima de 15 centímetros.
2. Para asegurar una óptima ventilación de gases y una alimentación de aire adecuada, el ducto de evacuación de gases debe prolongarse sobre la techumbre en un tramo mínimo de 90 cm. Por norma debe estar aislado de cualquier otro techo más alto o pared colindante.



4



5

### EN INSTALACIÓN

4. Al no existir ducto de salida de gases en la instalación y sin la cubierta del calefón, provocó la devolución de la llama del quemador, quemando la caja de pilas y el sensor de temperatura y cables.
5. El calefón fue instalado con flexibles para uso de cocinas. Según la recomendación de los expertos, no es apropiada la utilización de éstos en la instalación.
6. La ubicación del calefón no coincide con la salida de gases. El artefacto no posee ducto de evacuación de gases, sino que está expuesto al medio ambiente.



6

## PROFESIONALES CERTIFICADOS

LOS PRINCIPALES problemas respecto a una mala instalación del calefón, radican en la persona que lo instala. Muchos usuarios no recurren a los servicios técnicos de las marcas o a profesionales certificados por la SEC, si no que a otro personal que muchas veces no tiene el conocimiento acabado e instala según su experiencia, sin regirse por el decreto 66. Los instaladores certificados deben contar con un kit básico de instrumentos de medición que les permita identificar cualquier riesgo en la seguridad del equipo. Un medidor de presión de gas, un detector de fugas, un rotámetro (caudal de agua) y un extintor en caso de emergencia, componen ese kit.

sistente a temperaturas de 300°C y completamente anticorrosivo, generalmente de acero zincado, cuyo espesor debe ser de 0,8 milímetros.

En ningún caso será corrugado. El conducto tiene que ser liso y vertical en una longitud mínima de 1 metro (según la potencia y tipo de gas DS66 pág.165), por encima del cortatiro y deberá quedar a una distancia mínima de 15 cm de todo material combustible (marcos, tijerales y costaneras, entre otros). En el caso que no se pueda salir verticalmente con el conducto, la norma permite dos quiebres que no deben superar los 45° de inclinación y comenzado con 30 cm sobre el cortatiro al pri-

mer quiebre de 45°. Este quiebre se debe efectuar sólo si es estrictamente necesario. Si el usuario no puede realizar la salida recta del ducto, deberá efectuarlo bajo esa condición.

Prolongado ya verticalmente en el exterior, sobre la techumbre, el ducto deberá tener un tramo mínimo de 90 cm y a los cuatro vientos (variaciones de flujo de aire que generan los cuatro puntos cardinales). Esto significa que el ducto más alto, alrededor de 1 m<sup>2</sup>, debe estar aislado de cualquier otro techo más alto o pared colindante, ya sea, cortafuegos, u otro. En el caso de un edificio, el ducto del calefón de tiro natural deberá direccionarse a través del ducto colectivo o shaft, de lo contrario de-

## TIPOS DE CALEFÓN

ANTES DE CUALQUIER RECOMENDACIÓN TÉCNICA, el usuario debe saber que, por capacidad de ventilación o tiraje (entrada y salida de aire), los calefones se dividen en dos grandes familias: **Tiro Natural y Tiro Forzado**.

Los primeros permiten que los gases salgan, a través de un conducto de evacuación al exterior, en forma natural. El tiraje o fuerza con que salen los gases, se produce por cambios de presión y diferencia de temperatura entre el aire que entra desde el exterior, y los gases que genera la combustión, no existiendo nada que los empuje. Así, el tiraje es sólo producto del diseño del ducto de ventilación y los componentes internos del calefón.

Los de Tiro Forzado cuentan con un ventilador que succiona aire de la vecindad y lo expulsa con fuerza al exterior. En ciertos modelos, este extractor se encuentra justo antes del ducto de evacuación de gases, expulsándolos de forma forzada. Los calefones de tiro forzado son ideales para espacios limitados y ayudan a evitar el sello rojo (no cumplir con las exigencias de seguridad y calidad establecidas por la SEC). Se utilizan principalmente en edificios, a diferencia del tiro natural, más utilizado en casas.



Para lograr un calor seguro será necesario velar por el cumplimiento de cada una de estas etapas, la instalación correcta del calefón, es sinónimo de prevención ante futuros accidentes. Puro calor. ■

### COLABORADORES

- Luis Díaz, Splendid.
- Pedro Vignola, Jefe de Ingeniería, Splendid.
- Cristián Méndez, Jefe Post Venta, Splendid.
- Carolina Riquelme, Sub Gerente de Ventas Albin Trotter Industrial Ltda.
- Oscar Alarcón, Jefe Departamento Certificación y Servicio Técnico Albin Trotter Industrial Ltda.
- Rodolfo Araya, Técnico Mantenimiento Albin Trotter Industrial Ltda.
- Juan Carlos Gaete, Instalador Albin Trotter Industrial Ltda.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

### ARTÍCULO RELACIONADO

"Análisis. Instalaciones interiores y medidores de gas. Sin fugas". Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág. 42.

### ■ EN SÍNTESIS

**Instalar un calefón no es tarea fácil. Hay que definir diversas variables, como por ejemplo, considerar las necesidades particulares de cada usuario, específicamente dirigidas al consumo de agua, la instalación del equipo lo más cerca de los puntos de consumo y cumplir al 100% las normas de seguridad dictadas por la SEC, son sólo algunos pasos para la instalación segura y exitosa.**

berá ir por el exterior.

Finalmente el collarín del calefón debe ser de un diámetro menor que el conducto de ventilación y quedar unido a éste por dentro, de manera que las emanaciones de gas que se producen con el proceso de combustión puedan ser direccionadas hacia el exterior. Todas las uniones del ducto de evacuación deben ser herméticas y selladas con silicona de alta temperatura.

### MANTENCIÓN SEGURA

La mantención de estos equipos calentadores se debería realizar, al menos, una vez al año. En casos particulares, donde se utilizan mucho más estos artefactos, como en restaurantes o industrias, la recomendación habla de una revisión de cada 6 meses.

En una mantención resulta fundamental limpiar el quemador, ya que éste consume mucho

oxígeno, y el aire que lo transporta también trae consigo gran cantidad de polvo que se introduce en el quemador provocando su mal funcionamiento. Se forma "lanilla" que impide una toma de aire expedita que impide una buena combustión, produciendo hollín.

También es muy importante limpiar las larmelas (interior del serpentín), ya que se llenan de cenizas impidiendo la salida de gases quemados.

¿Cómo identificar un calefón en mal estado? Simple, sólo basta con ver la llama del quemador. En condiciones normales, ésta es de un color azul intenso, en cambio, cuando hay problemas de mantención, radicados principalmente en la obstrucción del quemador, la llama sale de color amarillo. ¿Conclusión? Llamar al servicio técnico, especializado y certificado. La mantención se traduce en economía.

## IMPERMEABILIZANTE

Para conservar sus muros impecables recomendamos este producto especialmente para exteriores por su alta resistencia a la penetración de la humedad.

De excelente adherencia, con una absorción uniforme de muro y que lo sella adecuadamente.

Disponible en color ladrillo e Incoloro.

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





## LICUEFACCIÓN

# LA TIERRA SE DESVANECE

■ El análisis de las características de licuefacción y un repaso gráfico con imágenes que muestran los serios daños que ocasionó este fenómeno en el centro-sur de nuestro país, a causa del terremoto del 27 de febrero.

**RAMÓN VERDUGO**  
PROFESOR ADJUNTO, DPTO. INGENIERÍA CIVIL,  
UNIVERSIDAD DE CHILE

GEO ENGINEERING EXTREME EVENTS  
RECONNAISSANCE, GEER (\*)



Detalles del fenómeno con eyecciones procedentes de las fisuras del suelo.

**E** L TÉRMINO “Licuefacción” (traducido como licuación o licuefacción) habría sido acuñado por el ingeniero

Allen Hazen en 1920 al referirse a la falla de la Presa Calaveras, ocurrida el 24 de marzo de 1918. Esta estructura, ubicada en California, Estados Unidos, se construía mediante el sistema de relleno hidráulico típico de esa época. De pronto, experimentó la falla del talud de aguas arriba sin que mediara ningún tipo de perturbación adicional a las propias de la construcción. De acuerdo a Hazen, la Presa falló repentinamente y aproximadamente 730 mil metros cúbicos de material se deslizaron a través de una distancia de unos 90 metros. De esta particular falla se destacan dos aspectos:

- El nivel de deformaciones observado fue extraordinariamente alto. De hecho, se podía asimilar más al flujo de un líquido viscoso que a la deformación de un material granular.

- El flujo del material ocurrió en forma repentina sin que mediara ninguna excitación externa perceptible por el hombre, sísmica o de otra índole.

Más antecedentes. Durante la ocurrencia de sismos severos se ha observado sistemáticamente que depósitos saturados de suelos no-cohesivos con deficiente grado de compactación sufren un significativo nivel de deformaciones, incompatible con la estabilidad de cualquier estructura. Comúnmente, este tipo de falla se asocia con afloramiento de agua en superficie y la aparición de “volcanes” de arena, que evidencian zonas relativamente superficiales que generan altas presiones en el agua intersticial del medio granular.



En el río Carampangue se observa la manifestación de licuefacción del suelo superficial desde más de 1.000 m de altura.

En terremotos como el de Nigata en 1964, Valdivia 1960, Valparaíso 1983, Filipinas 1990, Kobe 1995 y recientemente en el terremoto del Maule resulta significativa la cantidad de zonas constituidas por depósitos de suelos arenosos saturados y sueltos que han experimentado licuefacción. En estas áreas el nivel de deformaciones del terreno ha superado largamente al admisible de las estructuras, produciéndose la consiguiente falla y su colapso en numerosos casos.

Al analizar las características de estas fallas de suelo resulta claro que existen dos fenómenos, ambos asociados con una importante generación de presiones de poros. En el primer caso existe una pérdida de resistencia, y en el segundo pérdida de rigidez. En el primero no es necesaria la acción permanente de la perturbación en el momento de la falla, en cambio en el segundo sí se requiere la acción sísmica durante el desarrollo de las deformaciones. Para referirse a cada uno de es-



Por licuefacción del subsuelo, bloques de suelo superficial se trasladaron y rotaron, fenómeno conocido como desplazamiento lateral, lo cual es la evidencia más común de las capas del subsuelo con pérdida de resistencia a causa de licuefacción.

aplicación de una sollicitación cíclica. El profesor H. Bolton Seed junto a sus colaboradores fueron los pioneros en el desarrollo y utilización de ensayos cíclicos, los que mostraron en laboratorio que una sollicitación de naturaleza cíclica inducía un comportamiento con aumento gradual de presiones de poros y consiguiente disminución de las tensiones efectivas, asociado a lo cual, el elemento de suelo respondía con una gran deformación. La falla por licuefacción se definió por el número de ciclos necesarios para que un tren de carga y descarga provoque por primera vez un aumento de presión de poros del 100%. Para dar un carácter más práctico al criterio de falla por licuefacción, ésta se definió alternativamente por el número de ciclos en el cual un tren de cargas cíclico induce un nivel

tos fenómenos, el profesor Arturo Casagrande en 1975 propuso el uso de los términos: Licuefacción Verdadera y Movilidad Cíclica.

### MOVILIDAD Y LICUEFACCIÓN

El término movilidad cíclica fue acuñado por Casagrande para identificar la continua degradación de rigidez asociada al incremento de presión de poros, observado durante la

Falla lateral sobre un terreno próximo a la ciudad de Concepción.



preestablecido de deformación, el cual se ha manejado entre un 2,5% a un 10% de deformación en doble amplitud.

Consecuentemente, la resistencia a la licuefacción, entendida como movilidad cíclica, se define como la razón de tensiones cíclicas (corte cíclico/confinamiento efectivo inicial) que produce 100% de presión de poros, o algún nivel de deformación, en un determinado número de ciclos de carga y descarga.

Por otra parte, el término licuefacción verdadera (true liquefaction) se refiere al fenómeno

Llegar a ser el número **uno**  
no era lo más importante.  
Pero alguien tenía que hacerlo.







**DESDE 1968**

DecoCenter: Avda Nueva Costanera 3996, Vitacura.  
Fábrica: Avda Einstein 678, Recoleta.  
Y RED DE DISTRIBUIDORES EN TODO CHILE.  
[www.carpenter.cl](http://www.carpenter.cl)



**CARPENTER**

Más que una marca, una filosofía.

En el centro de Concepción, en el borde suroccidental de la Laguna Las Tres Pascualas, se observó licuefacción de suelos y desplazamiento lateral. Ésta se produjo en un pequeño parque y continuó a través de un espacio abierto hacia el sur, destruyendo viviendas en un barrio modesto.



asociado a una pérdida repentina de resistencia y en el que la masa de suelos fluye, asemejándose a un fluido viscoso. También se le ha denominado falla de flujo o falla fluida (flow failure), enfatizando así el aspecto relativo al flujo de la masa de suelos. Existen interesantes casos donde ha ocurrido tras una sollicitación sísmica, como el reportado en la falla del Dique N° 2 de Relaves de la mina de oro japonesa Mochikoshi, la cual sobrevino 24 horas después del sismo del 14 de Enero de 1978.

Una falla de flujo puede ser “gatillada” por un sismo si el esfuerzo de corte permanente es mayor que la resistencia última no-drenada del material. Esta falla responde a una situación de inestabilidad y su ocurrencia dependerá de la amplitud y duración de la perturbación rápida, que induce la respuesta no-drenada de la masa de suelos.

Luego, una masa de suelos no-cohesiva sólo puede desarrollar falla fluida si se cumplen las dos siguientes condiciones:

- El estado inicial de tensiones y densidad de la masa de suelos es tal que su comportamiento volumétrico resulta con una tendencia totalmente contractiva, de modo que la rela-



En puentes, la observación más común fue la falla en los rellenos de accesos a causa de los movimientos sísmicos. Hubo numerosos asentamientos de rellenos de acceso por las vibraciones sísmicas. En la foto se aprecia el impacto de la licuefacción y el desplazamiento lateral en el tramo norte del Puente de Mataquito.



ción tensión-deformación bajo carga no-drenada sea con una resistencia peak, seguida de una pérdida de resistencia.

- Las tensiones de corte estáticas, o permanentes, existentes en la masa de suelos y alcantilladas bajo un régimen de carga drenado, son superiores a la resistencia última no-drenada.

Es importante hacer notar que la falla de flujo necesita de un agente perturbador externo que “gatille” la respuesta no-drenada, pero éste no requiere estar presente al momento de la falla. En ese instante sólo importa la magnitud de la sollicitación permanente respecto de la resistencia última no-drenada.



**Destrucción del pavimento producto de la licuefacción y deformación lateral del terreno en la ribera norte del río Bío Bío.**

La carretera Panamericana cruza numerosos ríos, canales y zanjas en la región central de Chile. Allí, los daños más frecuentes se observaron por falencias en la construcción de alcantarilla.



## LICUEFACCIÓN EN CHILE

Tras conocer las causas y efectos de la licuefacción, vamos a terreno. El equipo GEER hizo un reconocimiento terrestre y aéreo de la zona afectada por el terremoto, a comienzos de marzo. Hay que recordar que la catástrofe se extendió por 600 km de largo y 150 km de ancho, cubriendo áreas con fuerte presencia de ríos. Los sedimentos de estas corrientes contribuyeron a la generación de licuefacción. Este fenómeno y las deformaciones posteriores impactaron principalmente en estructuras asociadas a transporte, causando daños a carreteras y puentes que atraviesan los sistemas fluviales.

Está claro: Hubo licuefacción en Chile, y en amplias zonas.

El tamaño de partícula y la densidad relativa de los suelos granulares desempeñaron un papel importante en la ocurrencia del fenómeno. El exceso de presiones de poros que resultan en la pérdida de resistencia y generación de deformaciones puede sostenerse mucho más fácilmente en un material granular fino que en un material granular grueso, esto por la permeabilidad del material con respecto a la velocidad de aplicación de la carga. Además, un entorno de mayor energía también dará lugar a un material más denso, menos susceptible al comportamiento contractivo que produce el exceso de presiones de poros. Las dunas y arenas de la playa casi no mostraron evidencia de licuefacción. Estos terrenos son más densos y



Desplazamientos laterales del suelo en las cercanías del embalse Tutuvén. También hubo deformaciones por licuefacción aguas arriba del reservorio, pero éstas no representan un riesgo para el embalse ni para el dique de tierra, construido en la década del 40.



Abajo: Numerosos silos y tanques industriales sufrieron daños debido a la fuerte sollicitación sísmica con alto contenido de periodos largos. Existen varios casos reportados donde la falla fue causada por licuefacción del terreno de fundación.

por tanto menos susceptibles a responder en forma contractiva.

En las imágenes que acompañan al texto, captadas durante las observaciones aéreas y terrestres del equipo de expertos, se aprecian los daños ocasionados por este fenómeno en el centro-sur de nuestro país, tras el terremoto. Por el ejemplo, durante el reconocimiento aéreo, se comprobó la manifestación de licuefacción del suelo superficial en las siguientes cuencas de norte a sur: Río Maipo, Río Rapel, Estero Nilahue, Lago Vichuquén, Río Mataquito, Río Maule, Río Itata, Río Bío Bío, y Río Carampangue, entre otros. Además, en las observaciones terrestres se detectaron los daños que este fenómeno originó en viviendas, puentes y carreteras.

En particular en el pueblo de Retiro se ob-



Falla del primer apoyo (lado Concepción) del puente Juan Pablo II debido al desplazamiento horizontal del terreno producto de la licuefacción de éste.

servó la ocurrencia de licuefacción en varios sectores, uno de cuyos efectos evidenciaron la deformación del suelo y de los pavimentos de la vereda. Una situación similar, pero de mayor extensión y deformación lateral, ocurrió en gran parte de la ribera norte del río Bío Bío. Probablemente el caso de mayor efecto social se dio en el Hospital de Curanilahue, donde el edificio más alto sufrió la licuefacción de parte del terreno de fundación, produciéndose asentamiento y giro de la estructura, lo cual dejó inhabilitada esta parte del hospital. La falla del puente Juan Pablo II también es atribuible al fenómeno de licuefacción, resultando evidente la falla del primer apoyo del estribo de Concepción producto del desplazamiento lateral del terreno inducido por este fenómeno.

En resumen, la licuefacción fue ampliamente observada en la región afectada por el terremoto. Este fenómeno se manifestó principalmente en sedimentos fluviales saturados y sueltos, los que abundan en los lechos de ríos del Chile Centro-Sur. Desde vuelos de reconocimiento se observó una gran cantidad de evidencia de licuefacción en terreno libre (sin construcciones). También sufrieron sus efectos fundaciones de edificios, estructuras enterradas, tranques de relaves, instalaciones portuarias y carreteras. El impacto más significativo de la licuefacción en este terremoto está asociado a los altos costos de reparar los rellenos de accesos y secciones de carreteras dañadas, entre otras estructuras. Como en la mayoría de los terremotos, la licuefacción no necesariamente se reflejó en fallas de grandes proporciones, pero sí en daños importantes localizados en una gran área. ■

(\*) Geo Engineering Extreme Events Reconnaissance, GEER, (Geo Ingeniería de Reconocimiento de Eventos Extremos) realizó la investigación Geo-Engineering Reconnaissance of the February 27, 2010 Maule, Chile, de la cual se extraen las observaciones y las imágenes. El estudio completo se puede consultar en: [http://www.geerassociation.org/GEER\\_Post%20EQ%20Reports/Maule\\_Chile\\_2010/Maule\\_Chile\\_2010\\_index.html](http://www.geerassociation.org/GEER_Post%20EQ%20Reports/Maule_Chile_2010/Maule_Chile_2010_index.html)

# BAUTEK

EXTIENDE LA VIDA DE SU OBRA

www.bautek.cl

## EDIFICIOS DE OFICINAS PLAZA SAN DAMIÁN

# ARQUITECTURA EFICIENTE

■ Dos torres se levantan en el sector de San Damián, en Las Condes. Su principal característica, son edificios que apuestan por la certificación internacional, el uso de materiales reciclados y la protección del medio ambiente. ■ Hay más. Sí, porque las soluciones usadas responden a cómo resolver problemas constructivos de manera eficiente.

PEDRO PABLO RETAMAL P.  
PERIODISTA REVISTA BIT





**U**N EDIFICIO QUE NO PIERDA VALOR patrimonial con el paso del tiempo y que, operativamente, sea sustentable en el uso energético. Con ese concepto en mente, la oficina de arquitectos Alemparte, Morelli y Asociados, desarrolló el diseño de los Edificios de oficinas Plaza San Damián, que contempla dos torres de 10 pisos más cinco subterráneos para estacionamientos, con una superficie total construida de 38.150 m<sup>2</sup>, en un terreno de 4.560 metros cuadrados.

Aunque a simple vista se plantea como una construcción estándar, lo cierto es que el concepto de sustentabilidad im-

plicó numerosos desafíos interesantes. Por ejemplo, todo el proceso de diseño y construcción se acogió al proceso LEED CS (Liderazgo en diseño energético ambiental), con el objetivo de conseguir el certificado que otorga el US Green Building Council (USGBC), que mide el desempeño de un edificio a través de distintos indicadores como ahorro de energía, eficiencia en el uso del agua, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, calidad ambiental de interiores, utilización de luz natural, innovación en el diseño, áreas verdes, interconectividad, materiales, y recursos utilizados, entre otras variables sustentables.

“A partir de eso, llegamos a la iniciativa de certificarlo como edificio verde. De hecho, el mayor aporte es su envol-

La fachada de acordeón permite optimizar de mejor manera el uso de la calefacción en las oficinas del edificio Plaza San Damián.

**FICHA TÉCNICA**

**EDIFICIOS DE OFICINAS PLAZA SAN DAMIÁN**

**UBICACIÓN:** Avenida Las Condes 11.285, Las Condes, Santiago

**MANDANTE:** Independencia S.A para Rentas Fondo de Inversión Inmobiliaria.

**ARQUITECTOS:** Alemparte, Morelli & Asociados Arquitectos

**CONSTRUCTORA:** Novatec

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** René Lagos y Asociados

**SUPERFICIE TERRENO:** 8.826,56 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE ÚTIL:** 14.880 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA:** 38.150 m<sup>2</sup>

**SISTEMA DE EVALUACIÓN:** LEED CS V 2.0

**AÑO:** 2009-2010



vente, la cual se preocupa específicamente por el uso de la energía. La idea era que no hubiese grandes pérdidas energéticas, tanto en verano como en invierno”, explica el arquitecto Patricio Morelli.

Este concepto es simple porque la energía aportada por la radiación solar es muy diferen-

te según la orientación del vano y la época del año. Una muestra. Las fachadas con orientación norte en Santiago, reciben más radiación en invierno que en verano, dado el ángulo de incidencia. Por lo tanto, había que buscar soluciones para regular la temperatura al interior del edificio, que redujeran al máximo el uso de calefacción y aire acondicionado.

Para ello se definió que cada fachada fuese diseñada y construida de acuerdo con su orientación. Así, las que dan hacia el norte fueron protegidas con una caja de sombra a partir de una trama de parasoles o “Brie Soleil”, verticales y horizontales de hormigón, es decir, un elemento exterior mediante el cual se genera una importante caja de sombra sobre las áreas de visión. En otras palabras, el muro de hormigón sobresale de la estructura y de los ventanales mismos, generando esta caja de sombra.

**FACHADA DE ACORDEÓN**

“La complicación en este caso, se dio por la existencia de muro cortina entre losas, que

INGENIERÍA + MONTAJE + MANTENCIÓN

ELECTRICIDAD | CLIMATIZACIÓN | SEGURIDAD | CONTROL CENTRALIZADO | COMUNICACIONES

Fleischmann... miembro del Green Building Council Chile

**GBC Chile**  
Green Building Council

FLEISCHMANN



Montajes eléctricos  
Mantenimiento  
Cableado estructurado  
Ingeniería - Asesorías



Seguridad  
Eficiencia energética  
Green building  
Automatización



Control de iluminación  
Domótica  
Inspección  
Climatización

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

Av. Fresia 1921,  
Renca, Santiago  
Teléfono: 56 2 3934000

significa que la obra gruesa debía dejar hormigón a la vista, sin posibilidades de error en la ejecución de losas. Por ejemplo, si se hubiese especificado que era hormigón más estuco, hubiésemos solucionado algún posible error o desviación de la faena de hormigonado. Como no había recubrimiento, nos obligó a trabajar con tolerancias mínimas”, explica Douglas Latorre, gerente de proyecto de Constructora Novatec, empresa a cargo de ejecutar las torres.

De esta forma, para evitar errores, se reemplazó el especialista trazador por un topógrafo, con estación total, es decir, “se mantuvo durante toda la obra gruesa chequeando y comprometiendo las medidas, ya que se trataba de un elemento inscrito en el hormigón”, complementa Latorre.

En el caso de las fachadas oriente y poniente, se definió que fuesen 30% opacas, lo que se ejecutó mediante un revestimiento de piedra y una ventana tipo bow window, especie de acordeón, ya que está plegada. En otras palabras, todas las ventanas están incli-



GENTILEZA NOVATEC



El cristal utilizado en ambas torres se llama Stopray Galaxy, con un coeficiente de sombra de 0,2, en otras palabras, deja pasar el 20% de la energía solar directa.

nadas y no van en paralelo a la línea del edificio, para así evitar la radiación perpendicular del sol. Además, un alero de hormigón en cada nivel contribuye a que exista una mayor superficie sombreada. “Esto permite planos opacos en el área donde va el revestimiento de piedra, y otros con luz, en aquellas zonas en las que se usó vidrio (que van intercalándose a lo ancho de cada piso), para que un 30 % de la fachada esté opaca con el objetivo de que en verano ingrese menos sol, evitando calentar los espacios interiores. Esto implica un ahorro de energía eléctrica que se

usaría en aire acondicionado para enfriar”, explica Morelli.

“Si se tiene una fachada con un porcentaje alto de cristal, hay gran pérdida de calor, ya que se trata de un material de alta transmisión térmica, por lo tanto, pusimos un cristal que tuviera una barrera térmica significativa, pero además nos preocupamos de que tuviese un porcentaje de opacidad en la fachada”, detalla el arquitecto.

Es por ello que el proyecto incluyó el uso de vidrios especiales. Para ello, recurrieron a Glaverbel, empresa belga que ocupa en su

# SEGURIDAD ES RENTABILIDAD

*“Las personas son el recurso más importante de nuestra empresa, por eso confiamos en la calidad y seguridad de los andamios Layher”*

- Ángel Carvajal B. - Constructor Civil  
Gerente Técnico - Constructora Pocuro Ltda



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

Obra : Altos de San Martín, Maipú - Andamios Layher Sistema Blitz.

**Layher.**

Siempre más. El sistema de andamios.

CALIDAD Y SEGURIDAD ALEMANA

Santiago - Concepción - Antofagasta

1. Proyección en 3D de una oficina tipo. El uso de capiteles permitió más luces por piso, evitando usar vigas que disminuyeran el espacio de piso a cielo.
2. Se contemplan futuras (están en habilitación) plazas interiores peatonales que unen ambos edificios.



GENTILEZA ALEM PARTE Y MORELLI ARQUITECTOS

proceso de fabricación un alto porcentaje de vidrio reciclado. En términos técnicos, lo más importante en un cristal de alta performance, como los usados en estos edificios, es su coeficiente de sombra, es decir, la capacidad del cristal de impedir que pase calor o transmitancia térmica.

“Uno de los aspectos más destacables de este proyecto es el cristal utilizado, Stopray Galaxy, cuyo coeficiente de sombra es de 0,2, es decir, solo el 20% de la energía solar directa traspasa los vidrios, pero al mismo tiempo no bloquea la luz visible en forma significativa, lo que genera un espacio de trabajo de gran calidad y también de altísima eficiencia energética”, cuenta Hernán Echaurren, de la empresa KBE, oficina de ingeniería a cargo del diseño e instalación del muro cortina.

Los termopaneles usados en la construcción de ambas torres lo componen dos cristales, uno exterior de 7 mm y uno interior de 5 milímetros. El primero de ellos tiene la película soft coat, que impide la entrada de rayos solares e impone la barrera térmica, el otro es estándar. Ambos fueron armados en la planta de KBE para formar los módulos de revestimiento del edificio, los que por dentro usan aluminio, el que se adhiere al vidrio con un sistema de silicona estructural de una alta resistencia a la tracción y que permite unir los cristales. La superficie total de los sistemas de fachada completa casi los 10,000 m<sup>2</sup>, los que comprenden cerca de 4.000 módulos. Por último, la fachada sur es muy acristalada, debido a que esa orientación es la más estable térmicamente, de hecho, no recibe luz solar relevante a ninguna hora del día.

La climatización del edificio se efectúa mediante un sistema denominado VRV-HR (flujo refrigerante variable con recuperación de calor) de tres vías, el que posee como característica principal que las unidades condensadoras son modulares, y su funcionamiento se adecúa a los requerimientos de frío y/o calor

de parte de los usuarios, por lo que puede entregar distintas temperaturas simultáneamente. Además, su sistema de control permite determinar con precisión los niveles de consumo energético de cada área del edificio. Son unidades de bajo consumo energético, niveles de ruido y vibraciones.

A todo lo anterior, se suman los ascensores de llamada anticipada para una rápida y eficiente respuesta; sistemas de iluminación de alta eficiencia; sprinklers para el control de incendio; y sistema de control centralizado para la optimización en el consumo energético.

## INTERIOR FLEXIBLE

Hasta ahora se ha hablado de las caras externas de estas torres de oficinas, pero ¿qué ocurre con el interior y el sistema constructivo de estos edificios? Según explica René Lagos, ingeniero calculista de la obra, “se trata de volúmenes cuya estructura es el núcleo de muros de hormigón armado, el que contiene las circulaciones verticales, más una gran losa plana, postensada, que está apoyada en columnas”.

Uno de los aspectos que lo caracterizan son sus bandas de capiteles, que básicamente es un engrosamiento de la losa. “Esto permite más luces sin tener que usar vigas, ya que el problema de éstas últimas, es que

pueden impedir el paso de ductos de clima o canaletas eléctricas, por lo que hay que bajar el cielo falso para que puedan pasar, perdiendo altura útil. Por lo mismo es preferible construir losas más gruesas, que al llegar al centro se vayan angostando. Con ello se gana en espacio para pasar ductos y canaletas, y así se mantiene el cielo arriba”, explica Lagos.

El espesor de la losa postensada es de 22 cm, a lo que se suman los capiteles, llegando a los 35 cm, de manera de conseguir más resistencia y rigidez. A pesar de que 35 cm se considera un espesor importante, se consiguen luces libres de 9,8 m por 50 m de largo, sin ningún apoyo que obstaculice o impida la flexibilidad en el uso de las oficinas.

Por otro lado, las oficinas quedaron con una altura libre de 2,65 m, debido a que la altura de piso a piso era de 3,27 m, a lo que se resta el espesor de la losa, que son 22 cm, quedando 3,05 m libres en obra gruesa. Para completar el panorama, hay que agregar que el perímetro de cada una de las torres es de unos 50 m de largo, más 16 m de ancho, lo que permite oficinas de alto estándar, por el buen aprovechamiento de luz natural.

Respecto del tipo de hormigón usado, desde el tercer piso hacia arriba se utilizó H30, mientras que desde el segundo hacia abajo,

FLEXIBLES  
**TECHNOFLEX**

**Solucione la corrosión en el flexible,**  
causa principal de filtraciones e inundaciones



**UNICO FLEXIBLE resistente a la corrosión**

Ensayo realizado por más de 6600 horas en laboratorios de



- ✓ **Resistente a los agentes corrosivos** presentes en detergentes domésticos
- ✓ **Máxima flexibilidad en la instalación** evitando posibles estrangulamientos
- ✓ **Garantía extendida de 10 años** por fallas de fabricación

Flexibles disponibles:

- (1) Flexible para agua M10 x 1/2" HI de 40 cm.
- (2) Flexible para agua HI-HI 1/2" de 40 cm.
- (3) Flexible para llave angular de 25 cm. HI 3/8" x HI 15/16"
- (4) Flexible para llave angular de 35 cm. HI 3/8" x HI 15/16"

**STRETTO**

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

## CARACTERÍSTICAS EFICIENTES

**MUCHOS SON LOS DETALLES** que hacen que este edificio esté en pleno proceso de certificación LEED. Por ejemplo, el paisajismo, se construyó con especies nativas y adaptadas, de bajo consumo de agua y que requieren de escasos cuidados.

Por otro lado, se aplicó un plan de control de erosión del suelo, sedimentación de aguas y contaminación del aire durante la etapa de construcción, minimizando así el impacto ambiental ocasionado durante el proceso. Se aplicaron pinturas y adhesivos con bajo contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), dañinos para la salud de quienes los aplican y para los futuros usuarios del edificio.

Un gran porcentaje de escombros y desechos generados durante la construcción fueron reciclados, evitando así que terminaran en vertederos y permitiendo una disminución en la extracción de materiales vírgenes para la fabricación de futuros materiales o productos.

Asimismo, se privilegió el uso de materiales regionales y con contenido reciclado. Otro punto destacado fue la iluminación exterior y de fachadas. Éstas no pueden alumbrar en forma total o parcial a la atmósfera, sino que debe ir contra el piso, para así no inundar la atmósfera de iluminación. "La explicación de esto es que si la atmósfera se carga de luz, puede afectar la migración de las aves", explica Patricio Morelli.



Asimismo, se privilegió el uso de materiales regionales y con contenido reciclado.

Otro punto destacado fue la iluminación exterior y de fachadas. Éstas no pueden alumbrar en forma total o parcial a la atmósfera, sino que debe ir contra el piso, para así no inundar la atmósfera de iluminación. "La explicación de esto es que si la atmósfera se carga de luz, puede afectar la migración de las aves", explica Patricio Morelli.

se utilizó H40. "En estructuras de este tipo, normalmente se usa H30 y cuando se aplica postensado, H35, en general, pero en los pisos de abajo se usó H40 porque se necesitaba más resistencia", complementa René Lagos.

En general, la estructura debió ser lo más eficiente posible, evitando transferencias de cargas, que son discontinuidades en la estructura que la encarecen porque implican mayor consumo de acero y hormigón. La regla de oro en estructuras es que las cargas de ocupación y pesos muertos, sean trasladados por el camino más corto hacia las fundaciones, donde son entregadas al suelo, en otras palabras, que las rutas sean cortas y rectas hacia el suelo.

Pero la ubicación de la obra también es clave, ya que el sector de Plaza San Damián está en crecimiento y se ha ido consolidado como un área que combina oficinas, comercio y residencias, por lo que la

construcción de estructuras que impliquen eficiencia y sustentabilidad, parecen ser la combinación perfecta. ■

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

### ARTÍCULO RELACIONADO

- "Certificación ambiental y energética en la construcción. El sello verde". Revista BIT N° 68, Septiembre de 2009, pág. 14.

### ■ EN SÍNTESIS

**Dos torres optimizadas en su diseño para ser lo más eficientes posible. Asimismo, se contempló el uso de soluciones diversas para cada fachada del edificio y el cumplimiento de una serie de detalles sustentables, como el uso de un eficiente y moderno sistema de clima, iluminación de alta eficiencia, seguridad y control centralizados, que hacen de este proyecto un modelo a seguir en las futuras construcciones nacionales.**

■ Con un diseño que se asemeja a un pueblo altiplánico, la estructura intenta mimetizarse con los colores y la morfología de su entorno. Ubicado a los pies de las ruinas del Pukará de Qitor, a la orilla del río San Pedro y en la base de la Cordillera de la Sal, el Hotel Alto Atacama implicó un desafío para la arquitectura y la construcción. En la actualidad el recinto representa un oasis de descanso en el desierto.

## HOTEL ALTO ATACAMA

# OASIS EN EL DESIERTO

GENTILEZA HOTEL ALTO ATACAMA



### FICHA TÉCNICA

#### HOTEL ALTO ATACAMA

**MANDANTE:** Andrés Mac- Lean, Alto Atacama S.A.

**UBICACIÓN:** Camino Pukará s/n, sector Suchor, 3 kilómetros al noreste de San Pedro de Atacama

**ARQUITECTO:** Francisco Guerrero

**SUPERFICIE DEL TERRENO:** 35.100 m<sup>2</sup>

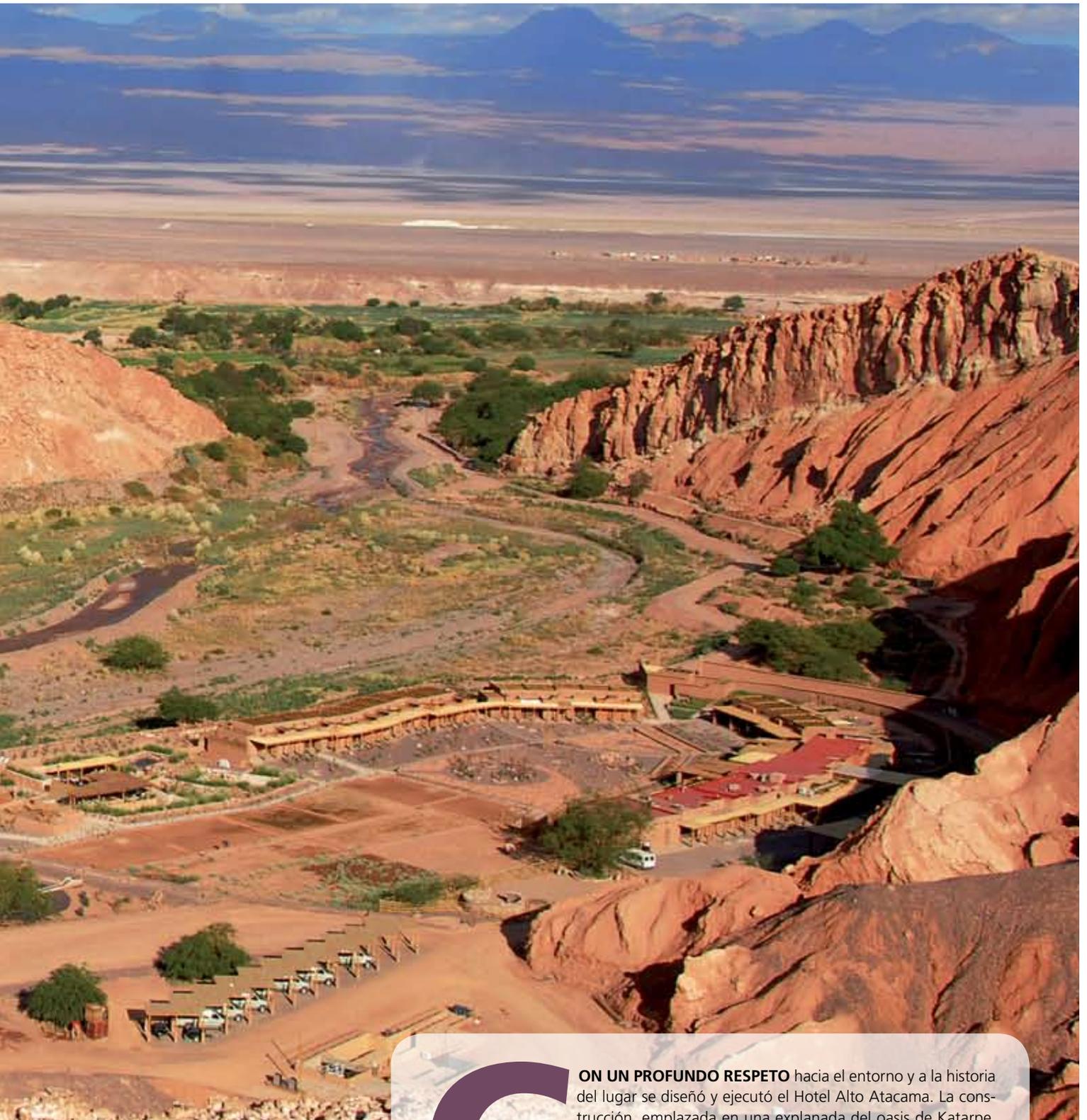
**SUPERFICIE CONSTRUIDA:** 2.409 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE TOTAL PROYECTADA:** 4.695 m<sup>2</sup>

**COSTO DEL PROYECTO:** US\$ 12 millones

**CONSTRUCTORA:** Alto Atacama S.A.

**FECHA CONSTRUCCIÓN Y ENTREGA:** 2007



C

**ON UN PROFUNDO RESPETO** hacia el entorno y a la historia del lugar se diseñó y ejecutó el Hotel Alto Atacama. La construcción, emplazada en una explanada del oasis de Katarpe, en la Región de Antofagasta, rescata la arquitectura tradicional de los pueblos originarios del norte de nuestro país. El hotel, de 2.409 m<sup>2</sup> construidos, cuenta con 32 habitaciones y espacios comunes como hall de recepción, salones y comedor. Todo en un solo nivel e imitando los colores de los monumentales farellones de roca que enmarcan la estructura, dando la impresión de que esta especie de Tambo (albergue de la cultura Inca) siempre hubiese estado allí.

CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

La construcción del hotel se realizó con paneles prefabricados de hormigón armado y su montaje demoró alrededor de dos meses.



El proyecto nace cuando el empresario inmobiliario César Burotto y el ingeniero civil Andrés Mac-Lean encontraron un sitio apto en la zona para un hotel. Entonces, con el arquitecto Francisco Guerrero llegaron al lugar por primera vez a fines de 2002. "Al ver el terreno, los cerros, los colores y la magia del lugar, concebimos Alto Atacama", señala Burotto. Allí partió una intensa investigación del arquitecto sobre el tipo de estructuras que se construían en el sector, cómo eran y funcionaban los pueblos, la morfología del terreno, el tipo de rocas y la vegetación nativa. "La idea era hacer del hotel una especie de pueblo que no agrediera el entorno, rescatando lo más importante de la zona", indica Guerrero.



GENTILEZA FRANCISCO GUERRERO

cuartos, si bien están pareados, no fueron ordenados en forma lineal, pues entre cada habitación se incluyeron pequeños quiebres que van dando movimiento a los pasillos interiores. Además, entre los distintos módulos se dejaron pequeños espacios que asemejan callejuelas. De esta forma, el hotel logra una estética y una lógica que genera una circula-

ción similar a la de un pueblo.

Para la ejecución del proyecto, los inversionistas, en conjunto con la empresa Cristián Cueto Consultoría e Inspección Técnica de Obras, conformaron un grupo de trabajo bajo el nombre de Constructora Alto Atacama. No fue sencillo construir un oasis en medio del desierto. La obra impuso importantes desafíos.

### PANELES PREFABRICADOS

Una de las primeras dificultades que enfrentó la construcción: "En San Pedro de Atacama

**SACK**  
Todo un mundo en Acero

Sucursales:

Iquique / Antofagasta  
Coquimbo / Viña del Mar  
Valparaíso / Quilpué  
San Felipe / Rancagua  
Sta. Cruz / Talca / Chillán  
Los Angeles / Concepción  
Temuco / Pto. Montt  
Santiago

**Productos:**

Cañerías - Barras - Perfiles - Mallas - Pilares - Cadenas - Aceros Especiales - Rollos - Planchas de Acero - Planchas Galvanizadas - Planchas para techo lisas y acanaladas - Productos especiales, Servicios y Soluciones en Acero.

Fono: 600 423 1000

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

Debido a la baja altura de la estructura y al sistema constructivo utilizado, no requirió el uso de fundaciones de gran profundidad, por lo que éstas fueron trabajadas como zapata corrida.



GENTILEZA FRANCISCO GUERRERO

no hay hormigones, lo que nos obligaba a comprarlo y traerlo desde Calama, elevando los costos y los problemas de logística”, señala Cristian Cueto, dueño de la oficina de inspección técnica que administró la constructora. Por ello, finalmente gran parte de la obra se realizó con un novedoso sistema de paneles prefabricados de hormigón armado, fabricados en Santiago por la empresa Deteco. Esta firma preparó en su planta un piloto de las habitaciones del hotel para la aprobación del mandante antes de su traslado a San Pedro de Atacama.

El sistema constructivo consiste en la fabricación de paneles con una estructura principal de pilares y cadenas de hormigón armado, construido con acero AT56 50H electro soldado y hormigón premezclado de alta resistencia. El núcleo de cada panel está compuesto por poliestireno expandido, entregando aislamiento térmico, acústico y alivianando el peso.

Los paneles están cubiertos a ambos lados por diafragmas de hormigón armado, compuesto por mallas de acero soldadas eléctricamente y hormigón H35 premezclado.

Este sistema constructivo permite pre embutir en fábrica todas las instalaciones como electricidad, agua, alcantarillado, gas y calefacción, entre otros, quedando para la obra sólo las interconexiones entre paneles. Esto obligó a que especialistas eléctricos y sanitarios trabajaran en Santiago en la supervisión de la correcta ubicación de las instalaciones en los paneles, para que luego éstas calzaran de forma perfecta en el proceso de montaje en obra.

“Las instalaciones resultaron complejas porque todas era distintas, debido a que los módulos no son rectangulares, tienen quiebres, y

obligaron a fabricar paneles con distintas formas. Además, como las habitaciones son pareadas debían tener instalaciones por ambos lados, por lo que había que identificar cada panel en Santiago para que luego fuera montado en obra sin errores. Sin embargo, y pese a todas las precauciones, igual se produjeron desacoples que se resolvieron en terreno”, indica Cueto.

### MONTAJE

Las fundaciones para este sistema constructivo no requieren de gran resistencia ni profundidad, por lo que fueron trabajadas como zapata corrida, de 1 m bajo tierra, con un sobrecimiento de unos 30 cm, sumergido

## Incorporamos marcas líderes a nivel mundial en Innovación y Soluciones para redes de agua

ISO 9001

EcO<sub>2</sub>O  
NIBSA  
ECOLÓGICO



CALIDAD Y RESPALDO



### Soluciones TecnoAgua

Fabricación C E U

Anti Incrustante Caldera-Calefón

Equipo Ablandador Agua

### viega

### Sistema ProPress

- Fabricación Alemana
- 25 Años de uso en Europa
- Garantía 50 Años
- Ahorro de Tiempo
- Versatilidad
- Producto Seguro

### SLOAN

### Sistemas Control Agua

- Fabricación USA
- Fluxómetros wc y Urinario
- Garantía 10 Años
- Ahorro de Agua
- Producto Seguro



◀ Por la restricción en el tamaño de los paneles, algunas losas de la cubierta debieron unirse a través de costuras realizadas poniendo hormigón sobre la enfierradura dejada en espera.

El hotel cuenta con seis piscinas temperadas al aire libre, las que fueron construidas en hormigón, con separaciones enchapadas en piedra. ▼



respecto de la cota del terreno con el fin de que fuera tapado por el radier. Los hormigones de las fundaciones, sobrecimientos y radieres se prepararon en terreno.

En obra los paneles fueron montados directamente desde los camiones sobre las fundaciones, siendo elevados con grúas a través de ganchos metálicos que quedan ocultos en la estructura. En el montaje de debió tener especial cuidado con la alineación, nivel y aplomo de los paneles. "El anclaje se realizó con pernos de cuña. Como las paredes tenía una altura de más de tres metros y los paneles tienen una restricción de altura de 2,60 m para poder ser transportados, se optó por colocar sobre los muros antetechos de la misma materialidad, soldados a los paneles inferiores, para lograr la altura requerida por el proyecto", explica Francisco Cañete, gerente general de Deteco y calculista del proyecto.

Las uniones de paneles se realizaron con pernos de expansión entre los muros, específicamente en los encuentros, funcionando como "uniones disipadoras, esto fue un desafío para el cálculo estructural pues nos obligaba a prever y controlar bajo la Norma

NCh433 las deformaciones a causa de un sismo", indica Cañete. El sistema dio buenos resultados, pues la estructura resistió de gran forma el terremoto de noviembre de 2007, que en las cercanías de Calama tuvo una intensidad de VII en la escala de Mercalli.

Las losas de los cielos se ejecutaron con los mismos paneles prefabricados, instalados de forma horizontal y contenidos al interior de los muros, siendo apoyados en los perímetros interiores con tacos galvanizados ocultos. "Por las bajas precipitaciones los techos son prácticamente planos, tienen una pendiente mínima para que escurra el agua en caso de lluvia", explica el arquitecto Guerrero. Originalmente se pensó construir la cubierta en piedra, con el fin de que al observar el hotel desde las alturas del Pukará de Quito, los módulos se confundieran con el terreno natural. Sin embargo, finalmente se desechó la idea por el enorme peso que significaba para la estructura.

El montaje del hotel, consistente en cuatro módulos, club house y la vivienda del gerente, demoró alrededor de dos meses. Pues la construcción de cada módulo tardó en promedio una semana. Con un avance de instalación de

15 paneles diarios, equivalentes a un camión y medio cargado de paneles por día.

## TERMINACIONES

Una vez finalizada la obra gruesa, y con el objetivo de dar al hotel una textura similar a la de las construcciones autóctonas, "se aplicó sobre los paneles prefabricados un estuco preparado artesanalmente por un maestro de la zona. La mezcla de los muros exteriores contenía tierra harneada, arena y yeso. En tanto, para el interior se agregó paja a la preparación, para que diera una apariencia más cercana al adobe", afirma Cueto. En el exterior se omitió la paja para evitar que el estuco pudiera sufrir desgastes por la lluvia. Sobre la capa de estuco se aplicó pintura con colores que buscaron imitar los propios de la tierra y las rocas del lugar.

Con el fin de mantener la aislación térmica, fundamental en zonas desérticas debido a los fuertes cambios de temperatura entre el día y la noche, se utilizaron ventanas termopanel y perfilera de PVC. En tanto, los cielos fueron trabajados como cielos falsos con sistema metalcom y planchas de yeso cartón. Mientras que los pisos fueron hechos con piedra pizarra, porcelanatos y madera. Las circulaciones para acceder a todas las habitaciones, fueron cubiertas de trellage de madera, para producir semi sombras.

El hotel también cuenta con un spa y seis pequeñas piscinas al aire libre, todas con distintas temperaturas, las que fueron construidas en hormigón, con separaciones entre ellas, trabajadas como pequeños muros en-

## LOGÍSTICA

Entre las principales dificultades y costos del proyecto estuvo la escasez de mano de obra calificada para la construcción en el sector de San Pedro de Atacama. Por ello, se trasladaron desde Santiago hasta la Segunda Región más de 100 trabajadores, para quienes se arrendaron alrededor de 15 viviendas para su alojamiento en San Pedro. Esto debido a que en el lugar de la faena, a causa de la escasez de agua potable, se les prohibió acampar y tener comedores.

## PAISAJE E ILUMINACIÓN

**EL HOTEL**, al interior del semicírculo que conforman los módulos de habitaciones, cuenta con un paisajismo trabajado con vegetación nativa, además de piedras y tierra del lugar, integrándose al contexto geográfico en perfecta armonía.

En tanto, el proyecto de iluminación cuidó no contaminar los cielos del lugar, ideales para la observación astronómica, por lo que en las noches al hotel se le dio un ambiente de pueblo en penumbras, con luces tenues que apuntan hacia abajo. En los senderos interiores la iluminación fue trabajada con pequeñas luces de LED metidas entre la gravilla, que acompañan la circulación hasta las habitaciones.



GENTILEZA FRANCISCO GUERRERO

chapados en piedra. Los sectores de tránsito entre las piscinas se construyeron con deck de madera.

## LAS INSTALACIONES

La construcción del hotel también requirió solucionar la falta de servicios básicos en el lugar. Para subsanar la carencia de electricidad se instaló un potente generador, ubicado en una especie de bunker a 6 m de profundidad, con el fin de que los ruidos del equipo no afectaran el silencio del lugar. Respecto del agua potable, si bien el terreno contaba con un pozo y los respectivos derechos de agua, ésta no era suficiente para el proyecto, por lo que se debieron solicitar nuevos derechos. Así, se profundizó el pozo y se construyó una planta de tratamiento con tecnología de osmosis inversa para purificar el agua extraída, ya que ésta tiene una alta carga de minerales. El sistema de osmosis inversa purifica el agua aplicando una alta presión que hace al vital elemento atravesar una serie de membranas filtrantes semipermeables, que van reteniendo las partículas contaminantes, desde las más gruesas a las más finas.

Además, en el hotel se debió construir una red de alcantarillado, que conduce las aguas servidas hasta un estanque de acumulación, donde también se efectúa un tratamiento de osmosis inversa para luego uti-

lizar el agua en riego. El proyecto original de Alto Atacama contempla una segunda etapa de construcción, sin fecha definida aún, que suma nuevos módulos de habitaciones, ampliando al

doble la capacidad del hotel (de 32 a 62 habitaciones). La construcción de Alto Atacama implicó una serie de desafíos. Todos superados con el fin de convertirse en un lugar único. Un oasis en el desierto. ■

[www.altoatacama.com](http://www.altoatacama.com); [www.deteco.cl](http://www.deteco.cl)

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Hotel Explora en Isla de Pascua. Un nuevo misterio. Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág.88.
- Casino de Antofagasta y Ruinas de Huanchaca. Las estrellas del desierto. Revista BIT N° 65, Marzo de 2009, pág.22.
- Hotelería en Huilo Huilo, XIV Región. Construcciones mágicas. Revista BIT N° 60, Mayo de 2008, pág.114.
- Hotel Remota Patagonia. Postal del fin del mundo. Revista BIT N° 58, Enero de 2008, pág.90.

### ■ EN SÍNTESIS

**El Hotel Alto Atacama se presenta como una estructura emplazada en medio del desierto, que busca asemejarse a un pueblo altiplánico para no agredir su entorno. Para ello se privilegió rescatar la arquitectura tradicional, con construcciones bajas, de techos planos e imitando los colores de la roca de la zona. El hotel fue construido con paneles de hormigón prefabricado con un núcleo de poliestireno, los que fueron montados en obra en un periodo de alrededor de dos meses, con buenos resultados térmicos, acústicos y frente a sismos.**

**El hotel cuenta con su propio generador de electricidad, el que fue instalado en un bunker a 6 m de profundidad para evitar ruidos molestos.**



# DETECO®

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN



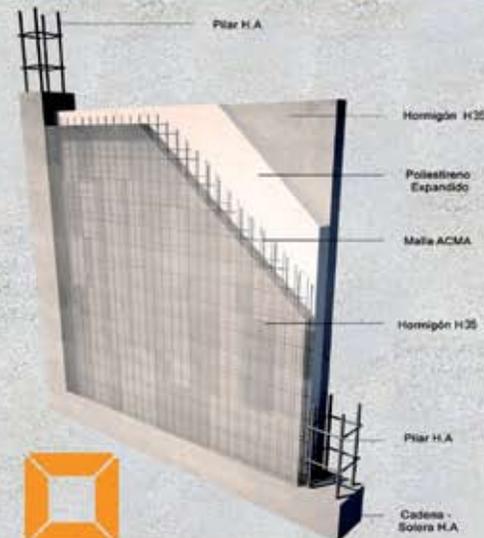
Con más de 10 años de trayectoria, DETECO ha construido y montado más de 140.000 m<sup>2</sup> de obras industrializadas de hormigón, creando cada producto con el más alto standard de seguridad y confiabilidad.

PROCESO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADO LIMPIO Y EFICIENTE.

REDUCE SIGNIFICATIVAMENTE TIEMPOS Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.



CONSTRUCCION HOTEL ALTO ATACAMA



PANAMERICANA NORTE 20.680 • F. 745 35 96  
SANTIAGO - CHILE [WWW.DETECO.CL](http://WWW.DETECO.CL)



## NOVIEMBRE

### ENERGIZA

**04 AL 06 DE NOVIEMBRE**

Tercera muestra de energías renovables tales como fotovoltaica, eólica, biomasa, entre otras.

**LUGAR:** Antofagasta.

**CONTACTO:** [www.energizachile.cl](http://www.energizachile.cl)

### ENERMIN

**14 AL 16 DE NOVIEMBRE**

Primer taller internacional de gestión de la energía en la Industria Minera.

**LUGAR:** Sheraton Santiago Hotel & Convention Center, Santiago.

**CONTACTO:** [www.enermin2010.com](http://www.enermin2010.com)

### TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN

**17 DE NOVIEMBRE**

Tercer Seminario de Innovación.

**LUGAR:** Centros de Eventos Casapiedra.

**CONTACTO:** [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)

### JORNADA DEL ACERO

**17 DE NOVIEMBRE**

Evento que analizará las inversiones y oportunidades de negocios en la industria del acero, organizado por el Instituto Chileno del Acero (ICHA).

**LUGAR:** Centro de Eventos Casapiedra, Santiago

**CONTACTO:** [www.icha.cl](http://www.icha.cl)

### CORROMIN

**18 AL 19 DE NOVIEMBRE**

El Congreso de protección contra la corrosión.

**LUGAR:** Sheraton Miramar, Viña del Mar.

**CONTACTO:** [www.edoctum.cl](http://www.edoctum.cl)

### XVII BIENAL DE ARQUITECTURA

**18 AL 27 DE NOVIEMBRE**

A propósito del terremoto de febrero pasado, la temática de la Bienal se reorientó, por lo que el slogan será "8.8 Re-Construcción".

**LUGAR:** Museo Histórico y Militar de Chile, Santiago.

**CONTACTO:** [www.bienaldepartitectura.cl](http://www.bienaldepartitectura.cl)

### EXPO EFICIENCIA ENERGÉTICA

**19 AL 20 DE NOVIEMBRE**

Primera versión de la feria que promueve el uso de la eficiencia energética.

**LUGAR:** Estación Mapocho, Santiago.

**CONTACTO:** [www.expoeficienciaenergetica.cl](http://www.expoeficienciaenergetica.cl)

### MINE CLOSURE 2010

**23 AL 26 DE NOVIEMBRE**

V Conferencia internacional en Cierre de Minas.

**LUGAR:** Sheraton Miramar Hotel & Convention Center, Viña del Mar.

**CONTACTO:** [www.mineclosure2010.com](http://www.mineclosure2010.com)

### SEMINARIO INTERNACIONAL DE DESALACIÓN

**29 DE NOVIEMBRE**

**AL 01 DE DICIEMBRE**

El Seminario donde se presentarán tecnologías para las operaciones de plantas desaladoras.

**LUGAR:** Hotel Enjoy, Antofagasta.

**CONTACTO:** [www.proconstruccion.com](http://www.proconstruccion.com)



## DICIEMBRE

### PROCEMIN

**08 AL 10 DE DICIEMBRE**

VII Seminario Internacional de Procesamiento de Minerales.

**LUGAR:** Sheraton Santiago Hotel & Convention Center, Santiago.

**CONTACTO:** [www.procemin.cl](http://www.procemin.cl)

## 2011

### MAYO

#### SEMANA DE LA CONSTRUCCIÓN

**09 AL 14 DE MAYO**

IX versión del evento más importante del sector construcción.

**LUGAR:** Espacio Riesco, Santiago.

**CONTACTO:** [www.cchc.cl](http://www.cchc.cl)

#### FERIA CHILE CONSTRUYE

**11 AL 14 DE MAYO**

En el marco de la Semana de la Construcción, la feria mostrará innovaciones tecnológicas.

**LUGAR:** Espacio Riesco, Santiago.

**CONTACTO:**

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

#### VI ENCUENTRO CONSTRUCCIÓN UNIVERSIDAD

En el marco de la Semana de la Construcción, el encuentro analiza la integración entre el mundo académico y profesional.

**LUGAR:** Espacio Riesco, Santiago.

**CONTACTO:**

[www.construccion-universidad.cl](http://www.construccion-universidad.cl)

## OCTUBRE

#### XVIII JORNADAS CHILENAS DEL HORMIGÓN

**19 AL 21 DE OCTUBRE**

Evento organizado por el Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María (UFST), junto al Centro Tecnológico del Hormigón.

**LUGAR:** Casa Central UFST, Valparaíso.

**CONTACTO:** [www.jornadashormigon.usm.cl](http://www.jornadashormigon.usm.cl)

## NOVIEMBRE



### CONSTRUCT CALGARY / 03 AL 04 DE NOVIEMBRE

XI versión de la feria para el sector de la construcción, diseño y la industria.

**LUGAR:** Calgary, Canadá / **CONTACTO:** [www.buildexcalgary.com](http://www.buildexcalgary.com)



### CONGRESO DE HORMIGÓN / 08 AL 10 DE NOVIEMBRE

Se mostrarán las últimas novedades tecnológicas de la industria.

**LUGAR:** Sheraton Mar del Plata, Argentina.

**CONTACTO:** [www.proconstruccion.com](http://www.proconstruccion.com)

## 2011 / ENERO



### CONTRACTWORLD 15 AL 18 DE ENERO

Feria de materiales de arquitectura e innovaciones tecnológicas.

**LUGAR:** Hannover, Alemania.

**CONTACTO:** [www.contractworld.com](http://www.contractworld.com)



### DOMOTEX HANNOVER 15 AL 18 DE ENERO

Feria de tecnologías en pisos y revestimientos.

**LUGAR:** Hannover, Alemania.

**CONTACTO:** [www.domotex.de](http://www.domotex.de)



### BAU 17 AL 22 DE ENERO

Salón internacional de materiales para la construcción y sistemas constructivos.

**LUGAR:** Múnich, Alemania.

**CONTACTO:** [www.bau-muenchen.com](http://www.bau-muenchen.com)



### WORLD OF CONCRETE 18 AL 21 DE ENERO

Salón internacional en tecnologías de la construcción.

**LUGAR:** Las Vegas, Estados Unidos.

**CONTACTO:**

[www.worldofconcrete.com](http://www.worldofconcrete.com)

## FEBRERO



### SALÓN ECO CONSTRUCCIÓN 16 AL 18 DE FEBRERO

Expo energética dedicada a la sustentabilidad en edificaciones y urbanismo.

**LUGAR:** Valencia, España.

**CONTACTO:**

[www.salonecoconstruccion.net](http://www.salonecoconstruccion.net)

## MARZO



### SAMOTER/ 02 AL 06 DE MARZO

Vigésima octava feria de máquinas para movimiento de tierras, obras y construcción.

**LUGAR:** Verona, Italia. / **CONTACTO:** [www.samoter.com](http://www.samoter.com)



### FEICON BATIMAT / 15 AL 19 DE MARZO

Décimo novena feria internacional de la industria de la construcción.

**LUGAR:** São Paulo, Brasil. Contacto: [www.feicon.com.br](http://www.feicon.com.br)



UNIVERSIDAD TECNICA  
FEDERICO SANTA MARIA

19·20·21  
OCTUBRE

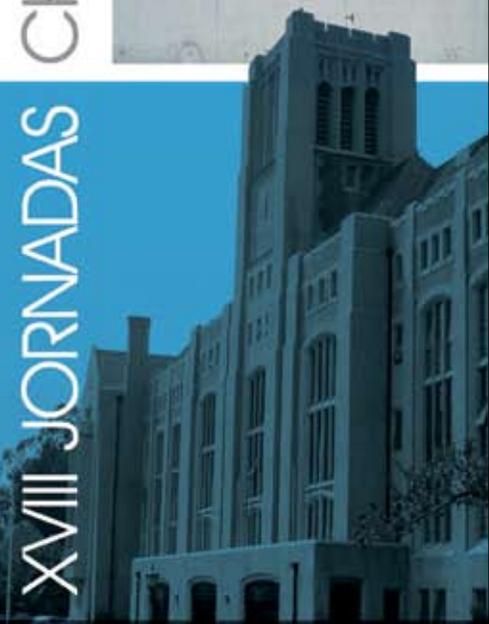
CHILENAS DEL HORMIGÓN

CASA CENTRAL VALPARAISO  
[jornadashormigon@usm.cl](mailto:jornadashormigon@usm.cl)  
fono: 032-2654185  
[www.jornadashormigon.usm.cl](http://www.jornadashormigon.usm.cl)

2011



XVIII JORNADAS



ORGANIZA DEPARTAMENTO  
DE OBRAS CIVILES Y CENTRO  
TECNOLÓGICO DEL HORMIGÓN

## RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE CUBIERTAS VEGETALES

Editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) Santiago, Chile. Año 2010. 86 pp.

Publicación técnica que integra cuatro capítulos con las recomendaciones de construir con cubiertas vegetales. Se analizan las ventajas y desventajas, tanto desde la perspectiva pública como privada de las edificaciones con este tipo de techumbres. Asimismo, se citan los ahorros en los sistemas públicos de evacuación de aguas lluvia, operación de sistemas de calefacción, entre otros aspectos de interés.



## COMPLEJOS HOSPITALARIOS

Editorial Links (Océano).

Año 2010. 299 pp.

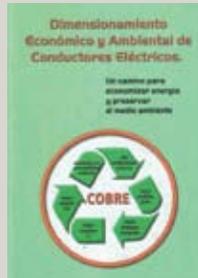
Este libro presenta una selección de soluciones arquitectónicas en hospitales y centros de salud. Muestra la recopilación de 21 proyectos con fotografías, planos arquitectónicos y comentarios de los arquitectos. También contiene información sobre materiales y procesos de construcción que complementan las ideas de diseño.

## DIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Publicado por el Centro Chileno de Promoción del Cobre, Procobre.

Santiago, Chile. Año 2010. 32 pp.

La publicación presenta el problema de la disipación de energía en los cables de potencia al conducirla desde una fuente hasta el punto de utilización. Asimismo, se proponen criterios para el dimensionamiento económico y ambiental de todo tipo de instalaciones



eléctricas de baja y media tensión, tanto en instalaciones industriales y comerciales, como en redes públicas de distribución energética.



## ARQUITECTURA PARA LA EDUCACIÓN

Krauel, Jacobo y Broto Charles.

Editorial Links. Año 2010. 299 pp.

Guía práctica que presenta una muestra de arquitectura en escuelas, universidades e institutos. El texto desarrolla el concepto de una "Arquitectura para la educación". La publicación integra diversos proyectos con fotografías, planos, explicaciones de los propios arquitectos y detalles constructivos.



### ▶ [www.celebratingeqsafety.com](http://www.celebratingeqsafety.com)

Sitio de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Carolina del Norte, Estados Unidos, en el cual se pueden revisar casos de Retrofit en Estructuras Existentes, como el caso del Edificio City Hall de San Francisco, y también la aplicación de tecnologías en estructuras nuevas. En esta edición, lea un reportaje de Rehabilitación sísmica en pág. 18.

### ▶ [www.bahrainwtc.com](http://www.bahrainwtc.com)

Sitio del complejo Bahrain World Trade Center, conjunto arquitectónico asiático que destaca por su integración de energía renovable a su estructura. Una instalación a gran escala que no estuvo exenta de desafíos técnicos y logísticos. En esta edición lea un reportaje en página 76, de sus características sustentables.

### ▶ [www.altoatacama.com](http://www.altoatacama.com)

Con un diseño que asemeja a un pueblo altiplánico, el Hotel Alto Atacama se mimetiza con el paisaje donde está inserto, a las orillas del río San Pedro. El sitio muestra fotografías del proyecto y los criterios del emplazamiento y la arquitectura. En página 106 se publica un reportaje que indaga en los desafíos técnicos y logísticos de la obra.

### ▶ [www.transoceanica.cl](http://www.transoceanica.cl)

El grupo de empresas Transoceánica muestra su nueva imagen corporativa. Se trata de un edificio curvo de cuatro pisos, en que se aplicaron modernas tecnologías para obtener un recinto lo más eficiente y amigable con el medioambiente posible. Más información de su construcción en página 50.

# NO DA LO MISMO

un clavo que un Clavo Gerdau AZA



Línea de Trefilados Gerdau AZA

 **GERDAU AZA®**  
Conciencia de acero.

CLAVOS

ALAMBRES

MALLAS

CONSTRUCCIÓN

AGRO

MINERÍA

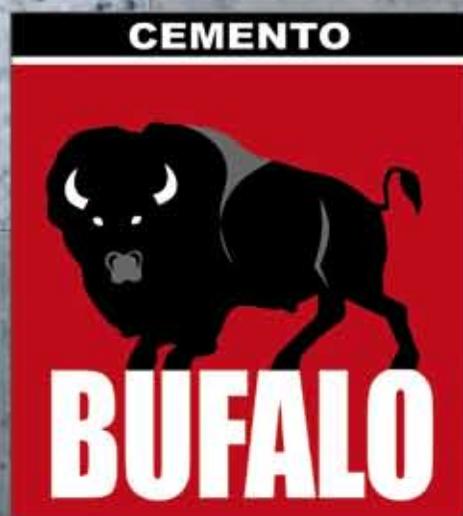
INDUSTRIA

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



**FUERTES COMO BUFALO!**

**Nuestro homenaje a la fortaleza y el valor.**



[www.bufalo.com](http://www.bufalo.com)

# LLEVANDO A CHILE A LO MAS ALTO



Las barras para hormigón CAP, son garantía de resistencia y confianza, siendo especialmente apropiadas para grandes proyectos en altura.



# CAP