

# Bit

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO  
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

Estructuras de acero

# Previniendo la corrosión

PUENTE HUASCO, VALLENAR

Alta precisión

TENDENCIAS EN MADERA LAMINADA

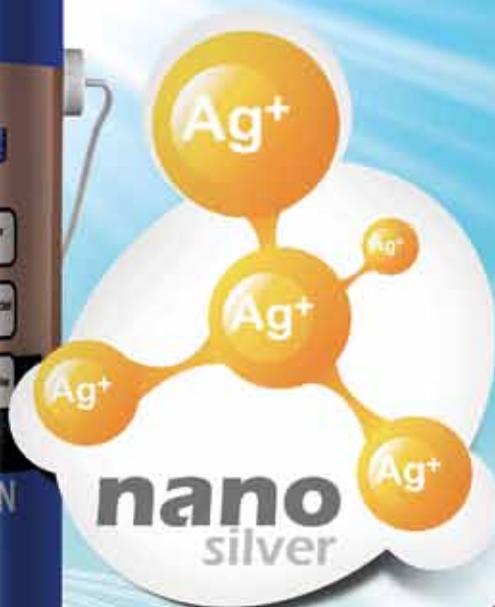
Diseño a medida

VELÓDROMO OLÍMPICO DE LONDRES

Pedaleando alto

# Nueva Pintura **Bioprotect**

Previene la proliferación de bacterias y hongos



Con iones de plata que evitan la proliferación de **hongos y bacterias**

La pintura de tu hogar y la salud de tu familia,  
en las manos de una verdadera experta.

Si deseas más información,  
Pregúntale al experto, visita



[PreguntaleaSherwin.cl](http://PreguntaleaSherwin.cl)

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



# EDIFICIOS EDUCACIONALES

COLEGIOS  
CENTROS DEPORTIVOS  
UNIVERSIDADES  
GIMNASIOS  
GRADERÍAS

PREMIO 2010  
DESARROLLO  
TECNOLÓGICO



## TENSOCRET

SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

Colegio Ingles de Quillota  
Agosto 2011

Estamos construyendo a lo largo de Chile



Más de **50** establecimientos educacionales construidos en Chile

**ESTRUCTURAS PREFABRICADAS  
EN HORMIGÓN ARMADO:  
SÓLIDAS, SEGURAS,  
ECONÓMICAS,  
DE RÁPIDA EJECUCIÓN.**

#### VENTAJAS

Óptimo comportamiento estructural, comprobado tras el terremoto del 27 de febrero de 2010.

Rápida gestión del proyecto, fabricación, transporte y montaje de la estructura prefabricada.

Durabilidad en el tiempo con mínimo costo de mantención.

La óptima calidad de la obra gruesa estructural, disminuye el costo de las terminaciones.

Posibilidad de incorporar Aislación Sísmica basal, asegurando la continuidad de uso inmediata del edificio y entregando un alto nivel de seguridad a las personas, contenidos y estructura.

# Soluciones Legrand para distribución y calidad de la energía



## CELDAS DE MEDIA TENSIÓN,

clase 24KV para la distribución en media tensión.

- alta performance y seguridad para su operación
- diseño compacto para un menor espacio ocupado
- modularidad para implementar distintas soluciones



## TABLEROS DE CONTROL DE ILUMINACIÓN,

sistema de ahorro de energía eléctrica para recintos terciarios e industriales.

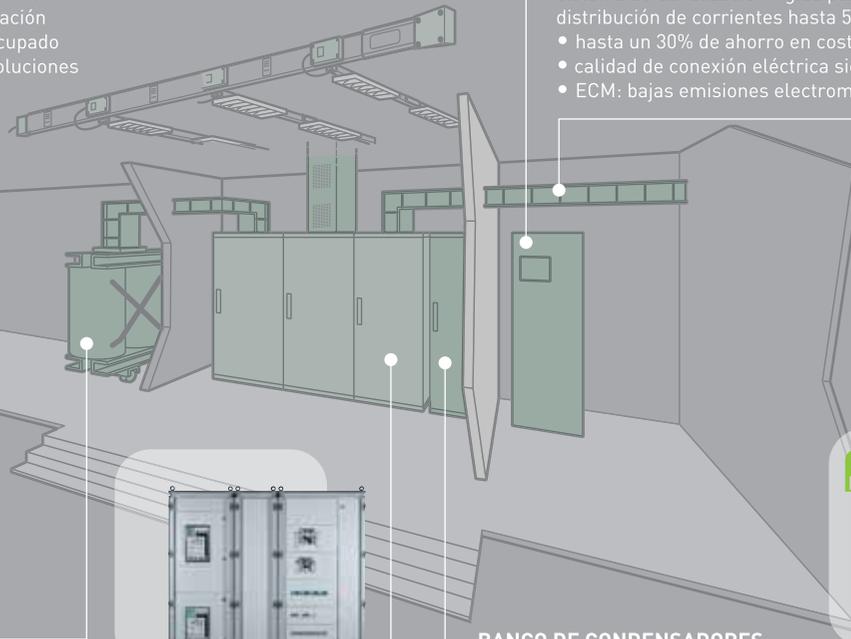
- hasta un 50% de ahorro de energía en iluminación
- control centralizado, a través de un PC en red
- flexibilidad de configuración, actuales y futuras



## DUCTOS DE BARRA ZUCCHINI,

sistema de canalización rígida para distribución de corrientes hasta 5000A.

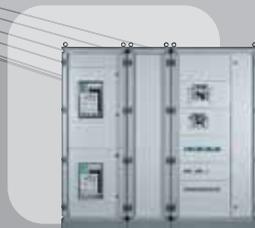
- hasta un 30% de ahorro en costo de materiales
- calidad de conexión eléctrica siempre garantizada de fábrica
- ECM: bajas emisiones electromagnéticas



## TRANSFORMADORES SECOS ZUCCHINI,

aislados en resina, con una gama desde 100 hasta 16000 KVA.

- bajo costo de mantención
- menor volumen
- respeto del medio ambiente, no requieren foso de aceite
- bajos niveles de ruido



## DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA,

protección y seguridad garantizadas.

- oferta de disyuntores hasta 4000A
- selectividad y coordinación
- armarios componibles hasta 4000A



## BANCO DE CONDENSADORES,

calidad de la energía y compensación en media y baja tensión.

- alta resistencia a fuertes campos eléctricos
- bajas pérdidas de potencia
- bancos de condensadores integrados

## DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA, CONTROL Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Legrand, hace suyo el desafío de contribuir a la reducción de los gastos eléctricos proponiendo soluciones que garanticen seguridad, continuidad de servicio y calidad de la energía, dirigidas a contribuir al ahorro energético de nuestros clientes.

mayores informaciones (2) 550.52.00

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

 **legrand**<sup>®</sup>

# TUS PAREDES GUARDAN LA ÚLTIMA TECNOLOGÍA.

## Fusión Tigre la línea de polipropileno más completa del mercado.



**Fusión Tigre, es el sistema de polipropileno para conducción de agua caliente y fría, con Garantía Tigre.**

Máxima resistencia y calidad para su obra, junto a la más amplia gama de conexiones desde 20 a 125 mm. Sus propiedades impiden que el sarro y la corrosión disminuyan su vida útil. Disponible además en versión Beta (PP-RCT), fabricada con materia prima de última generación, con inmejorable resistencia mecánica para combinaciones de presión y temperatura. Todo esto con un menor espesor, lo que permite un mayor caudal, optimizando los diámetros en comparación con las tuberías tradicionales de PP-R.

[www.tigre.cl](http://www.tigre.cl) | **TeleTigre**  
800 365 700





## BASF Construction Chemicals

# BASF Construction Chemicals junto con Aislapol incorporan productos de alto desempeño para sistema de fachada con aislación térmica en obra emblemática

Con los sistemas de fachada EIFS y STUCCO el Grupo BASF se hace presente en el primer edificio educacional no contaminante de Santiago.

**BASF Construction Chemicals** por medio del sistema STUCCO aporta con una solución diferenciadora dentro de las tradicionales fachadas térmicas por primera vez utilizada en Sudamérica. Las ventajas de este sistema es que otorga mayor resistencia mecánica que el EIFS tradicional, permitiendo así agregar mayores espesores de mortero e incorporar revestimientos de mayor peso (por ejemplo enchapes de ladrillo y piedra). Dentro de su composición además se agregan anclajes mecánicos y puede ser utilizado con aislación térmica.

### COMPOSICIÓN DEL SISTEMA STUCCO

El mortero **STUCCO** es un mortero a base de arena y cemento, que además incluye aditivos especiales que permiten la adherencia sobre Aislapol (EPS), pudiendo ser aplicado tanto en interiores como en exteriores, permitiendo espesores de 6 a 12 mm, lo que otorga un muro bastante más resistente que lo hasta ahora conocido, siendo posible revestir con enchapes de ladrillo o piedra.

La malla **PERMALATH 1000** es una malla de fibra de vidrio tridimensional reforzada diseñada para trabajar con altos requerimientos de resistencia mecánica, más liviana y por ende de mayor velocidad de instalación y mayor facilidad de corte que las mallas metálicas, siendo más segura su manipulación y traslado en obra.

El aislante **AISLAPOL** empleado por primera vez en Chile en



un espesor de 200 mm en una densidad de 20 kg/m<sup>3</sup>, ofrece una aislación térmica de alto desempeño, la cual además protege la estructura.

El sistema EIFS además de aportar aislación térmica contribuye con un alto nivel de acabado, debido a la alta calidad de los productos utilizados, tal como los revestimientos texturados finales (Finish Coat) de gran atractivo visual y de alto desempeño frente a los diferentes requerimientos climáticos.

Con estas dos soluciones **BASF Construction Chemicals** y **Aislapol**, ambas empresas pertenecientes al Grupo BASF, aportan innovación a la nueva infraestructura del Colegio Santiago College, ubicada en los Traspenses, Santiago, el cual "aspira a conseguir la certificación Passiv Haus (que en alemán quiere decir "casa pasiva") un estándar constructivo en edificios que ofrecen un gran aislamiento térmico, riguroso control de infiltración solar y una buena calidad del aire interior" (\*).

(\*) Fuente: <http://diario.latercera.com/2011/08/12/01/contenido/santiago/32-79851-9-a-fines-de-agosto-terminan-obra-gruesa-del-santiago-college.shtml>

**BASF Construction Chemicals**  
Fono: 56-2-7994300  
[www.basf-cc.cl](http://www.basf-cc.cl)

**Aislapol**  
Fono: 56-2-6407283  
[www.aislapol.cl](http://www.aislapol.cl)



# LÍDER EN CONSTRUCCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN



Tecno panel ofrece soluciones que apuestan a ser comparativamente más eficientes y económicas que los sistemas tradicionales de construcción, disminuyendo los costos en mano de obra, materiales y tiempo, sin alterar la calidad, durabilidad y estética de la construcción, junto a una avanzada tecnología productiva, lo que nos permite ofrecer una amplia gama de productos, satisfaciendo los requerimientos específicos de cada proyecto.

  
**TECNO PANEL**  
**STRUCTURAL INSULATED PANEL**

**TECNO PANEL SIP** LA MEJOR TECNOLOGÍA  
CONSTRUCTIVA PARA SUS PROYECTOS

RAPIDEZ, RESISTENCIA, VERSATILIDAD, AISLACIÓN TÉRMICA



PRODUCTO  
NACIONAL

  
**TECNO TRUSS**

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



**TECNO FRAME**

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

CONTÁCTENOS AL  
**745 5940**

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

# CONSTRUIR EL FUTURO, ES OBRA DEL CONOCIMIENTO.

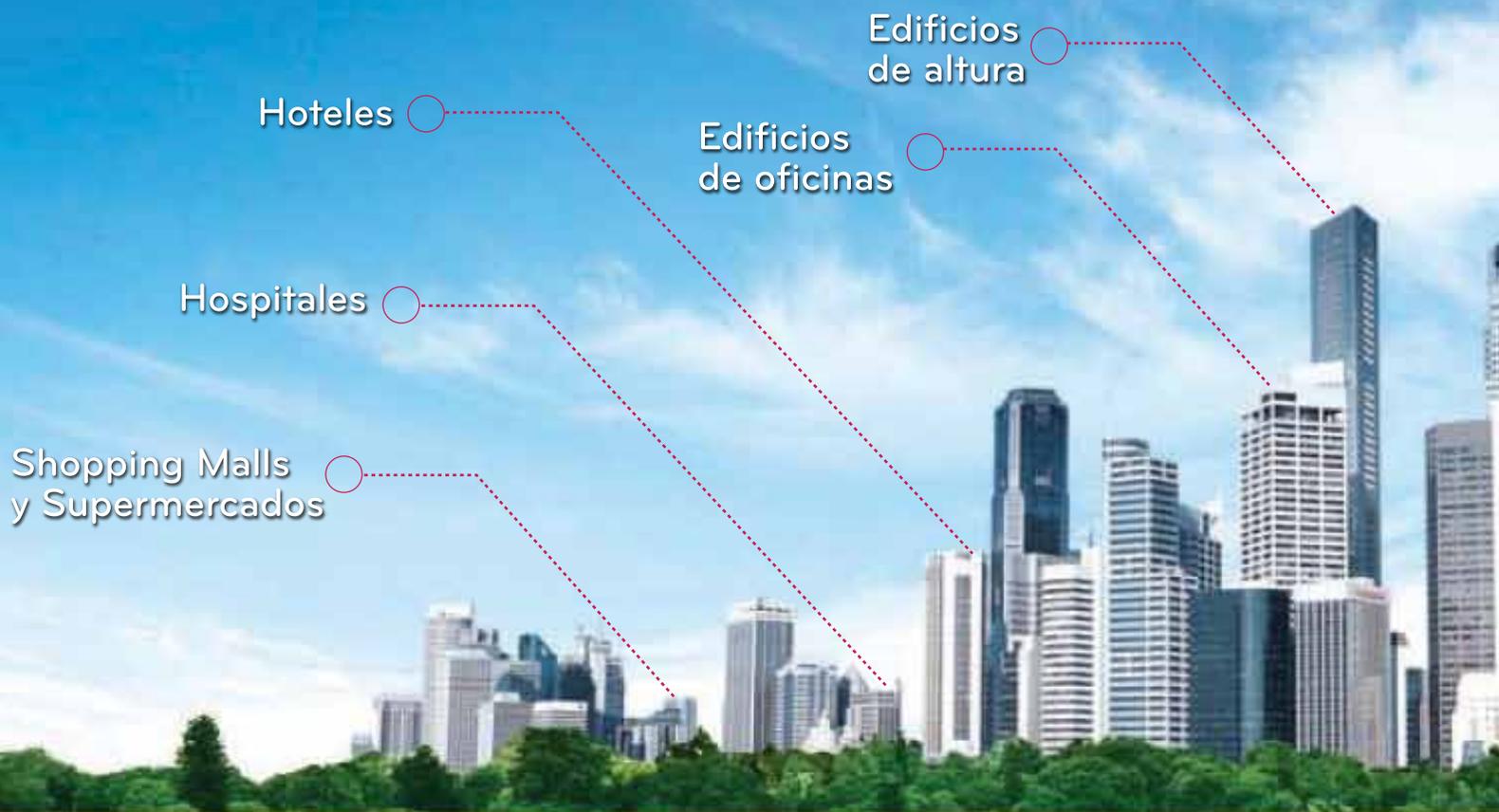


## Campus Duoc UC San Joaquín.

Estamos orgullosos de haber sido parte de una gran obra que significará el desarrollo profesional para los jóvenes que construirán el futuro de Chile.

# Soluciones energéticas

## Aire Acondicionado e Iluminación LED



Hoteles

Edificios de altura

Edificios de oficinas

Hospitales

Shopping Malls y Supermercados

### ● Iluminación LED



PANEL LUMINARIAS PLANO



FOCO EMBUTIDO



LUMINARIAS LED TIPO DICROICA



LUMINARIAS LED TIPO PAR



AMPOLLETA LED TIPO BOMBILLA

### ● Aire Acondicionado



### ● Paneles Solares



# LG

Life's Good

LG ELECTRONICS CHILE  
Av Isidora Goyenechea 2800  
Piso 10, Edificio Titanium  
Fono: 941.92.00  
[www.lge.cl](http://www.lge.cl)

"Life's good...when it's green"

LG lo motiva todos los días de su vida con tecnología ecológica e innovadora.

# SUMARIO > N°81

NOVIEMBRE/DICIEMBRE 2011

## 20 / ARTÍCULO CENTRAL

### CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE ACERO CUESTIÓN DE CUIDADO

La oxidación representa un problema serio en los metales, especialmente en el acero. Según la experiencia internacional, se estima que entre el 3 y 4 por ciento del PIB de un país se pierde como consecuencia de este fenómeno. Sus efectos son variados y sus causas también. Y es que diversos factores, entre ellos, el ambiente, aceleran su propagación. La pérdida de sección y en algunos casos, de resistencia mecánica, son sus consecuencias más graves. El conocimiento, la protección y la mantención resultan clave. Es una cuestión de cuidado.



## 10 / CARTA DEL EDITOR

## 12 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

## 34 / HITO TECNOLÓGICO

PUENTE HUASCO, VALLENAR

### Alta precisión

Un tablero de 205,5 m de largo y 22,3 m de ancho marca un hito en la construcción vial del país. La aplicación de voladizos sucesivos caracteriza su ejecución.



34

## 42 / REPORTAJE GRÁFICO

ESPACIO M

### Renovando la historia

La fachada de la ex sede del diario El Mercurio es restaurada con un moderno edificio de oficinas y galerías comerciales. Reutilización del patrimonio que renueva la historia.

## 46 / ANÁLISIS

LABORATORIO DE CALIBRACIONES ACÚSTICAS

### Precisión sonora

El Instituto de Salud Pública inauguró el primer laboratorio de calibraciones acústicas de Latinoamérica, el único en proceso de acreditación de la norma ISO 17025.



42

## 52 / PROYECTO FUTURO

NUEVO COMPLEJO EN LA EX CÁRCEL DE VALPARAÍSO

### Memoria y cultura

En los terrenos de la Ex Cárcel de Valparaíso se emplaza un nuevo complejo cultural. Memoria y cultura se unen en un proyecto bicentenario colmado de retos.



52

## 58 / ANÁLISIS

PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

### Grandes desafíos

En una industria cada día más exigente, la productividad se convierte en un tema prioritario para aumentar la competitividad. Hay conclusiones e importantes desafíos.

## 64 / SCANNER TECNOLÓGICO

TENDENCIAS EN MADERA LAMINADA

### Diseño a medida

La fabricación y el desarrollo en madera laminada avanza. El país está a la vanguardia en la aplicación de nuevos adhesivos, herrajes y maquinaria. Un diseño a la medida.



## 72 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

HORMIGONADO EN ZONAS EXTREMAS

### Todo terreno

En obra, hay que resistir las inclemencias climáticas. Si baja o sube la temperatura se producen variaciones en las cualidades del hormigón. Es un dato fundamental.

## 82 / OBRA INTERNACIONAL

VELÓDROMO OLÍMPICO DE LONDRES

### Pedaleando alto

Fue la primera infraestructura inaugurada de cara a los Juegos Olímpicos de 2012. Está inspirado en la ligereza y ergonomía de una bicicleta.

## 91 / REPORTAJE GRÁFICO

CRISTALERÍAS DE CHILE, PLANTA LLAY LLAY

### Aislamiento sísmico en industrias

Con el afán de prevenir daños ante eventuales sismos, se aplicó un sistema de aislamiento sísmico en los hornos de la fábrica. Una obra con muchos desafíos.

## 94 / ANÁLISIS

NUEVO TEATRO DE CORPGROUP

### Desafíos en escena

Junto al edificio corporativo de CorpGroup, se levanta un teatro subterráneo. El edificio debe seguir operativo mientras se demuelen algunas partes y se reconstruyen otras.

## 102 / ARQUITECTURA-CONSTRUCCIÓN

CENTRO COMUNITARIO DEL CÍRCULO ISRAELITA DE SANTIAGO

### Diseño y construcción

Un completo centro comunitario en la comuna de Lo Barnechea reemplaza a la antigua sinagoga de calle Serrano. Un templo que mira a Jerusalén.

## 110 / REGIONES

EDIFICIO CONSISTORIAL DE SALAMANCA

### Concepto transparente

El hormigón prefabricado, la madera y el cristal le otorgan un nuevo perfil al nuevo edificio municipal. La imagen de un concepto transparente.

## 118 / CONSTRUCCIÓN AL DÍA

Noticias, eventos, publicaciones y links de interés del sector construcción.

## NUESTROS AVISADORES

	Página
Aislapol / Basf	4
Alsina	97
Altimax	89
Anwo	63
Anwo	85
Arauco	71
Argenta	29
Asfaltos Chilenos	123
Bob Cat	17
CAP	Tapa 4
Capacita	81
CEM	71
Coz	105
CSP	100
El Sauce	62
Emin	99
Estratos	43
Fleischmann	109
Gerdau Aza	61
Glasstech	109
Hebel	79
Hormisur	125
Idiem	49
Ingelam	69
Jeld Wen	13
Knauf	51
Krings	126
Layher	63
Led Power	117
Legrand	2
Leis	107
LG	7
Liebherr	32
Masonite	121
Melón Hormigones	6
Melón Morteros	59
Membrantec	101
Nibsa	61
Parex	128
Peri	39
Petricio	23
Pinturas Cerrillos	31
Pizarreño	50
Planok	Tapa 3
PUC	113
RothoBlaas	67
Sacyr	33
Salfa	18
Salomón Sack	29
Scafom - Rux	81
Schréner	55
Sherwin Williams	Tapa 2
Sika	101
Simma	19
Sismica	41
Sodimac	119
Soinsa	115
STO Chile	15
Stretto	27
Tajamar	25
Tecno Panel	5
Tensoret	1
Terratest	77
Tigre Chile	3
Tramasa	57
Transaco	126
Transex	127
Villalba	45
Vinilit	11
Volcán	47
VSL	37
Zach	75

### COMITÉ EDITORIAL

#### PRESIDENTE

SERGIO CORREA D.

ANDRÉS BECA F.  
LUIS CORVALÁN V.  
BERNARDO ECHEVERRÍA V.  
JUAN CARLOS LEÓN F.  
ENRIQUE LOESER B.  
CARLOS MOLINARE V.  
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.  
ALEJANDRO PAVEZ V.  
CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
DANIELA MALDONADO P.  
DANIELA FRIEDEMANN M.  
PRISCILA ALVAREZ M.

#### CONTROL DE GESTIÓN

VICENTE ORTIZ J.

#### EJECUTIVAS COMERCIALES

MARÍA VALENZUELA V.  
MONTSERRAT JOHNSON M.  
OLGA ROSALES C.

#### COLABORADORES PERMANENTES

CEFRAPI / 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)

## A DETENER EL TIEMPO

El tiempo, el implacable. Aunque se realicen esfuerzos extraordinarios por detener su marcha y por hallar fabulosas fuentes de eterna juventud, hasta el momento los relojes ganan la batalla. Por ello, hay que trabajar duro para al menos aminorar sus efectos. Esto lo saben y lo padecen las estructuras de acero, que observan como día a día se agiganta la peligrosidad de su más enconado rival: la corrosión.

El posible deterioro de las estructuras metálicas preocupa, y mucho, como se refleja en el artículo central de Revista BIT. No es para menos, dos datos muestran la real envergadura de esta problemática. "Se estima que entre el 3 y 4 % del PIB de un país se pierde como consecuencia de los procesos de corrosión y degradación de los materiales", alerta un experto. La cifra impacta aún más si se agrega que alrededor del 80% de las superficies metálicas en Chile se encuentran expuestas al aire libre, según indica un estudio.

En este escenario, resulta una muy buena idea reforzar el llamado a la prevención. Si bien es cierto que en nuestro país la construcción y el montaje industrial destacan por ejecutar proyectos de gran calidad, no es menos cierto que es mejor redoblar las precauciones al momento de proteger las estructuras de acero. ¿Cómo? Depende del metal, del proyecto y de la ubicación geográfica, pero las soluciones van desde reforzar espesores hasta aplicar los más diversos revestimientos.

En la batalla contra la corrosión se asoma una muy buena noticia. Se encuentra en pleno desarrollo el proyecto "Mapas de corrosividad atmosférica de Chile para los metales y aleaciones de mayor interés tecnológico". Un estudio inédito, que cuenta con el patrocinio de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), que permitirá establecer en forma previa criterios de selección de materiales, tipos de protección y períodos de mantenimiento según la zona. Así, con información objetiva se conocerá el comportamiento de las estructuras metálicas en ciudades de climas tan disímiles como Arica, Punta Arenas e Isla de Pascua.

El desafío quedó planteado: reforzar la prevención y, en consecuencia, la protección de las estructuras de acero. Basta con recordar las palabras de un especialista: "Construir cuesta 1, mantener 5, reparar cuesta 25 y rehabilitar 125". Entonces, el reto consiste en concentrarse en construir y mantener, dejando en el olvido reparaciones y rehabilitaciones.

Sabemos que el reloj continuará su marcha implacable debilitando estructuras. Sin embargo, también sabemos que se multiplican las herramientas para detener su avance. Hay que intentarlo, hay que detener el tiempo.

El Editor



CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN



**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.

Los contenidos de Revista BIT, publicación elaborada por Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, consideran el estado actual del arte en sus respectivas materias al momento de su edición. Revista BIT no escatima esfuerzos para procurar la calidad de la información presentada en sus artículos técnicos. Sin embargo, en aquellos reportajes que entregan recomendaciones y buenas prácticas, BIT advierte que es el usuario quien debe velar porque el personal que va a utilizar la información y recomendaciones entregadas esté adecuadamente calificado en la operación y uso de las técnicas y buenas prácticas descritas en esta revista, y que dicho personal sea supervisado por profesionales o técnicos especialmente competente en estas operaciones o usos. El contenido e información de estos artículos puede modificarse o actualizarse sin previo aviso. Sin perjuicio de lo anterior, toda persona que haga uso de estos artículos, de sus indicaciones, recomendaciones o instrucciones, es personalmente responsable del cumplimiento de todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos necesarias frente a las leyes, ordenanzas e instrucciones que las entidades encargadas imparten para prevenir accidentes o enfermedades. Asimismo, el usuario de este material será responsable del cumplimiento de toda la normativa técnica obligatoria que esté vigente, por sobre la interpretación que pueda derivar de la lectura de esta publicación.

**vinilit**<sup>®</sup>

**DURAPEX**  
CASQUILLO CORREDIZO DZR

**NUEVO SISTEMA EN TUBERÍAS Y FITTINGS PEX, CASQUILLO CORREDIZO**

*Sistema compuesto por tubería Pex A y fittings de latón DZR.*

- Las tuberías van directamente dentro de las losas de hormigón con uniones de latón DZR, que con una distribución similar a las de las tuberías metálicas se pueden obtener sistemas muy confiables con bajos niveles de post venta y de fácil instalación.
- Reconocido por su calidad, versatilidad, rapidez de instalación, durabilidad y precio conveniente.



Autorización SISS

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

**vinilit**<sup>®</sup>  
(56 2) **592 4041**  
aguacaliente@vinilit.cl  
[www.vinilit.cl](http://www.vinilit.cl)

## ASCENSOR MÁS RÁPIDO DEL MUNDO

Se anunció el lanzamiento de un nuevo modelo de ascensores que alcanzarán una velocidad de 18 metros por segundo, dejando atrás la marca del Récord Guinness que es actualmente de 16,4. Para garantizar la seguridad de los pasajeros, explicó su proveedor, estos elevadores estarán equipados con las últimas tecnologías: techos que reducen las vibraciones laterales y el ruido, dirección activa y un control neumático que compensa los bruscos cambios de presión atmosférica. Este nuevo ascensor está siendo diseñado especialmente para la Shanghai Tower, que será el edificio más alto de China (con 632 metros de altura aproximadamente) cuando se inaugure oficialmente en el 2014.

**+** INFORMACIÓN: [www.mitsubishielectric.es/](http://www.mitsubishielectric.es/)



## MÓDULOS PARA DORMIR EN AEROPUERTOS

En el aeropuerto internacional de Moscú, en Rusia, se instalaron unas cápsulas prefabricadas para el alojamiento de los pasajeros obligados a esperar. El denominado SleepBox está fabricado en madera MDF y tiene capacidad para dos personas y el equipaje. Mide 2,5 x 1,6 m y tiene una altura de 3 metros. Esta habitación móvil cuenta con iluminación LED, tomas de enchufe, persianas eléctricas y sistema de ventilación y se puede utilizar como mínimo por 30 minutos. Junto a cada cama hay un velador con cajón y en la pared una mesa abatible que se puede usar como escritorio.

**+** INFORMACIÓN:  
SleepBox,  
[www.arch-group.org](http://www.arch-group.org)



## PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LATINOAMÉRICA

El pasado 15 de septiembre se desarrolló en Panamá la sesión de la Red Interamericana de Centros de Innovación en la Construcción, INCONET, dentro del marco del Consejo de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC). En dicho encuentro, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) estuvo presente a través de su Gerente General, Juan Carlos León, quien actúa como coordinador general de la Red. Otro de los representantes chilenos en la reunión, fue el decano de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Juan Carlos de la Llera, quien expuso sobre Innovación en Protección Sísmica. Cabe destacar que esta presentación fue transmitida vía twitcam por medio de la cuenta de la Corporación, @noticiasCDT.

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



## CURSO SOBRE PROTECCIÓN SÍSMICA

La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, realizó el 6 de octubre el curso "Sistemas de protección sísmica: conceptos generales, alternativas y beneficios"

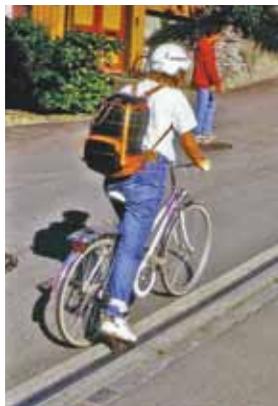
con el objetivo de entregar antecedentes generales sobre las consideraciones técnicas particulares, diferencias, ventajas y recomendaciones de los distintos sistemas de protección sísmica. La actividad, realizada gracias al apoyo de Innova Chile, contó con la presencia del Decano de la Facultad de Ingeniería Pontificia Universidad Católica de Chile, Juan Carlos de la Llera. En el curso también estuvo presente el Arquitecto Master en Cálculo Estructural de Edificios, Leopoldo De Miguel.

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



## ASCENSOR PARA BICICLETAS

En Noruega se implementó un novedoso sistema para subir las bicicletas por empinadas cuestas. Se trata del denominado Sykkelheis, una cinta mecanizada que las transporta por un carril de 130 m que avanza a una velocidad de 2 m por segundo. Una vez realizado el pago, a través de una tarjeta, el elevador se pone en marcha y despliega un reposa pie sobre el que la persona se apoya durante el ascenso. El sistema fue inventado por Jarle Wanvik y forma parte de un programa para incrementar la infraestructura para los estudiantes universitarios y ciclistas de la ciudad de Thomdheim.



**+** INFORMACIÓN: [www.trampe.no](http://www.trampe.no)

## SOFTWARE DE DISEÑO



Una empresa dedicada a software de diseño para la industria de ingeniería, arquitectura, construcción y de entretenimiento 3D, lanzó una colección de más de una docena de funciones, productos y servicios basados en la Web, que permiten a sus usuarios ampliar sus opciones con mayor movilidad y nuevas funciones de visualización, lo que se traduce en mejor simulación de sus ideas, dice su proveedor. Con este software se puede acceder a "la nube", lo que posibilita almacenar el trabajo desde cualquier lugar; visualizarlo a través de navegadores Web o dispositivos móviles y compartirlo con otros usuarios, incluso si no tienen el software.

**+** INFORMACIÓN: Autodesk Cloud, [www.latinamerica.autodesk.com](http://www.latinamerica.autodesk.com)

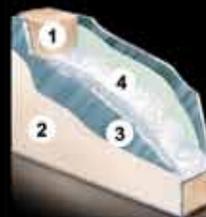
# JELD-WEN®

WINDOWS & DOORS

De Toda **CONFIANZA**.



## Jeld-Wen, Máxima Innovación en puertas Metálicas



- 1) Batiente de pino finger joint.
- 2) PRIMER para recibir pintura de terminación.
- 3) Placa de acero galvanizada.
- 4) Relleno de poliestireno expandido.

### Ventajas:

- ☑ Puerta de uso exterior.
- ☑ Excelente diseño y calidad.
- ☑ Entrega seguridad, durabilidad y alto nivel de aislamiento.
- ☑ Puede ser en versión precolgado.
- ☑ Incluye PRIMER listo para recibir pintura de terminación.
- ☑ Variedad de diseños ([www.jeldwen.cl](http://www.jeldwen.cl))

Camino La Montaña 627,  
Panamericana Norte Km. 16<sup>1/2</sup>, Valle Grande  
Santiago - Chile  
Mesa Central: (56-2) 496.7000  
[venta@jeldwen.cl](mailto:venta@jeldwen.cl)  
[www.jeldwen.cl](http://www.jeldwen.cl)



## LAGUNA CRISTALINA EN LA REGIÓN METROPOLITANA

En la comuna de Padre Hurtado se lanzó un resort urbano que contará con laguna cristalina. El proyecto, cuya inversión supera los US\$200 millones, considera la construcción aproximada de 3.000 viviendas desde UF 2.700 en un plazo estimado de 15 años. Serán viviendas de dos pisos con distintas distribuciones, con acceso a la playa que rodea a la laguna, piscinas, equipamiento y salas de uso múltiple. La primera etapa de este proyecto considera la entrega de una hectárea y media de espejo de agua, proporcionando todas las condiciones necesarias para practicar deportes acuáticos, aseguraron en la inmobiliaria.

**+ INFORMACIÓN:** Proyecto Laguna del Sol. Inmobiliaria Aconcagua, [www.iaconcagua.com](http://www.iaconcagua.com)



WWW.ANIME-PROJECT.ORG

## CÁPSULA ANTI TSUNAMI

Una compañía de ingeniería japonesa, desarrolló una cápsula de flotación de color amarillo que funciona como un refugio en caso de un tsunami. "Noah", como la denominaron, en referencia al Arca de Noé, mide 1,2 m de diámetro, podría albergar hasta a cuatro personas y se elaboró en base a fibra de vidrio reforzada. Tiene una pequeña ventana mirador y agujeros de respiración en la parte superior que se pueden abrir una vez que la esfera ha estabilizado su flotación. Cada cápsula cuesta US\$3.900.

**+ INFORMACIÓN:** Cosmo Power Co.

## NUEVO COMPRESOR PARA LA CONSTRUCCIÓN Y LA MINERÍA

Se presentó un nuevo modelo de compresor de diseño compacto con adecuada respuesta a trabajos en altura, explicó su proveedor. El equipo es apto para faenas de alta exigencia en condiciones extremas de sol, humedad y ambientes salinos, además, su capota está fabricada con un compuesto plástico de alta resistencia a los golpes y corrosión, en tanto que los componentes metálicos del chasis y barra de tiro están tratados con un proceso de tres etapas de pintura: un penetrante de micro fosfatos de zinc, una base epóxica y un acabado final de pintura de poliuretano en polvo, garantizando un buen comportamiento frente a la corrosión.

**+ INFORMACIÓN:** Compresor C185, Doosan Bobcat, [www.doosanbobcat.cl](http://www.doosanbobcat.cl)



## TERMO ESTUFAS A PELLETS

Se lanzaron termo estufas italianas a pellets. Esta solución, dice su proveedor, se puede conectar a la red de radiadores de la casa, por lo que es mucho más que una fuente de calor en sí misma, ya que al conectarse a los radiadores, redistribuye el calor hacia el resto del hogar, convirtiéndose en una alternativa más eficiente y con un bajo impacto ambiental.



+ INFORMACIÓN: Termo estufas a pellets Ravelli, [www.anwo.cl](http://www.anwo.cl)

## NUEVA LÍNEA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS LIVIANAS



Se lanzó una nueva línea de productos enfocados a cubiertas y revestimientos para uso habitacional, entre las que se incluyen tejas continuas, las que están elaboradas de acero Zinc-Aluminio, lo que las hace más durables y livianas y paneles aislados hechos de dos láminas de acero con un centro aislante de poliestireno, que las hace resistentes al fuego, explicó su proveedor, quien agregó que esta nueva línea busca solucionar en forma integral las partidas, incorporando aislación, formatos continuos, además de reducir los tiempos destinados a la instalación.

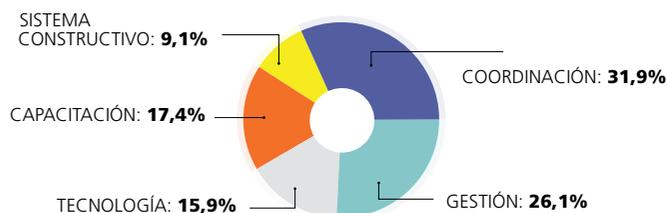
forma integral las partidas, incorporando aislación, formatos continuos, además de reducir los tiempos destinados a la instalación.

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

## PRODUCTIVIDAD EN NUEVOS PROYECTOS

Fueron cinco las alternativas entregadas para responder la interrogante "Productividad en nuevos proyectos ¿Qué es lo más importante?" dispuesta en el sitio de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, durante el mes de septiembre. La mayoría de los votos recayó en la opción "Coordinación", lo siguió "Gestión" y "Tecnología". Las alternativas que obtuvieron menor porcentaje fueron "Capacitación" y "Sistema constructivo".

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



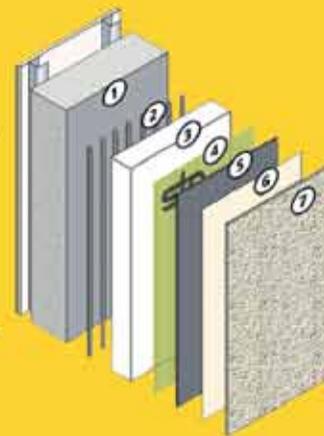
# sto<sup>®</sup>

Piensa en Sto...  
es la empresa  
correcta



## Sustentabilidad con Sistema de Aislación Exterior EIFS

- 1 Sustrato (hormigón, albañilería, placas exteriores)
- 2 Sto Primer/Adhesive BaseCoat para fijar el poliestireno al muro
- 3 Plancha de poliestireno
- 4 Malla fibra de vidrio Sto Mesh
- 5 Sto Primer/Adhesive Base Coat para fijar la malla fibra de vidrio al poliestireno
- 6 Sto Primer Smooth (pintura lisa de aparejo opcional)
- 7 Sto DPR Finish



eurotec  
es ahora  
Sto en Chile

[www.stochile.com](http://www.stochile.com)  
info@stochile.com  
Tel: (56-02) 949 3593  
Fax: (56-02) 949 3595

Volcán Láscar Oriente 781,  
Parque Industrial Lo Boza,  
Pudahuel, Santiago de Chile

## NUEVOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Se presentó un sistema de iluminación natural en forma de domo conformado por dos capas de acrílico prismáticas, una transparente y otra blanca, las que tienen más de 4.000 pequeños prismas por cada 0,1 m<sup>2</sup> incrustados en cada una de las dos capas de la cúpula. El resultado es una luz suave y natural que se distribuye en todo el edificio, sin la formación de áreas calientes o destellantes. Este tipo de iluminación natural puede sustituir a la luz eléctrica hasta en un 70% durante el día, logrando un ahorro significativo en energía, además de aumentar el confort visual, explica su proveedor.

**+ INFORMACIÓN:** Building Products, [www.membrantec.cl](http://www.membrantec.cl), [www.firestone.com](http://www.firestone.com)



## SEMINARIO SOBRE ACTUAL NORMATIVA DE GAS

Con el objetivo de dar a conocer los procesos normativos y regulatorios relacionados a gas, así como los procedimientos para la obtención del Sello Verde y la visión de empresas relacionadas, el 13 de septiembre se efectuó en el Auditorio de la Cámara Chilena de la Construcción el seminario “Actual normativa de gas: Certificación y defectos críticos”.

La Jefa de Departamento Técnico de Inspección de Combustibles (SEC), María Francisca García, la Presidenta Interina de Certificadoras de Gas A.G., Claudia Carrasco, el Secretario Ejecutivo de la Asociación de Distribuidores de Gas Natural (AGN Chile), Carlos Cortes Simón, el Jefe Nacional de Reinspección de GASCO, Marco Sierra, y el Profesional del Departamento Técnico de Inspección de Combustibles de la SEC, Pedro Alfaro, fueron los relatores que expusieron sobre los mencionados tópicos a los cerca de 200 asistentes de la jornada.

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



## CIUDAD INTELIGENTE EN TOKIO

Se presentó la “Ciudad Sostenible Fujisawa inteligente”, ubicada en Japón y que se construirá con sistemas de energía solar y tecnología de almacenamiento de baterías instalados en todos los hogares. Se trata de una población de 3.000 personas que vivirán en 19 hectáreas. La tecnología de ahorro energético incluirá pilas de combustible Ene-Farm, una celda de combustible doméstico propulsado por oxígeno de la atmósfera que en combinación con el hidrógeno a partir de una pequeña cantidad de gas natural, utiliza el calor producido como subproducto para calentar el aire o el agua. Los arquitectos anunciaron que esta ciudad podría replicarse en áreas de Japón dañadas por el terremoto. El costo del proyecto es de US\$742 millones y se completará en 2014.

**+ INFORMACIÓN:**

Panasonic Corporation, [www.eco-business.com](http://www.eco-business.com)



## COMUNICACIÓN SATELITAL PARA AMBIENTES EXTREMOS

Se lanzó un teléfono satelital especial para sectores como la minería, construcción, el ámbito marítimo, energía, transporte, agencias públicas y defensa, además de los aficionados a los deportes outdoor. El teléfono ofrece velocidades de datos efectivas de hasta 20 kbps para usuarios que buscan acceder al correo electrónico, imágenes, documentos o archivos PDF en lugares con falta de cobertura celular. Su resistencia al polvo y el agua lo hace apropiado para el uso en lugares remotos y climas inhóspitos, explicó su proveedor, además el servicio de GPS integrado permite obtener y remitir coordenadas en sitios remotos o frente a desastres naturales.



**+ INFORMACIÓN:** IsatPhone Pro, [www.inmarsat.com](http://www.inmarsat.com)

## HIDROREPELENTE PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES



Se lanzó un hidrorrepelente en base acuosa para tratamientos superficiales hidrófugos de fachadas. Se trata de una emulsión líquida incolora que forma una película adhesiva, resistente y de alta duración, asegura su proveedor. Además, aumenta la tensión superficial del agua provocando, en fachadas, el efecto de perlas deslizantes. El hidrorrepelente es libre de solventes, reduce un 90% la absorción del agua y un 10% la capacidad de difusión de vapor de agua del sustrato tratado, sin alterar la respiración natural del material, además de

tener una alta resistencia a la alcalinidad y una alta fluidez y profundidad de penetración en poros y capilares, explica su promotor.

**+ INFORMACIÓN:** Hidrorrepelente HI500, [www.agorex.cl](http://www.agorex.cl)

# DOOSAN

**DOOSAN**

**Bobcat Chile S.A.**

**Antofagasta**

Sargento Aldea 325  
tel: (56-55) 269 308  
(56-55) 487 392  
fax: (56-55) 226 437

**Pto. Montt**

Ruta 5 Sur  
Km. 1025  
tel: (65) 438 778  
fax: (65) 438 781

**Santiago**

San ignacio 701  
Quilicura  
tel: 964 30 50  
fax: 964 30 78

**Concepción**

9 138 75 22

**Copiapó**

7 807 11 81



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



# Ingeniería y Construcción

Agregando Valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial

Acceptamos los desafíos.  
Crecemos e innovamos en cada proyecto.

### Nuestros Servicios:

Construcción de Obras Civiles - Infraestructura - Proyectos EPC - Construcción y Montaje Industrial  
Mantenimiento Industrial - Desarrollo Minero - Construcción y Montaje de Obras Marítimas



Proyecto Costanera Center, RM.



Hospital Regional de Punta Arenas.



Construcción Puente Mecano sobre Río Biobío.



Proyecto Central Térmica Santa María, Colbún, Coronel.



Obras de Reparación Enlace Norte de Puente Juan Pablo II, Concepción.



Estadio Bicentenario La Granja de Curicó.

### Empresas Operativas:

**SALFACONSTRUCCION**  
UNA EMPRESA SALFACORP®

**CONSTRUCTORA SALFA**  
UNA EMPRESA SALFACORP®

**SALFA MONTAJES**  
UNA EMPRESA SALFACORP®

**DESTEC INGENIERIA**  
UNA EMPRESA SALFACORP®

# SIMMA MAQUINARIA

## POTENCIA Y RESULTADOS PARA TU INDUSTRIA.



**Simma S.A.** amplía su gama de equipos para el mercado de movimiento de tierra y grúas de alto tonelaje, creando la **División Simma Maquinaria**. Nuestros clientes cuentan con el respaldo de PostVenta, Repuestos, Garantía y Servicio Técnico a lo largo de Chile a través de **Simma S.A.**

### VISITE NUEVA SALA DE VENTAS DE SIMMA MAQUINARIA

Panamericana Sur Km. 26.6, Nos - San Bernardo.

346 27 95 - 7 518 67 76

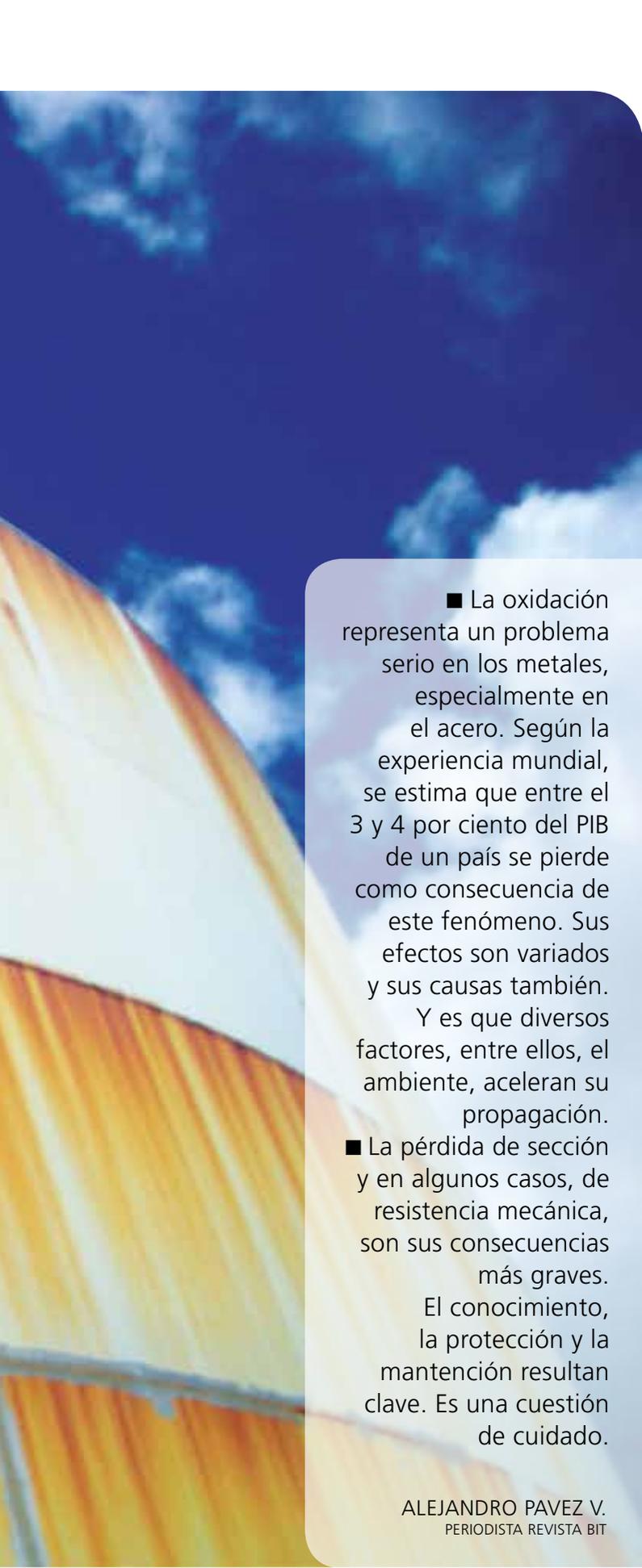
SUCURSALES SIMMA: CALAMA • ANTOFAGASTA • COPIAPÓ • LA SERENA • SANTIAGO • CONCEPCIÓN • PUERTO MONTT  
CONTACTOS ZONALES: VIÑA DEL MAR • RANCAGUA • TEMUCO • OSORNO • PUNTA ARENAS, ALIANZA SIMMA / BAFCO

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

TANQUE NUM. 3  
DESTILADO

**CORROSIÓN EN  
ESTRUCTURAS DE ACERO**

# **CUESTIÓN DE CUIDADO**



■ La oxidación representa un problema serio en los metales, especialmente en el acero. Según la experiencia mundial, se estima que entre el 3 y 4 por ciento del PIB de un país se pierde como consecuencia de este fenómeno. Sus efectos son variados y sus causas también.

Y es que diversos factores, entre ellos, el ambiente, aceleran su propagación.

■ La pérdida de sección y en algunos casos, de resistencia mecánica, son sus consecuencias más graves.

El conocimiento, la protección y la mantención resultan clave. Es una cuestión de cuidado.

ALEJANDRO PAVEZ V.  
PERIODISTA REVISTA BIT

# S

**EGÚN LOS EXPERTOS,** uno de los materiales de fabricación y construcción más versátiles, adaptable y ampliamente usado es el acero. Y es que “combina la resistencia y la posibilidad de ser trabajado”, introduce

Juan Carlos Gutiérrez, gerente del Instituto Chileno del Acero (ICHA). La gran ventaja es que, hasta ahora, es el material que posee la mejor relación resistencia-peso. Es decir, tiene una resistencia más alta por unidad de volumen, transformándolo en un producto muy atractivo para construir. Hay más. Sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas de cada proyecto, mediante tratamientos de calor, trabajo mecánico o por aleaciones. En definitiva, se trata de “características que permiten lograr estructuras muy esbeltas, livianas a la vista, uniformes, con regiones elásticas definidas, etc.”, indica Ricardo Herrera, académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

El acero corresponde a una aleación o combinación de hierro (Fe) y carbono (C) (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%). “Algunas veces otros elementos de aleación específicos tales como el Cr (Cromo) o Ni (Níquel) se agregan con propósitos determinados”, advierte Gutiérrez. Este material, claro está, presenta muchas ventajas y su aplicación no se limita sólo al mundo industrial. Se le puede ver otras estructuras. Sin embargo, al igual que la mayoría de los metales, tiene un enemigo que, de no ser prevenido a tiempo, puede representar un grave problema para la estructura. Se trata de la corrosión, un fenómeno generalmente electroquímico, que ataca al elemento metálico provocando daños de consideración que pueden suscitar el colapso de una estructura. La prevención y sobre todo la mantención, resultan claves. Es una cuestión de cuidado.

## **ESTADO NATURAL**

En términos básicos, la corrosión se entiende como el proceso espontáneo y continuo que afecta a un material por medio de una serie de alteraciones físico químicas. Existen diversos tipos (ver recuadro) y corresponde a “un deterioro que se origina debido a su reacción con el ambiente”, advierte Alberto Orostegui, ingeniero certificado por la NACE (National Association of Corrosion Engineers) y gerente de TS Corrosión. En este sentido, los ambientes húmedos, salinos o ácidos (en el caso de aquellos lugares con gran densidad industrial), son tremendamente delicados para las estructuras de acero u otro metal.

Más datos. “Es un proceso que considera un cambio químico del metal en óxido. El elemento se empieza a de-



1

1. Corrosión en flange de acero carbono en industria en ambiente costero.

2. Caja de distribución eléctrica de acero galvanizado cercana a la costa pacífico del norte de Chile.

3. Pintura aplicada sobre superficie sin limpiar en forma permanente. No hay adherencia del producto por el alto grado de corrosión que no se eliminó.

4. Corrosión en soporte sin pintura o espesor de pintura insuficiente.

5. Abrazadera de acero carbono sobre tubería de acero inoxidable. El proceso se acelera cuando se conectan metales distintos sin la debida protección.



teriorar de tal manera que se puede llegar a romper”, apunta Orostegui. Se trata de un fenómeno cuyo fin es liberar toda la energía que se utilizó para transformar el mineral en metal. Es decir, mientras más energía se aplica en el proceso metalúrgico, más alta será la tendencia a la oxidación, dicen los expertos. Entonces, con mayor o menor facilidad, la aspiración de los metales es volver a su estado natural. A su origen oxidado. Ese es el ciclo. “Al metal lo sacamos de su equilibrio, donde está estable. Desde un punto de vista ‘filosófico’ podríamos decir que el hombre es el generador de la corrosión al promover esa diferencia. Así, frente a la primera oportunidad que tenga, el metal va a intentar volver a su estado de origen, óxido por ejemplo”, indica el Dr. Gerardo Cifuentes, académico del Departamento de Metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago (USACH).

Diversos factores promueven el desarrollo de este fenómeno. El principal de ellos es el ambiente. Ya profundizaremos cómo éste incide en el desarrollo de la corrosión. Por lo pronto, cabe señalar que en el hierro, unas de las condiciones primordiales para que se produzca la oxidación es la presencia de agua y oxígeno. El grado de corrosión del elemento dependerá del tiempo de exposición que tenga en este escenario. “Hay ambientes más agresivos y menos agresivos. Los más agresivos no son las zonas inundadas en puertos, por ejemplo, sino que la que está en medio, en la zona de oleaje. Eso es muy agresivo en términos de corrosión porque es un ambiente salino, con humedad variable y que genera corrosión muy rápida. Por otro lado existen ambientes muy secos en que se disminuye el riesgo de la corrosión. En general la mezcla de sal, agua y aire es fatal”, explica Herrera.



2



3



4



5

## TIPO DE REACCIONES

**LA CORROSIÓN** es definida como el deterioro de los materiales. En los metales se producirá por la necesidad del mineral por volver a su estado natural, de menor energía y de mayor equilibrio. Para entender de mejor este fenómeno, muchos expertos lo clasifican en tres tipos o gamas:

**CORROSIÓN QUÍMICA:** Se trata de una reacción heterogénea entre una fase sólida, el metal, y una fase gaseosa o líquida. Cuando el reactivo es gaseoso, se presenta un fenómeno llamado de corrosión seca. Si el reactivo es un líquido, se produce un ataque del metal, con formación de un producto de corrosión en la superficie del mismo.

**CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA:** Es la más común y se le puede entender como el incremento de la valencia química o producción de electrones del ánodo que interactúa con el cátodo, que presenta una disminución en la valencia o un consumo de electrones (oxido-reducción). El ataque ocurre en las áreas anódicas sobre la superficie, donde los iones ferrosos son disueltos. De allí, se liberan los electrones que se mueven por el elemento hasta las áreas catódicas, donde se combinan con el oxígeno y el agua formando iones hidroxilos que, al reaccionar con los iones ferrosos, forman el hidróxido ferroso que se oxida al aire produciendo el óxido de hierro hidratado. Los sulfatos y los cloruros del ambiente, acelerarán este proceso.

**CORROSIÓN BIOQUÍMICA:** Está constituida por el ataque de los metales por parte de bacterias, especialmente en las canalizaciones enterradas. Si se dan las condiciones, las bacterias se reducen a sulfato y oxidan al metal. Generalmente se encuentran en el nivel subsuperficial de los ambientes acuáticos como sedimentos o aguas profundas. También se pueden desarrollar en lodos y sedimentos de plantas industriales petrolíferas, entre otros.

## FACTOR AMBIENTAL

Las condiciones ambientales son fundamentales para acelerar el proceso de la corrosión. En teoría, dicen los expertos, el lugar donde se construirá la estructura es relevante para prever el grado de corrosión a la que estará expuesta, especialmente tratándose de una construcción en acero. Dato importante para calcular el elemento y así escoger el tipo de protección a usar. Información que actualmente no existe en Chile, pero que ya se gestiona gracias a un grupo de profesionales que trabaja en un "Mapa Nacional de la Corrosión" (ver página 30) que identificará el nivel de corrosividad en cada ambiente del país.

Una serie de factores inciden en la propagación de la corrosión. En el acero, el mayor es la humedad. Sin embargo, otro agente lo ataca gravemente y se relaciona con el desarrollo de las ciudades y la industria. Se trata de la contaminación atmosférica. El dióxido de azufre, los cloruros, los polvos depositados, entre otros, ejercen un importante efecto en el desarrollo de la corrosión. El dióxido de azufre ( $SO_2$ ) en el ambiente, mezclado con el agua, se convierte en ácido sulfuroso que por ser

## Material reciclado importado de Turquía

Segundos importadores de fierro de construcción después de Gerdau Aza



Más de 70 años de experiencia nos avalan.

Francisco Petricio

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

ATENCIÓN PERSONALIZADA

MANTENCIÓN DE LOS PRECIOS POR LOS PLAZOS CONVENIDOS

ENTREGA INMEDIATA

VENTAS AL POR MAYOR Y AL DETALLE

STOCK PERMANENTE

SANTIAGO  
PANAMERICANA NORTE 4301  
CONCHALÍ  
FONO: 2 - 347 3200  
FAX: 2 - 736 2074



1. Acero carbono expuesto a la humedad y con avanzado estado de oxidación.
2. Inspección exterior de estanques de hidrocarburos. Acción de la corrosión por picaduras.
3. Baranda de acero galvanizado expuesta al ambiente marino deteriorada por corrosión.

inestable se oxida formando ácido sulfúrico. Una situación que poco ha cambiado, pese a las mejoras y cambios de tecnología de las chimeneas industriales. “Observamos corrosión generalizada en una estructura metálica de Santiago. Algo extraño, pues no debería ser una zona agresiva, pero en un ambiente industrial con gases, los ácidos atacaron con fuerza”, agrega Ana María Carvajal, presidenta de la Asociación Chilena de Corrosión (ACHCORR) y académica de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica (PUC).

Por otro lado, están los cloruros, los peores enemigos del acero, según la académica. Presentes principalmente en los ambientes marinos, estas partículas quedan en aire tras el impacto de las olas (“brisa marina”) y luego se sedimentan por gravedad y se filtran en las estructuras. Los sulfatos y los cloruros promueven el aumento de la corrosión del acero. Reaccionan generando sales ferrosas solubles que pueden concentrarse en picaduras que son agresivas para el acero. En este plano, “para que el proceso de corrosión se desarrolle, no es necesario que el acero se encuentre en inmersión, solo es suficiente la humedad que se condensa en la atmósfera, que contendrá productos químicos agresivos procedentes de la polución urbana e industrial, y también la salinidad marina en áreas costeras”, sintetiza el gerente del ICHA.

Hasta ahora, sin contar con un mapa final que dé cuenta de la realidad de nuestro país, a un nivel global, se han identificado cinco categorías para clasificar los ambientes con mayor riesgo de corrosión: Ambiente Rural (bajo riesgo); Ambiente Urbano (riesgo medio); Ambiente Industrial (alto riesgo); Ambiente Marino (alto riesgo) y Ambientes Mixtos (alto riesgo). Una división similar hace la norma ISO

9223:1992 en función de la pérdida anual de masa y espesor del acero.

### CONSECUENCIAS

¿Cómo reacciona el acero ante este fenómeno? Ya sabemos que lo afecta y que le puede hacer perder sección y por tanto, resistencia. ¿De qué forma? Juan Carlos Gutiérrez señala que “hay que tener en cuenta que el acero se corroe aunque no esté en contacto con ningún otro metal. La razón es que su estructura cristalina no es uniforme y presenta diferencias muy pequeñas entre los distintos puntos de su superficie, que son suficientes para que se creen ánodos y cátodos microscópicos que ponen en marcha los procesos de corrosión electroquímica. Estos van alternándose en el tiempo, con lo que la corrosión avanza de manera uniforme por toda la superficie del metal, aunque puede también suceder que se concentre en unos cuantos puntos y se produzca entonces corrosión por picaduras”.

“El acero tiende a oxidarse y su óxido no es adherente y por lo tanto la superficie de acero se va renovando y va existiendo un desgaste que en el mejor de los casos es parejo. Es por eso que en muchas ocasiones, la cantidad de acero se magnifica, para que su desgaste a través de los años no merme la resistencia que

tenga que cumplir. Este es un caso ideal. Cosa que no ocurre en la realidad y no en un ambiente marino, donde los cloruros actúan como una picadura de diente”, ilustra Carvajal. El gran problema, se relaciona con la pérdida de sección que incide en su resistencia. Además, la presencia de cortes, dobleces y soldaduras, que modifican la estructura de acero en estos puntos y también la composición, en el caso de las soldaduras, induce todavía más la corrosión. “La pieza pierde espesor. Hay dos formas de verlo. Hay una corrosión en que la pieza se va adelgazando y pierde sección (pérdida de área transversal) y con ello pierde sollicitaciones mecánicas y puede complicarse. Pero también hay otra corrosión en que el material se corroe hacia el interior, va formando óxido que genera diferentes propiedades mecánicas en el material interno. Una situación que también puede provocar diferencias en cuanto a su capacidad de sollicitaciones mecánicas”, comenta Gerardo Cifuentes.

“En Chile distintas estructuras importantes han tenido que ser reestudiadas para ver si se pueden rehabilitar o simplemente demoler. Cuando el acero estructural ha perdido sección, más allá de un 20% (hay países que lo estiman en un 30%) eso indica que el material no va a resistir para lo que fue diseñado”, concluye Carvajal.

Lo importante, entonces, es poder calcular



Grating de acero inoxidable contaminado con agua de mar. La acción de los cloruros acelera el proceso de corrosión, sobre todo si no se tiene cuidado con la estructura.

los elementos en función de su comportamiento frente a la corrosión. "En algunas estructuras, particularmente en el caso de estanques de petróleo, ácido sulfúrico, entre otros, se tiene que considerar unos milímetros extra de espesor. Se sobredimensiona el elemento. Se asume que el área resistente va a ser tantos milímetros menos que el espesor real de plancha, de acuerdo al cálculo de rigidez y de resistencia. Para otras estructuras, se utiliza otro tipo de protección", señala Herrera. "Diseñar por durabilidad no es una cuestión que sea norma, se diseña por resistencia y se calcula por resistencia. Pero no por efecto de la durabilidad. Hay que exigir por desempeño. Que dure para lo que fue proyectado. Frente a la corrosión, las grandes empresas que sufren con este fenómeno, recién se están dando cuenta que el factor corrosión tiene que ir analizado en la etapa de diseño", comenta Carvajal.

En un elemento dañado, una solución es "raspar la herida y llegar a hierro blanco (aparición plateada brillante del acero) y de ahí comenzar a recuperar. Pasando por la soldadura, hasta las técnicas de proyección metálica como el de polvo metálico micro fundido. Una vez recuperada la pieza hay que hacerle un tratamiento adecuado", acota el profesor Cifuentes. "Se estima que entre el 3 y 4 por ciento del PIB de un país se pierde como consecuencia de los procesos de corrosión y degradación de los materiales", apunta Ana María Carvajal.

## ARMADURAS

El acero estructural no es el único afectado por la corrosión, pues algo similar ocurre con las armaduras del hormigón. Si bien

éste permite que químicamente el acero se mantenga pasivo, en un hormigón con pH básico, se supone que su durabilidad sería prolongada. Sin embargo, puede pasar lo contrario. En casos en que la contaminación ambiental comience a invadir al hormigón, puede provocar que en numerosas estructuras modifiquen su pH básico y el acero quede indirectamente desprotegido "Cuando hay corrosión en un acero que está dentro del hormigón, el asunto es más complicado. Y es que el acero al oxidarse, forma fisuras. El metal está activo, pierde espesor y forma óxidos no adherentes que hacen volumen y presionan al hormigón", explica Carvajal. "Un factor clave, son las arenas que se usan para los hormigones que pueden no ser de buena calidad y en estos casos, tienen una cantidad de cloruros que son muy dañinos para las armaduras", concluye Orostegui.

¿Cómo repararlo? "En hormigón el principal problema es que no se ve el daño, hasta que se producen las fisuras o grietas", indica Carvajal. Existe una técnica llamada extracción electroquímica del cloruro, utilizada cuando los cloruros ingresan por un frente debido a los efectos de la brisa marina. "Es posible extraer los cloruros cuando aún no han dañado al acero, como se hace en otros países, pero acá se dan cuenta demasiado tarde cuando ya hay grietas en el hormigón y el acero está completamente dañado", apunta la académica.

La solución pasa, en este caso, por demoler el sector afectado y reemplazar el elemento dañado.

## LAS PROTECCIONES

Para disminuir el impacto de los agentes corrosivos, las medidas dependerán del tipo de

**Nuestro Barniz Tajamar es un producto elaborado con resina alquídica de excelente resistencia, dureza, adherencia, brillo y transparencia.**

**Además contiene fungicidas y filtros U.V. que protegen a la madera de hongos, insectos y de los dañinos rayos solares, lo que le confiere propiedades de protección para la madera en ambientes interiores y exteriores.**



**TAJAMAR**





#### PROCESO DE PINTADO

**1.** La superficie debe quedar completamente limpia para obtener una correcta adherencia de la pintura anticorrosiva.

**2.** Limpieza abrasiva al interior de un estanque. Dependiendo del grado de corrosión, se evaluará el estado final de la limpieza. Generalmente es a "metal blanco".

**3-4.** Aplicación de las diversas capas de recubrimiento. Por lo general son dos.

Relevante es seguir un esquema de pintura para que la aplicación sea correcta y funcional a su propósito.



material y del proyecto. "Para la corrosión atmosférica, por ejemplo, se debe implementar un sistema con revestimientos y, para la corrosión electroquímica, se debe utilizar protección catódica. En casos de un fluido, pueden ser los inhibidores, complementados con otras soluciones", indica Gutiérrez.

La filosofía central de los sistemas de protección se basa en aislar el elemento del medio que lo rodea. Para ello, se utilizan una serie de productos y estrategias que se pueden dividir en pasivas y activas. La primera tiene que ver con todos los revestimientos (pinturas, anticorrosivos, galvanizados, materiales de sacrificio, etc). La segunda, con la aplicación de flujos de corriente conectados a otro material. El tipo de solución debe ser determinado por medio de un estudio, cuyo objetivo es establecer las causas y el tipo de protección.

**PINTURAS:** Es la protección básica con la que debería contar cualquier estructura de acero expuesta al medioambiente. Cada producto responde a necesidades específicas del medio en que se aplicará, por lo que no da lo mismo aplicar cualquier pintura sobre el elemento. "Para ello es fundamental revisar las especificaciones técnicas que vienen con estos productos", explica Orestegui. Y es que en él se indican los requerimientos en cuanto al tratamiento superficial que debe presentar la pieza a pintar. Existen estándares internacionales para el uso de revestimientos. Uno de ellos los entrega la SSPC (Steel Structures Painting Council, en inglés) que establece patrones de pintado y tratamiento de superficies. "No es llegar y pintar",



## ACERO INOXIDABLE

**EL ACERO INOXIDABLE ES** distinto al material estándar. Hay muchos tipos de aceros inoxidable con diversas aleaciones y propiedades. El acero inoxidable, en realidad, se oxida. Al entrar en contacto con el oxígeno reacciona instantáneamente y forma una fina, continua, transparente y protectora película de óxido de cromo que lo defiende de ataques externos. Esta película es llamada "pasiva" y tiene un espesor ínfimo y es capaz de regenerarse por sí misma. "Lo que ocurre es que esa oxidación no se sigue propagando hacia dentro del material. Esa misma película aísla las capas inferiores del oxígeno ambiente y evita que se siga propagando la corrosión", explica Herrera. En general responde bien, pero igualmente debe ser mantenido y protegido dependiendo del ambiente en que se encuentre. "No responde a todos. Para el ambiente marino, por ejemplo, debe tener otros aliados, que se traducen en un mayor costo de fabricación. Se observan distintos errores en edificación e industria, pues evitan solicitar el producto a una empresa apropiada. Deben pedir un acero que resista el ambiente en que se aplicará", sentencia Carvajal.



Un equipo de limpieza abrasiva. Existen diversos tipos de abrasivos. El más utilizado es el arenado y últimamente la escoria de cobre. El tipo y las dimensiones de cada elemento proyectado, dependerá del perfil de rugosidad que se quiera lograr en la superficie a tratar.

advertieren todos los expertos.

Para obtener un correcto tratamiento superficial, el elemento debe estar completamente limpio de cualquier partícula que acelere la corrosión. Para ello, la limpieza puede ser química, con removedores de pintura u otro producto; y también física, con cepillado manual, mecánico o a través de abrasivos. El más utilizado es este último, conocido comúnmente como arenado, por el uso de arena proyectada. Sin embargo, hoy se utilizan otros productos como la escoria de cobre, la granalla, hielo seco, escamas de aluminio pellet de PVC y hasta partículas de corontas de choclo. El uso de cada abrasivo, que varía en su dimensión, dependerá de los estándares solicitados por la SSPC y que dan cuenta de las calidades de superficie (metal blanco, casi blanco, comercial, brush off, etc.). Exigencias que indican el perfil de rugosidad necesario para que se adhiera la pintura. Así, el esquema de pintura deberá responder a las necesidades de protección. Y es que "se puede escoger una pintura muy cara, de muy buena calidad, pero si no se hace el tratamiento superficial correcto no va a servir de nada porque no va a tener adheren-

cia. Hay una relación directa entre el tipo de limpieza que se efectúa, el tipo de espesor y la durabilidad", apunta Orestegui.

**GALVANIZADO:** Consiste en aplicar una capa de zinc sobre el hierro. El zinc al ser "más oxidable", menos noble, que el hierro, genera un óxido estable que protege al hierro de la oxidación al aislarlo del oxígeno. Existen dos categorías: galvanizado en frío y en caliente. El primero se refiere a la aplicación de una solución rica en zinc mediante pistola o proyección con spray. El segundo en cambio, tiene que ver con un proceso metalúrgico donde el elemento de acero es sumergido en zinc a más de 400° C. Las partículas de zinc se impregnan entre los átomos de hierro. El problema es que en Chile la piscina más grande de galvanizado es de 6 m de longitud, lo que limita la extensión del elemento a galvanizar.

**PROTECCIÓN CATÓDICA:** Para enfrentar la corrosión electroquímica, al acero se le conecta otro elemento, generalmente zinc o aluminio, más susceptible a la corrosión. Un ánodo de sacrificio, que enfrentado al medio se tenderá a desgastar. Esa es la lógica que está detrás de este tipo de protección. "Como si fuera un switch eléc-

# NUEVO MIX DE PRODUCTOS

Con garantía de calidad y respaldo de Servicio Técnico

Kit Sala de baño

MONACO



Kit cubierta de lavaplatos

PROVENZA



Líneas de monomandos



MUZIO

CARMINA



INN

MITELLO



# STRETTO

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

## CONCLUSIONES

**LA CORROSIÓN** es un tema aún por profundizar en Chile. Desde la formación de especialistas, hasta la generación de conciencia por la mantención y protección de las estructuras de acero.



**AMBIENTE:** Saber identificar el tipo de ambiente donde se ubica la estructura resulta clave. El desarrollo del “Mapa Nacional de la Corrosión” es fundamental.



**PROTECCIÓN:** Todas las estructuras expuestas al ambiente deben ser protegidas con algún producto anticorrosivo. En el caso de las pinturas es extremadamente necesario cumplir sus especificaciones técnicas, relacionadas con la limpieza, perfil rugosidad y esquema de pintura, espesores de película, control de las condiciones climáticas, adherencia, etc.



**HORMIGÓN:** El acero utilizado en el hormigón armado también se corroe. Si bien el hormigón protege al elemento metálico, es necesario recubrirlo con algún producto que impida el ingreso de humedad y contaminantes hacia el acero.



**ESPECIALISTAS:** Es necesario la formación de especialistas en corrosión. El país crece y la industria, con todo lo que conlleva, también. Los problemas de este fenómeno crecerán. Asimismo es necesario considerar este factor en el proceso de diseño del elemento.



**MANTENCIÓN:** Se debe realizar una mantención periódica de cada estructura de acero, sobre todo en ambientes agresivos. Las capas de pinturas deben ser constantes, igual que la revisión.



trico y eso hace que se desgaste el otro material. El problema con eso es que tengo que estar constantemente reemplazando el material que se corroe”, indica Herrera.

**CORRIENTE IMPRESA:** Acá se utiliza una fuente externa de energía además de ánodos. Esta fuente hace que circule corriente desde el ánodo hacia la estructura a proteger a través del electrolito. De esta manera se protege la pieza de acero (generalmente una cañería), ya que debido a la corriente suministrada la estructura metálica se comporta como un cátodo. Existen normas internacionales que dicen los valores de potencial de protección. “Se coloca un ánodo de sacrificio que canali-

zas eléctricamente. Inyectas directamente corriente al elemento de tal manera de que ésta protege la pieza de acero, porque hay normas internacionales que dicen que hay cierta corriente de protección que deben mantener las cañerías para que se mantengan protegidas de la corrosión”, ilustra Orostegui.

**OTROS SISTEMAS:** Se refiere a la aplicación de membranas adherentes. Existen cintas asfálticas para cubrir el material, especialmente tuberías, porque pueden ser zonas en que el viento pega muy fuerte con arena y produce abrasión. También se utiliza la fibra de vidrio como un recubrimiento superficial inorgánico. “Son pequeñas láminas que se van

agregando con un solvente, se van pegando y agregando a la estructura. Generalmente eso va asociado a una estructura base que lleva la propiedad mecánica. Y esta fibra lleva lo que es anticorrosión. Nunca va la fibra de vidrio por sí sola como un todo”, aclara Cifuentes.

El fenómeno de la corrosión se puede prevenir y sus efectos se pueden mitigar. Un factor importante en este proceso es la mantención. Cada elemento se debe revisar y volver a pintar si es que se necesita. Cuando exista esa cultura, los daños serán mucho más reducidos. Claro, ya que “en Chile, en materia de desarrollo de tecnologías anticorrosivas, falta progreso a diferencia de otros países que están bastante adelantados en el tema. Es importante mantener una conciencia de las pérdidas operativas del proyecto por reparaciones y mantenciones. El objetivo es que todo proyecto que involucre acero, requiera una evaluación cualitativa y cuantitativa del fenómeno de la corrosión”, puntualiza Juan Carlos Gutiérrez. La corrosión es una cuestión de cuidado. ■

[www.uc.cl/construc\\_civil](http://www.uc.cl/construc_civil); [www.icha.cl](http://www.icha.cl)  
[www.ingenieria.uchile.cl](http://www.ingenieria.uchile.cl);  
[www.metalurgiausach.cl](http://www.metalurgiausach.cl);  
[www.tscorrosion.com](http://www.tscorrosion.com); [www.nace.org](http://www.nace.org);  
[www.inf.ucv.cl/~gcabrera/blog\\_innova](http://www.inf.ucv.cl/~gcabrera/blog_innova)

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

“Mapa Nacional de la Corrosión. La huella del óxido”.  
Revista Bit N° 74, Septiembre-Octubre 2010, pág. 72

## ESTÁNDARES INTERNACIONALES

**LA NACE** (National Association of Corrosion Engineers) o “Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión”, fue creada en 1943 por once ingenieros de corrosión en EEUU. Con más de 60 años de experiencia en el desarrollo de la prevención de la corrosión y las normas de control, la NACE se ha convertido en un referente en los estudios de la corrosión, generando normativas y certificando profesionales en diversas categorías de protección y control. Por otro lado, a la norma ISO 9223 Corrosión de metales y aleaciones, que entrega las directrices para la clasificación de los ambientes más corrosivos, se suma la ISO 8501 que define estándares para la evaluación visual de los grados de preparación de superficie antes de la aplicación de pinturas o de otros revestimientos. Entre otros puntos, esta norma considera los grados de oxidación y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapar totalmente de revestimientos anteriores, además de grados de preparación de sustratos de acero previamente pintados, después de la eliminación localizada de revestimientos anteriores.

# SACK

## Para un país que crece rápido

Movemos miles de toneladas de acero cada mes con la máxima prontitud y flexibilidad, sea cual sea el tamaño de su proyecto ¡y esté donde esté!

Construcción



600 423 1000 / [www.sack.cl](http://www.sack.cl)

## ¿Soldadura Fuerte para redes de **GAS** domiciliario?

DECRETO 66 (ART. 45 PUNTO 45.2.6) - SEC

**ARGENTA**  
TECNOLOGIA EN SOLDADURA

Casa Matriz: Santa Corina 0198, La Cisterna / Tel. (56-2) 522 2222  
Sucursal Zona Sur: H. Salas 419 / Tel. (56-41) 223 6230

Evite aleaciones de Soldadura Fuerte de procedencia y composición desconocida.

Con aleaciones certificadas de ARGENTA asegura el resultado de calidad esperado

Distribución en todo Chile y el mundo / Proceso Certificado ISO 9001:2008.

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

# BATALLA CONTRA LA CORROSIÓN

■ A principios del 2010, tras la adjudicación de un proyecto Innova Chile de Corfo, un grupo de expertos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso comenzó una investigación con un objetivo claro y definido: disminuir el grado de oxidación en Chile. ■ Hoy, se vislumbran los primeros resultados.

FRANCESCA CHIAPPA G.  
PERIODISTA REVISTA BIT

“**C**ONSTRUCCIÓN de mapas de corrosividad atmosférica de Chile para los metales y aleaciones de mayor interés tecnológico, que permitan seleccionar de manera óptima los materiales a utilizar en las diferentes zonas ambientales del país”, (09CN14-5879) es el título del estudio que permitirá establecer en forma previa criterios de selección de materiales, tipos de protección a emplear y períodos de mantenimiento de las estructuras metálicas. De este modo, al conocer el comportamiento de los metales en las distintas zonas climáticas y ambientales de nuestro país, será posible disminuir el grado de oxidación. ¿Por qué? Porque más del 80% de las superficies metálicas en Chile se encuentran expuestas al aire libre, generando problemas en las estructuras y elevando costos en reparación.

Dicho esto, la segunda interrogante a responder es ¿cómo se está abordando la problemática en el proyecto? A través de la instalación de 31 estaciones de monitoreo desde Arica a Punta Arenas, incluyendo Isla de Pas-



cua y Antártica. Además, considera una frecuencia en la recolección de resultados de una periodicidad mensual en el caso de las variables meteorológicas, bimestral para las ambientales y cada tres meses se analizarán las placas metálicas para ver la evolución de la corrosión.

## RESULTADOS

El proyecto, que cuenta con el patrocinio de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), entidad que colabora con la difusión y transferencia de los resultados, finaliza en diciembre del 2012 y planifica generar un documento que contemplará los mapas y resultados obte-



31 estaciones de monitoreo se han instalado para medir los grados de corrosión a lo largo del país. Desde Arica a Punta Arenas, se monitorean las muestras para ver la evolución de cada caso. Isla de Pascua y la Antártica, también cuentan con estaciones.



FOTOS: GENTILEZA ESTUDIO MAPAS DE CORROSIÓN ATMOSFÉRICA DE CHILE

nidos. Este material será entregado a ministerios, municipios y empresas que puedan ser beneficiadas con la información recopilada. En tanto, los mapas de corrosividad podrán ser utilizados en propuestas públicas en las cuales se exija una adecuada selección del material y una óptima protección contra la corrosión. Finalmente, el documento podrá ser presentado al Instituto Nacional de Normalización (INN) como propuesta de norma chilena para el control y prevención de la corrosión.

Las primeras conclusiones muestran que la velocidad de corrosión de un material expuesto a la atmósfera depende de las características del medio ambiente y del tipo de producto

de corrosión que se forme sobre el metal subyacente, ya que las características protectoras de la película dependerán de la adherencia, compactidad y solubilidad de los productos de corrosión. En las estaciones con un mayor contenido de cloruros y de tiempo de humidificación se obtienen los valores más altos de velocidad de corrosión para los materiales, algo que sucede en Quintero, Coronel, Isla de Pascua, Arica, Huasco y Antártica. Finalmente, para todos los materiales la pérdida de masa por unidad de área aumenta en función del tiempo, pero la velocidad de corrosión disminuye dependiendo de las características físicas y morfológicas del producto de corrosión formado sobre la superficie del metal.

### ASPECTOS DESTACADOS

Más allá de los resultados obtenidos tras el primer año de medición, Ana María Carvajal, Académica de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile e integrante del grupo de expertos que está realizando esta investigación en calidad de Ofe-



rente representando a la Asociación Chilena de Corrosión (ACHCORR), compartió con Revista BiT las principales conclusiones del proyecto. "Se comprobó que la humedad relativa, la temperatura, el tiempo de humidificación, la dirección del viento y la cantidad de lluvia caída, reflejan mayor velocidad de corrosión en zonas húmedas que en zonas secas. Sin embargo, el principal aporte que entregará este mapa de corrosividad es la posibilidad de interpretar zonas del país con velocidad de corrosión de los metales, y otro aporte importante es entregar en el futuro un modelo de predicción de corrosividad. Y eso, es información inédita para Chile".

Por otra parte, esta investigación servirá para elaborar especificaciones técnicas para las

El proyecto analizará cada tres meses las placas metálicas para observar su evolución frente a cada ambiente.

distintas zonas con el objetivo de resguardar la durabilidad y seguridad de las estructuras, es decir, contribuirá a tomar mejores decisiones sobre los materiales a utilizar en ciertos sectores. Otro elemento: "Es importantísimo generar la conciencia del mantenimiento continuo en metales, de crear normas al respecto", expresó Ana María Carvajal, quien explicó el alto costo que implica la reparación de una estructura dañada por corrosión según la denominada ley de los 5. "Construir cuesta 1, mantener cuesta 5, reparar cuesta 25 y rehabilitar 125"

Los resultados finales de este estudio que concluye a fines del 2012, serán comunicados por la CDT, y actividades de difusión propias del proyecto como páginas web, programas interactivos, seminarios, y otros medios. ■

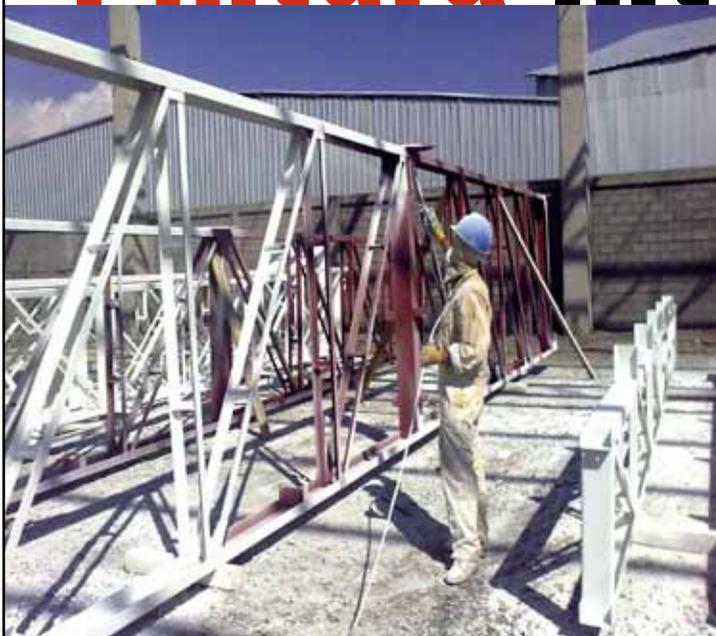
[www.inf.ucv.cl/~gcabrera/blog\\_innova/](http://www.inf.ucv.cl/~gcabrera/blog_innova/)

### ARTICULO RELACIONADO

"Mapa nacional de corrosión. La huella del óxido". Revista BiT N° 74, septiembre 2010, pág. 74.

BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 31

# Pintura Intumescente Base Agua



## CERRIFLAME WHP – 90

Protección de estructuras de acero contra la acción directa del fuego.

Para emplearse en:  
Centros Comerciales, Cines,  
Hospitales, Centros de Educación,  
Supermercados,  
Galpones Industriales, etc.

Cumple con la Norma NCH 935/1 of.97

INFORME DICTUC N° 928399

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

pinturas  cerrillos

contacto@pinturascerrillos.cl

Fabricado por Pinturas Cerrillos S.A.  
Av. Colorado 680, (Parque Industrial Aeropuerto), Quilicura  
Fono: (56-2) 270 9000 - Fax: (56-2) 270 9030, Santiago - Chile

# Vivir el progreso.

## Maquinaria Liebherr

- Aplicaciones universales y diversas
- Excelentes capacidades en todas las categorías
- Uso económico por componentes de transporte optimizados
- Extenso equipamiento, cómodo y seguro
- Servicio del fabricante a nivel mundial
- Venta de equipos nuevos y usados directo de fábrica



**Liebherr Chile S.A.**  
Av. Nueva Tajamar 481, Piso 21  
Edificio World Trade Center, Torre Sur  
Las Condes, Santiago de Chile  
Tel: +56 (2) 580 1499

[info.chile@liebherr.com](mailto:info.chile@liebherr.com)

# LIEBHERR

**El Grupo**



**Obra: Puente Huasco en etapa de Construcción,  
Tramo Ruta 5 Norte Vallenar – Caldera.**



**Obra: Puente Huasco Ejecutado,  
Tramo Ruta 5 Norte Vallenar – Caldera.**

## HITO TECNOLÓGICO

■ Un tablero de 205,5 m de largo y 22,3 m de ancho marca un hito en la construcción vial del país. Por primera vez en Chile se aplica la técnica de voladizos sucesivos en una infraestructura que es parte de las obras de mejoramiento de la Ruta 5 Norte. ■ Tecnología aplicada en base a dovelas unidas con cables postensados, que debió cumplir estrictos estándares medioambientales y de seguridad. Innovación a 35 m de altura, un trabajo de alta precisión.

# PUENTE HUASCO, VALLENAR ALTA PRECISIÓN

ALEJANDRO PAVEZ V.  
PERIODISTA REVISTA BIT





FOTOS GENTILEZA VSL SISTEMAS ESPECIALES DE CONSTRUCCIÓN S.A.

## FICHA TÉCNICA

### PUENTE HUASCO

**UBICACIÓN:** Acceso sur Vallenar, Tramo Vallenar-Caldera Ruta 5 Norte

**MANDANTE:** Ministerio de Obras Públicas

**CONCESIONARIA:** Sociedad Concesionaria Valles del Desierto S.A.

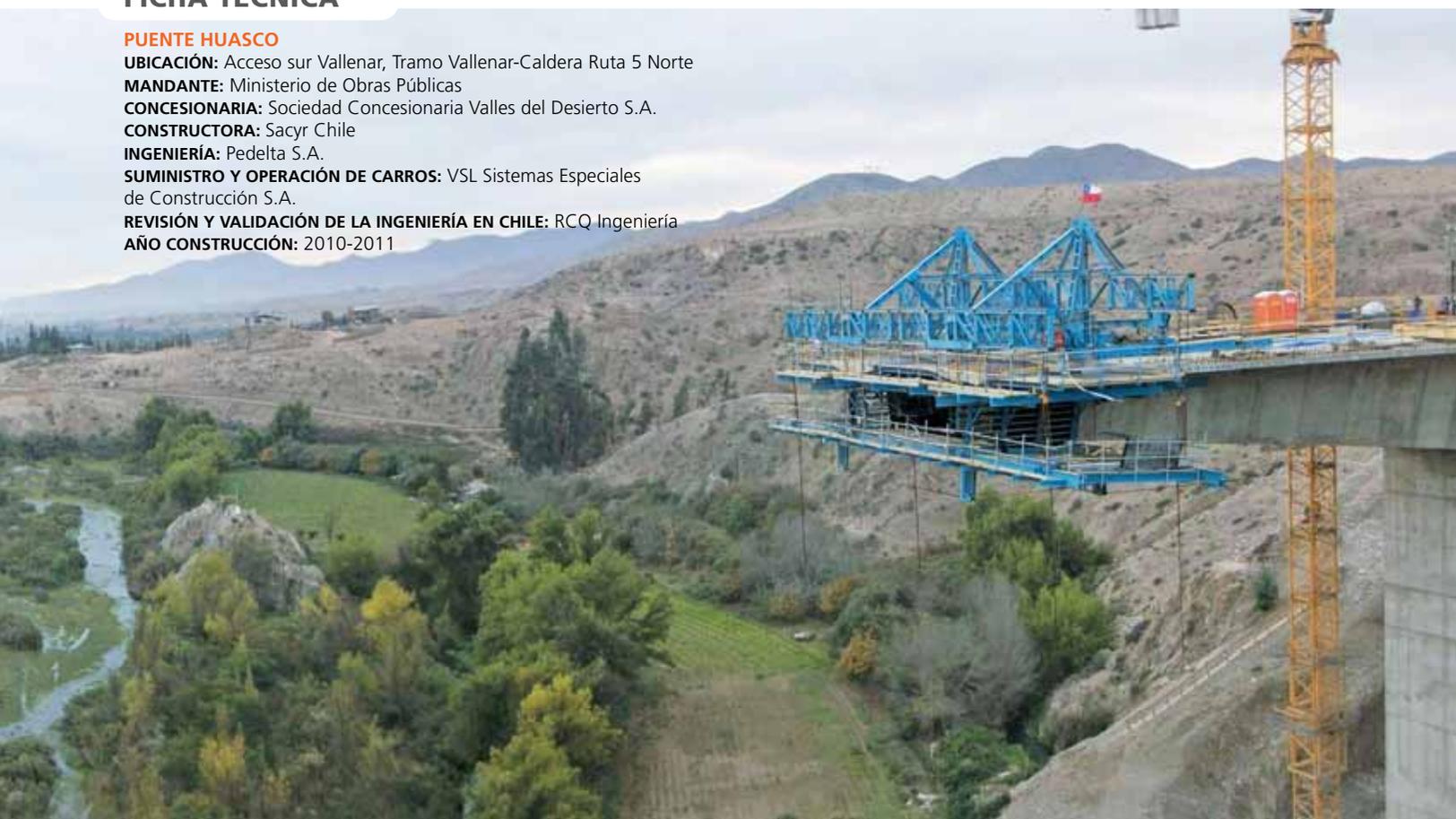
**CONSTRUCTORA:** Sacyr Chile

**INGENIERÍA:** Pedelta S.A.

**SUMINISTRO Y OPERACIÓN DE CARROS:** VSL Sistemas Especiales de Construcción S.A.

**REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INGENIERÍA EN CHILE:** RCQ Ingeniería

**AÑO CONSTRUCCIÓN:** 2010-2011



A

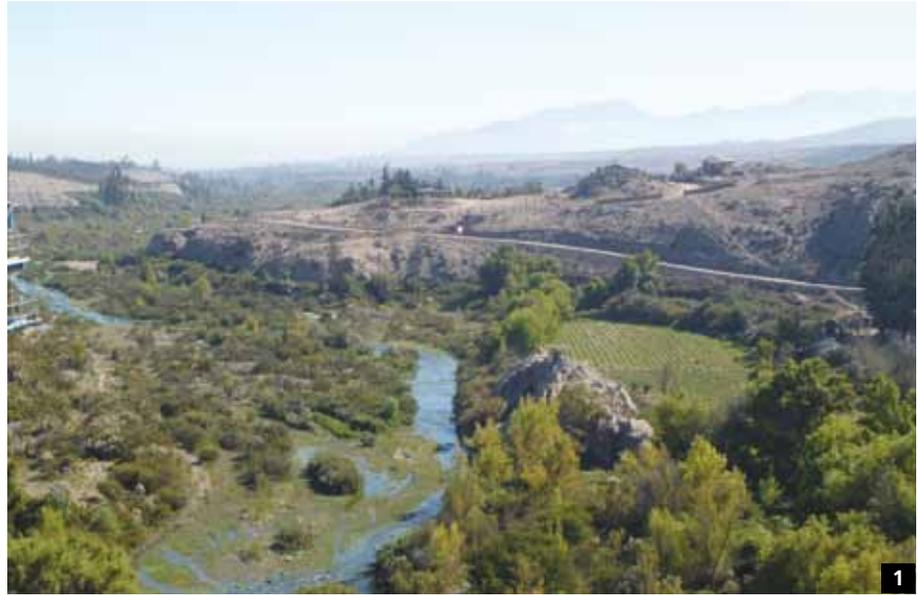
**L SUR DE LA REGIÓN**

de Atacama, en la provincia de Huasco, fluye uno de los ríos más importantes de la zona. Se trata del río Huasco, cuya cuenca, según datos del Observatorio de Cuencas de Atacama, equivale geográficamente al 13% de la superficie regional. Una relevante fuente hídrica que baña a las comunas de Freirina, Huasco, Vallenar y Alto del Carmen, además de otras comunidades rurales que se emplazan en sus cercanías. Un dato que no hay que pasar por alto, pues condicionó las obras que se ejecutaron sobre ella. Claro, y es que para construir el nuevo puente que conectará el tramo Vallenar - Caldera de la Ruta 5 Norte, un requisito trascendental del marco medioambiental, fue no intervenir la ribera del río Huasco. Una limitante para la construcción tradicional, ya que entre otras medidas, restringió el ingreso de camiones, grúas y maquinarias.

El tramo Vallenar-Caldera correspondiente a las obras de la Ruta 5 Norte, contempla un puente carretero de 4 carriles con 205,5 metros de largo y 22,3 metros de ancho, todo a una altura de 35 metros. El proyecto se inserta en una carretera, cuyo largo total supera los 215 km, que fue concesionada por 32 años a la Sociedad Concesionaria Valles del Desierto S.A. y es construida por Sacyr Chile S.A. Un desafío que, por las características del lugar y para evitar la intervención del cauce del río Huasco, contempló la utilización de voladizos sucesivos, una técnica constructiva aplicada por primera vez en Chile. Una obra de innovación, un trabajo de alta precisión.

**PREPARACIÓN**

Según la información que entrega el Observatorio de Cuencas de Atacama, el río Huasco tiene una extensión de 9.850 km<sup>2</sup> y se forma en Junta del Carmen, a 90 km de su desembocadura en el mar, por la confluencia



de los ríos Tránsito y Carmen. En la zona de construcción, el río y su cuenca abarcan un ancho de 100 metros que corresponden al tramo de nula intervención. Por tanto, para salvaguardar dicho terreno, las zapatas de fundación que sustentan las pilas o columnas de apoyo del puente, fueron distanciadas de este límite. Así, entre cada pila se alcanzó un tramo de 116 metros, que corresponden a la luz principal del tablero. A este tramo, se agregaron unas luces de 42 m en cada lado, que finalizan en unos estribos que funcionan como contrapeso para evitar que el tablero tienda hacia el centro en el momento de su construcción. Ya ahondaremos en este sistema. Así, en total, el puente alcanza una luz total de 205,5 metros hasta dar con la calzada. Sobre el nivel medio del río, el puente

1. Cuenca del Río Huasco, un terreno fértil que en la zona de la obra abarca 100 metros de ancho. Por razones medioambientales, dicho lugar no pudo ser intervenido por el proyecto.
2. Para fundar la zapatas de las columnas del puente, se realizaron voladuras controladas en roca sana sin intervenir el terreno protegido.

alcanza una altura de 34,8 metros. En la pila uno, entre el puente y el terreno hay una distancia de 23,3 m y en la pila dos es de 26,7 metros. El puente posee una pendiente longitudinal del uno por ciento.

Con el objetivo de fundar las zapatas en roca sana y debido a la cercanía de viviendas, líneas eléctricas, canales y del propio puente

antiguo, fue necesario realizar las excavaciones mediante voladuras controladas con las que igualmente se evitaban las proyecciones de material al cauce del río. Para su construcción, se utilizaron un total de 2.000 m<sup>3</sup> entre hormigón estructural y de nivelación, además de 166 toneladas de acero. No fue necesaria la aplicación de pilotes y fueron realizadas a nivel superficial. Sus dimensiones de planta son de 14 m x 18 m, con una altura variable de 2 m a 3,5 m (escarpadas). Sobre las zapatas, se erigieron dos pilas o columnas de hormigón armado, con sección hueca bicelular de 4 x 8 m, ejecutadas in situ. Éstas tienen una altura libre de 27 metros. Para su ejecución se utilizaron 600 m<sup>3</sup> de hormigón y 240 toneladas de acero. Se construyeron con encofrado trepante en tramos de 5,4 metros.

Sobre las columnas, se generaron las dovelas sobre pila, con una sección de 11 metros de largo por 22,3 de ancho (correspondientes a la amplitud del tablero). Mediante estas secciones se consigue la unión monolítica entre las pilas y el tablero, clave para soportar los voladizos en fase de construcción. Por



sus dimensiones, fueron ejecutadas in situ en tres fases. Esta sección resultó clave para la construcción del puente. Ante la imposibilidad de acceder a la cuenca del río, para solucionar el problema de la logística, se instaló una grúa torre en el eje de cada pila, para aprovechar su misma fundación. Entre las dos, se cubrió el área completa del tablero.

### LA TÉCNICA

El método de voladizos sucesivos corresponde a una técnica empleada para tableros de puentes de hormigón postensado de luces medianas (70 m a 240 m). Su aplicación consiste en la construcción o montaje del tablero, a partir de los apoyos, agregando dovelas

o tramos parciales sucesivos. Cada una de estas dovelas se une a la estructura existente por medio de cables postensados, permitiendo así el avance incremental de forma simétrica a partir de las pilas. La aplicación más usual del método consiste en la construcción de dovelas in situ hormigonadas mediante bombeo de hormigón. Cuando la construcción es simétrica hacia ambos lados de una pila, se habla de doble voladizo. Este es el caso del Puente Huasco y permite minimizar los esfuerzos de la pila en etapa de construcción.

En términos simples, se levanta la pila y se construyen las dovelas sucesivamente hacia cada lado. Cada ciclo comienza con el lanza-

Las dimensiones de planta de cada zapata son de 14 x 18 metros, con una altura variable de 2 a 3,5 m. En total se utilizaron 600 m<sup>3</sup> de hormigón y 240 t de acero.



## CREANDO SOLUCIONES JUNTO A USTED

POSTENSADOS (Losas, Radieres, Vigas) - MUROS TEM (VSoL) - JUNTAS PARA PUENTES  
SEGMENTACIÓN DE FUNDACIONES Y ESTRUCTURAS - PROYECTOS ESPECIALES



LÍNEA 4 METRO, Chile: Pórtico Lanzador para Dovelas Prefabricadas y postensado transversal y longitudinal.



PUENTE AMOLANAS, Chile: Sistema de Empuje para lanzamiento de Puente.



Carretera de Alta Velocidad Taiwan, China: Lanzamiento de Vigas Capa prefabricadas postensadas de 30 m, 650 Ton.



PUENTE HUASCO, Chile: Ingeniería completa, Solución de Carros de Avance por voladizos sucesivos y Postensado de Tablero.



CIRCUNVALACIÓN BANGKOK, Tailandia: Postensado, izaje dovelas y Cables Anclados.



PUENTE LA UNIDAD, México: Realización Completa de puente Atirantado de 200 m de longitud.



BAY ARENA STADIUM, LEVERKUSEN, Germany: Sistema de Cobertura para estadios con Cables Tensados e Anillos Concéntricos.

## VSL, LÍDER EN SOLUCIONES ESPECIALES PARA PUENTES Y OBRAS CIVILES

VSL SISTEMAS ESPECIALES DE CONSTRUCCIÓN S.A.

Rosario Norte 532, piso 7, Las Condes, Santiago, Chile - Fono: (56 2) 571 6700 - secretaria@vslchile.cl - WWW.VSLCHILE.CL



Secuencia de construcción de las columnas o pilas que dan soporte al puente. Para su ejecución, se utilizó un sistema de encofrado trepante en tramos de 5,4 metros.

miento del carro de avance hasta la posición de la siguiente dovela. Tras la colocación y nivelación del encofrado inferior, se instalan las armaduras pasivas de la losa inferior y muros. Posteriormente, se coloca y nivela la armadura de la losa superior y voladizos; y las vainas de postensado, procediéndose entonces al hormigonado de la dovela, mediante el uso de una bomba sobre camión y otra estacionaria. Una vez que se alcanza la resistencia, y se ha descimbrado y realizado el postensado transversal y longitudinal de los cables, se vuelve a lanzar el carro hasta la siguiente posición. Se habla de doble voladizo pues la construcción parte desde cada una de las pilas con dos carros de 3,5 metros de longitud máxima que avanzan en forma simétrica.

Debido a que las luces secundarias eran

menores a la mitad de la principal, no era posible mantener la condición simétrica de construcción desde cierto punto en adelante. Por este motivo, y para reducir los consecuentes esfuerzos de flexión en las pilas, se consideró hacer participar a unos estribos como contrapesos. Esta unión se realizó mediante cuatro apoyos tipo POT y seis barras verticales de alta resistencia de 75 mm en cada estribo. Los POT son aparatos de apoyos conformados por una superficie de acero inoxidable (solidaria al tablero), que puede desplazarse sobre una placa de teflón montada en un cojinete de goma (solidaria al estribo). La superficie de contacto teflón-inox tiene un coeficiente de fricción muy bajo, lo que permite al tablero expandirse con el calor del día y retraerse con el frío de la noche,

sin generar esfuerzos considerables en la estructura. Las barras verticales permiten conectar el peso del estribo con el tablero. Estas barras se instalaron con una fuerza de tensado de 220 toneladas, cada una permite asegurar una fuerza de contacto mínima en los apoyos y evitar problemas de fatiga en las barras.

Los estribos se construyeron en paralelo una vez montada la primera dovela del tablero. Para la construcción de los estribos se utilizaron 1.100 m<sup>3</sup> de hormigón y 80 toneladas de acero.

## EL POSTENSADO

Durante la construcción del tablero se insta-

## SEGURIDAD

**POR LA COMPLEJIDAD** y el riesgo asociado en los trabajos ejecutados durante toda la fase de construcción, se contó con un equipo de prevencionistas destinados a tiempo completo en el puente, los cuales supervisaron todas las actividades, impartieron cursos y concienciaron a los trabajadores. El resultado fue que no hubo ningún accidente grave en toda la fase de ejecución del puente. Dentro de las medidas especiales de seguridad se contaron con plataformas de trabajo en altura seguras, cajas escala en ambas ceapas del puente, con señalización y protección perimetral de todas las áreas de trabajo para evitar posibles caídas. El uso de arnés fue obligatorio.



El carro de avance es una estructura metálica compuesta por cerchas soportadas por un marco principal montados sobre rieles que permiten su traslado. En él se monta el encofrado de la dovela. El avance de cada carro fue de 3,5 m (longitud de la dovela).

laron 150 tendones longitudinales, de 19 y 12 torones de acero de alta resistencia de 0.6" de diámetro. Un total de 116 de estos cables, llamados cables de continuidad, fueron tensados a medida que avanzaba la construcción de los voladizos para asegurar la integridad la estructura frente a cargas de peso propio y de construcción, mientras que

los 34 restantes se tensaron una vez cerrado el tablero para asegurar la integridad del vano central frente a cargas de operación. La resultante de las fuerzas de tensado aplicadas equivale a más de 17 mil toneladas en la sección sobre pila y 8 mil toneladas en la sección transversal del tablero. Cables monotón dispuestos cada 15 cm tensados a 20 t aseguran el comportamiento transversal del tablero.

## CARROS DE AVANCE

La técnica de voladizos sucesivos funciona con carros de avance que se montan en la dovela sobre pila, para iniciar la construcción del tablero. Estos carros, de unas 100 toneladas de peso cada uno, fueron traídos desde Taiwán y trasladados en partes por mar y tierra, hasta el lugar de la obra. Una vez ahí, mientras se levantaban las pilas, se montaron las piezas principales del equipo y fueron elevadas por las grúas torres para su montaje final sobre la pila. Este equipo consiste en una estructura metálica compuesta por cerchas soportadas por un marco principal que

BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 39

Central Hidroeléctrica Chacaves



## PERI Chile Sistema de encofrados, andamios e ingeniería

La solución más versátil, fácil, rápida y siempre más cerca de usted y sus proyectos

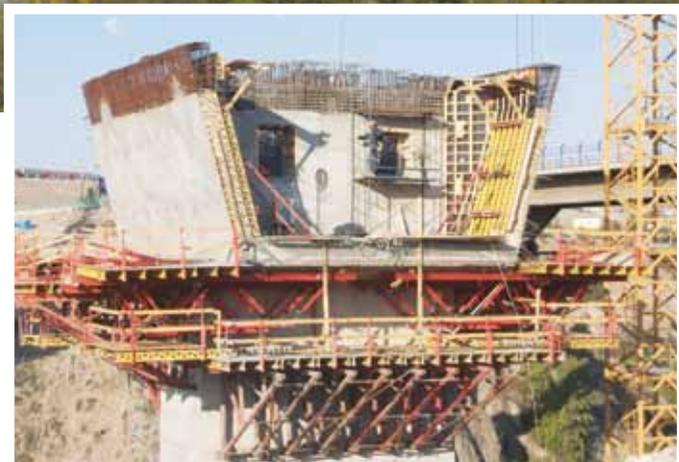


Encofrados Andamios  
Ingeniería

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



La dovela de cierre se realizó el 1 de agosto, tras 5 meses de trabajo. Esta faena se produjo sin margen de error.



Dovela sobre pila, una estructura necesaria para montar los carros de avance. Una sección de 11 x 22,3 m.

El montaje de las piezas de cada carro se realizó a nivel de suelo y luego se montó en la pila mediante grúa. Una vez arriba, se unieron todas las partes restantes.



va montado sobre rieles, lo que le permite su avance por el tablero. El avance de los rieles, que deben ser anclados y desanclados en la dovela, se realiza a través de un sistema hidráulico. El sistema posee dos encofrados, uno interno y otro externo, que se suspenden de la estructura metálica para darle forma a cada una de las dovelas. Cuenta con una plataforma inferior que permite la operación de los trabajadores. En el sistema de encofrado, se aplica el hormigón para formar la sección del puente, que es variable, según el avance. Cada dovela se ejecutó en una media de cuatro días. Así se logró una viga continua de hormigón postensado ejecutada in situ con 205,5 metros de longitud con luces entre apoyos de 42 m, 116 m y 42 m (vanos descompensados). Con una sección monocelular de 22,33 m de ancho, con canto variable de 6,5 m en apoyos y 2,5 m en el centro. Un tablero con conexión rígida con pilas centrales, y deslizante con estribos. Se utilizaron más de 4.000 m<sup>3</sup> de hormigón, 560 toneladas de acero y 170 toneladas de cable postensado.

Este procedimiento permitió la construcción de un puente de luz considerable sin intervenir, temporal o definitivamente, el le-



cho del río bajo el vano central. No se requirieron faenas de montaje pesado, transportes especiales ni despliegue masivo de recursos. La dovela de cierre finalizó el 1 de agosto de este año, cumpliéndose así los objetivos establecidos al inicio del proyecto.

## DESAFÍOS

Uno de los temas sensibles del proyecto, fue la modelación estructural, plantean sus desarrolladores. El procedimiento constructivo obliga a modelar la estructura en sus distintas etapas de construcción, las que a su vez, están expuestas a cargas sísmicas eventuales de menor período de retorno (espectros más bajos). En este punto, la estructura basa su desempeño frente a un sismo en su rigidez y robustez. El diseño del puente lo considera como una vía vital de conectividad, capaz de mantenerse en servicio tras el mayor evento sísmico esperado, clasificándose como puente de alta prioridad. Es por ello que se desarrolló un espectro sísmico específico del mismo y se construyó con estándares más altos que los arrojados por el estudio de riesgo sísmico.

Durante la construcción fue necesario emplear un procedimiento especial de control, con levantamientos topográficos tras cada hormigonado y ensayos reológicos como retroalimentación de las contraflechas constructivas. Al tratarse de un traba-

En el sistema de encofrado se aplica el hormigón para formar la sección del puente que es variable según el avance. Cada dovela se ejecutó en un promedio de 4 días.



jo de alta precisión, fue necesario ajustar los replanteos de cada dovela para compensar las diferencias observadas y lograr una buena alineación de los voladizos en el momento de cerrar el tablero, una tarea que se realizó sin errores. Actualmente, el puente se encuentra terminado y listo para habilitar al tráfico. El Puente Huasco, innovación en el oasis de Atacama, una obra de alta precisión. ■

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

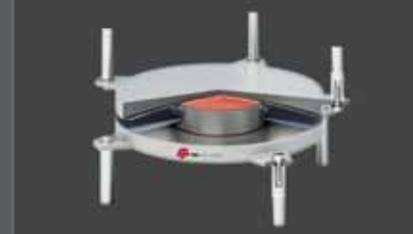
## ARTÍCULO RELACIONADO

"Puentes, análisis y reparación". Revista BIT 74. Septiembre-Octubre de 2010. Pág. 18 - 35.

## ■ EN SÍNTESIS

**El puente sobre el río Huasco, un tablero de 205,5 m de largo y 22,33 m de ancho que por primera vez en Chile utiliza la técnica de voladizos sucesivos. Un hito en la construcción vial que veló por la nula intervención en la cuenca del río. Una vía construida a partir de dovelas formadas por dos carros que avanzan en forma simétrica desde las columnas de apoyo. Precisión a 35 metros de altura.**

## Dispositivos Antisísmicos



## Aisladores Disipadores Amortiguadores

Representante de FIP Industriale,  
empresa italiana líder a nivel mundial  
en dispositivos antisísmicos.

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

Teléfono: 370 1077

# ESPACIO M RENOVANDO LA HISTORIA

ALEJANDRO PAVEZ V.  
PERIODISTA REVISTA BIT

■ La fachada de un deteriorado edificio del siglo XIX es restaurada para reactivar el centro cívico de Santiago. Se trata de la ex sede del diario El Mercurio, una obra del arquitecto francés Lucien Ambrose Henault, que hoy cuenta con un moderno edificio de oficinas y galerías comerciales en su interior.

■ Una reinterpretación que respeta la arquitectura neoclásica de su predecesor. Reutilización del patrimonio que va renovando la historia.

**UBICADO EN LA ESQUINA** de Calle Compañía con Morandé, a un costado del Palacio de Tribunales de Justicia, se emplaza el edificio que, desde 1902 hasta 1985, fue sede del diario El Mercurio. Un inmueble de arquitectura neoclásica, obra Lucien Ambrose Henault que tras pasar años de abandono vuelve a la vida. El arquitecto Gonzalo Martínez, de la oficina UNO Proyectos, es el responsable de Espacio M, el proyecto inmobiliario que apostó por restaurar la fachada del histórico edificio (única estructura que quedaba en pie) reinterpretando sus leyes e insertando en medio de ella una galería comercial, patio de comidas, supermercado, estacionamientos y un moderno edificio de oficinas. Obras cuyo principal objetivo fue no competir con el patrimonio. Y es que a lo existente se le entrega un nuevo uso en función de la historia que arrastra. El principal desafío, desde el punto de vista arquitectónico, era lograr que un edificio del siglo XIX pudiera convivir con uno contemporáneo. Para ello, la construcción nueva se retranqueó de la fachada para darle más protagonismo a ésta. “Trabajamos un concepto por oposición. Hacerlo lo más distinto posible. No competir con el muro histórico petreo, por ello la edificación nueva es un cubo de cristal que se adosa a la fachada existente. El edificio contemporáneo posee algunas leyes reinterpretadas del neoclásico, como los ritmos de la fachada patrimonial que fueron transformados en patrones geométricos y tratados como claro oscuro, en una partición propia del neoclásico”, explica el arquitecto.



## FICHA TÉCNICA

### ESPACIO M (EX EDIFICIO EL MERCURIO)

**UBICACIÓN:** Compañía 1214, Santiago

**MANDANTE:** Banmerchant Asset Management

**ARQUITECTO:** Gonzalo Martínez de Urquidí, UNO Proyectos

**JEFE DE PROYECTO:** Andrés Menares Uno Proyectos

**COLABORADORES:** Raúl Ojeda, Eduardo Olivares, José Bustos Uno Proyectos

**CONSTRUCTORA:** EBCO

**PROGRAMA:** Galería Comerciales, Torre de Oficinas, Estacionamientos, Supermercado y Patio de Comida

**ÁREA:** 34.000 m<sup>2</sup> (aprox.)

**PRESUPUESTO:** 900 mil UF (inversión total)

**AÑO CONSTRUCCIÓN:** 2009-2011

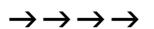


El muro es de albañilería simple, pero en el proceso de la historia, se le anexaron cadenas de hormigón y éstas "se apuntalaron con unos diagonales, a dados de hormigón de 2 x 2 m. Con eso se mantenía la fachada en su posición", comenta el arquitecto. Estas barras fueron removidas y reutilizadas en el proceso constructivo.



En definitiva se trata de una obra de 34 mil m<sup>2</sup>, con 5 subterráneos de estacionamientos, un supermercado en el subterráneo -1 y una torre de 8 pisos con plantas de oficinas de 1280 metros cuadrados, con un sello de fundación a los 18, 50 m. Una galería comercial de tres pisos, a nivel de la fachada, con 34 tiendas y 12 puestos de comida. Un "Slow Mall", cuyo objetivo es "bajar el ritmo clásico del centro comercial, transformándolo en un remanso, un descanso en el centro de Santiago", dicen sus desarrolladores. Una reutilización histórica que requirió la aprobación del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) y que permitió recuperar la mítica fachada.

Se mantuvo un pasillo peatonal entre la fachada y el edificio que es lo que forma la galería. El proyecto busca recorrerlo por dentro. Hay un tratamiento de piso que va a quedar a nivel de acera. Para ello, se abrió un pórtico en la esquina de Calle Compañía con Morandé. "Las veredas son de 1,40 m muy peligrosas para los peatones que se vuelcan a la calle, lo que estamos haciendo es que todo ese flujo de gente vaya por la galería", indican los arquitectos.



## Ejecución y Asesoría en Fundaciones Especiales y Geotécnica

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

- Eficiencia y Precisión
- Confiabilidad y Respaldo



Algunas cadenas de hormigón fueron reforzadas con contrafuertes que las mantienen y otorgan estabilidad. La fachada se amarra sólo en el tercer piso a través de unos puntales por todo su perímetro. El trabajo de amarre mecánico se produce arriba. Se mantuvieron sus refuerzos antiguos.



El muro poseía fundaciones con bolones que fueron confinados con una viga de hormigón, para que la base del muro mantenga sus condiciones y no se disgregue. "Con ello, se le dio una terminación de lo que sería la transición", señalan los arquitectos. La viga fue confeccionada con tableado, igual que los contrafuertes antiguos. Había que seguir la misma la línea estética.



Para dejar la cubierta libre de equipos de clima y extracción se subió la altura del techo del patio de comidas (se trabajó en un rango de 5 m de piso a cielo) y todos los ductos quedaron contenidos dentro del patio de comidas. Estos fueron pintados de color negro, para que cuando se ilumine el espacio se pierda la noción del fondo y no se noten los equipos. La visibilidad queda a la altura de las luces.



Además, por Calle Morandé, se abrieron tres pórticos, a partir de la forma de las ventanas del edificio. Todos los portales tienen 4 m de alto por 1,50 de ancho. La fachada completa, tiene 15 m de alto. Una de las condiciones del CMN, era mantener la fachada y que ningún elemento sobresaliera de ésta. "En esos 15 metros, posicionamos 3 pisos comerciales", agregan desde la oficina de arquitectos.



El cristal del muro cortina del edificio de oficinas fue serigrafiado con distintas formas para reinterpretar la arquitectura neoclásica. En esta línea, el muro cortina fue cortado a la mitad y la serigrafía fue tomando nuevas formas hacia arriba. Se incluyeron ventanas para generar ventilación cruzada. Cada cristal posee una dimensión de 3,15 x 1,20 metros (van de piso a piso).



GENTILEZA UNO PROYECTOS

En fachada se hizo todo un trabajo de iluminación potenciando los elementos verticales. En la torre de oficinas, que esta retranqueada respecto a la fachada histórica, esto es, más atrás para no restarle protagonismo al patrimonio, se generó una especie de corchete que ilumina durante la noche.



## Confianza y variedad en aceros

Más de 60 años de experiencia y constante innovación respaldan el reconocimiento a la calidad de nuestros productos y seriedad en el servicio.

- ✓ Confort Térmico.
- ✓ Optimiza el consumo energético.
- ✓ Mayor Resistencia Estructural.
- ✓ Solución Integral.
- ✓ Variedad de colores.



**PANEL PT-60**



**PLANCHA 3/4**



**SUPER ACANALADO**



**PLACA COLABORANTE**



DESDE 1949

**VILLALBA**<sup>®</sup>

ACEROS



ISO 9001:2008  
Certificado Number: 42638

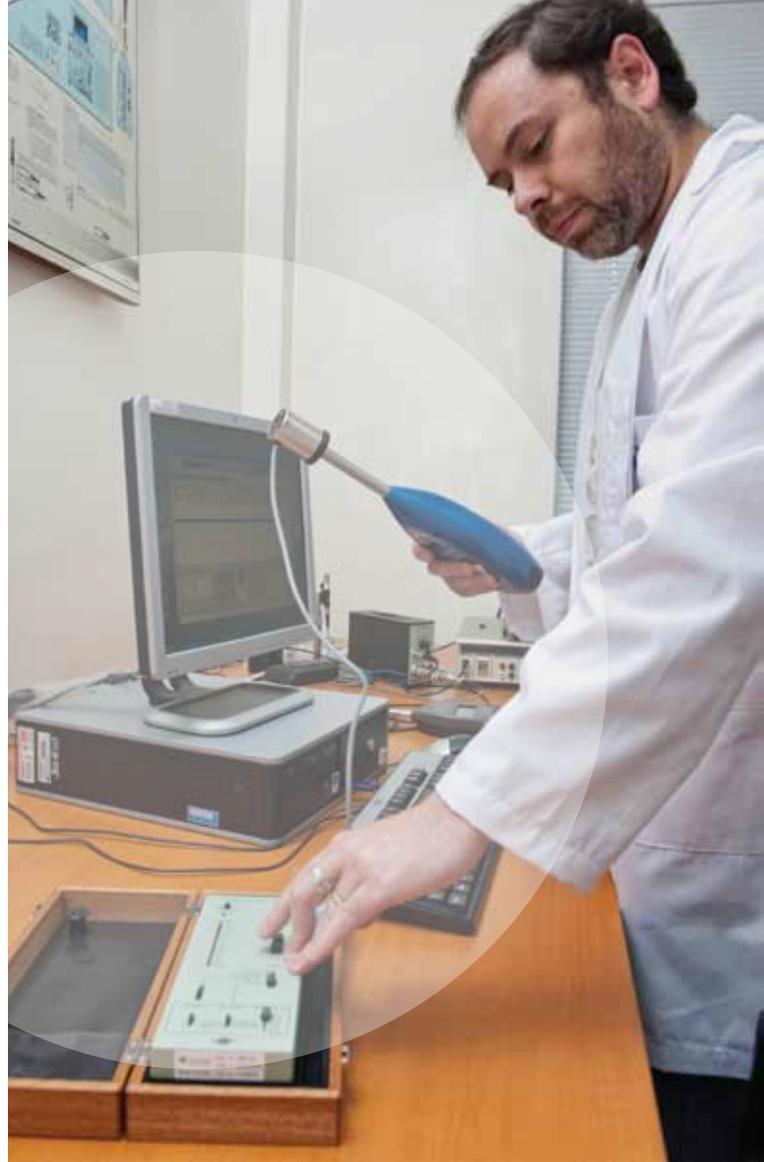
Confianza en aceros

Venta al Detalle: Arturo Prat 1506 Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 27 00 Fax: (56 2) 412 27 40	Venta Industrial: Aeropuerto 9510 Cerrillos, Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 26 00 Fax: (56 2) 412 26 45
---	---

www.villalba.cl  
ventas@villalba.cl

## LABORATORIO DE CALIBRACIONES ACÚSTICAS

# PRECISIÓN SONORA



■ La importancia de garantizar la calidad del equipamiento que se utiliza para evaluar el ruido ambiental y ocupacional en nuestro país, derivó en la necesidad de facilitar su proceso de mantenimiento, calibración y certificación. ■ Atendiendo a este requerimiento el Instituto de Salud Pública inauguró este año el primer laboratorio de calibraciones acústicas de Latinoamérica en proceso de acreditación de la norma ISO 17025.

CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**H**ASTA HACE algunos años, la cantidad de instrumentos de evaluación acústica en Chile no justificaban la implementación de un laboratorio para calibraciones acústicas. Con el tiempo la situación cambió. Un estudio de mercado realizado el año 2001, señala que entre sonómetros, dosímetros y calibradores la cifra superaba las 4 mil unidades. No menos importante es que el tema del ruido se ha instalado en la agenda tanto de la salud, como del medio ambiente.

Bajo este contexto, en el año 2007 se desarrolla el proyecto de expansión "Fortalecimiento del Instituto de Salud Pública como laboratorio nacional y de referencia en salud ocupacional, en el ámbito de la salud auditiva".

El laboratorio de calibraciones acústicas del ISP marca un precedente del desarrollo en acústica. Mauricio Sánchez, encargado del laboratorio, señala que "como último hito en la etapa de implementación, está la acreditación

bajo la norma ISO/IEC 17025 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. La meta apunta a calidad en el dato de la medición y disminución de la incertidumbre".

### LA CALIBRACIÓN

Es necesario entender que el término calibración se aplica al procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar", de acuerdo a un patrón de referencia, que es validado por un Certificado de Calibración otorgado por un laboratorio acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 (ver recuadro).

Se puede hablar de tres situaciones en las cuales se lleva a cabo el control en términos acústico de un instrumento. Al momento del diseño tras el cual se obtiene la aprobación del modelo; en su fabricación y puesta en uso, por las pruebas de conformidad o verificación primitiva; y, por último, durante su utilización, en el cual se realizan permanentes verificaciones o posterior a una reparación.

**TABLA 1. NIVELES DE CALIBRACIÓN**

MAGNITUD	NOMINAL	RANGO PARA LAS PRUEBAS SONORAS
Temperatura	23°	20° a 26° C
Presión atmosférica		97 kPa a 105 KPa
Humedad relativa	50%	40% a 65%

Las dos primeras están a cargo de los fabricantes y/o importadores, mientras que durante su uso, será quien lo utilice el que adquiere esa responsabilidad.

Para una correcta calibración, es necesario controlar las variables: temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, de acuerdo a niveles establecidos (ver tabla 1).

### TIPOS DE CALIBRACIÓN

De acuerdo a los parámetros establecidos es posible realizar tres tipos de calibración:

**Calibración de sonómetros:** Regulada bajo la normativa internacional IEC 61672 Partes 1, 2 y 3, sobre especificaciones, ensayos para evaluación de modelo y verificación periódica. Las pruebas asociadas se dividen en dos grandes grupos las netamente acústicas y las eléctricas.

**Calibración de dosímetros:** En este caso, los dosímetros están bajo la normativa internacional IEC 61252:2002. "Dosímetros, requisitos de funcionamiento". Al igual que en el caso de los sonómetros, se realizan pruebas tanto acústicas como eléctricas.

**Calibración de calibradores acústicos de terreno:** Se rige bajo la norma internacional IEC 60942:2005. Según su precisión se puede clasificar en Clase PL (patrón de

laboratorio), Clase 1 (uso en campo) y Clase 2 (uso en campo). Las pruebas que se realizan son de nivel de presión acústica, frecuencia y distorsión total.

Se considerará como calibrado un sonómetro, dosímetro o calibrador para cada una de sus normas respectivas si se cumple la siguiente condición  $E \pm U \leq T$ . Donde E, es error del instrumento, U es la incertidumbre de la medida y T es la tolerancia indicada en IEC 61672-3:2002, IEC 61252:2002 e IEC 60942:2005.

### ¿POR QUÉ CALIBRAR?

Trabajar con equipos calibrados es vital, destaca Claudio Poo, presidente del Colegio de Ingenieros Acústicos de Chile, "no sólo para la fiscalización, sino también para realizar labores preventivas, consultivas, de ingeniería, asegurando un nivel mínimo de calidad de mediciones".

Según antecedentes del Instituto de Salud Pública (ISP), entre 2005 y 2009 se estimaba que de 1.033 casos de enfermos profesionales dictaminados por la COMPIN RM, el 66,6% correspondía a hipoacusia neurosensorial (sordera ocupacional) producida por ruido. Más aun, de 1.116 trabajadores expuestos a ruidos de la construc-



El equipamiento del nuevo laboratorio de acústica del ISP, incluye básicamente un equipo generador de señal, multímetro y pc con software de calibración.

# ¿ESTÁN SUS TABIQUES ACONDICIONADOS PARA AISLAR EL RUIDO?



Las mejores soluciones en aislación para tabiques, logrando la acústica perfecta.

En los proyectos donde se usa **lana de vidrio** al interior de la tabiquería, se **produce una notable mejoría** en términos de acústica, y la **diferencia es notoria en los proyectos donde no se invierte en aislación.**

Aislar al inicio de un proyecto es mucho más fácil y económico que después.



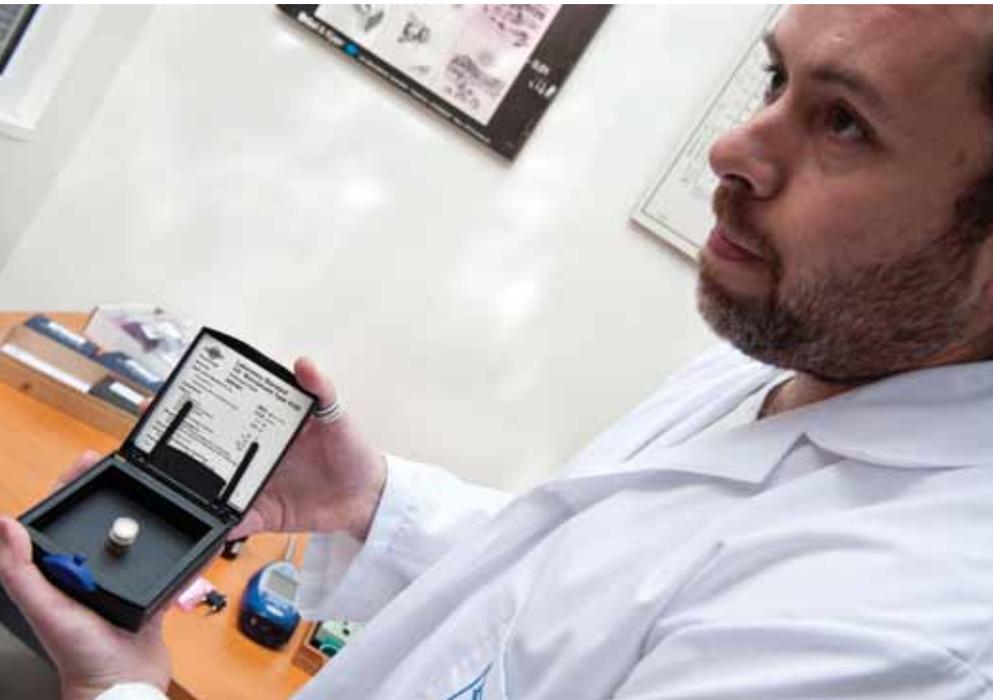
Consulte por nuestros productos y soluciones específicas para el acondicionamiento acústico para tabiquería en todo tipo de recintos.

Para mayor información sobre nuestros servicios y soluciones acústicas, escribanos a: [serviciosacusticos@volcan.cl](mailto:serviciosacusticos@volcan.cl) o visite:

[www.volcan.cl/acustica](http://www.volcan.cl/acustica)

ÁREA ACÚSTICA

**VOLCAN**  
Experto en Soluciones Constructivas



Trabajar con equipos calibrados es vital, no sólo para la fiscalización, sino también para realizar labores preventivas, consultivas, de ingeniería, asegurando un nivel mínimo de calidad de mediciones.

## NORMA ISO/IEC 17025 PARA LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

La norma ISO/IEC 17025, establece las condiciones de gestión del sistema de calidad que un laboratorio de ensayo y calibración debe tener para asegurar su competencia técnica. Los requisitos que incluye la evaluación son:

Organización

Sistema de Gestión de la Calidad

Control de documentos

Revisión de solicitudes, ofertas y contratos

Subcontrataciones de ensayos y calibraciones

Compra de servicios y suministros

Servicio al cliente

Reclamaciones

Control de trabajos de ensayo y calibraciones no conformes

Acciones correctivas

ción, en el 79% los valores obtenidos estaban sobre la norma. Así la hipoacusia es la principal causa de indemnizaciones y pensiones, con un 80% de incapacidades permanentes. Controlar, evaluar y prevenir son fundamentales, lo importante es que en cada paso haya precisión.

### EL LABORATORIO

La implementación del laboratorio de calibraciones acústicas contempló una inversión cercana a los \$150 millones. Sus características corresponden a los requisitos indicados en la norma ISO/IEC 17025. En términos generales, Mauricio Sánchez señala que “debe poseer los patrones necesarios para poder efectuar las etapas acústicas y eléctricas comprendidas dentro de la calibración. Además, debe poseer las conexiones necesarias para poder interconectar los equipos bajo calibración y los dispositivos eléctricos que generan señales. Por último, debe poseer un sistema de control de las condiciones ambientales (temperatura y humedad), para que no influyan en la calibración”.

En cuanto a materialidad no existen mayores exigencias. Al contrario de lo que se podría pensar, las condiciones acústicas necesarias son prácticamente inexistentes, debido a que las pruebas se realizan entre los generadores de señales (calibradores) y los micrófonos a volúmenes (nivel sonoro) que superan

al ruido ambiente. Sin embargo, Sánchez señala que el laboratorio del ISP “cumple con una serie de requisitos que fueron considerados durante su diseño, tanto en el ámbito acústico como eléctrico”. Por ejemplo, las ventanas son termopaneles, la iluminación no induce voltaje, se instaló un climatizador y los muros son de mayor densidad y aislación, entre otros.

### IMPLICANCIAS

Uno de los mayores logros de la implementación de este laboratorio, es mejorar la capacidad instalada en términos metrológicos. Esto dado que a la fecha, esta área del ámbito de la calibración de equipamiento, no estaba cubierta en Chile.

Antes de la puesta en marcha de este laboratorio, “la única opción era enviar los equipos a calibrar a laboratorios extranjeros, principalmente Estados Unidos y Europa”, señala Poo. A lo que Sánchez agrega que en algunos casos existen instrumentos que nunca han sido calibrados. Gracias al nuevo laboratorio, será posible calibrar sonómetros hasta en dos horas (tiempo asociado sólo a la etapa técnica de la calibración), mientras que los dosímetros podrían demorar menos de un día.

Lo señalado se traduce en ahorros económicos para organismos y consultores, que por cada instrumento que calibraban, debían desembolsar aproximadamente entre 600 mil y 2

## EQUIPAMIENTO TÉCNICO DEL LABORATORIO

El Laboratorio de Calibraciones Acústicas significó una inversión de más de \$150 millones. Cuenta con multimetros, calibradores sonoros, generadores de señal y un PC que contiene los software de calibración para cada equipamiento. Estos son dispuestos según el siguiente esquema.

### CALIBRACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS (SONÓMETRO, DOSÍMETRO Y CALIBRADOR):

- ♦ Se conecta el generador de señal al micrófono del dispositivo
- ♦ Se envía sonido directamente al micrófono, cuyo nivel es superior al ruido ambiente.
- ♦ Las señales percibidas pasan al PC, cuyo software realiza el proceso de calibración.



millones de pesos. Es importante destacar los beneficios para los usuarios, debido a que más allá de lo económico, el tiempo de calibración se reducirá radicalmente, ya que antiguamente los equipos debían ser enviados al extranjero, generándose periodos de ausencia que en ocasiones superaba los dos meses.

El laboratorio de calibraciones acústicas, implica beneficios para diferentes actores, partiendo porque la SEREMI contará con un sistema rápido y eficiente para poder fiscalizar que los instrumentos tengan su calibración vigente. ■

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Consideraciones acústicas en salas multiuso. Versatilidad sonora". Revista BiT N° 79, Julio 2011, pág. 60.
- "Control acústico en recintos educacionales. A prueba de ruido". Revista BiT N° 77, Marzo 2011, pág. 58
- "Centro cultural Gabriela Mistral. Remodelación para las artes". Revista BiT N° 74, Septiembre 2010, pág. 97

### ■ EN SÍNTESIS

Previo a la implementación del Laboratorio de Calibraciones Acústicas, los organismos, consultoras y otras empresas calibraban sus equipos en el extranjero lo que significaba altos costos económicos y en tiempo. Hoy se podrá determinar más efectivamente el cumplimiento de la normativa vigente y establecer con ello, acciones de prevención para los trabajadores. Además, se podrán realizar estudios epidemiológicos en ruido con valores más cercanos al real.

# Idiem

UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO



Asesorías integrales durante todo el ciclo de vida de un proyecto

www.idiem.cl - contacto@idiem.cl

*Líderes en:*

Control de Ruido  
Acústica de Espacios  
Mediciones Acústicas  
Modelamiento Acústico



ARICA  
Avenida Chile #1800  
Tel: 58-231933

LIQUIQUE  
21 de Mayo #1269  
Tel: 57-425179

ANTOFAGASTA  
Artesanía #229  
Tel: 55-230733

COQUIMBO  
El Molino #1260 Barrio Industrial  
Tel: 51-233916

VIÑA DEL MAR  
Calle del Estero Lote Gulumue N°18  
Tel: 32-2518150

SANTIAGO  
Plaza Ercilla #883  
Tel: 2-9784130

CONCEPCIÓN  
Avenida Las Golondrinas #1945  
Tel: 41-2413744

TEMUCO  
Avenida M. Recabarren #02930  
Tel: 45-342281

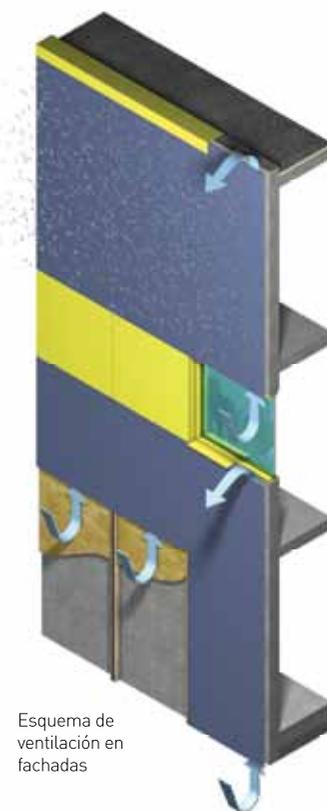
# Fachadas ventiladas Pizarreño



Las fachadas ventiladas Pizarreño son un gran aporte térmico y acústico en obras nuevas y remodelaciones para diferentes tipos de proyectos como Centros Comerciales, Edificios de Oficina, Edificios Corporativos, Hoteles, Strip Centers e Infraestructura.



Conozca los revestimientos de fibrocemento y sistemas de fijación que Pizarreño ofrece para fachadas ventiladas en diferentes texturas y más de 90 colores disponibles.



Esquema de ventilación en fachadas

SANTIAGO: CAMINO A MELIPILLA 10.803 - TEL. (2) 391 2401 - FAX (2) 391 2402  
ANTOFAGASTA: (55) 287 966 | LA SERENA: (51) 213 989 | VIÑA DEL MAR: (32) 297 0559  
| TALCA: (71) 230 558 | CONCEPCIÓN: (41) 225 0429 | TEMUCO: (45) 224 311



Pizarreño es miembro de Chile Green Building Council

an **Etex** GROUP company

arquitectos@pizarreno.cl  
[www.pizarreño.cl](http://www.pizarreño.cl)



## PLACA SAFEBOARD



REDUCE EL EFECTO  
DE LOS RAYOS X  
A SU MÍNIMA EXPRESIÓN



**Safeboard** es una placa de yeso-cartón 100% libre de plomo, capaz de blindar eficazmente contra rayos X, proteger del fuego y aislar del ruido. Su menor peso respecto a las placas con plomo y su sistema de construcción en seco evitan fallas en la ejecución. Más importante aún, sus residuos son inofensivos para el medio ambiente.

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

**KNAUF**  
Calidad con sustento

- A tres cuadras del centro cívico de Valparaíso y en los terrenos de la Ex Cárcel de la ciudad se emplaza un complejo cultural que en 2,5 hectáreas alberga un conjunto de edificios, una casa de pólvora española declarada monumento nacional y un gran parque con paseos peatonales. ■ Memoria y cultura se unen para dar vida a un proyecto bicentenario colmado de desafíos.



## NUEVO COMPLEJO EN LA EX CÁRCEL DE VALPARAÍSO

# MEMORIA & CULTURA

**E**NTRE LAS QUEBRADAS del cerro La Loma y el cerro Alegre funcionó por 150 años la cárcel de Valparaíso. Hoy, y luego de recorrer un largo proceso, surge un nuevo espacio público destinado a la cultura y al esparcimiento. Y ha sido un camino cuesta arriba no sólo por su emplazamiento, sino que porque ha tenido que enfrentar varios desafíos. La cárcel fue cerrada a fines de la década de los 90 y desde entonces se usó para distintas manifestaciones artístico-culturales. En 1997 el arquitecto brasileño Óscar Niemeyer ofreció donar un proyecto para destinar el recinto a un parque cultural, el cual fue finalmente desechado por tener un carácter de "monumentalista", al estilo de los edificios de Brasilia. Por otra parte, no integraba al proyecto al entorno ni a la población de la ciudad. A comienzos del 2009 y luego de efectuarse desalojos en el lugar, la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la Región de Valparaíso, llamó a un concurso para la elaboración de un nuevo proyecto, siendo los ganadores el estudio de arquitectos HLP5 (Holmes, Labbé, Portuguesis y Spichiger). Durante ese año se desarrolló el proyecto y a fines de Octubre se adjudicó la construcción a la empresa Bravo e Izquierdo. Así, la ejecución de las obras se inició en marzo de 2010 y concluyeron en septiembre de 2011.

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT

## FICHA TÉCNICA

### PARQUE CULTURAL DE VALPARAÍSO

**UBICACIÓN:** Cumming 484, Cerro Cárcel, Valparaíso

**MANDANTE:** Dirección de Arquitectura – M.O.P.

**JEFE DE PROYECTO:** Andrea Palma Pérez

**INSPECTOR FISCAL:** David Green Davies

**ASESORÍA TÉCNICA DE OBRA:** DRS Ingeniería y Construcción Ltda.

**PROYECTO DE ARQUITECTURA Y PROYECTO**

**PARQUE:** HLPs Arquitectos

**CONTRATISTA:** Empresa Constructora Bravo e Izquierdo

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** Luis Soler P. & Asociados

**PUERTAS DE MADERA:** TRAMASA S.A.

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** 540 días

**FECHA DE INICIO:** 3 de marzo de 2010



GENTILEZA DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA MOP





1



3



2

Se observa la ex galería de reos (1), actual Edificio de formación (2) del cual se conservaron en el interior los barrotes originales y algunos dibujos realizados por los reos (3).

“El Parque Cultural Valparaíso es una iniciativa Bicentenario y para la Dirección de Arquitectura del MOP fue un desafío arquitectónico, urbano y social muy importante ya que se le dio un significado al hito urbano que le da el nombre al Cerro Cárcel”, explica Alejandra Sepúlveda, directora nacional de Arquitectura del MOP. El complejo cuenta con una superficie de 10 mil metros cuadrados y 7 mil construidos, los que contaron con una inversión de \$9.378 millones. Está conformado por un edificio de difusión, otro de formación, otro de administración, una casa de pólvora declarada monumento nacional y parques y exteriores con jardines y paseos peatonales. Revista BIT estuvo allí, visitó la obra en su etapa final y sin lugar a dudas hay mucho que contar. Pero, vamos por parte.

### EDIFICIO DE FORMACIÓN

En una superficie de 2.264 m<sup>2</sup> se erige un edificio de hormigón armado a la vista y estructuras de perfiles de acero. Se trata de la ex galería de reos, del cual se mantuvieron las

fachadas originales, pero su interior fue totalmente demolido, dando paso a la ejecución de recintos de variadas formas geométricas destinados a preparar jóvenes en diversas expresiones artísticas. Cuenta, entre otros, con salas de documentación y archivo, salas de ensayo, música, danza, audiovisual y artes circenses. “Era un lugar que estaba construido con mini celdas, por lo que el desafío estuvo en cómo conservar la memoria de la ciudad implementando nuevos espacios amplios. Quisimos mantener el tamaño, el largo y dejar algunos dibujos realizados por los reos, además de los barrotes originales”, relata Osvaldo Spichiger, arquitecto de HLPs.

Y el proceso constructivo no fue nada fácil, explican en Bravo e Izquierdo. El sistema de sostenimiento ideado para demoler y construir el edificio manteniendo intacta la fachada tuvo que ser realizado por etapas teniendo especial precaución en la demolición de los elementos más antiguos de los que había incertidumbre en cuanto a su conformación y estabilidad. Sin ir muy lejos, al demoler las

fundaciones, descubrieron que éstas tenían más de 4 m de profundidad, concluyendo que se realizaban de este espesor para evitar fugas de los reos mediante la excavación de túneles. “Se implementó entonces un sistema de sostenimiento en base a tubos Yoder exteriores, los cuales fueron instalados manteniendo un distanciamiento especial y demoliendo interiormente tramos de este edificio, una vez construidos estos sectores, recién podíamos demoler estas zonas definidas como segundas etapas y partir el proceso nuevamente completo de demolición, excavación, hormigón y estructura metálica”, relata Fernando Quiñones, administrador de obra de Bravo e Izquierdo.

Y el especialista a cargo del cálculo estructural también jugó un rol muy importante. “Se logró conservar gran parte de las fachadas del edificio, en algunos casos sólo desde el segundo piso hacia arriba, teniendo que demolerse en el primero y dejar apoyada la parte superior de ellas en la nueva estructura. Esto obligó a hacer un diseño considerando la secuencia constructiva de manera de poder



En el Edificio de formación se conservó la fachada original de la ex galería de reos. Abajo: El Edificio de difusión alberga un multiteatro que cuenta con un moderno sistema acústico.

## MODERNO SISTEMA ACÚSTICO

EL APORTE tecnológico más destacado del proyecto es el sistema electroacústico instalado en el multiteatro denominado "Constellation" de Meyer Sound, el cual permite que la sala cuente con acústica variable para distintos tipos de eventos (rock, música sinfónica, obras de teatro, ópera, circos y espectáculos de cualquier tipo), sin necesidad de variar la geometría de la sala. Los especialistas explican que no existe en Sudamérica un teatro que reúna ambas condiciones (geometría variable y sistema de reverberación asistida). Para lograr un funcionamiento óptimo del sistema la sala de teatro se concibió como una sala acústicamente seca, es decir, un lugar que absorbe el sonido. Con este propósito toda la sala cuenta con superficies acústicas absorbentes en muros y cielo.



conservar las fachadas históricas sin provocar riesgos en la estabilidad de las estructuras durante la construcción", explica Luis Soler de Luis Soler P. & Asociados. El edificio está dividido en varios sub-sectores, con un primer nivel conformado por muros y losas de hormigón armado tradicional, con un segundo nivel estructurado con marcos y riostras metálicas apoyadas en los elementos de hormigón del piso inferior y con una cubierta que también es metálica, agrega el profesional. Y hay más.

La fachada existente se diseñó solidaria en el primer piso al muro de hormigón nuevo y en el segundo piso también a la viga de hormigón y a la estructura metálica nueva. Los detalles del afianzamiento se fueron modificando a medida que se descubría lo existente de manera de aprovechar en forma óptima la estructura de las fachadas. Adicionalmente se contemplaron juntas de dilatación que debieron materializarse en el muro de la fachada existente coincidiendo con cada junta definida para la estructura nueva. Lo más atípico desde el punto de vista estructural, explica Soler, es el afianzamiento de las fachadas históricas del edificio de Formación a las estructuras existentes de hormigón armado y acero de su interior. Para esto se debió diseñar una estructura metálica capaz de tomar los esfuerzos sísmicos inducidos por la gran masa de las fachadas y disponer anclajes que fueran capaces de trasladar estos esfuerzos a la estructura metálica y luego desde ésta hacia las subestructuras de hormigón que las soportan.

## EDIFICIO DE DIFUSIÓN

Se trata de un recinto de cuatro niveles totalmente nuevo con una superficie edificada de 5.629 m<sup>2</sup>. "El edificio de difusión corresponde a una construcción de hormigón armado a la vista con losas y vigas tradicionales y postensadas, destinado a difundir diferentes actividades artísticas y que cuenta entre sus recintos con un multiteatro, salas de exposiciones,

**LED GENERATION**

# iluminARTE es nuestra pasión

Te asesoramos en tu proyecto de iluminación, te acompañamos en la intervención de la ciudad, te ayudamos a bañar de color lo que construiste. Sabemos iluminar justo con soluciones eficientes en aplicaciones LED y HID. Contamos con un equipo de profesionales que garantiza innovación y calidad en iluminación. En Chile cumplimos 15 años, con más de 300 mil luminarias instaladas a lo largo del país. Somos parte de una multinacional con presencia en 40 países, que data de 1925, y reconocida como líder en iluminación exterior. Confíe en un experto con trayectoria internacional.

**GREEN**  
attitude

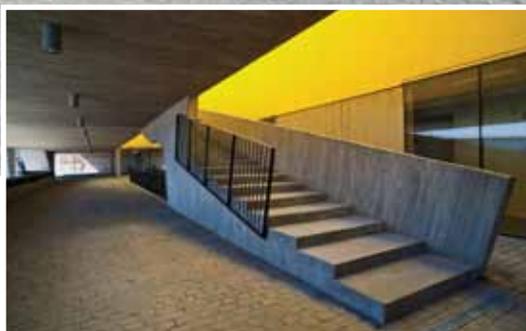
**15**  
AÑOS

**490 9700**  
www.SCHREDER.cl

**Schröder**  
Schröder Group GIE



Nivel intermedio que une dos quebradas.



sala de ensayos, restaurante, tiendas, paseo peatonal, biblioteca y servicios. Destaca su último nivel donde se ubica una explanada superior que es una losa postensada de 1.600 m<sup>2</sup> con vista en 360° a la ciudad de Valparaíso”, detalla Fernando Barrales, coordinador del proyecto de DRS Ingeniería y Construcción Ltda, quienes realizaron la Asesoría Técnica.

Este nuevo edificio se pensó y trabajó de manera sencilla utilizando materiales austeros, explican los arquitectos. “El edificio se inserta de manera silenciosa. No queríamos que apareciera un edificio con abundante información visual ya que lo que importaba era el vacío del parque y los edificios históricos del recinto. Y el mayor desafío entonces estuvo en lograr una fachada que no compitiera con las otras”, relata Carolina Portugueseis de HLPS Arquitectos. Por otra parte, explican los profesionales, es muy relevante el nivel intermedio, ya que se convierte en un paseo entre dos quebradas y que alberga todos los accesos a los distintos programas que se contemplan en el complejo cultural. “La idea es que la gente pase por ahí y termine, sin querer, dándose cuenta de las actividades culturales que se ofrecen”, dice el arquitecto Martín Labbé.

Y la construcción y el cálculo estructural también tuvieron sus particularidades. “La excavación y contención resultaron complejas porque nos encontramos con rellenos de mala calidad no previstos en los informes de mecánica de suelos, lo que significó tener que modificar los sistemas de sostenimientos, a un sistema de pilotes y muros pantalla con ancla-

jes permanentes, los cuales por las características de la obra, tuvieron que ser construidos de arriba hacia abajo, este cambio hubo que hacerlo en pleno proceso constructivo y el desafío fue lograrlo manteniendo los plazos originalmente presupuestados”, explica Fernando Quiñones.

Pero no es todo, hubo desafíos por las grandes luces y alturas libres contempladas por arquitectura y por las altas exigencias técnicas del teatro, que implicaban lograr un recinto donde se pudieran estacionar vehículos sobre su losa, manteniendo las propiedades acústicas y vibraciones intactas (ver recuadro Moderno sistema acústico). En el ámbito estructural, en tanto, se presentaron retos por su geometría atípica y por la alta presencia de vacíos en las losas y las dobles, triples y cuádruples alturas entre pisos, lo que exigió una cuidadosa modelación y análisis sísmico. “En varios sectores perimetrales el edificio se aproxima a un muro de contención existente que se cuidó dejar dilatado de éste para que no afectara su estabilidad. Para dicho muro se contempló la ubicación de anclajes permanentes contra terreno para asegurar que no sufriera deformaciones fuera de norma. Su estructuración es en base a muros y losas de hormigón armado. Dichas losas se debieron diseñar postensadas principalmente debido a sus grandes dimensiones. Lo mismo sucedió con las vigas de cielo en el sector del teatro, las que miden alrededor de 23 metros de largo y soportan los estacionamientos en la cubierta del edificio”, detalla Luis Soler, quien agrega que la estructura es de grandes dimensiones y

Último nivel del Edificio de difusión que se convierte en una gran explanada con vista en 360° a Valparaíso.



no pudo contemplar juntas de dilatación por su geometría en planta, por lo que se tomaron todas las medidas pertinentes de curado del hormigón y juntas de construcción, de tal manera de evitar las fisuras por retracción de fraguado.

## EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN

Se trata de un edificio de un solo nivel, de ladrillo con elementos de hormigón armado que se utilizaba antiguamente para administrar la cárcel. Éste se remodeló, manteniendo su arquitectura, e incorporando nuevos servicios para adecuarlos al destino que tendrá, el cual será el recinto desde donde se administrará la totalidad del parque. Este edificio se ubica en una superficie de 297 m<sup>2</sup> y no fue modificado en cuanto a su materialidad ni en su superficie.

“Se eliminaron algunas divisiones interiores que se reemplazaron por pilares y vigas metálicas. Los muros intervenidos se reforzaron con pilares de hormigón armado para asegurar un correcto comportamiento sísmico del edificio”, explica Soler. Además, se instalaron en la techumbre, 12 paneles solares térmicos, destinados a proveer de agua caliente a los camarines del edificio de formación, que se encuentra a unos 80 m de distancia.

## PARQUE CENTRAL

Los espacios exteriores suman aproximadamente 15.100 m<sup>2</sup>, los que incluyen jardines con variadas especies, paseos peatonales con pavimentos de adoquines de piedra, baldosas, hormigones lavados, escaños y miradores. Para los arquitectos, este espacio es el más protagonista en términos del impacto visual. “El poder estar en los cerros de Valparaíso en un plano más grande que la Plaza de Armas es un regalo a la ciudad”, dice Osvaldo Spichiger. Y es que se trata de un espacio con más de 300 árboles, 5.000 arbustos y 4.500 m<sup>2</sup> de pasto. Un desafío fue la construcción del colector de aguas lluvias, el que recorre todo el parque de manera subterránea.

## MONUMENTO NACIONAL

Una valiosa reliquia histórica se erige en medio del Parque Cultural, por lo que diferentes especialistas incluidos arqueólogos y conservadores, trabajaron con mucho cuidado. Se trata de la Casa de Pólvora (la primera cárcel de la ciudad), una bóveda de medio punto construi-



## HISTORIA VIVA: CASA DE PÓLVORA

HASTA 1846 quienes infringían la ley eran encerrados en los calabozos del Castillo de San José, fortificación para la defensa de la ciudad que se ubicaba sobre el Cerro Cordillera. Pero a contar de ese año, la casa de pólvora española comenzó a ser utilizada como presidio. Fue la génesis de la ex cárcel porteña, cuya construcción propiamente tal se inició en 1880, en un terreno cedido por la Municipalidad. Funcionó como penal hasta fines de la década de 1990, cuando los reos fueron trasladados a nuevas dependencias en el sector alto de la ciudad. Es entonces cuando distintas organizaciones convencieron al Gobierno Regional de transformar el recinto en un centro cultural y memorial de las duras condiciones de vida experimentadas por los reos.

da con ladrillos superpuestos (tanto en muros y cielo) y unidos con argamasa (cal, arena y agua) y con muros de dos metros de espesor. Se ubica en una superficie de 237 m<sup>2</sup> y los trabajos incluyeron el montaje de una estructura de sostenimiento, en base a grandes arcos metálicos y fundaciones muy profundas. El desafío, cuentan en la constructora Bravo e Izquierdo, estuvo especialmente en retirar piezas de 200 años y una vez restauradas, tener que ponerlas en el mismo lugar. "Constituyó todo un reto el reemplazo de las vigas y pilares de madera sostenedoras del acceso sur, lo que se realizó con el mismo sistema de ensamble utilizado originalmente hace 200 años", relata Quiñones. El edificio, que fue construido entre 1807 y 1809 fue declarado monumento nacional y luego de la consolidación estructural y otras mejoras será destinado a museo (ver recuadro Historia viva: Casa de Pólvora).



Interior de la Casa de Pólvora, monumento nacional que se ubica en el centro del Parque Cultural.

## FUTURO

El Parque Cultural de Valparaíso, como se ha denominado al complejo, será gestionado por una corporación sin fines de lucro, y en la que participará el Gobierno Regional, el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, la Municipalidad de Valparaíso y diversas organizaciones culturales de la sociedad civil de la región. Luego de una marcha blanca, la inauguración oficial se proyecta para enero de 2012. Memoria y cultura se unen para dar vida a un espacio público sin castigo. ■

[www.mop.cl](http://www.mop.cl), [www.drs.cl](http://www.drs.cl), [www.ecbi.cl](http://www.ecbi.cl),  
[www.soleringenieria.cl](http://www.soleringenieria.cl), [www.tramasa.cl](http://www.tramasa.cl)

## ■ EN SÍNTESIS

En el terreno ocupado por la ex cárcel de Valparaíso, surge un nuevo espacio público destinado a la cultura y al esparcimiento. El complejo cuenta con una superficie de 10 mil metros cuadrados y 7 mil construidos y está conformado por un edificio de difusión, otro de formación, otro de administración, una casa de pólvora declarada monumento nacional y parques y exteriores con jardines y paseos peatonales. La inauguración oficial se proyecta para enero de 2012.

-  Altos estándares de calidad
-  Compromiso medioambiental
-  Garantía de durabilidad



Nuestros productos están elaborados con materias primas de bajo impacto ambiental



**TRAMASA**  
PUERTAS Y VENTANAS

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

[tramasa@tramasa.cl](mailto:tramasa@tramasa.cl)

fono: 745 51 80

# PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

# GRANDES DESAFÍOS

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT

■ En una industria cada día más exigente, la productividad se convierte en un tema prioritario para aumentar la competitividad de las empresas. ■ Diferentes especialistas analizaron las implicancias de este concepto transversal desde el punto de vista del mandante, de la coordinación de los proyectos y desde la alianza público-privada. A continuación las conclusiones y los desafíos.

**L**A PRODUCTIVIDAD, entendida como la relación entre resultados, tiempo y recursos utilizado para obtenerlos, representa uno de los grandes temas del sector construcción. Y es que se trata de un concepto transversal que abarca el proyecto en su totalidad, desde el inicio hasta el corte de cinta, explicó Claudio Nitsche, presidente de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción al inaugurar la Séptima versión del encuentro anual de Profesionales de Obra, Pro-Obra 2011. El tema se enfrentó desde va-

rios puntos de vista y hubo interesantes conclusiones, punto de partida para futuros análisis en profundidad.

## DESDE LA VISIÓN DEL MANDANTE

El mandante tiene mucho que decir en materia de productividad. Giancarlo Zuccone, gerente de infraestructura de Barrick Chile, explicó que es clave tener muy claros los factores críticos de éxito del proyecto. “En este contexto, hay que ser preciso con los objetivos, es decir, saber qué vamos a construir, cómo lo vamos a hacer y cuándo lo vamos a



hacer. Además, preguntarse si se tienen los recursos tanto financieros como humanos”, enfatizó el profesional, quien agregó que otro de los factores críticos importantes involucrados en este tema está en la correcta selección de los contratistas, la que se debe realizar de manera oportuna.

Desde otro punto de vista, el gerente de construcción de Colbún, Ignacio Swett, explicó que para él la productividad es más bien una actitud, la que busca una mejora continua y se basa en la convicción de que “hoy las cosas se pueden hacer mejor que ayer”. Y en este contexto, explica el especialista, las empresas no deberían pensar que la productividad sólo se desarrolla en obra, sino que también hay que tomar en cuenta otros factores como la seguridad, el medio ambiente y la relación con la comunidad.

### COORDINACIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS

Para Cristián Armas, gerente general corporativo de la Constructora e Inmobiliaria Armas, la coordinación integral de los proyectos cumple un rol fundamental en la productividad. Y hay cifras. “Una obra mal coordinada puede subir los costos un 5%, pero una bien programada puede mejorarlos entre un 3 y un 4%”. Y la clave está en pasar a un nuevo enfoque donde diseño y

construcción van de la mano y donde la coordinación la realiza un equipo integrado que incorpora a la constructora, al arquitecto y a los proyectistas, explicó. Y en esto concordó Enrique Cruz, socio-gerente de Cruz y Dávila, quien dejó claro que productividad tiene que ver directamente con coordinación y planificación. “Los mandantes creen que por contratar una buena oficina de arquitectos, buena constructora y buena ITO están asegurados. Pero no es así, necesitan coordinación y definir objetivos claros”, explicó el profesional. Y los arquitectos también tienen mucho que decir en este aspecto. Para Yves Besançon, arquitecto socio de Alemparte Barreda Wedeles Besançon Arquitectos y Asociados, es perfectamente posible ser productivos y buenos profesionales a la vez, sin embargo para lograr el equilibrio, resulta indispensable contar con organismos del Estado que funcionen con plazos razonables y con reglas claras para todos.

### ALIANZA PÚBLICO-PRIVADA

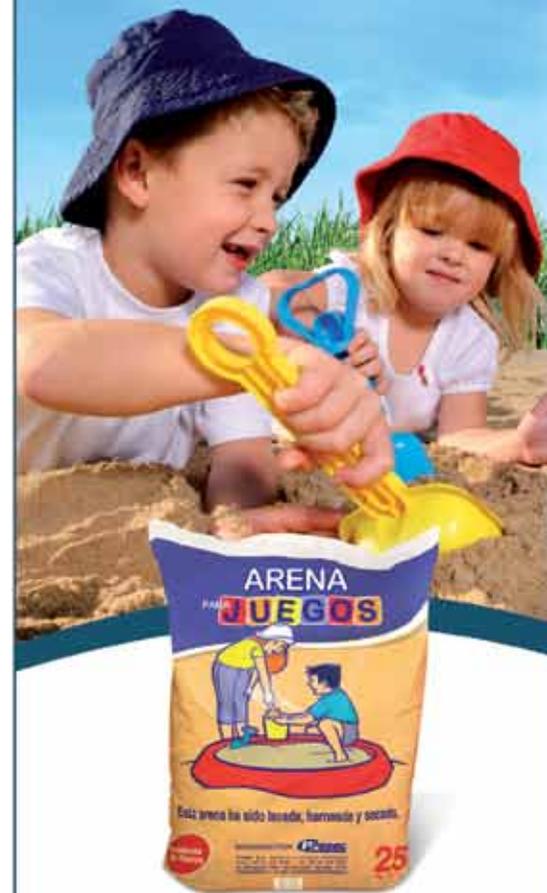
El ámbito público presenta restricciones como extrema verticalidad, presupuestos anuales, estructura organizacional rígida, prevalencia de lo normativo y multiplicidad de actores, lo que en muchos casos genera una baja calidad y eficiencia, reconoció Eusebio Herrera, director Metropolitano de

## HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

**DIFERENTES ESPECIALISTAS** del sector destacaron que el uso de herramientas tecnológicas como Lean Construction, BIM, Six Sigma y otros, son fundamentales para aumentar la productividad de las obras. **“Es importante contar con estas herramientas, ya que las modelaciones permiten detectar interferencias antes de que comiencen las obras”**, expresó Giancarlo Zuccone, gerente de infraestructura de Barrick Chile. Pero no basta con adquirir estas tecnologías, advierten los especialistas. “Hoy es imposible visualizar proyectos de manera tradicional, es indispensable usar herramientas tecnológicas, pero no basta con comprarlas. No funcionarán si no hay una metodología de trabajo a cargo de un equipo que conoce cómo funcionan los softwares y que se preocupa también de que todos estén involucrados”, explicó Enrique Cruz, socio gerente de Cruz y Dávila. Por otra parte, **si la gerencia no está involucrada en la implementación de estas nuevas tecnologías no van a servir de nada y esto requiere de un cambio cultural al interior de las empresas**, enfatizó Antonio Capobianco, jefe regional de construcción de Bechtel Chile.

**Entréguele a sus hijos un ambiente sano para jugar.**

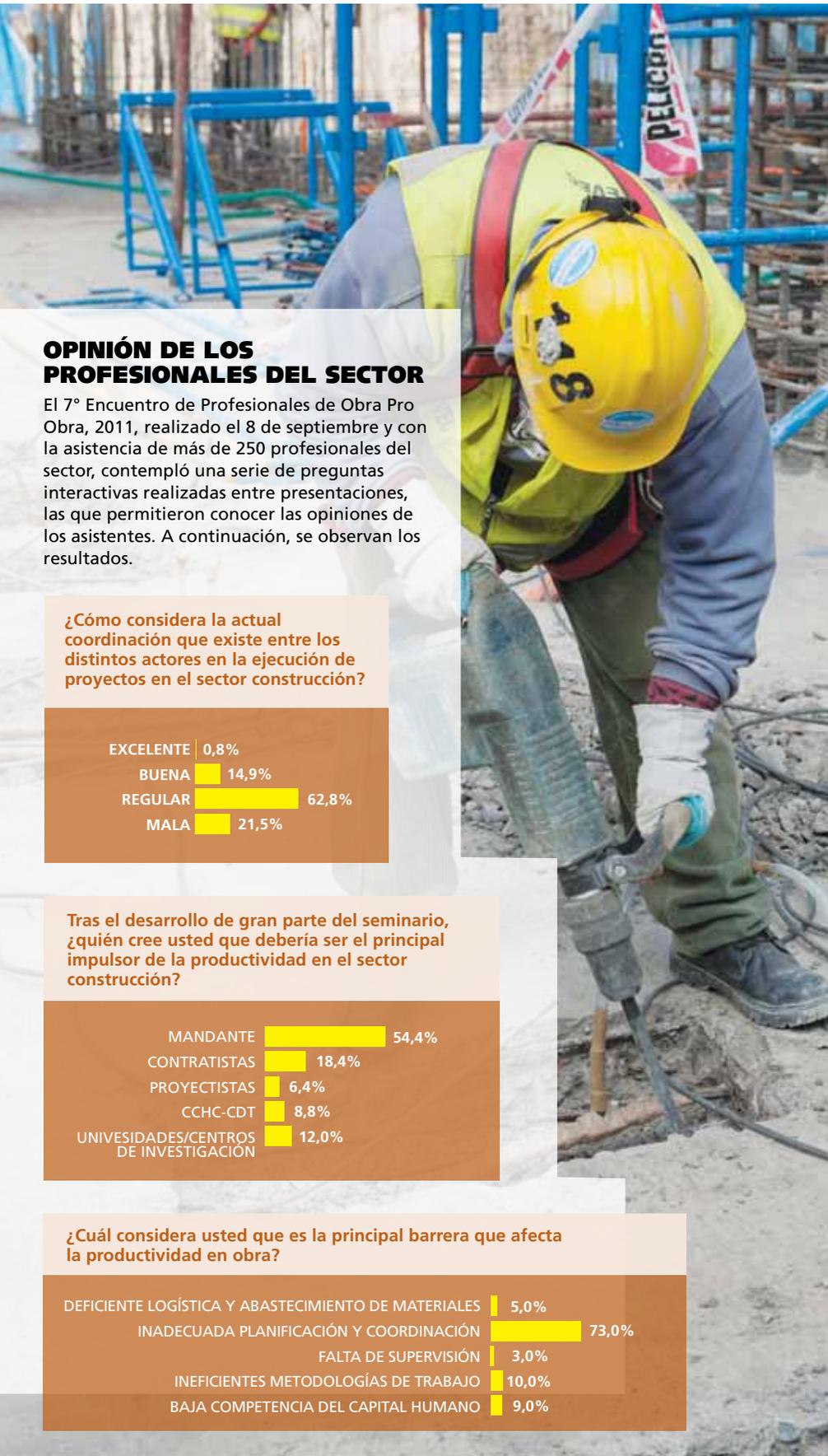
- ✓ Arena Lavada
- ✓ Harneada
- ✓ Secada



**Presec**



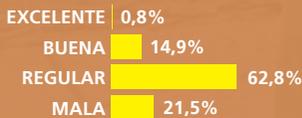
Para mayor información técnica de nuestros productos, contactarse al: Fono: 490 9000 · Email: presec@melon.cl



## OPINIÓN DE LOS PROFESIONALES DEL SECTOR

El 7° Encuentro de Profesionales de Obra Pro Obra, 2011, realizado el 8 de septiembre y con la asistencia de más de 250 profesionales del sector, contempló una serie de preguntas interactivas realizadas entre presentaciones, las que permitieron conocer las opiniones de los asistentes. A continuación, se observan los resultados.

¿Cómo considera la actual coordinación que existe entre los distintos actores en la ejecución de proyectos en el sector construcción?



Tras el desarrollo de gran parte del seminario, ¿quién cree usted que debería ser el principal impulsor de la productividad en el sector construcción?



¿Cuál considera usted que es la principal barrera que afecta la productividad en obra?



Vialidad. Frente a este escenario, el profesional propuso transparentar e intensificar las alianzas, promover la descentralización y lograr un empoderamiento de los niveles subnacionales, asumiendo mayor actividad y liderazgo.

## CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Para Antonio Capobianco, líder regional de construcción de Bechtel Chile, es muy importante evaluar el grado de productividad que tiene un equipo y para esto propuso entrevistar a los trabajadores en terreno para conocer su perspectiva con respecto a las posibles causas de los problemas, las soluciones y las mejoras. Una vez consolidadas las causas se deberá medir estadísticamente el impacto de éstas para definir planes y soluciones. Gonzalo Marambio, gerente de construcción de Moller, propone darle más responsabilidad a los profesionales administradores, tanto en el cumplimiento de la programación de la obra, como en el control de los costos y la calidad. "Se busca profesionalizar los mandos medios, incorporando profesionales jóvenes y técnicos en construcción. En este aspecto también es importante una capacitación permanente". En conclusión, dijo Marambio, la mejora de la productividad, se obtiene con gestión e innovando en organización, planificación, tecnología, recursos humanos, relaciones laborales, condiciones de trabajo y mejorando la calidad.

Finalmente, Sergio Correa, René Lagos, Carlos Zeppelin y Claudio Nitsche, moderadores del evento y directores de la CDT, coincidieron en recalcar la relevancia de este concepto para el sector. En esta línea, subrayaron las importantes iniciativas que impulsa la Corporación para el aumento de la productividad en la construcción como el nuevo Informe de Productividad y el crecimiento del Servicio Calibre, que presta una sólida asesoría para tener empresas más productivas y competitivas. ■

Las presentaciones del evento se descargan en: [www.pro-obra.cl](http://www.pro-obra.cl)

# Una empresa responsable es una empresa humana.

## Gerdau AZA Primer Lugar Ranking PROhumana de RSE

- Responsable con sus COLABORADORES
- Responsable con el MEDIO AMBIENTE
- Responsable con la SOCIEDAD



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

1<sup>er</sup> Lugar en RSE en Chile



**GERDAU AZA**  
Conciencia de acero.



CALIDAD Y RESPALDO

ISO 9001

Temporizada

Electrónica

## Grifería Institucional, alta calidad y servicio

- **Aleación Certificada**, apta para las aguas duras de Chile.
- **Economía**, larga duración y ahorro de agua y energía
- **Respaldo**, de la marca y experiencia NIBSA.
- **Asesoría**, profesionales lo asesorarán en sus proyectos.
- **Fabricación**: USA, Italia y Chile

Tel.: 489 8100 - Fax: 489 8101 - [ventas@nibsa.com](mailto:ventas@nibsa.com)

**EcO<sub>2</sub>O**  
NIBSA  
[www.nibsa.com](http://www.nibsa.com)

## Sernageomin premia a El Sauce por sus exitosas políticas de seguridad laboral

Ministro de Minería, Hernán de Solminihac, y el director del Sernageomin, Enrique Valdivieso, destacaron el ejemplo de la empresa y la llamaron a continuar innovando en su trabajo cotidiano en este campo.

**CONSTRUCTORA EL SAUCE** fue premiada en la categoría "A" empresa contratista, por sus políticas de excelencia en materia de seguridad laboral, por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, ocasión en que algunas de las principales autoridades del ámbito minero elogiaron las políticas seguidas por la empresa y la llamaron a perseverar en las mismas.

En la oportunidad, el ministro de Minería, Hernán de Solminihac, el subsecretario Pablo Wagner y Enrique Valdivieso, director del Sernageomin, expusieron los desafíos existentes en el país en materia de seguridad laboral en la minería, enfatizando el fortalecimiento de la fiscalización, los sistemas de autoevaluación y, en general, los cambios legales y administrativos que se están tramitando para el nuevo marco que regirá en el tema.

El secretario de estado destacó la importancia de instalar una "cultura de seguridad en el trabajo" y relevó el proyecto de ley sobre Seguridad Minera, la principal iniciativa legal en los últimos 30 años en este campo.

Por su parte, el subsecretario de Minería, Pablo Wagner, destacó que se han duplicado a la fecha la cantidad de fiscalizaciones, con 4.500 a julio de este año y se espera llegar a 8.000 el próximo.

"Todas las empresas que han sido premiadas acá, tienen que sentirse muy orgullosas porque han hecho carne el discurso, han hecho en concreto todos los desafíos que nosotros hemos puesto en materia de seguridad y este va a ser un sello de la gestión del Ministerio de Minería", agregó.

"Vienen US\$67 mil millones de dólares en proyectos de inversión, los que van a requerir a lo menos 70 mil trabajadores y van a crear un proceso de construcción donde a lo menos 300 mil trabajadores van a estar involucrados y eso va a suceder muy luego, en 3 ó 4 años más vamos a estar en el peak de los proyectos de construcción que se están llevando a cabo. Esto implica estándares de seguridad y vamos a tener una nueva prueba de fuego: que es cuando se esté construyendo, ampliándose las minas y se estén incorporando nuevos trabajadores, algunos de los cuales no provendrán incluso de las faenas mineras, ellos puedan incorporar esos modelos y altos estándares de seguridad", enfatizó.

El ministro de Minería, Hernán de Solminihac, tuvo elogiosas palabras para las empresas ganadoras de los premios entregados por Sernageomin a las políticas de excelencia en materia de seguridad laboral. "La verdad es que el esfuerzo que las empresas hacen y en especial, Constructora El Sauce, para tener una alta seguridad en su trabajo es tremendamente valioso", destacó, al ser



Ministro de Minería, Hernán de Solminihac (a la derecha); gerente general de Constructora El Sauce, Sergio Contador (al centro); y Pablo Wagner, Subsecretario de Minería (a la izquierda).

consultado al respecto.

Dijo que normalmente se entiende que estas políticas deben ser desarrolladas y conducidas por las administraciones de las empresas, "pero la verdad es que la seguridad se juega en el día a día, en cada lugar, y por lo tanto, debe estar en la conciencia de cada uno de los trabajadores".

Por su parte, el director del Sernageomin, Enrique Valdivieso, quien entregó el premio a la Constructora El Sauce, por sus políticas de seguridad laboral, en la categoría empresas contratistas, con más de 1.000.000 de horas hombre trabajadas en el año, también tuvo elogiosas palabras para la compañía. "Creo que el mensaje lo están dando más ustedes que yo, el mensaje es que sigan trabajando, sigan esforzándose, que demuestren al país que la meta del Sernageomin de cero accidente a futuro es una meta alcanzable", subrayó al respecto.

"Ustedes lo están demostrando, al trabajar esta cantidad de horas sin accidentes (...) Eso demuestra que el trabajo, cuando existe conciencia y cultura de seguridad y preocupación de que cada uno se cuida solo y existe este criterio del autocuidado, todo es alcanzable. El cero accidente en la minería es posible, con el esfuerzo de todos, y ustedes son realmente un ejemplo para la industria minera chilena", indicó el director del Sernageomin.

# Aire Acondicionado

Respaldo • Calidad • Garantía



Nuevos equipos INVERTER

anwo.cl



- Stock permanente de repuestos.
- Elegantes diseños.
- Equipos en versiones ecológicas, R22 e Inverter.
- Disponibilidad permanente.

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACION

Geotermia

Caldera Leña

Caldera Pellets

Aire Acondicionado

Eficiencia Energética

Caldera Parafina

Caldera Gas

Caldera Condensación

Aeroterminia

# LAYHER

## ESPECIALISTAS

### EN ANDAMIOS

*"La seguridad y respaldo técnico que nos entrega Andamios Layher es fundamental para el desarrollo de nuestros proyectos"*

-Sergio Cancino Arriagada  
Administrador de obra  
MOLLER & PEREZ-COTAPOS

www.layher.cl

Layher.

Siempre más. El sistema de andamios.

CALIDAD Y SEGURIDAD ALEMANA

Santiago - Concepción - Antofagasta

**TENDENCIAS  
EN MADERA  
LAMINADA**

# **DISEÑO A MEDIDA**

PRISCILA ALVAREZ M.  
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA INGELAM



GENTILEZA LAMITEC

■ La fabricación y el desarrollo en madera laminada avanza. Si bien falta para igualar a los grandes productores mundiales, el país está a la vanguardia en la aplicación de nuevos adhesivos, herrajes y maquinaria. ■ Un diseño a la medida de cada proyecto.



**A MADERA** laminada encolada permite una gran versatilidad, pudiéndose lograr diversas formas y dimensiones de estructuras. Éstas pueden ser curvas, variables o rectas, a diferencia de las maderas convencionales que no admiten dichas cualidades.

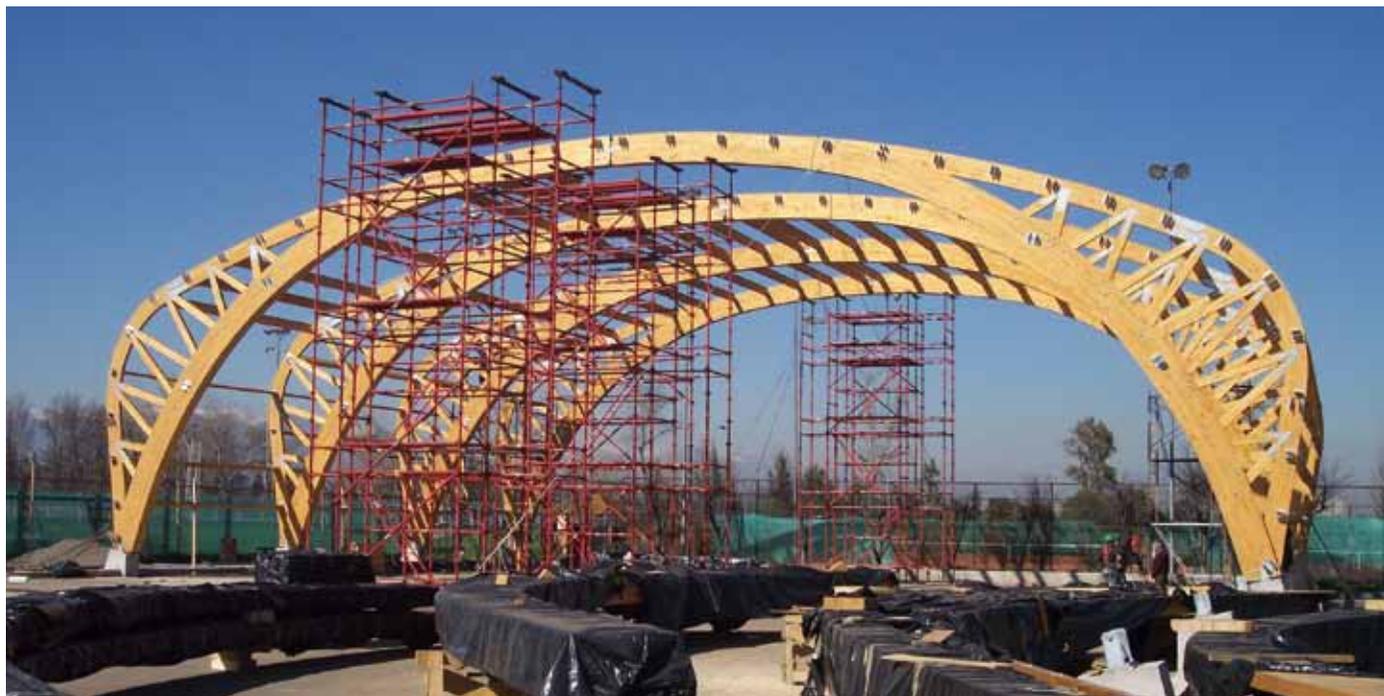
La madera laminada encolada (MLE) es la unión de piezas de madera de largo superior a los 30 cm a través de sus cantos, caras y extremos, con su fibra en la misma dirección, conformando un elemento no ilimitado en escuadría ni en largo, y que funciona como una sola unidad estructural. Posee una muy buena estabilidad dimensional, ya que se utiliza sólo madera seca, mientras que la madera tradicional se estabiliza cuando alcanza la humedad de equilibrio del ambiente.

La industria de la madera laminada irrumpió en Chile hace aproximadamente 20 años, bajo un nivel de producción mayor que el resto de los países de América, a excepción de Canadá y Estados Unidos. Y si bien el volumen que hoy se transa es alrededor de los 6 mil m<sup>3</sup> al año, si se compara con Europa, quedamos muy por debajo de los 4 millones de m<sup>3</sup> al año que se utiliza en dicho continente.

En los últimos cinco años, el crecimiento de la industria ha sido sostenido y se ha visto un mayor desarrollo en términos de proyectos de madera, en particular en infraestructura pública. Originalmente nació de una necesidad del sector privado para construir bodegas de vino, colegios, gimnasios, piscinas y todo tipo de naves industriales, y poco a poco se ha ido incorporando al sector estatal. La tendencia en maderas laminadas apuesta por la innovación y el desarrollo de nuevos adhesivos, herrajes y moderna maquinaria para potenciar la elaboración de este material. Un diseño a la medida.

## 1. ADHESIVOS

Los proyectos forestales son a largo plazo, y es por ello que las innovaciones en la industria de maderas laminadas se han realizado de forma gradual. En este sentido, los principales desarrollos han ido por el lado de los pegamentos. Hace años predominaba el resorcinol formaldehído, adhesivo de uso exterior, de color burdeo, que resiste muy bien en ambientes agresivos.



GENILEZA INGELAM

vos, en que predomina gran humedad. En tanto, hoy existe una amplia gama de adhesivos, entre ellos los pegamentos en base a poliuretano y melamina. La tendencia mundial hacia el uso de adhesivos incoloros y de baja o nula emisión de formaldehído fue la plataforma del cambio hacia la melamina urea formaldehído (MUF) y también al uso del poliuretano (PUR).

La principal ventaja de estos adhesivos es ser incoloros y por lo tanto no generan línea visible de cola entre láminas. El antiguo resorcinol es de color oscuro y al unir las láminas, el adhesivo deja una línea marcada, en cambio, la nueva generación de pegamentos, al ser incoloros no dejan dicho aspecto, logrando un gran elemento macizo, condición limpia desde el punto de vista arquitectónico. Estos productos de nueva generación presentan mejores condiciones estructurales y de resistencia a la intemperie que el tradicional resorcinol. Veamos algunas de sus cualidades:

**Poliuretano:** Es un adhesivo monocomponente, en otras palabras, contiene endurecedor y catalizador en una sola unidad. La aplicación del poliuretano es más simple en términos de control, es un adhesivo menos restrictivo a las temperaturas y a la humedad ambiental. Además está libre de elementos contaminantes.

**Melamina:** A diferencia del poliuretano, necesita de endurecedor y catalizador. Contiene bajas cantidades de formaldehído, y su secado es más lento y similar al resorcinol, por lo que su costo es más elevado, pero a la vez

posee un mayor rendimiento.

**Resorcinol:** Adhesivo casi en retirada en Europa, que si bien es resistente requiere control de temperatura y humedad.

La aplicación de dichos adhesivos han resultado en experiencias exitosas en los productos de madera laminada. En Arauco, "paulatinamente incorporamos el poliuretano, lo cual ha dado excelentes resultados. Además de controlar la temperatura para obtener un óptimo resultado", explica Enrique McManus, jefe de desarrollo de producción y construcción en maderas.

En Ingelam por su parte, "hace cuatro años se tomó la decisión de innovar en la aplicación de los pegamentos, usando hoy, en forma alternada, poliuretano y melamina. Hemos tratado de estar a la vanguardia y reproducir lo que hacen los grandes productos de maderas laminadas en el mundo, incorporando la aplicación de estos adhesivos que logran una línea incolora al momento de unir las láminas que conforman el elemento laminado. Asimismo, nos preocupamos de la temperatura de la aplicación del adhesivo, clave para asegurar la calidad del producto", detalla Jorge Becerra, gerente y constructor civil de Ingelam.

A su vez, el gerente de proyectos de Lamitec, Ernesto Hernández, cuenta que desde los inicios de la empresa se trabaja con resorcinol, y con melamina desde hace 5 años, pero no descartan utilizar otro tipo de adhesivo. "Estamos haciendo innovaciones en términos de temperatura, porque para trabajar

**En 5 años, el crecimiento de la industria de la madera laminada ha visto su desarrollo en la creciente ejecución de proyectos de infraestructura pública, como el caso del patinodromo del Estadio Nacional.**

la urea melanina, el ambiente debe estar a más de 20° C, con una humedad en ambiente controlado. En verano es fácil mantener las condiciones del producto, pero con frío se vuelve complicado".

Otro caso de interés es el de Henkel. Los principales cambios que han aplicado en el ámbito de los adhesivos ha sido desarrollar elementos ecológicamente amigables. "Las normativas y exigencias internacionales y locales, han sido actualizadas en base a las extensas evaluaciones bajo normativas nuevas que son principalmente creadas en Alemania, permitiendo el uso de nuevas tecnologías", señala Álvaro García, gerente de ventas de adhesivos industriales y construcción para América Latina de Henkel, y agrega que "hay nuevas regulaciones de emisión de formaldehído libre, para diferentes componentes usados en la construcción de casas, muebles, entre otros".

## 2. HERRAJES Y CONEXIONES

Los herrajes son elementos metálicos que en las uniones y empalmes permiten vincular dos o más piezas estructurales de madera, de manera de traspasar entre ellas las fuerzas en forma eficiente y segura. En Chile el mercado de herrajes no se ha podido industrializar a

La integración de los herrajes con las piezas de madera y los componentes de hormigón o acero requieren de pernos, tirafondos y clavos ranurados, entre otros

gran escala, debido a la poca estandarización dimensional de los productos de madera y de las soluciones constructivas, además del escaso volumen que representan las construcciones intensivas en MLE frente a las de acero, hormigón, entre otros materiales.

La integración de los herrajes con las piezas de madera y los componentes de hormigón u acero requieren del uso de medios de unión mecánicos, tales como pernos, tirafondos, conectores, tornillos especiales, clavos ranurados, pasadores o pernos de anclaje.

En Chile los conectores de hinca, que corresponden a discos de acero con endentados que se incrustan en la madera con la ayuda de un perno prensor, se han usado desde prácticamente tres décadas debido a su simpleza de instalación y altas capacidades de carga y rigidez en comparación con las uniones exclusivamente apernadas. Estas últimas características permiten reducciones impor-



tantes en las dimensiones de las piezas de madera laminada. Contra la creencia popular, el perno resulta un medio de unión de limitada eficiencia, ya que puede experimentar grandes deformaciones en uniones en las que se deben traspasar fuerzas mayores entre las piezas de madera, las que a su vez sufren aplastamientos considerables en las vecinda-

des de los pernos. Veamos ejemplos:

**Conectores Bulldog - Simpson:** Corresponden a la definición de conectores de hinca y se pueden emplear en aquellas construcciones de madera que consideren el uso de pernos. Los dientes del conector, una vez hincados en la madera, quedan distribuidos sobre una superficie amplia, lo que les permite resis-

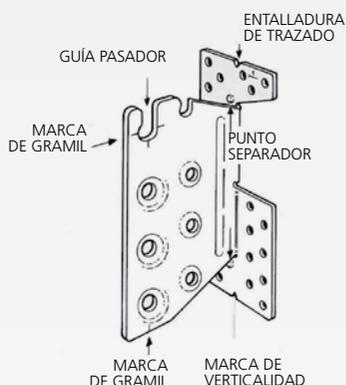
# rothofixing

Contact Chile: **Mariano Garces** [mariano.garces@rothoblaas.com](mailto:mariano.garces@rothoblaas.com) | Tel. +56 961 925 686

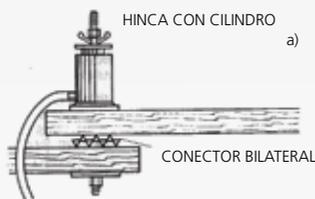
[rothoblaas.com](http://rothoblaas.com)



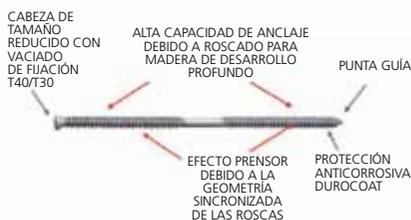
**PARTES DE UN HERRAJE TRADICIONAL**



**TIPOS DE CONECTORES DE HINCA**



**TORNILLO DE DOBLE ROSCA**



tir grandes demandas de fuerzas en las uniones y empalmes entre piezas de madera. Se fabrican con dos tipos de disposición: unilaterales y bilaterales; y tres formas, circular, cuadrada y elíptica.

**Conectores de tipo bilateral:** Se utilizan en uniones de madera con madera. Mediante el endentado bilateral los maderos quedan rígidamente interconectados, transmitiéndose la solicitud de un madero a otro a través del endentado y la placa base. La hinca de los dientes en la madera se logra, en la mayoría de los casos, por medio del simple apriete del perno que en este tipo de unión tiene como función asegurar la posición de los maderos.

**Conectores de tipo unilateral:** Se designan así porque tienen dientes hacia un solo lado. Permiten materializar uniones entre madera-madera, madera-acero, o bien madera-hormigón. Posibilitan una unión rígida del elemento con otros materiales de construcción, cuya ventaja es la de permitir la prefabricación industrial de series completas de cerchas u otros elementos constructivos. La hinca de los conectores puede realizarse después del ensamblado de armado, reduciéndose la construcción de terreno a un simple montaje de las uniones apernadas. Esta posibilidad racionaliza las faenas de fabricación, transporte y construcción, disminuyendo los costos.

**Colgadores de viga JANE – TU:** Son insertos de acero plegados en forma de T. Se instalan en ranuras materializadas en los extremos de la pieza de madera, que se debe fijar a tope contra un elemento receptor, que puede ser otra viga, columna o muro, quedando ocultos a la vista en la construcción terminada. Proporcionan capacidades de carga relativamente altas posibilitando faenas

rápidas y sencillas; permiten el montaje mediante un sistema integrado de pasadores de acero, clavos ranurados o pernos de anclaje y se encuentran provistos de una protección anticorrosiva.

**Tornillos de doble rosca WT - T:** En contraste con los tornillos tradicionales, los de doble rosca son sometidos a un proceso de endurecimiento con posterioridad al laminado de las roscas que incrementa su capacidad para resistir sollicitaciones de flexión y torsión. Esto a su vez permite, con la ayuda de un equipo adecuado, un atornillado directo en la madera, prescindiendo de la perforación guía requerida por los tornillos tradicionales. Permiten un atornillado muy sencillo, con la posibilidad de su eventual desatornillado prácticamente sin destrucción de la madera.

El tornillo de doble rosca resiste cargas de tracción y compresión orientadas según la dirección axial del vástago, trabajando ambos sectores roscados. La cabeza no juega en este caso rol estructural alguno, requiriéndose exclusivamente la alta resistencia contra la extracción directa y el incrustamiento hacen de estos tornillos una muy buena alternativa como medios de unión en uniones de madera a madera.

Las uniones poseen una alta rigidez, cuentan con gran estabilidad dimensional, incluso ante variaciones significativas del contenido de humedad de las maderas y una alta resistencia al fuego, ya que el tornillo queda embebido en el interior de las piezas.

**Sistema Mini WT:** Responden al mismo concepto anterior y se usan para la fijación de revestimientos de madera. Además de evitar manchas de corrosión en la madera, la reducida dimensión reduce los riesgos de partidura





GENTILEZA INGELAM

La encoladora de cortina, permite generar encolados a 80 metros lineales por minuto. Un avance en la industria nacional.

del material, y la facilidad de embutido y pequeño tamaño de la cabeza constituye una protección contra el acceso de agua lluvia.

**Tornillos de madera WFR:** Permiten una ejecución rápida y confiable de uniones de piezas de madera con tableros de materiales de madera. Los tornillos se fabrican usando un acero endurecido e incorporan una protección superficial anticorrosiva. Además, su rosca especial de paso doble permite un atornillado un 50% más rápido. El ranurado del cono inferior de la cabeza evita el desgarro y la destrucción de la madera durante el embutido. El roscado especial permite un atornillado directo prescindiendo de la perforación requerida por los tornillos tradicionales.

En Arauco se desarrolla una línea de productos estandarizados que incluye vigas y pilares. "De esta forma comenzamos a llegar a los arquitectos y constructores, entregando tablas de cálculo para pisos y techos e información técnica de cómo instalar y recomendaciones de tratamientos superficiales y mantenimiento. Incluso desarrollamos una línea de herrajes estandarizados: bases para pilares y conectores para unir vigas", afirma el representante de dicha entidad. Además cuenta que esto ha permitido masificar el producto, en proyectos de menor envergadura, en construcción de casas o complementos, como pérgolas", cuenta McMannus.

### 3. MAQUINARIAS

La mayor diferencia entre Chile y los países avanzados en la industria de madera laminada, es que falta incorporar maquinaria y así producir elementos de mayores dimensiones para ejecutar otro tipo de proyectos. No obstante, hay inversiones, como en Ingelam. "En marzo de 2011, incorporamos una máquina encoladora de cortina traída de Europa que permite generar encolados a 80 metros lineales por minuto. Un avance significativo, consi-

derando que en el mercado se utiliza aún encoladoras tipo rodillo donde el adhesivo se premezcla previo a la aplicación con bajas velocidades de encolado, a diferencia de la de cortina, donde los componentes se encuentran separados y reaccionan al unir las láminas. Esto permite velocidades de uso muy superiores a la aplicación de rodillo", cuenta Becerra.

Dicho instrumento posee un display que registra la cantidad de gramos que se aplican a la madera por metro cuadrado y la temperatura de ésta y del adhesivo. Una inversión considerable, ya que la maquinaria anterior de cortina no tenía tales características, con la imposibilidad de lograr una velocidad mayor del proceso.

### 4. MONTAJE

Dependiendo del proyecto, el montaje de estructuras de madera laminada puede variar, pero en general, para naves industriales, el paso a paso es el siguiente. Construido el radier y terminados los muros perimetrales de hormigón, se inicia la segunda parte de la obra: el montaje de las estructuras de madera laminada. Primero llega el material a terreno, consistente de marcos tri articulados de columnas tubulares compuestas y tijerales simples. Los tijerales de cada semi marco están constituidos de piezas monolíticas de madera, que se presan en fábrica siguiendo la curvatura del proyecto arquitectónico. Las componentes estructurales se vinculan entre sí por medio de herrajes de acero galvanizado, utilizando pernos, golillas gruesas y conectores de acero dentados de auto hinca. Las piezas laterales de las columnas de sección transversal compuestas permiten "amarrar en cepo" a los travesaños mediante una configuración circular de conectores, materialización que produce el efecto de una unión rígida.

Una vez armados los marcos en una plata-



**DISEÑO  
FABRICACIÓN  
MONTAJE  
CALIDAD**

**INGE  
LAM**

INGENIERIA EN LAMINACIÓN DE MADERAS

Av. Las Industrias 1530, Valle Grande. Tel: 3652900, [ingelam@ingelam.cl](mailto:ingelam@ingelam.cl)





**SECUENCIA DE MONTAJE**  
Terminado el radier y los muros  
perimetrales, se montan los marcos izados  
mediante grúa. Finalmente, colocadas las  
costaneras, se instala la cubierta.



forma, se izan mediante grúas de 12 a 15 t (según el proyecto puede variar). A continuación se colocan las costaneras apoyadas contra los tijerales, en herrajes precolocados antes del izaje de los marcos.

“La superficie de techo se estabiliza lateralmente por medio de paños arriostrados por un sistema diagonalizado de piezas de madera laminada encolada dispuesto inmediatamente debajo de las costaneras. La estabilidad longitudinal de las fachadas verticales se materializa por medio de paños arriostrados por medio de triangulaciones dispuestas entre las columnas y adecuadamente sujetas a éstas y al sistema de techo”, indica Mario Wagner, ingeniero calculista en madera. Los marcos se vinculan axialmente a su vez a nivel de los aleros por medio de un travesaño perimetral de madera laminada encolada.

Pero hay más. La logística al trasladar estas

grandes piezas de madera laminada no es menor. Dependiendo del proyecto, la mayor dificultad radica en trasladar las vigas de madera laminada de grandes luces. En general se utilizan camiones con rampas extensibles y con escolta policial para trasladarlas por la autopista o lugares con tráfico.

## 5. PROTECCIÓN

Las empresas productoras se preocupan de estar a la vanguardia con los nuevos métodos de preservación. Desde hace cuatro años en Arauco se usa un tratamiento con Vacsol Azure RTU, en base a un solvente orgánico liviano cuya formulación contiene funguicidas, un insecticida/termiticida, combinados con un sistema repelente al agua. Es un preservante tipo LOSP (Light Organic Solvent Preservative), que protege la madera de hongos y termitas.

Una de sus ventajas es que no cambia las dimensiones de las piezas de madera, y como el solvente se evapora rápidamente, no es necesario secarlas después del tratamiento. Ha sido usado con éxito para proteger piezas de madera en aplicaciones de celosías exteriores o tapacanes. “Es un gran avance porque a muchos arquitectos les gusta trabajar con aplicaciones de madera al exterior. Este tratamiento resuelve la resistencia del producto a diversas condiciones climáticas”, indica McManus.

En Ingelam en tanto, optan por la protección mediante barnices para ambientes agresivos, como los cercanos a la costa, piscinas, o donde existen termitas, por lo que trabajan con madera tratada con CCA (cobre, cromo y arsénico). Éste tratamiento se utiliza en pino radiata. En Lamitec en cambio, se utilizan las dos alternativas dependiendo de las condiciones del proyecto,

Si bien existen avances en la industria de la madera laminada, aún queda camino por recorrer. “Falta en Chile una entidad autónoma que aglutine a los productores de manera de promover en conjunto la comercialización del producto y asegurar los estándares cualitativos de fabricación”, comenta Mario Wagner.

Hoy, Chile exporta madera laminada encolada. Entre los ejemplos que se pueden citar se encuentra el recinto principal del aeropuerto internacional de Usuhaia, la estructura de una nave de almacenamiento de fertilizantes en Necochea y diversas construcciones en centros turísticos en México y el Caribe, fabricados en nuestro país con madera laminada encolada de pino radiata. Sin duda la industria ha avanzado. Las empresas han mejorado su eficiencia en el montaje, personal calificado, maquinarias de última generación y tecnologías en herrajes y conectores. Un diseño a la medida. ■

*www.ingelam.cl;  
www.lamitec.cl; www.hilam.cl;  
www.araucosoluciones.com*

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Packing Greenvic. Naturaleza en madera”. Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág. 82.  
- “Viña Chocalán. Bajando de los cerros”. Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 104.

### ■ EN SÍNTESIS

**Las tendencias en la aplicación de nuevas tecnologías en maderas laminadas han avanzado por la utilización de adhesivos, herrajes, conectores y maquinaria avanzada. En paralelo, para asegurar un buen rendimiento del producto, es necesario un montaje acorde a cada proyecto. Un diseño a la medida.**



**PRODUCTOS Y SOLUCIONES  
PARA LA MUEBLERÍA Y CONSTRUCCIÓN**

**SOLUCIONES SOSTENIBLES  
PARA UNA ARQUITECTURA  
DE VANGUARDIA**



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



*No corra riesgos, instale con el  
especialista en agua caliente*



**Panel Blue Tech**  
Máxima eficiencia  
100% cobre

**Sistemas Solares Splendid**

Tecnología termosifón de 120 - 150 - 300 litros.  
Proyectos colectivos.  
Evaluación de proyectos e ingeniería de detalles.  
Respaldo técnico y asesoría a nivel nacional.  
Contrato de mantenimiento.  
100% compatible con calefones, termotanques u otros.



Seguridad



Garantía



Respaldo

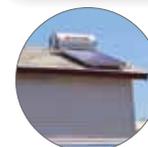
**TERMOS SOLARES**

*60 años innovando  
con energía*

**AHORRO DE HASTA  
75%  
EN ENERGÍA**

Más de 3.000.000 de m<sup>2</sup>  
instalados en el mundo

Equipos con beneficio tributario



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

56-2-870 50 44 | [splendidolar@cemsa.cl](mailto:splendidolar@cemsa.cl)

■ En obra, hay que resistir las inclemencias climáticas. Las tecnologías basan sus pautas generales de temperatura entre los 5° y 30°C, siendo 20°C la ideal según la norma NCh170.Of85 "Hormigón Requisitos Generales", para hormigonar. ■ Si varían las temperaturas se producen alteraciones en sus cualidades. Según los expertos consultados, más que detectarlas, el fin es enfrentarlas para lograr resultados óptimos. Aquí, la introducción a un tema complejo.

## HORMIGONADO EN ZONAS EXTREMAS

# TODO TERRENO

CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E**N CHILE, las variaciones en las temperaturas son notorias entre un extremo y otro, lo cual hace necesario tomar precauciones en la faena del hormigonado, como trabajar a horas determinadas del día, cubrir los áridos, generar microclimas o sumar aditivos que permitan trabajar de mejor forma el hormigón, asegurando su resistencia y durabilidad.

El hormigón, en la mayoría de los casos, alcanza sus propiedades mecánicas a los 28 días, tiempo en que se puede verificar sus condiciones de resistencia y durabilidad. Es por ello que la etapa del curado es vital: Si se produce un secado excesivo, a edades tempranas, la hidratación del cemento no se realiza a cabalidad mermando sus propiedades; por el contrario, mientras mayor sea el tiempo de curado, estas mejoran notablemente.

A continuación repasamos la faena de hormigonado en zonas extremas, una breve introducción de lo que revisaremos en detalle en próximas ediciones. El objetivo es lograr un hormigón todo terreno.



GENTILEZA SIKA



GENTILEZA MAXIMILIANO FARIAS



## ETAPAS

Antes de cualquier acción en terreno, es necesario realizar pruebas en laboratorios de aditivos y dosificación que se utilizarán en las plantas. En este punto, es importante que el cliente sea específico respecto a la logística, ya que influirá en los componentes para la mezcla del hormigón.

## 1. LA PLANTA

De acuerdo al proyecto, accesibilidad y consumo, se instalan plantas de hormigón móviles. Estas se utilizan en proyectos específicos, de mayor demanda y compleja ubicación. Terminada la obra son desmontadas, trasladadas y ensambladas en otro lugar de trabajo. Los componentes y etapas

en planta son los siguientes:

- **Áridos:** Los áridos son acopiados en un sector estratégico de la planta, siempre protegidos del extremo calor (sobre 30°C) o frío (bajo 5°C). En ambos casos es necesario cubrirlos, ya sea para evitar el congelamiento o calentamiento excesivo. Otras técnicas son humedecer o calentar los áridos, según sea el caso.

- **Carga y programación:** El administrador de la planta da la señal al cargador para tomar los áridos y ponerlos sobre la correa transportadora, la cual se encargará de llevarlos hasta el cono que carga el camión mixer. El programador, de acuerdo a la obra y requerimientos del cliente, ingresa los datos a un computador central, el cual ordena y dosifica los componentes en forma automática. En este punto se incorporan los aditivos. Asimismo, en caso de bajas temperaturas se puede incorporar agua tibia, o en caso de calor excesivo, se utiliza hielo triturado o en escamas. Se trata de hielo seco fabricado con



1



2



3



4

## EN LA PLANTA

La primera etapa comprende todo el proceso que se realiza en la planta, desde donde se preparará la mezcla para el hormigón, incluido los aditivos, de acuerdo a los requerimientos del cliente. Proceso sistematizado a través de un sistema computacional.



5



6

agua potable, el cual se utiliza comúnmente para preservar productos; al ser graneado tiene la característica de escurrir y cubrir con facilidad lo que se desee enfriar.

■ **Camión mixer:** Es el transporte primario, desde la planta de hormigón a la obra. La mezcla es cargada en el camión, lugar en que se logrará una pasta homogénea. Luego del lavado de la canoa, ajuste del cono y una prueba de docilidad, en que se mide la facilidad del hormigón fresco para ser transportado, colocado y compactado sin que se produzca segregación, el hormigón está listo para ser aplicado en los diferentes frentes de la obra, de acuerdo a la instrucción del administrador.

## 2. LA OBRA

Desde que llega el camión mixer a la faena hasta que el hormigón es parte de la estructura final, se puede considerar una segunda etapa. En obra, la temperatura ideal para hormigonar es de 20°C, sin embargo, es aceptable trabajar bajo un parámetro de en-

tre 5°C y 30°C.

■ **Transporte secundario:** Es el proceso en que se traslada el hormigón desde el punto de llegada del camión mixer, hasta el punto final de colocación. Esto se hace mediante carretilla, capacho, cinta transportadora, canoa, tubo o bomba de hormigón. Ésta última es uno de los medios más utilizados en estos días.

■ **Bomba:** Es importante coordinar el armado de la bomba, definir la secuencia y frecuencia de llenado, a fin de evitar que el hormigón pierda docilidad o consistencia. Para ser bombeado debe dosificarse con una trabajabilidad adecuada, que considera asentamiento del cono, proporción de partículas finas y tamaños máximos que cumplan con curvas granulométricas recomendadas. Depende del aditivo usado, el tiempo que cada camión podrá esperar.

Antes del hormigonado es necesario cebar la bomba, dejando caer la lechada, nombre que recibe la mezcla de agua y cemento. Con esto se evita que el hormigón se aglomere y

disminuye el roce del hormigón en la tubería.

■ **Colocación y compactación:** La mezcla debe llevarse lo más cerca posible de su lugar definitivo. A medida que se avanza se debe compactar, moviendo las partículas que lo conforman a través de vibrador, para remover el aire atrapado, homogeneizar y lograr aumentar la densidad de la mezcla.

## 3. EL CURADO

Es la última etapa. Los 28 días posteriores al hormigonado son fundamentales para asegurar su resistencia y durabilidad. Siendo 7 días lo mínimo para lograr un resultado óptimo. Durante ese período se debe hidratar permanentemente las superficies expuestas, para evitar la evaporación del agua de la mezcla. El agua de curado no debe tener una temperatura excesivamente opuesta, ya que las tensiones por cambios de temperatura pueden producir grietas. En caso de que se presenten pequeñas fisuras y el hormigón aún estuviera fresco, se debe replatachar o revibrar el sector para eliminarlas. Existen diferentes tipos



A



B



C

GENTILEZA FRANCISCO GUERRERO

## EN LA OBRA

Una segunda etapa podría considerarse a partir de que el camión mixer llega a la obra. Este proceso incluye el transporte secundario, realizado mayoritariamente a través de bomba, la colocación de la mezcla y la compactación. Esta última, fundamental para evitar que quede aire y para homogeneizar la mezcla logrando aumentar la densidad.

de curado, entre ellos:

■ **Curado húmedo:** Mediante riego continuo a través de aspersor o hidrolavadora, uso de arpilleras húmedas o formación de diques para inundación.

■ **Membranas líquidas de curado:** Resinas cuyo objetivo es sellar superficialmente evitando la pérdida prematura del agua del hormigón.

■ **Láminas impermeables:** Láminas preformadas que recubren y sellan la superficie.

## RECOMENDACIONES

El clima no debiera ser un problema si existe un procedimiento correcto. Los expertos recomiendan sacar un promedio de entre cinco a siete días las temperaturas mínimas, para corroborar que está dentro de los parámetros aceptables para hormigonar.

En caso de climas extremos es conveniente producir microclimas. Para ello, se aíslan las condiciones ambientales, a través de carpas y durante un día se tempera. Se debe coordinar la recepción de los camiones, desde la salida de la planta de hormigón. Es fundamental preparar con anticipación los equipos técnicos y humanos, para recibir el camión mixer y descargar en el menor tiempo posible. Se recomienda realizar una prueba de todos los equipos, así en caso de falla, habrá tiempo de solucionarlo. En casos específicos es importante considerar las siguientes recomendaciones:

■ **Bajas temperaturas:** Algunas de las



**16 años**  
*al servicio de la construcción*



- ✓ Cobertura de la III a la VIII Región
- ✓ Proyectos especiales en todo el territorio nacional
- ✓ Bombas Plumas con alcance de hasta 50 mts.
- ✓ Torres de distribución con alcance de hasta 32 mts.
- ✓ Bombas estacionarias con capacidad de hasta 300 mts. verticales

**ZACH BOMBAS DE HORMIGÓN**

La Estera 687

Loteo Industrial Valle Grande - Lampa

Fono: (56 2) 747 1820 - Fax: (56 2) 747 1821

Mail: hzach@hzach.cl

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

## EL CURADO

Por último, el proceso de curado, requiere principales cuidados. Cubrir la mezcla, mantener húmedo y crear microclimas, entre otros, son algunas de las soluciones recomendadas, para obtener la resistencia proyectada.



## ERRORES FRECUENTES

**1** Hormigonar en horarios de temperaturas más altas, donde la tasa de evaporación es superior y, paralelamente, no tomar las precauciones debidas.

**2** En el caso de temperaturas bajas, hormigonar en horarios de mayor frío, lo que puede producir el congelamiento del hormigón.

**3** No aislar de las condiciones ambientales extremas al hormigón. En otras palabras, hormigonar cuando hay mucho viento o cuando cae la temperatura, ya que el hormigón no toma resistencia, produciéndose problemas desde el punto de vista estructural.

soluciones utilizadas para evitar el congelamiento de los áridos son protegerlos con malla raschel, incluso en ocasiones puede ser necesario calentarlos. Para ello se utiliza el vapor de agua, nunca utilizar calor seco. Se recomienda una temperatura uniforme de la amasada inferior a 40° C. Es recomendable cubrir los moldajes laterales del frío o realizar microclimas. Si se utilizan moldajes de placas de madera, la necesidad de aislamiento es menor, ya que esta materialidad por sí sola actúa como aislante térmico. En el mercado existen mantas eléctricas que se adosan a los moldajes, que permiten programar la temperatura.

La temperatura aconsejable de fabricación del hormigón es de 10°C y la forma más fácil de conseguirla es calentando el agua (se utilizan calderas y la temperatura debe ser inferior a 60°C) que se utilizará en la mezcla. Asi-

mismo los expertos recomiendan trabajar con cementos de alta resistencia, cuyo calor de hidratación es mayor y la reacción es más rápida. El hormigón debe mantenerse protegido hasta que tenga una resistencia de 30 kg/cm<sup>2</sup>, sobre la cual no se produce daño por congelamiento.

■ **Altas temperaturas:** Con temperaturas altas, el hormigón se vuelve menos trabajable en forma acelerada, lo que conlleva a problemas de transporte, colocación y compactación. Si se suma baja humedad ambiental y/o exposición al viento, se pierde agua de manera brusca produciendo fisuras plásticas y pérdida de resistencia.

Algunas recomendaciones son: Evitar el mezclado prolongado, ya que esta operación genera calor, aún en bajas velocidades. Si la demora es inevitable, el efecto puede disminuirse deteniendo la hormigonera y agitando intermitentemente. Utilizar aditivos plastificantes con retardo e inhibidor de fraguado, que permiten reducir la cantidad de cemento en la mezcla, sin alterar la obtención de resistencia a 28 días. Asimismo, manejar la posibilidad de utilizar cementos de grado corriente o tipo puzolánico, tratando de desplazar la resistencia de 28 a 90 días.

Para bajar la temperatura del hormigón al momento de su fabricación, se deben cubrir y humedecer constantemente los áridos. Agregar agua fresca y/o adicionar hielo triturado o en escama al agua del amasado. Es necesario sustituir aproximadamente 5 kg de agua por igual cantidad de hielo para bajar en 1°C la temperatura de 1 m<sup>3</sup> de hormigón.

En pavimentos o radieres, antes de hormigonar es factible rociar con agua la capa que entrará en contacto con el material. Los moldes deben ser humedecidos antes de hormigonar, pero evitando dejar pozas de agua. Preferir trabajar al atardecer o en la noche y evitar las horas de mayor temperatura, entre 13:00 y 17:00 horas.

Para asegurar un adecuado hormigonado en zonas extremas, es indispensable tomar las medidas preventivas. Aditivos, microclimas y otros sistemas permiten lograr un hormigón todo terreno.

## CASOS CONCRETOS

**BURJ DUBAI:** Es una de las construcciones más colosales de los últimos tiempos. La estructura de hormigón se extiende hasta los 585 m de altura, 730 m alcanza la estructura de acero y con el mástil alcanza los 808 metros. Su construcción, a pesar de realizarse a un ritmo acelerado, debía detenerse entre las 13 y las 18 horas, debido a que las temperaturas llegaban a superar los 40° celsius. Sin embargo, las faenas continuaban hasta altas horas de la madrugada. Para regular la temperatura del hormigón se utilizó hielo en escamas. En Burj Dubai se empleó una fabricadora de hielo con capacidad de 80 t/día, un depósito de hielo de 100 toneladas y un enfriador de agua de 360 t/día.

**COLLAHUASI:** Un caso mucho más cercano es Collahuasi, en el que las temperaturas mínimas alcanzaban los -10°C a -15°C. Las precauciones comenzaron a partir del trabajo del hormigón en planta. Para ello, la mezcla se realizó con agua temperada y áridos calentados previamente. En el sector donde se hormigonó se armaron carpas y se instalaron calefactores (llamados también dragones), lo cual se mantuvo hasta el curado. En todo momento el proceso fue supervisado por un laboratorista, con el fin de evitar que se congelara el agua del hormigón.



### COLABORADORES

-Carlos Muñoz, Gerente de Negocios y Obras de Infraestructura, Sika Chile.  
-Nancy Soto, Ventas y Asesorías, Obras Civiles, Sika Chile.  
-Francisco Reinoso, Administrador de Planta, Sociedad Pétreos S.A.  
-Luis Araya, Encargado Diseño de Productos, Melón Hormigones.  
-Marcelo Mallea, Jefe de Control de Calidad, Melón Hormigones.  
-Manuel Bolados, Administrador de Obra Andina Fase I, Salfa Montajes.  
-Norma 170-1985. Instituto Chileno del Cemento y el Hormigón (ICH).

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

-“Hormigonado en altura. Exigencias superiores”. Revista BIT N°71, Marzo de 2010, pág. 32  
-“Hormigón. Las técnicas precisas”. Revista BIT N°73, Julio de 2010, pág. 26

### ■ EN SÍNTESIS

Con temperaturas extremas, es necesario realizar pruebas de los componentes y aditivos que se utilizarán y verificar el correcto funcionamiento de los equipos técnicos y humanos. Al momento de hormigonar, se debe regular la temperatura para que no baje de los 5°C y no supere los 30°C, siendo 20°C la temperatura ideal. Para ello existen diversas recomendaciones, que han sido aplicadas en casos emblemáticos, como agregar hielo en escamas en el hormigón para la construcción de la torre Burj Dubai, o la creación de un microclima en Collahuasi.

BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 77

# LE DAMOS BASE A TUS PROYECTOS

ENTIBACIONES PROFUNDAS CON PILOTES Y ANCLAJES. SEGURIDAD+CALIDAD+VELOCIDAD=ECONOMÍA GLOBAL

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



Av. Alonso de Córdova 5151 of. 1401, Las Condes, Santiago, Chile

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



**PILOTES  
TERRATEST**  
LIDER EN FUNDACIONES ESPECIALES

**La experiencia que da confianza**

■ En el Lodge Paine Grande, ubicado en el Parque Nacional Torres del Paine se incorporó hormigón celular, por ser un material de construcción que reúne la resistencia estructural y la aislación térmica requerida para este tipo de proyectos. ■ Paso a paso, se muestra la instalación de una de las alternativas utilizadas para superar un clima extremo.

# HORMIGÓN CELULAR ALTERNATIVA PARA ZONAS EXTREMAS

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**E**N LA XII REGIÓN de Chile, entre el macizo de la Cordillera de Los Andes y la Estepa Patagónica, y donde en invierno la temperatura fluctúa entre 6° y -2° Celsius, se levantó el Lodge Paine Grande, un refugio de montaña con altos estándares de confort y comodidades enfocado a turistas europeos. En este contexto, la empresa Vértice, mandantes de la obra, decidieron recurrir al hormigón celular, un material de color blanco que se obtiene al mezclar cemento, arena de sílice, cal y agua. Luego del proceso de amasado se le incorpora un agente expansor, que al reaccionar, genera la formación de millones de burbujas de aire al interior de la masa. **Las razones para elegir este material, son tres principalmente, explican en la empresa.**

## 1 AISLACIÓN TÉRMICA

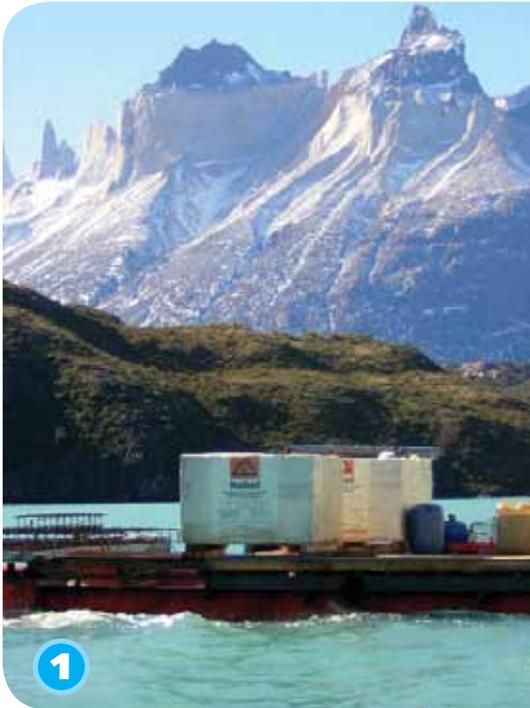
Al aprisionar el aire en miles de células independientes unas de otras, los bloques y paneles de hormigón celular crean una barrera contra las variaciones de temperatura. Esta estructura molecular proporciona propiedades de aislación térmica para los muros de una edificación, que se traduce en ahorro en el consumo de energía, el que puede llegar hasta un 50%, explican en Hebel, uno de los proveedores de este material en nuestro país. Debido a la baja conductividad térmica del hormigón celular curado en autoclave ( $\lambda = 0,16$ ) y a la diversa posibilidad de espesores en sus bloques y paneles, hace innecesario cualquier gasto en materiales aislantes adicionales cumpliendo con la Reglamentación Térmica exigida por la OGUC en todo el país.

## 2 RESISTENCIA AL FUEGO

Por su naturaleza mineral no contiene materias combustibles. Una pared, de bloques o paneles de hormigón celular curado en autoclave con un espesor de tan sólo 15 cm, permanece intacto luego de 3 horas sometido a temperaturas extremas de un incendio (más de 1.200° Celsius), asegura su fabricante, en base a ensayos requeridos por la normativa.

## 3 RESISTENCIA AL AGUA Y A LA HUMEDAD

La presencia de celdas esféricas cerradas, distribuidas homogéneamente en su estructura, determina una baja absorción dado que esta conformación dificulta la transferencia de humedad por capilaridad, así, resiste a condiciones climáticas extremas, tanto en frío como en calor, sin perder sus propiedades con el paso del tiempo. Paso a paso, se muestra la instalación de este material en Torres del Paine.



1

Transporte y traslado de bloques de hormigón celular a un lugar de difícil acceso, como es el sector del lago Pehoé, donde se encuentra el Lodge Paine Grande.



2

Inicio de las faenas. Los muros de hormigón celular se levantaron con rapidez.



3

Instalación de bloques de hormigón celular en estructura metálica en perfiles cajón de 100 x 100 x 3 milímetros.



## TERMO ENCHAPE

### Revestimiento Térmico de Hormigón Celular

- Enchape de rápida instalación con elegante presencia arquitectónica
- Ofrece múltiples posibilidades de diseños
- Aporta la aislación térmica complementaria requerida por la Reglamentación Térmica






info@hebel.cl    www.hebel.cl





## CONSTRUCCIÓN CON HORMIGÓN CELULAR

Los bloques y paneles de hormigón celular se pegan con mortero cementicio predosificado en saco de 25 kg utilizando cucharas dentadas, con la que se realizan juntas de gran precisión (2 a 3 mm de espesor) en una sola pasada. Este mortero de capa delgada es de fraguado rápido, lo que permite levantar muros sin limitación de hiladas diarias en altura, permitiendo utilizarse en combinación con otros materiales, explica su fabricante. Existen además otros morteros especiales para bloques y paneles de hormigón celular como el estuco con una buena resistencia a la penetración de agua en una carga de solo 1 centímetro.



Utilización de espuma de poliuretano en las juntas de pega de perfiles con bloques de hormigón celular.

### FICHA TÉCNICA

LODGE PAINE GRANDE

UBICACIÓN: Parque Nacional Torres del Paine

MANDANTE: Vértice S.A.

ARQUITECTO: José Agustín Vásquez M.

CONSTRUCTORA: Constructora Jaime Arancibia Tagle Ltda.

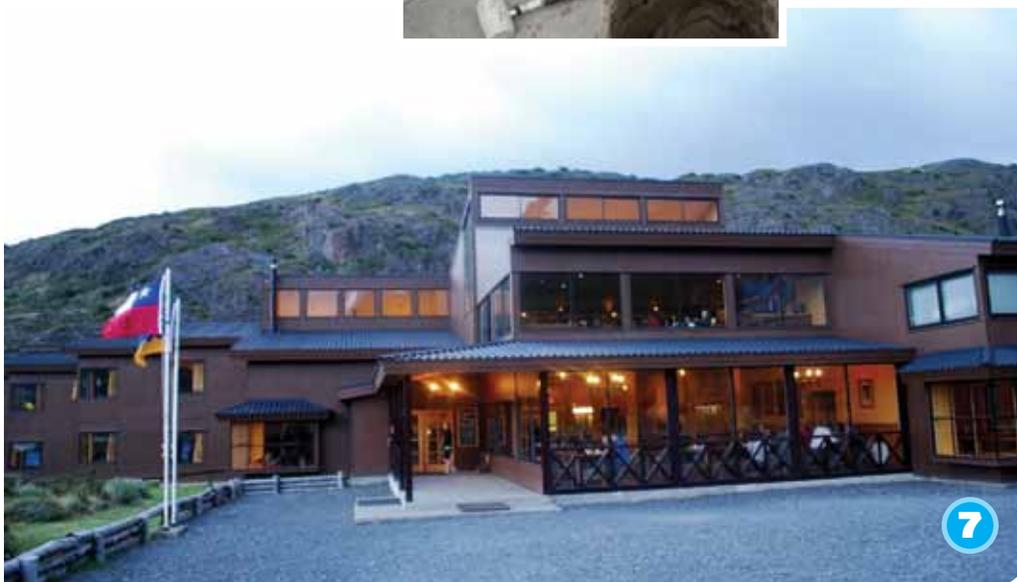
ÁREA CONSTRUIDA: 1.200 m<sup>2</sup>

HORMIGÓN CELULAR: Hebel

Sistema de albañilería simple utilizando adhesivo estructural para hormigón celular, para la pega entre bloques de capa delgada de 3 mm de fraguado rápido.



Levantamiento de muros de hormigón celular con aislación más barrera de vapor por el exterior.



Lodge Paine Grande ubicado en una de las once áreas protegidas existentes en la Región de Magallanes y de la Antártica chilena. Fibrocemento es el revestimiento utilizado en el proyecto.



# **scafom-rux** Chile

**SOLUCIONES / ANDAMIOS / INGENIERÍA**

Ojos del Salado 0791, Quilicura, Santiago Chile · Tel. [56-2] 8969.380  
[www.scafom-rux.com](http://www.scafom-rux.com) · [chile@scafom-rux.cl](mailto:chile@scafom-rux.cl)



**Cobertura  
Nacional**

**Respaldo**

**Flexibilidad**

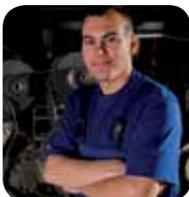


**Experiencia**



**CONTRIBUYENDO A LA  
PRODUCTIVIDAD  
LABORAL**

**Metodología**



**Confianza**

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

**CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN LABORAL**



# **VELÓDROMO OLÍMPICO DE LONDRES**

## **PEDALEANDO ALTO**

■ Está inspirado en la ligereza y ergonomía de una bicicleta. De ahí su forma y materiales. Su construcción finalizó a principios del 2011 y se transformó en la primera infraestructura inaugurada de cara a los Juegos Olímpicos de 2012. ■ Con una capacidad para 6 mil espectadores, resalta por su pista de 250 m de longitud y su particular cubierta en la que se utilizaron 100 toneladas de acero. También destacan su arquitectura y medidas eficientes. Las Olimpiadas toman forma. Londres pedalea alto.

ALEJANDRO PAVEZ V.  
PERIODISTA REVISTA BIT



FOTOS GENTILEZA ODA  
OLYMPIC DELIVERY AUTHORITY



La estructura se montó sobre el antiguo circuito de Eastway. Para dar soporte al recinto, se instalaron 900 pilotes a 26 metros de profundidad.

**L**A INAUGURACIÓN de la trigésima versión de los Juegos Olímpicos (JJ.OO) está cada vez más cerca y Londres ya palpita su llegada. La Llama Olímpica está próxima y la construcción de los diversos recintos deportivos ya ha concluido. El Parque Olímpico va tomando forma y su primer fruto se ha robado todas las miradas. Se trata del Velódromo Olímpico de Londres, una instalación de primer nivel que goza de plena operación. “Su mayor logro a la fecha”, según la Autoridad Olímpica de Londres. Es que se trata de una obra que fue “entregada en plazo, dentro del presupuesto, atendiendo los requisitos técnicos y por encima de las expectativas de los atletas”, agregan desde el Reino Unido. Escogido como el edificio del año por los premios AJ 100 de Inglaterra, esta mega estructura pretende ser un icono de la capital británica, aportando al desarrollo del deporte local. “El Velódromo será otro hito en el Parque Olímpico. Los progresos que estamos haciendo en el lugar nos mantiene en el camino para ofrecer un lugar de clase mundial para los deportistas de élite en el 2012 y una serie de instalaciones de primera clase que serán un verdadero legado para una nueva generación de ciclistas”, apunta David Hig-

gins presidente ejecutivo de la Olympic Delivery Authority (ODA).

En definitiva, se trata de un edificio de 21.700 m<sup>2</sup> emplazado en el sector norte del Parque Olímpico, en la localidad de Stratford, al este de la ciudad de Londres. Su diseño es obra de la oficina de arquitectos Hopkins Architects y albergará las diversas pruebas de ciclismo interior y las competencias de BMX Supercross. Su construcción se inició el 23 de febrero de 2009 y se completó, antes de lo presupuestado, el 13 de enero de 2011. Su inauguración se realizó durante el mes de febrero de este año transformándose, así, en la primera instalación terminada de cara a los próximos JJ.OO. Con una inversión aproximada de 150 millones de dólares y con una capacidad estimada para 6 mil espectadores, en la ODA sostienen que se “establecieron una serie de objetivos de sostenibilidad y material, a través de una cuidadosa consideración e integración de los servicios de arquitectura, estructura y construcción del diseño”. Un trabajo que ha superado las expectativas. Y es que de acuerdo a la memoria explicativa del proyecto, “el edificio aspira a responder, con materiales sencillos y eficientes, las aspiraciones del cliente dentro del presupuesto disponible”.

Transcurridos los Juegos, el Velódromo será una de las pocas instalaciones que se

mantendrán en el lugar. Claro, pues al ser erigido sobre una estructura deportiva ya existente (el circuito Eastway), uno de los principales requisitos de la autoridad local, fue construir alrededor del velódromo otro circuito de 6 km con extensos senderos para la práctica de las competencias de bicicletas de montaña, restableciendo las instalaciones de ciclismo que una vez existieron en el sector. Londres pedalea alto, muy alto.

## LA BICICLETA

Más allá de las solicitudes técnicas que requiere este edificio, relacionadas principalmente con aquellas que exige la práctica del deporte, el Velódromo Olímpico de Londres cumple otro importante requisito: ser un hito o un referente arquitectónico de la ciudad.

### FICHA TÉCNICA

#### VELÓDROMO OLÍMPICO DE LONDRES

**UBICACIÓN:** Parque Olímpico, Stratford, Londres, Inglaterra.

**MANDANTE:** Olympic Delivery Authority (ODA)

**ARQUITECTO:** Hopkins Architects

**CONSTRUCTORA:** ISG

**ÁREA:** 21.700 m<sup>2</sup>

**PRESUPUESTO:** US\$ 150 millones (Aprox.)

**AÑO CONSTRUCCIÓN:** 2009 - 2011

La estética se tornó un factor considerable. Y cómo no va a ser así, si su forma, le ha permitido ser la principal joya del Parque Olímpico, superando incluso al London Aquatics Centre (ver Revista BIT 76) que era la principal apuesta estética de los organizadores.

Sin más, el diseño del Velódromo se inspiró en su principal usuario: la bicicleta. Según se señala en su memoria explicativa, "el ciclismo inspiró el concepto del Velódromo. La bicicleta es un objeto ingenioso ergonómico, construida para la eficiencia. Queríamos la misma aplicación de la creatividad en el diseño y el rigor de ingeniería que se dedica a la fabricación y diseño de la bicicleta". Todo esto se debía manifestar en el edificio. "No como una imitación de la bicicleta, sino como una respuesta en tres dimensiones a los requerimientos funcionales de la sede, cuya característica forma ha surgido de un enfoque del equipo de diseño integrado que se centra en el rendimiento y la eficiencia de



La estructura de acero que soporta la cubierta y las gradas del segundo nivel, fue montada sobre 48 columnas de hormigón que rodean la pista central. En la parte superior se instalaron 2.500 asientos.

todos los aspectos de la construcción", continúa la explicación.

En definitiva, el diseño se centró en reducir el peso y la cantidad de material utilizado. Todo para ajustarse correctamente al presupuesto y también reducir su huella de carbono. Este uso eficiente y adecuado de los recursos, se tradujo en una geometría que no desperdicia los espacios. Cada rincón está construido en función de su uso final. Una situación que debía responder a las exigencias del deporte y a sus diversas disciplinas y pruebas. Las condiciones de velocidad de la pista, de la que hablaremos más adelante, se tornaron fundamentales. Igualmente lo fueron las condiciones ambientales. Se requiere



una temperatura, iluminación y ventilación específica para que los deportistas puedan ejecutar una buena carrera. Hubo que equilibrar la calefacción, el control térmico y la iluminación para mantener los estándares de la competencia. "Para los ciclistas, mientras más caliente y húmedo, mejor. Sólo que para el espectador, tiene un cierto límite de hasta

## Soluciones de Eficiencia Energética



Respaldo • Calidad • Garantía

[anwo.cl](http://anwo.cl)

En **ANWO** contamos con la mejor tecnología y todos los elementos necesarios para una correcta instalación de **Energía Solar**.



### Software de Cálculo y Dimensionamiento Solar

- Programa para diseño, dimensionamiento, optimización y simulación de sistemas de energía solar.
- Disponible para cálculos térmicos y fotovoltaico.
- Mundialmente reconocido.
- Fácil uso.



ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACION  
Venta a través de Instaladores - Distribuidores



dónde se pueden llevar las temperaturas. Entonces, todos los sistemas fueron pensados para mantener el edificio caliente, pero proporcionar una cierta ventilación para el público”, explican desde Londres. Estrategias de ventilación pasiva y de iluminación natural aportan en este fin, además de agregarle un cierto valor sustentable al edificio (ver recuadro).

La particularidad de la cubierta también resultó un importante hito estético y se relacionó directamente con el concepto que buscaron los arquitectos. Y es que con ello, se quiso evocar la geometría de la pista de ciclismo, resultando en un techo de doble curvatura.

Una obra que entre de los tantos desafíos que requirió, desde el comienzo del proyecto, la coordinación del equipo de arquitectos y de ingenieros. Esto permitió cumplir con los plazos y las exigencias del mandante. Un equipo multidisciplinario al que también se sumó el ciclista británico Chris Hoy, triple medallista de oro olímpico, quien aportó en las indicaciones técnicas para la construcción de la pista. Para resolver todos estos requerimientos, se aplicó un diseño paramétrico que a través de un software permitió desarrollar el diseño conceptual y controlar con

precisión cada una de las modificaciones del diseño.

### **CONSTRUCCIÓN**

Para la construcción de estos 21.700 metros cuadrados se requirió la instalación de 900 pilotes a 26 metros de profundidad para completar la base de la estructura. En total, según los datos que entregó la ODA, cerca de 48 mil metros cúbicos de material fueron extraídos para asentar la construcción. “Lo suficiente para llenar 19 piscinas olímpicas”, precisan desde Londres. En la línea del concepto de diseño y para los términos de estructura, se escogió al acero como el principal material de construcción. Sus propiedades fueron fundamentales en la decisión, ya que su resistencia mecánica y su facilidad para lograr formas complejas facilitaron la proyección del diseño. De este modo, los elementos más complejos como la cubierta, la fachada exterior y el nivel superior de asientos fueron contruidos en este material. Destaca el hecho que el acero corresponde a una producción completamente local, lo que en el plan de sustentabilidad del proyecto permite reducir la huella de carbono por concepto de transporte. “El acero fue fabricado en el norreste y juega un papel esencial en la confor-

**Para evitar faenas en altura, la red que soporta la cubierta fue tejida a nivel de suelo y luego fue izada y tensada.**

mación del Velódromo y demuestra el papel que las empresas del Reino Unido están jugando para entregar las instalaciones para los Juegos Olímpicos”, señala Higgins. Por su parte, los pisos inferiores, columnas y fundaciones, se realizaron de hormigón in situ, “no sólo por sus méritos arquitectónicos, sino también porque ayudó a aumentar la masa, lo que permite resistir las fuerzas de vuelco generado por los cables de acero que forman el techo”, acotan desde la ODA.

El recinto tiene una capacidad de 6 mil espectadores. Las gradas están separadas en un nivel superior e inferior por una explanada de circulación que forma el principal punto de entrada al edificio, permitiendo que el público mantenga un contacto con la acción de la pista a medida que circulan alrededor de ésta. En la parte superior se emplazaron 2.500 asientos y en el nivel inferior se ubicaron los 3.500 restantes. Ubicaciones que permiten una vista de 360° de la pista y que representa una situación poco habitual en



**Más de 2.500**  
**secciones de acero**  
se utilizaron para dar forma  
a la estructura de la cubierta.



Una red tejida por cerca de 16 km de cable de acero, da sustento a la cubierta del recinto que pesa cerca de 100 toneladas.

La fachada del Velódromo de Londres fue revestida por cerca de 5 mil m<sup>2</sup> de madera de cedro canadiense.





1 y 2. Para facilitar la transmisión televisiva en alta definición, el recinto sólo debe producir 2 mil lux en su interior. El diseño de iluminación se ejecutó conforme a este requerimiento.

3. La pista central fue testeada por un equipo especializado de ciclistas. Está construida de pino siberiano en secciones de 40 x 40 mm con 6 metros de longitud.



este tipo de estructuras. Y es que generalmente el público sólo se ubica a los costados de la pista, frente a las llamadas rectas. En la mayoría de los casos no hay público en los extremos. Una situación que incomodaba a los ciclistas puesto que vivían la emoción del público sólo en las rectas. La solución de los arquitectos fue incluir al espectador alrededor de toda la pista para distribuir uniformemente el ruido de la multitud y no distraer así a los ciclistas. Por otro lado, se colocó vidrio en torno al recinto para que desde cualquier punto del Parque Olímpico se pueda ver la actividad interna del velódromo.

A parte de la geometría compleja, la fuerte pendiente de la pista y las condiciones ambientales, un importante desafío fue di-

señar la iluminación del centro. Era necesario producir 2.000 lux para que la transmisión televisiva se genere sin mayores problemas. Cada evento será transmitido en alta definición, por lo que dicha iluminación se tornó en un requisito fundamental. El exterior está revestido por 5.000 m<sup>2</sup> de madera de cedro rojo proveniente de Canadá. Este recubrimiento permite trazar un paralelo con la pista de madera ubicada dentro de la sede. La fachada se encuentra perforada para generar el enfriamiento del interior. Una ventilación natural, elemento sustentable que se suma a la ubicación estratégica de una serie de ventanas en la cubierta que ayudan a reducir la necesidad de iluminación artificial.

## PISTA

Sin duda lo más importante del recinto es su pista. En total, un circuito de 250 metros de longitud que tuvo que ser aprobado por la Unión Ciclista Internacional para que cumpla con los requerimientos técnicos para las diversas competencias. Un trabajo de diseño que involucró a diversos ciclistas que participaron en el testeado de la pista. Claro, porque la geometría de la vía debe contar con orillas escarpadas que permitan aumentar la velocidad de los ciclistas una vez que entren en las rectas. En definitiva, 26 carpinteros trabajaron durante ocho semanas en la creación de esta pista que se realizó con madera de pino siberiano certificada por la Forest Stewardship Council (FSC). Cada sección de pino es de 40 x 40 mm, con 6 metros de longitud. Un material especialmente seleccionado puesto que, según los desarrolladores, estos árboles crecen muy rectos. Para unir cada pieza, fue necesario utilizar 350 mil clavos distribuidos a lo largo de toda la superficie.

BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 89



**ALTIMAX**



**NPROMAS**  
INGENIERIA

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

- Plataformas de Cremallera
- Plataformas Colgantes Motorizadas
- Plataformas de Tijeras
- Elevadores Unipersonales

- Sistemas Permanentes Limpiafachadas
- Equipos de Seguridad
- División Arriendos
- Servicio Técnico y Mantenimiento





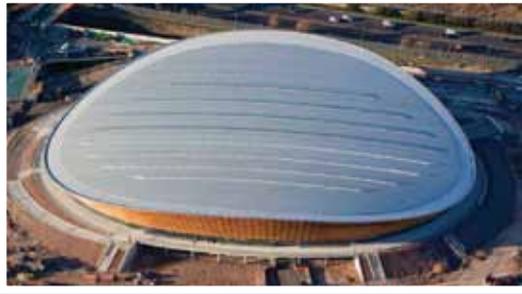
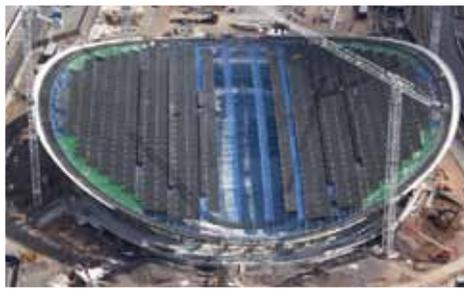





**EQUIPOS PARA Trabajo en Altura y Sistemas Limpiafachadas**

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

Tel: (56-2) 979 5200 / Fax: (56-2) 979 5218 / E-mail: [info@altimax.cl](mailto:info@altimax.cl) / [info@inpromas.cl](mailto:info@inpromas.cl) / Los Raulíes 700, Parque Industrial Aeropuerto, Quilicura, Santiago, Chile



La arquitectura y la ingeniería aplicada en estos 21.700 m<sup>2</sup> de estructura, hacen del Velódromo de Londres una de las principales joyas arquitectónicas de cara a las próximas Olimpiadas del 2012.

### CUBIERTA

Una red tejida por cerca de 16 km de cable de acero da sustento al techo del recinto. Un elemento especial que estéticamente le otorga identidad al recinto. Simulando la geometría de la pista de ciclismo, el techo del velódromo es sostenido por estos cables de 36 mm de diámetro. Como el objetivo era buscar el máximo rendimiento con un mínimo de materiales, al igual como una bi-

cicleta de carreras, se optó por esta solución que en el Reino Unido no es muy utilizada. Esta técnica permitió reducir considerablemente el peso del techo a unos 30 kg/m<sup>2</sup>, casi la mitad del peso que alcanza el techo del Velódromo de Beijing que bordea los 65 kg/m<sup>2</sup>. Así, la red soporta en total, cerca de 100 toneladas de acero. Una cifra ínfima, si se compara con las 3 mil toneladas que posee la cubierta del London Aquatic Centre. Una diferencia radical reflejada también en el presupuesto: US\$ 380 millones contra los US\$ 150 millones del Velódromo.

La cubierta presenta un diseño eficiente en términos de los materiales necesarios para su construcción. "Si usted se imagina un cable que cuelga entre sus dos extremos suspendidos de forma natural cae en una forma llamada curva catenaria, donde cada pieza de acero en el cable está funcionando a su máxima eficiencia", ilustran sus desarrolladores. El montaje de esta red se hizo en el suelo para evitar las labores en altura. El aislamiento se encuentra por encima de los paneles del techo de madera que cuelgan por debajo de la estructura de la red de cable. Por encima de ésta, se aplicaron aproximada-

mente unos 300 mm de aislamiento en base a fibra de vidrio. En total la estructura que soporta y da forma al techo del edificio requirió el uso de 2.500 secciones de acero que fueron asentadas en 48 columnas de hormigón que además sostienen las gradas del nivel superior.

El Velódromo Olímpico de Londres, la joya del ciclismo británico que pedalea alto. ■

[www.london2012.com](http://www.london2012.com)

### ARTÍCULO RELACIONADO

"London Aquatics Centre: La nueva ola". Revista BIT N° 76, Enero 2011, pág. 78.

### ■ EN SÍNTESIS

A pocos meses de que inicien los Juegos Olímpicos de Londres 2012 todo parece tomar forma. La infraestructura deportiva ya está en pie y en ella destaca el Velódromo Olímpico de Londres; 21.700 m<sup>2</sup> que luce su estética y eficiencia. Inspirado en la analogía de la bicicleta, esta obra optó por los materiales livianos, como el acero y la madera; y por la coordinación activa entre los profesionales del proyecto. Un recinto de calidad mundial para los ciclistas de elite.

### VUELTA NATURAL

A PARTE DE las estrategias de ventilación pasiva y a la ubicación estratégica de cristales que permiten el uso de la luz natural, el Velódromo Olímpico de Londres consideró accesorios de ahorro de agua que fueron incorporados desde el diseño y permiten la reutilización de las aguas lluvia para su posterior reutilización.



## CRISTALERÍAS DE CHILE, PLANTA LLAY LLAY

# AISLAMIENTO SÍSMICO EN INDUSTRIAS

■ La moderna infraestructura con la que Cristalerías de Chile amplió su capacidad productiva en 2006, sufrió la violencia del terremoto de 2010. ■ Con el afán de prevenir daños ante eventuales sismos futuros, en la nueva etapa de la planta se aplicó el sistema de aislamiento basal. Un caso de innovación en el ámbito industrial.

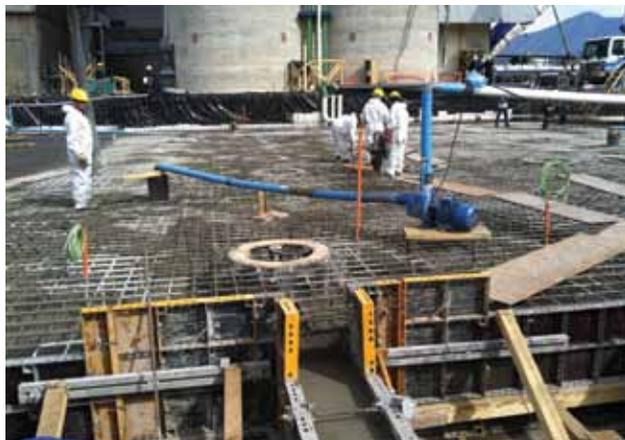
CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E**N 2006, la fábrica de Cristalerías de Chile amplió su infraestructura con una planta moderna y en sintonía con el medio ambiente, ubicada en un terreno de la comuna de Llay Llay, en la V región. Tres años más tarde, el terremoto del 27F causó algunos daños en la cámara regeneradora del horno, la que contiene 100 mil ladrillos refractarios simplemente

apoyados con disposición tipo “panal de abeja”. Sin embargo, también significaron importantes enseñanzas para tomar medidas precautorias aplicadas en la construcción de una nueva etapa.

Una de las decisiones más relevantes fue la aplicación de un sistema de aislamiento sísmico basal, en gran parte del edificio y la que contiene el horno de fundición, a cargo de la empresa SIRVE. Este consiste en instalar los dispositivos de aislación (aisladores y deslizadores) directamente en las fundaciones del edificio. Según sus informes, con la aislación basal este equipo podría reducir entre 6 y 8

El sistema de aislación basal, se aplica desde la enfierradura de las fundaciones, en la cual se deben demarcar los puntos en que se ubicarán los anclajes tanto para los aisladores, como deslizadores.



veces las vibraciones y deformaciones.

Para el análisis del comportamiento se realizó una modelación tridimensional del sistema completo, que incluyó la superestructura de hormigón, torres de los silos, el horno y su soporte, las plataformas y estructura del techo, la losa de aislamiento y los aisladores con sus propiedades no lineales incorporadas. La faena no resultó sencilla. Para comprender su aplicación en obra, seguimos la secuencia de instalación. ■

[www.sirve.cl](http://www.sirve.cl), [www.cristalchile.cl](http://www.cristalchile.cl)



**Paso siguiente, se hormigona la losa de fundación, dejando cavidades de aproximadamente 100 cm de diámetro, dependiendo de los dispositivos a instalar en cada posición. Posteriormente se instalarán los anclajes para los aisladores.**



**Es primordial la correcta nivelación en cada paso de la construcción de los dispositivos aislantes, con la finalidad de que estos respondan de acuerdo a los cálculos previos.**



**Tras la nivelación de los anclajes se hormigonó, utilizando hormigón idéntico al de la losa de fundación, para conseguir uniformidad.**



**Una vez culminado el grouting o relleno estructural de hormigón, del anclaje se procede a instalar el dispositivo de aislamiento.**



1. El aislador aplicado en el edificio del horno de Cristalerías de Chile, es de tipo elastomérico, de goma de caucho natural con y sin corazón de plomo. Existen tres tipos de 70, 80 y 85 cm de diámetro los que son anclados por medio de pernos tipo ASTM A325.

2. El deslizador friccional doble es utilizado en zonas de menor carga vertical. Este dispositivo es más económico y agrega amortiguamiento extra al sistema, sin aumentar la rigidez.



Sobre el aislador elastomérico se instala el moldaje y enfierradura del capitel.



Sobre el aislador elastomérico se monta la enfierradura del capitel, del cual nacen los pilares.



A medida que se avanza con la enfierradura de los pilares, se comienza a hormigonar la losa del piso y los pilares.

## ANTECEDENTES

**TRAS LOS DAÑOS** causados por el terremoto del 27F en el horno de fundición de vidrio, un equipo muy esbelto y con muy pocas propiedades antisísmicas, se decidió tomar medidas concretas. "Debíamos incorporar algún sistema de mitigación ante los efectos de un temblor fuerte o terremoto. Algo muy importante que consideramos fue el buen comportamiento que tuvieron en el terremoto los edificios aislados (Clínica UC de San Carlos de Apoquindo) y los con disipadores de energía (Torre Titanium). Investigando supimos que detrás de estas soluciones estaba la misma oficina de ingeniería", señala Patricio Puelma, gerente de la Planta de Llay Llay de Cristalerías de Chile.

Pero no sólo se aplicó este sistema en el sector del horno. También se aislaron los sectores claves del proceso donde se manipula el vidrio caliente, para asegurar la continuidad en la operación con una protección a las zonas más críticas.

### COLABORADORES

- Alfredo Bolomey, Ingeniero Civil Industrial y Product Manager de SIRVE.
- Patricio Puelma, Gerente de Planta Llay Llay, Cristalerías de Chile.

## NUEVO TEATRO DE CORPGROUP

# DESAFÍOS EN ESCENA

DANIELA FRIEDEMANN M.  
PERIODISTA REVISTA BIT

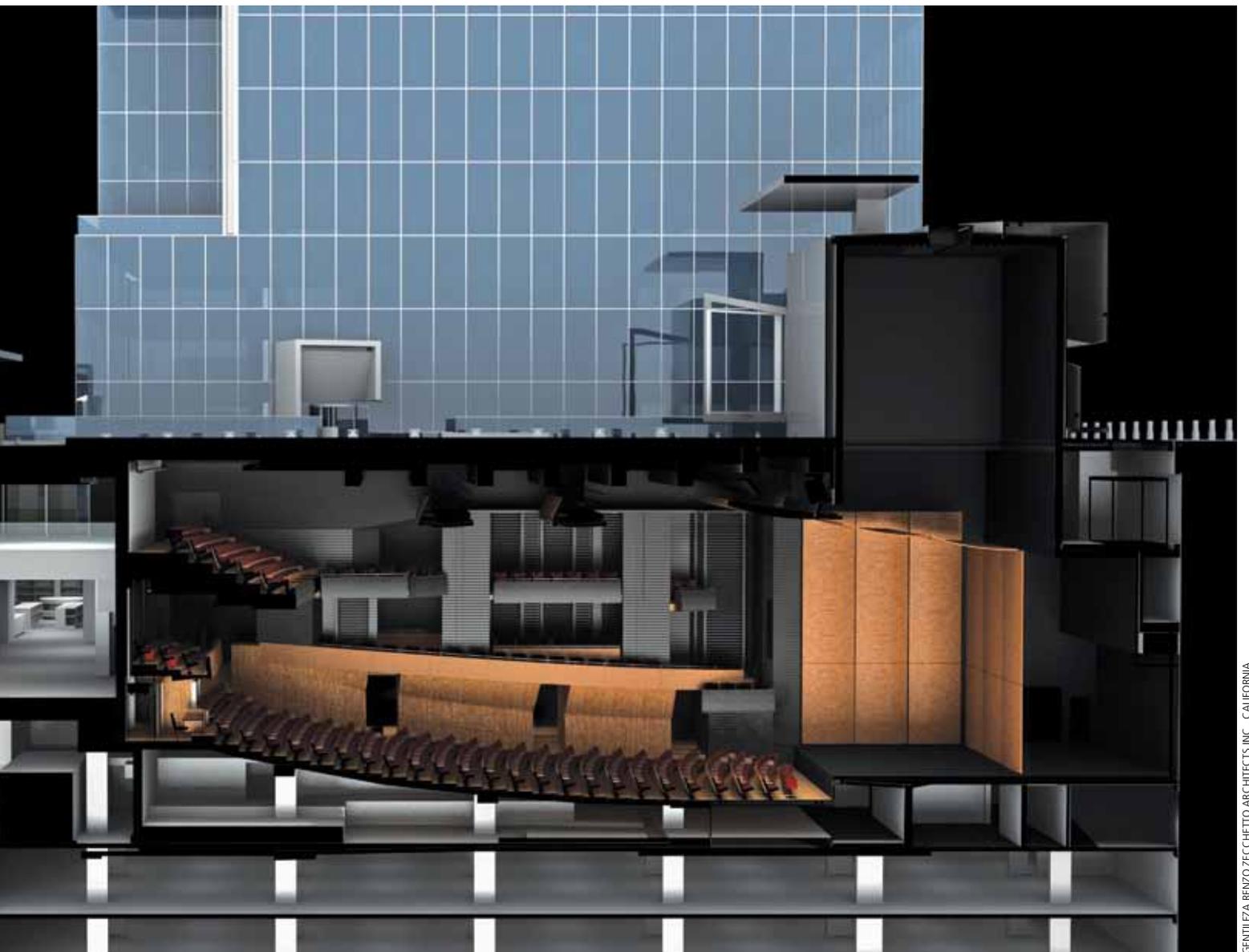
■ A siete años de la construcción del edificio corporativo CorpGroup, ubicado en Nueva Las Condes, se edifica junto a él un teatro subterráneo con capacidad para 900 personas. La particularidad consiste en que esta faena se realiza en el mismo espacio en el cual se encontraba emplazado un auditorio. Por lo tanto, los retos no han sido pocos. El edificio debe seguir operativo mientras se demuelen algunas partes y reconstruyen otras. En escena, los desafíos de una obra compleja.

**E**L EDIFICIO DE CORPGROUP comenzó a construirse el año 2004 y ya a fines de 2006, mil cuatrocientas personas trabajaban en las oficinas ubicadas en el sector de Nueva Las Condes. Como parte de su responsabilidad social empresarial, el grupo construyó la obra gruesa de un auditorio en uno de sus subterráneos que permitiera disponer de un lugar para ofrecer espectáculos culturales. Dos años después, cuando deciden implementarlo y luego de la evaluación de expertos internacionales como el arquitecto Renzo Zecchetto, el proyecto se torna más ambicioso. Ya no sería sólo un auditorio sino un teatro que ocuparía parte de los primeros cuatro subterráneos y que contaría con altos estándares tecnológicos. Así comienza esta historia de demolición y construcción.



GENTILEZA RENZO ZECCHETTO ARCHITECTS INC., CALIFORNIA

La pendiente de las butacas es calculada por un software de manera que sea lo más baja posible sin que el público pierda visibilidad.



GENTILEZA RENZO ZECCHETTO ARCHITECTS INC., CALIFORNIA

## DESAFÍOS

Desde el punto de vista normativo hubo que adoptar las normas de evacuación locales para este tipo de recintos habitables, pero además se incorporó la NFPA 101 que es aún más específica en varios aspectos. De hecho se diseñó una cortina corta fuego entre el escenario y la sala, tema que no es abordado por nuestras ordenanzas.

El mayor problema era de índole acústico, ya que tal como estaba construido el auditorio, la caja acústica no lograba el objetivo: una acústica natural (se opta por la acústica natural aun cuando se pudo diseñar con acústica asistida electrónicamente, pero esto último impide presentaciones de artistas de nivel mundial, quienes analizan celosamente este aspecto de la representación teatral). Otro inconveniente era que la platea y algunos de los palcos no tenían buena visibilidad al escenario, que además era muy pequeño y tenía una losa

encima que dificultaba los cambios de escenografía. “Cuando los expertos empiezan a analizar cómo mejorar la caja acústica y la visibilidad, encuentran que la única solución sería dar vuelta el teatro. El escenario que estaba en la parte poniente del recinto ahora sería construido en el sector oriente. Así se recuperarían los espacios que quedaban bajo las rampas de acceso de los estacionamientos, los que se agregan a la caja acústica. Y además con esta nueva disposición, tendríamos el beneficio adicional de unir en un lobby común el acceso del teatro con la galería de arte y pasar entonces a ser un centro cultural integrado”, explica Juan Pablo Martínez, gerente de Administración y Proyectos de CorpGropup.

Con la decisión tomada, los mayores desafíos ahora eran trabajar en un espacio confinado al interior de cuatro subterráneos. No era comenzar excavando y partir de cero. En el lugar ya existían pilas, muros de contención y

subterráneos de edificios vecinos, por lo que para construir el nuevo teatro había que ir demoliendo algunas partes y reconstruyendo otras con el objetivo de mantener siempre asegurada la estabilidad estructural del edificio. La segunda complejidad era que el edificio y los estacionamientos estaban funcionando. Entonces hubo que desarrollar medidas de mitigación de ruido, polvo, no obstruir entradas y mantener la circulación tanto vehicular como del personal perteneciente al edificio Corp-Group.

## COMIENZA LA FUNCIÓN

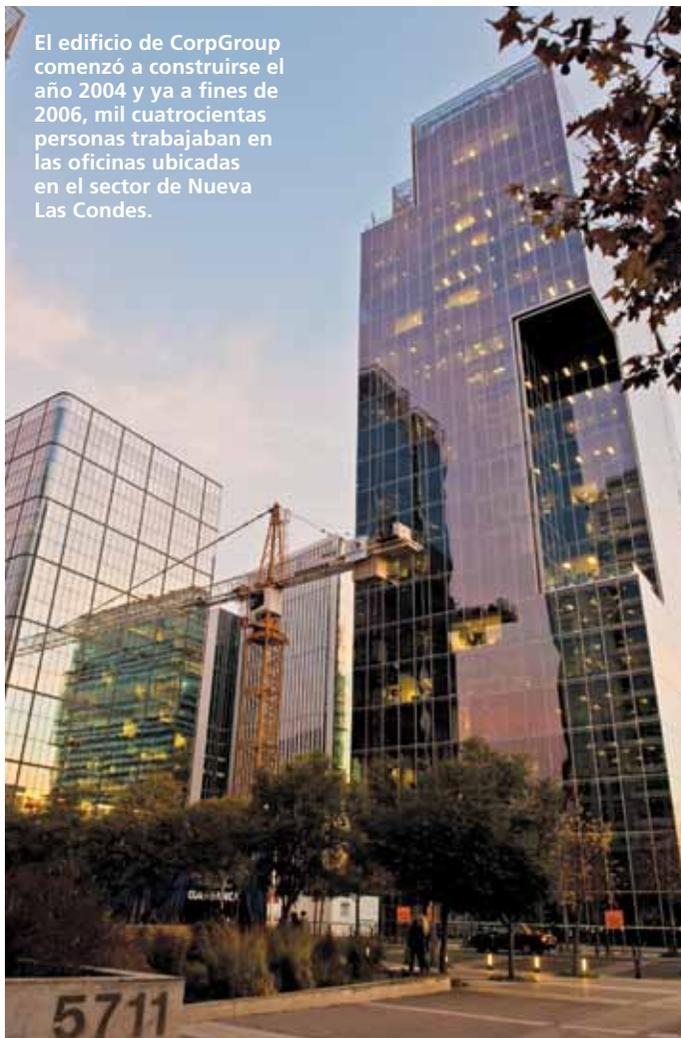
Después de un largo trabajo de planificación llegó el día de iniciar los trabajos. Lo primero era sacar todas las instalaciones existentes y en otros casos redireccionarlas, con el fin de que el edificio no se viera afectado. Se hizo un proyecto de modificación de redes eléctricas y se comenzó con el reapuntalamiento estructural,



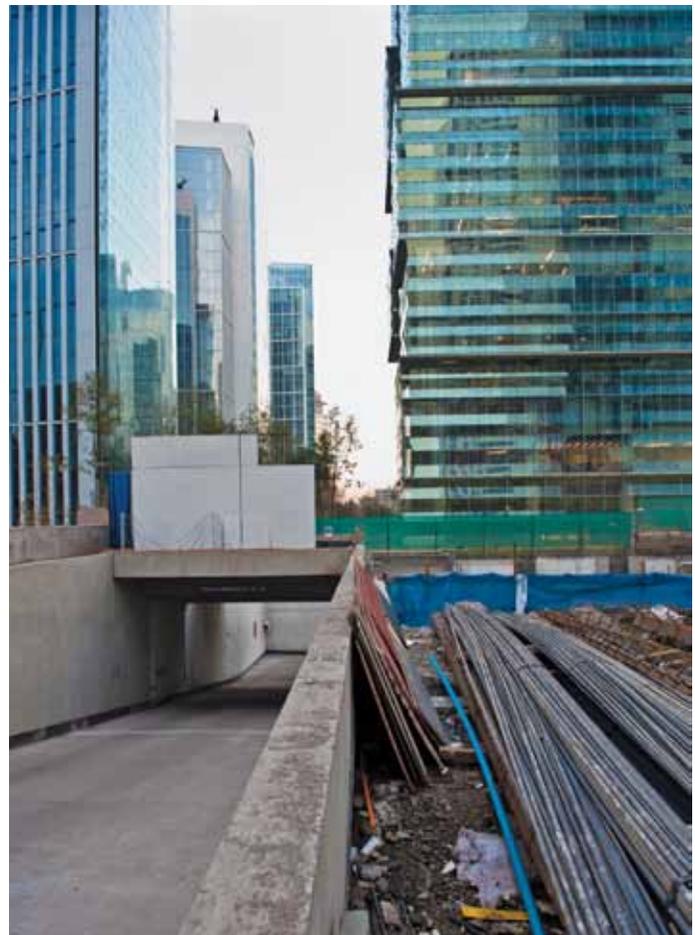
Al ser una obra atípica, se proyectaron las modificaciones de la obra en dos etapas: la primera corresponde a demoliciones de grandes volúmenes sin compromisos estructurales y una segunda etapa de demoliciones controladas que debían conservar la enfierradura.

que debía tomar cargas y soportar los elementos de hormigón sometidos a corte. Lo primero que se derribó fueron las tapas losas ubicadas en la cota cero del teatro y los elementos interiores que no se vieran afectados por otras demoliciones en la vertical. El método de demolición fue mixto utilizando corte diamantado tanto de disco de gran diámetro como cables de corte para elementos robustos, como también demolición tradicional de impacto o compresión. En el pick se llegó a tener cuatro máquinas de corte diamantado, seis martillos neumáticos, mini retroexcavadoras con cizallas y martillo y mini excavadora con punto.

La obra se planificó de acuerdo a los refuerzos del nuevo edificio (fundaciones y pilares) para poder tomar el peso adicional y solicitudes de la estructura actual. “Entonces se partió con las fundaciones y, al estar a 20 metros bajo el nivel del suelo, nos encontramos con napas de agua, por lo que tuvimos que agotarlas y mejorar el terreno para poder fundar nuevamente”, explica Patricio Gómez, administrador



El edificio de CorpGroup comenzó a construirse el año 2004 y ya a fines de 2006, mil cuatrocientas personas trabajaban en las oficinas ubicadas en el sector de Nueva Las Condes.



Un aspecto fundamental de esta obra era no entorpecer el normal funcionamiento del edificio, ni de la rampa de acceso a los estacionamientos para lo cual se adoptaron una serie de medidas de mitigación.

Para asegurar la estabilidad del edificio se realizó un monitoreo constante de las estructuras existentes. Topográficamente se dejaron puntos marcados, los cuales van controlando si hay deformaciones en la estructura en la medida que va avanzando la demolición.



de obra de Ingevec, empresa a cargo de la construcción y demolición del teatro.

## DEMOLICIÓN EN ETAPAS

Al ser una obra atípica, se proyectaron las modificaciones de la obra en dos etapas: la primera (demolición masiva) corresponde a demoliciones de grandes volúmenes sin compromisos estructurales para la edificación existente y una segunda etapa de demoliciones controladas que debían conservar la enfierradura para generar empalmes mecánicos (coplas cadweld o lenton), reconstruir y proseguir con los niveles superiores.

La primera fase de demolición no requería refuerzo estructural, pero sí una cantidad considerable de apuntalamiento para poder demoler con seguridad elementos ubicados tanto en la misma cota (marcos, vigas y pilares) como en niveles superiores. La segunda etapa sí requería refuerzos estructurales. En la medi-

da en que avanzaban con la primera fase de demolición iniciaron los refuerzos estructurales del edificio para que cuando llegaran a la etapa de demolición y reconstrucción controlada ya estuviera la base para partir con ella. “En la primera etapa definimos áreas que se podían demoler sin afectar la estabilidad de la estructura que era una buena parte. Y la segunda fue una demolición controlada ya que para derribar algunos elementos había que afirmarlos de otra manera. Es decir, si se elimina un pilar y arriba había una viga, se debe asegurar esta última. Entonces es una demolición que al mismo tiempo que vas demoliendo tienes que ir construyendo. Ha sido todo muy complica-

do, hay cosas que se han ido ajustando sobre la marcha”, explica Marianne Küpfer, Socia Directora de René Lagos y Asociados.

El gran desafío de la demolición masiva (primera etapa), era soportar los elementos afectados por esta faena. La grúa estaba en la calle, ya que no se podía instalar dentro del teatro, entonces para retirar los bloques se utilizó un sistema de apuntalamiento mediante torretas que cada una soporta 33 toneladas a 14 metros de altura. Al mismo tiempo más abajo (en el sexto subterráneo) se estaban reforzando las fundaciones para cuando comenzara la segunda etapa.

A esas alturas ya aparecían los primeros pro-



**Alsina 60 AÑOS**  
SOLUCIONES EN MOLDAJES

### Moldajes Alsina Ltda.

Un empresa dedicada a ofrecer soluciones en moldajes y un equipo humano trabajando por el servicio a los clientes y sus obras:

- Moldajes verticales y horizontales para hormigón.
- Sistemas de seguridad en obra.

Alsina trabaja bajo la certificación ISO 9001:2000, el Sistema de Gestión de la Calidad certifica el diseño, la fabricación, la comercialización (venta y alquiler) y el mantenimiento de equipos para encofrar.



### Moldajes Alsina Ltda.

Nueva Taqueral, 369  
Panamericana Norte Km 22  
Lampa, Santiago de Chile  
Tel: 2 745 2003  
Fax: 2 745 3023  
E-mail: [chile@alsina.com](mailto:chile@alsina.com)  
Web: [www.alsina.com](http://www.alsina.com)



Se tomaron medidas especiales para prevenir las caídas de los obreros. Como el trabajo se realiza en alturas de hasta 15 metros se colocaron mallas para proteger a los trabajadores en caso de un accidente o caída de algún material hacia un piso inferior.



blemas: uno de ellos fue eliminar una escala cercana al antiguo escenario que cumplía una función estructural. “En términos prácticos para poder demoler había que retensar las pilas existentes, por lo tanto, hubo que perforar nuevos anclajes y tensar en dos niveles. Esto significaba ingresar una perforadora Casagrande C4 dentro de la caja de escalas y hacerla circular sobre las gradas existentes previamente apuntaladas. Ya con eso se pudo demoler el antiguo sistema de escalas. Adicionalmente, se debían soltar los anclajes instalados (que eran temporales) por lo que hubo que generar una batería de 8 contrafuertes ubicados estratégicamente entre las pilas existentes y que tenían la característica de ser monolíticos con el muro perimetral, por lo que hubo que generar una demolición controlada a toda la altura del contrafuerte para unir la nueva enfierradura de éstos con la del muro existente y luego hormigonar con hormigones autocompactantes debido a la densidad de la enfierradura.”, explica Gustavo Mercado, su-

pervisor de obra de Ingevec.

Otro de los desafíos se presentó en la demolición de los elementos postensados, ya que el edificio está construido con gran número de ellos. Había que encontrar un método rápido y seguro. Y es que, según explican los especialistas, se trata de una faena bastante peligrosa. El sistema de postensado consta de dos partes: una pasiva y otra activa. La primera viene inserta en el hormigón y la segunda es por donde se tensa. Se trabajó con los planos originales del edificio y el teatro ubicando las cabezas de tensado de los cables. Recién ahí se demolieron. “Lo que hicimos fue apuntalar todos los elementos postensados para que cuando relajáramos el cable la estructura tomara el peso nuevo que iba a tener al destensarlo. Para esto se apuntaló con unas torretas robustas, con capacidad para resistir 33 toneladas. El tema es que no era

apuntalarlo sólo en el primer nivel, ya que esto transmite carga a través de todas las losas hacia abajo, por lo tanto piso por piso hubo que transmitir estas mismas torretas hasta el nivel menos seis. Si estábamos sacando 22 metros para arriba la torreta tenía que estar apoyada 21 metros para abajo. Una vez que se hizo este sistema de encatado con torretas se puede proceder a cortar y antes de cortar se deben encontrar el cabezal activo de los cables de postensados y luego de derretir la cuña del cable se puede cortar”, explica Andrés González, ingeniero en terreno de Ingevec.

En la actualidad ya se dio por terminada la demolición de primera etapa y se está terminando la segunda en la cual hay demolición y reconstrucción a la vez, donde se acopla la nueva estructura a la antigua. “Acá se avanzaba por donde se podía, no estaba la secuencia lógica de construcción. Entonces era muy importante que las secuencias constructivas no alteraran el camino de las cargas. Siempre nos tuvimos que asegurar que las cargas estuviesen pasando bien por algún elemento estructural. Debes garantizar en este tipo de trabajo siempre la estabilidad de la estructura a medida que vas sacando elementos y reponiendo otros”, explica Javier Fernández, jefe de proyectos de René Lagos y Asociados.

Luis Corvalán, el arquitecto patrocinador del teatro, agrega que “la demolición no fue masi-

**MÁS DATOS  
SOBRE  
EL TEATRO**

Tendrá una capacidad para alrededor de 900 personas.

Contará con 372 estacionamientos en el mismo edificio, más otros en construcciones vecinas.

La pendiente de las butacas es calculada por un software de manera que sea lo más baja posible sin que el público pierda visibilidad (si la pendiente es más alta afecta la acústica natural).



va sino parcelada y obedece a un plan estratégico. Cada parte que se saca no puede significar pérdida de la estabilidad del conjunto. Aquí radica la clave del proceso y es en este punto en donde las ingenierías estructurales, y de terreno debieron complementarse. Hubo planimetrías de demolición y refuerzos estudiados en conjunto con arquitectura teniendo presente siempre las condicionantes que imponen todas las demás especialidades en un diseño complejo desde todo punto de vista, fundamentalmente el acústico. En suma, el abordaje sistémico del problema, fue el que permitió una obra como ésta. Un pensamiento por partes aisladas no servía en una problemática multidisciplinaria de proyecto y construcción”.

Para asegurar la estabilidad del edificio se realiza un monitoreo de las estructuras existentes. Topográficamente se dejaron puntos marcados, los cuales van controlando si hay deformaciones en la estructura en la medida que va avanzando la demolición.

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y SEGURIDAD

Un aspecto fundamental de esta obra era no entorpecer el normal funcionamiento del edificio, ni de la rampa de acceso a los estacionamientos para lo cual fue necesario tomar una serie de medidas de mitigación desde el punto de vista logístico, acústico y de polución. Para solucionar el problema del polvo que generaban las demoliciones se utilizaron extractores especiales que inyectaban aire y retiraban polvo. “Esta fue una de las principales razones para utilizar disco y cable diamantado en la demolición, ya que los decibeles que generan son menores que otras máquinas, además de generar menor cantidad de polvo”, explica Emilio Salgado, gerente comercial de Flesan, empresa subcontratada para realizar las demoliciones de

**Un aspecto clave del proceso es no poner en peligro la estabilidad del edificio para lo cual las ingenierías estructurales y de terreno debieron complementarse en todo momento.**

la primera y segunda fase.

En cuanto a la seguridad, se tomaron medidas especiales para prevenir las caídas. Como el trabajo se realiza en alturas de hasta 15 metros se colocaron mallas para proteger a los trabajadores en caso de un accidente o caída de algún material hacia un piso inferior. También se instalaron elementos de iluminación y vías de evacuación. ■

### COLABORADORES

-René Lagos y Asociados: Marianne Kupfer, Socia Directora y Javier Fernández, Jefe de Proyectos.  
 -Ingevec: Andrés González, Ingeniero en Terreno; Gustavo Mercado, Supervisor de la Obra y Patricio Gómez, Administrador de la Obra.  
 -Corpgroup: Juan Pablo Martínez, Gerente de Administración y Proyectos.  
 -Renzo Zecchetto, arquitecto  
 -Luis Corvalán, arquitecto local.  
 -Flesan: Emilio Salgado, Gerente Comercial; Cristián Osorio y Christian Menchaca.

### ■ EN SÍNTESIS

**Para construir el nuevo teatro en el mismo espacio donde estaba la obra gruesa del auditorio se trabajó en dos etapas: la primera fue una fase de demolición masiva que no requería reforzamiento estructural y la segunda fue de demolición controlada, es decir demolición y reconstrucción a la vez, para asegurar así la estabilidad del edificio CorpGroup. El mayor desafío de este proyecto era mantener funcionando la rampa de acceso a los estacionamientos y no alterar el normal funcionamiento de las oficinas para lo cual fue necesario adoptar una serie de medidas que hacían que esta obra fuera bastante compleja.**

## MUROS MESA®

- Muros TEM o MSE antisísmicos
- Sistema prefabricado
- No utiliza acero
- Terminación estética
- Estribos de puentes



## GEOPIER

CIMENTACIÓN INTERMEDIA®  
**PILAS DE GRAVA COMPACTADA**



- Elementos rígidos de alta resistencia
- Control de asentamientos
- Capacidad de carga superior
- Ahorros en costos de cimentación

**EMIN**  
 SISTEMAS  
 GEOTECNICOS S.A.

# CSP - Compañía Sudamericana de Postensados y Geotecnia



Con más de 12 años de experiencia, Compañía Sudamericana de Postensados y Geotecnia CSP- se ha transformado en una de las empresas líderes en el área de postensados de nuestro país, ofreciendo al mercado de la construcción servicios altamente especializados, que incluyen el estudio, la ingeniería y la ejecución de los proyectos. Desde sus inicios, CSP ha participado de importantes obras para los más relevantes actores del rubro de la construcción, caracterizándose por la realización de proyectos con sello en la innovación tecnológica.

## VALOR AGREGADO

- Amplia experiencia en el mercado.
- Nos compone un equipo comprometido con nuestros clientes y sus estándares de calidad.
- Departamento de Ingeniería de altísima capacidad técnica, gracias a la experiencia y conocimiento global de las tecnologías.
- Desarrollamos con una permanente gestión de innovación tecnológica y operamos con amplio equipamiento de última generación.
- Damos asistencia y apoyo técnico para el desarrollo conjunto de proyectos y problemáticas específicas.
- Priorizamos en nuestras operaciones un sólido compromiso con los aspectos de Seguridad, Salud, Ocupacional, Medioambiente y Calidad.
- Entregamos soluciones integradas de Geotecnia y Postensado para proyectos de infraestructura privada y pública.

## ESPECIALIDADES

### POSTENSADO

Nuestra área de postensados, propone una solución integrada de ingeniería y construcción que apoya el desarrollo de los proyectos, a través de sistema con cables de acero de alta resistencia con un trazado adaptado a cada proyecto, el cual reemplaza en gran medida la armadura tradicional. Es aplicable a losas de grandes luces, vigas de puentes, radiéres, etc. Trabajando en mercados inmobiliario, industriales, infraestructura, entre otros.

Ofrecemos al mercado:

- Soluciones que contribuyen y agregan valor al diseño arquitectónico.
- Losas postensadas entregan un ahorro importante en cierto tipo de proyectos, para aquellos que tienen luces grandes, se pueden conseguir losas más delgadas, ahorrando en hormigón, acero tradicional, disminuyendo los plazos para el descimbre, con moldajes más plano (más económicos).
- Trabajos en base a un proceso integrado de Postensado, desde la ingeniería básica e implementación, hasta la postventa.



### GEOTECNIA

Nuestra área de Geotecnia, ofrece al mercado un producto integral el cual mejora u optimiza costos y/o plazos mediante soluciones de ingeniería y metodologías alternativas, orientadas a solu-

cionar diversas problemáticas de los proyectos a nivel de contención o fundación especial en las áreas civiles, edificación, industrial, marítimo-portuario, infraestructura, energía y proyectos especiales. CSP Geotecnia ofrece un servicio diferenciador, basado en:

- Ingeniería, tecnología y equipos propios y exclusivos, para garantizar calidad y seguridad en el desarrollo del proyecto y el producto final.
- Capacidad para ejecutar ensayos que certifiquen calidad de ejecución de la solución en terreno.
- Equipos y metodologías para desarrollar soluciones innovadoras.
- Asistencia y apoyo técnico para el desarrollo conjunto de proyectos y problemáticas específicas.

**Av. Apoquindo 3076, of. 402, piso 4, Las Condes**  
**Fono: (56 2) 2341497 ó (56 2) 2334792 - info@csp-dsi.cl**  
**www.csp-dsi.cl**



Instalación de Placas ISO 95+ y membrana TPO de Firestone



Revestimiento con membrana TPO Firestone



Sistemas de iluminación natural Sunwave



Placa ISO 95+ de Firestone



Instalación de membrana TPO de Firestone en techo

## Soluciones en Impermeabilización con Geomembranas y Sistemas Aislantes para Techos

### Placas Aislantes Polystyrene ISO 95+ de Firestone

- Alto valor R por cm2
- Resistencia al fuego
- Resistencia a la humedad
- Resistencia a impactos
- Amigable con el medio ambiente, pues promueve el ahorro de energía

### Membrana TPO de Firestone

- Alta reflectividad para una mayor eficiencia energética
- Alta resistencia a la radiación UV y ozono
- Alta resistencia al punzamiento y cortes
- Excelente resistencia a la humedad
- Adherible a variedad de sustratos
- Adaptable a detalles de penetración en techos
- Excepcional resistencia al viento
- Simple y económico de instalar

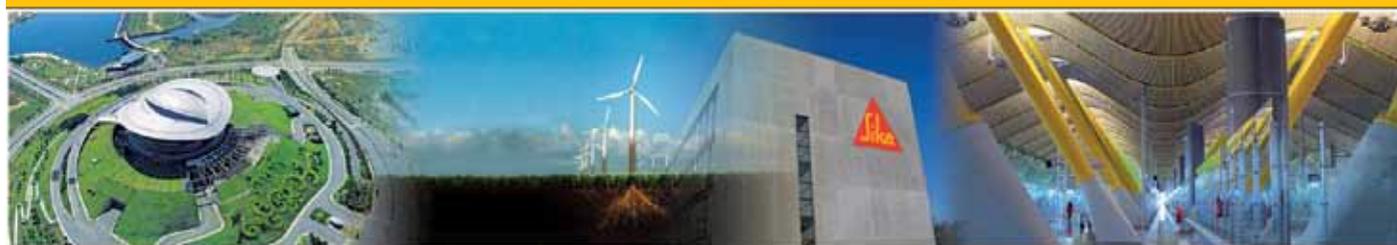
**Firestone**  
BUILDING PRODUCTS

**EL MEJOR SOCIO EN OBRAS DE INGENIERÍA**

Casa Matriz: Calle Renca 2203, Renca, Santiago, Chile  
Teléfono: (56 2) 5893450 / Fax: (56 2) 5893455

Antofagasta: Ongolmo 349, Barrio Industrial, Antofagasta  
Teléfono: (56 55) 456800 / Fax: (56 55) 456805

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



## Eficiencia, Calidad y Tecnología Sin importar la complejidad del proyecto

- Sellos y Tratamientos de juntas
- Adhesivos
- Estanqueidad
- Refuerzo y Reparación
- Protección



Innovation & Consistency since 1910

■ El traslado de la Sinagoga de calle Serrano a la comuna de Lo Barnechea, obedece entre otros motivos a ampliar los espacios comunitarios para el desarrollo de sus actividades. ■ Una biblioteca, una cafetería, salas de clases, una sinagoga principal y otra de uso diario, además de un centro de eventos forman parte de la nueva infraestructura de la comunidad israelita en Santiago.

**CENTRO COMUNITARIO  
DEL CÍRCULO ISRAELITA  
DE SANTIAGO**

**DISEÑO &  
CONSTRUCCIÓN**



CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
PERIODISTA REVISTA BIT





GENTILEZA BORDONI PALACIOS



GENTILEZA GABRIEL BENDERSKY

**H**ABÍA QUE AMPLIARSE. Por ello, en 1997 la comunidad israelita de Santiago adquirió un terreno de 2 hectáreas en la comuna de Lo Barnechea. Así, en lo que fue el Club Caleuche de la Armada se diseñó un proyecto definido por uno de sus autores como híbrido, ya que “tenía un componente de culto, otro de cultura, social e incluso deportivo que debían resolverse armónicamente en el mismo sitio”, asegura el arquitecto Gabriel Bendersky.

Dos sinagogas, un centro de eventos, una biblioteca, una cafetería, 12 salas de clases, el estacionamiento y una amplia plaza plena de elementos simbólicos conforman la obra. De esta forma, el nuevo Centro Comunitario Israelita, reemplazó al que fuera por casi 50 años el principal punto de encuentro para los judíos de la capital, la Gran Sinagoga de calle Serrano. Una obra que establece una nueva alianza, una alianza de vida.

### EDIFICIO DEL CULTO

El Centro Comunitario Israelita suma una superficie construida de 14.565 m<sup>2</sup>. El edificio principal, denominado “del culto”, es una estructura de 1.950 m<sup>2</sup>, que reposa sobre un espejo de agua de 50x50 metros. Según la tradición judía, sus templos miran hacia Jerusalén. En este caso, los creadores del proyecto giraron levemente las dos sinagogas en relación a las trazas principales del resto





## FICHA TÉCNICA

**CENTRO COMUNITARIO DEL CÍRCULO ISRAELITTA**

**UBICACIÓN:** Comandante Malbec 13210,

Lo Barnechea, Santiago

**MANDANTE:** Comunidad Israelita de Santiago

**ARQUITECTOS:** JBA, Gabriel Bendersky, Richard von Moltke

**PRINCIPALES COLABORADORES:** Eugenio Lagos, Ian Hsu

**ITO:** Coz & Cía. Ltda.

**ASESORES TÉCNICOS:** VPA, Enzo Valladares (estructuras), Fernández y Rojas Asoc. (sanitario), Budnik & Laissle / Matec (climatización), Concha y Gana (electricidad), ARQ + LUZ, Sandra Bordoni, Carolina Palacios (iluminación)

**SUPERFICIE DEL TERRENO:** 20.000 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE CONSTRUIDA:** 14.565 m<sup>2</sup>

**INICIO DE OBRAS:** 5 de marzo de 2007

**FIN DE OBRAS:** 14 de septiembre de 2011

**CONSTRUCTORA:** Bravo & Izquierdo

**MATERIALES PREDOMINANTES:** Hormigón arquitectónico, madera y vidrio



del proyecto, para enfatizar esta condición.

Hay más aspectos interesantes del proyecto. La sinagoga mayor se diseñó de forma cuadrada, con una disposición concéntrica y el altar en el centro, con el afán de que los asistentes se miran permanentemente, potenciando el sentido de una gran familia. Mantiene su capacidad de 800 asientos de la Gran Sinagoga de calle Serrano y atención, porque de allí se rescataron elementos simbólicos para la comunidad como el vitral, las butacas y las lámparas.

Veamos. Con la voluntad de replicar el vitral que decoraba la Sinagoga de Serrano, se optó por reciclar algunos de los materiales básicos, principalmente trozos volumétricos de vidrios de colores en forma de rocas, del tamaño de una mano empuñada (entre 3" y 4" de diámetro aproximadamente), reciclados de los desechos de los hornos que fabrican botellas de vidrio. La nueva creación a cargo del artista Samy Benmayor y ejecutada por el vitralista Marcelo Zunino, mide 240 m<sup>2</sup>, dimensiones mayores al original, por lo cual se decidió rescatar "trozos de vidrio del vitral anterior, cortados en mitades y que se adhirieron a cristales planos y transparentes como soporte de

los primeros", señala Juan Olivares, gerente de proyectos de la constructora Bravo e Izquierdo. Entonces, el nuevo vitral se compone de siete paños divididos por pilares de hormigón, que representan los siete días de la creación. Para el montaje fue necesario que el vitralista fabricara en taller piezas de vidrio laminado, formadas por dos vidrios transparentes y uno de color entremedio, formando la lámina. Cada pieza se enumeró y luego en obra, se construyó el reticulado metálico con figuras poligonales, con módulos tipo que en posiciones distintas forman el dibujo final.

El rescate incluyó butacas y las lámparas colgantes de la sede anterior. Los asientos de madera tapizados en tela y fabricados en 1953, se mantenían a la fecha en buen estado. Por ello, para su recuperación sólo fue necesario retapizarlas manteniendo el color guinda y la tela. Por otra parte, las 11 lámparas colgantes se rescataron y refaccionaron cambiando la pantalla de acrílico por una malla de bronce manteniendo el esqueleto, labor realizada en el marco del proyecto de iluminación, a cargo del estudio Bordoni Palacios.

Dentro del Edificio del Culto también se construyó una sinagoga de uso diario con ca-



- 1 y 2.** Las obras iniciadas en marzo de 2007, concluyeron el pasado 14 de septiembre. Cubriendo una superficie de 14.565 m<sup>2</sup>.
- 3.** Uno de los puntos importantes en la obra es la luminosidad natural en la sinagoga principal, gracias al vitral diseñado por el artista Samy Benmayor.
- 4.** Dentro de los desafíos de la obra fue la elevación del edificio que significó hormigonar por etapas y el uso del sistema de losa postensada.



pacidad para 100 personas y una gran campana de luz. En ambas destaca la importancia de la aislación acústica, por lo que se requirió el empleo de revestimientos de madera tipo empalizada o paneles microperforados, en muros.

### **EDIFICIO DE LA CULTURA Y CENTRO DE EVENTOS**

Un segundo edificio es el “de la cultura” o “comunitario”. Aquí el hormigón armado a la vista, al igual que en el resto de los edificios, requirió extremar los cuidados. En el desmoldaje esta solución no admite reparaciones. “El hormigón es algo artesanal, que cuando

tú lo desmoldas no es milimétrico. En la fachada principal de este edificio de 111 metros de longitud, las ventanas están diseñadas perfectamente aplomadas con los muros de hormigón visto, por lo tanto era imprescindible evitar cualquier desviación en la obra gruesa, porque éstas quedarían acusadas al instalar las ventanas, que son elementos exactos de fabricación industrial”, señala Gabriel Bendersky. El arquitecto admite que este proceso representó todo un desafío para la constructora, quienes tuvieron que “redoblar esfuerzos en la carpintería de moldajes y controlar muy bien los procesos de vaciado y vi-

**El edificio de la cultura, ubicado a un costado de la Plaza de la Vida, destaca por poseer una fachada de ventanas aplomo con machones de hormigón armado a la vista. En este se encuentra la biblioteca, cafetería, 12 salas de clases y el centro administrativo (oficinas).**



brado del hormigón”. En este edificio se encuentra la biblioteca y la cafetería. Además se ubican 12 salas y el centro administrativo, con oficinas para la comunidad y otras instituciones judaicas.

El Centro de Eventos, ubicado en el subterráneo de la Plaza de la Vida, cuenta con un salón de fiestas actualmente concesionado para actividades externas a la comunidad. Posee revestimiento parcial de los cielos y muros con madera, para obtener una óptima aislación acústica. Aledaño al salón se ubica la cocina, cuyos ductos requirieron de especial cuidado en su construcción. Bajo la gran losa jardín de 5.500 m<sup>2</sup>, se ubica el estacionamiento con capacidad para alrededor de 220 vehículos.

© SHUTTERSTOCK 2011

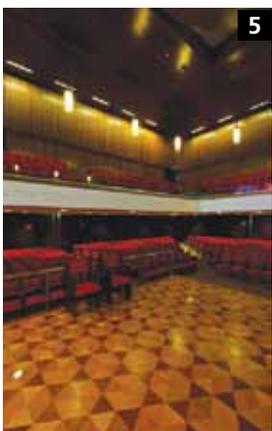
**COZ**

INGENIERIA • CONSULTORIA • INSPECCION TECNICA DE OBRAS

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



**1 y 2.** A pesar de que en el edificio del culto se dio preferencia a ampolletas de bajo consumo, también es importante destacar el rol de la luz natural dado gracias a la fachada vidriada.  
**3.** En el edificio de la cultura, seguido de la biblioteca y la cafetería, se distribuyen 12 salas de clases, entre la primera y segunda planta.



**4 y 5.** Para la comunidad era importante conservar elementos provenientes de la Sinagoga de calle Serrano, como el vitral, las 11 lámparas colgantes y las butacas. Todos ellos fueron reacondicionados e instalados en la nueva Sinagoga.

**6.** En el edificio del culto era importante la acústica, por lo que se requirió el empleo de revestimientos de madera en muros.

## LOS DESAFÍOS

Un proyecto de la magnitud del Centro Comunitario del Círculo Israelita, requirió de esfuerzos mayores. Las fundaciones son tipo zapatas corridas de hormigón, calculadas para repartir la carga en el terreno arcilloso de poca resistencia. El proyecto de cálculo fue desarrollado por la oficina de Ingeniería Valladares, Pagliotti y Asociados y la mecánica de suelos por la oficina de Issa Kort. Debido a la calidad del suelo, desniveles y proximidad entre edificios, fue necesario realizar cambios respecto al proyecto original, para aprovechar mejor las instalaciones. La proximidad de las sinagogas al edificio de los salones, ya que uno es subterráneo y el otro sobre el nivel de terreno, obligó a efectuar fundaciones de grandes dimensiones para salvar el desnivel.

Gabriel Bendersky destaca el espejo de agua, sobre el cual reposa el edificio del culto, construido sobre un desnivel natural de 2 me-



## MOLDAJES PLÁSTICOS Columnas circulares y rectangulares

- Ultralivianos
  - Fácil de Limpiar
  - Excelentes Terminaciones
- Venta y arriendo**



Frente al edificio de la cultura, como atrio de la biblioteca se encuentra la Plaza de las 12 Tribus. En este se encuentran 12 pilares que caen sobre un mapa que muestra los territorios que ocupó cada una de ellas.

tros, en una superficie cubierta por granito negro. La solución fue provocar un escurrimiento de agua, dando la sensación de cascada. "Desde el punto de vista hidráulico es complejo, ya que levantar la masa de agua para generar la caída, requería de gigantes cas bombas. Lo que se realizó fue un estanque paralelo al principal, dividido por un vidrio, lo cual da la sensación de que fuera uno solo".

Por otra parte, el uso de losa a la vista, también significó un esfuerzo al momento de pensar en la climatización. "No queríamos cielos falsos, entonces para que no se vieran las tuberías de la climatización y para evitar los equipos en los techos, se hizo la distribución del aire a través de rejillas a ras de suelo, en los perímetros de los pasillos. Mientras que la sala de máquinas se instaló subterráneamente bajo los jardines", explica el arquitecto.

Relacionado con los hormigones a la vista, revistió un importante desafío la construcción de los pilares inclinados del estacionamiento (en el nivel subterráneo) y gran losa a 12 metros de elevación del edificio del culto. Juan Olivares señala que se resolvió hormigonando por etapas cuidadosamente delimitadas con el arquitecto y se usó el sistema de losas post-tensadas. Algo similar ocurrió con los pilarejos de hormigón que conforman la fachada poniente del edificio comunitario, una especie de celosía de quiebrasoles hecha de 76 elementos verticales de dos pisos de altura, perfectamente alineados y paralelos, que son también elementos constituyentes de la estructura portante del edificio.

La ubicación de la cocina de la sala de eventos, también presentó desafíos. Se debió construir una trinchera por donde atravesaran varios ductos hasta un costado del



predio, lugar en que se absorbe aire limpio desde el exterior, para los sistemas de ventilación del salón y se expulsa el proveniente de las campanas de extracción.

### ILUMINACIÓN

El centro comunitario también incluyó un completo proyecto de iluminación a cargo del estudio Bordoni Palacios, desarrollaron un concepto de iluminación para todo el conjunto de edificios, por un lado debía resolver de manera eficiente las exigencias visuales de una diversidad de actividades y por otro a través de la luz reconocer el carácter simbólico de los espacios e hitos significativos del proyecto.

El diseño de iluminación del proyecto finalmente se basa en los siguientes criterios:

**Imagen:** Crear distintas atmósferas que permitieran poner en valor las características



### SANTIAGO

San Martín de Porres 11.121 - San Bernardo  
Fono: 490 8100 - Fax 490 8101

### COPIAPO

Ruta 5 Norte 3604, Megacentro II, Local 9

### CONCEPCIÓN

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

### PUERTO MONTT

Ruta 5 Sur, camino a Pargua, Megacentro II, Local 13  
Fono: (65) 266 629

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

## LA MENORÁH

**EL CENTRO COMUNITARIO** israelita posee numerosos elementos simbólicos concentrados principalmente en la denominada Plaza de la Vida. Uno de los más importantes es la Menoráh, uno de los símbolos tradicionales de la religión judía. Su construcción además del desafío creativo, requirió de un esfuerzo por parte de la constructora para el montaje.

Su diseño, también de autoría del arquitecto, se inspira en el candelabro de siete velas. Ubicado en el centro de la Plaza de la Vida, funciona como el elemento articulador espacial de todo el conjunto. Fue construido en hormigón armado a la vista, al igual que el resto del edificio. Debido a sus dimensiones de 9 m de largo por 5 m de alto y el peso aproximado de 10 toneladas por cada pieza, debió construirse in situ en forma horizontal para posteriormente izarlas y montarlas con grúas de alta capacidad. "Está hecho de dos gajos externos y uno central, sobrepuestos en forma desfasada cuya lectura visual es una abstracción del tradicional candelabro", explica Bendersky.



La construcción de la Menoráh, diseñada por el arquitecto Gabriel Bendersky significó todo un desafío constructivo. Debió ser fabricada in situ, de forma horizontal e instalada con grúas de alta capacidad.

propias de cada uno de los símbolos ubicados en la gran explanada y centro articulador del proyecto, "La Plaza de la Vida". Lograr una imagen singular que le otorgara variedad e interés a la obra Destacar la volumetría y espacialidad de la arquitectura de los edificios que conforman la plaza e integrar los elementos de iluminación como parte de la arquitectura

Asimismo, Sandra Bordonni y Carolina Palacios destacan que una de las "ideas fue enfatizar la transparencia del edificio de culto (sinagogas) y la cabeza del saber (biblioteca)".

**Economía:** La clave en este sentido era lograr un bajo consumo de energía en iluminación, para ello se privilegió el uso de lámparas eficientes, como fluorescentes, haluro metálico y LED, se puso énfasis en el diseño de sistemas eficientes y ajustados a la tarea visual de cada recinto y se especificó los equipos buscando la mejor relación precio calidad.

**Sustentabilidad:** Un tema importante al momento de decidir los sistemas de iluminación fue que debía ofrecer un bajo costo de mantención y fácil administración durante todas las horas de uso del conjunto, es por eso que lo que se propuso fue considerando entre otros aspectos la vida útil de las lámparas y un sistema de control de iluminación, con el que finalmente se logró optimizar el consumo de energía en iluminación, que se adecuaba a las necesidades del momento. De acuerdo a estos



parámetros, en las salas de clases se utilizó fluorescente T5, por ser una fuente de luz cuya eficiencia es de las mejores, en el edificio del culto, se utilizó principalmente haluro metálico, tubos fluorescentes y en sectores de guía, se dio preferencia al LED. Mientras que en algunos sectores del exteriores escogió fluorescente, siempre dependiendo del elemento específico a iluminar.

Un centro que concentra la actividad comunitaria de la religión judía en tres edificios con características particulares que mezclan la sobriedad en el diseño con detalles simbólicos que, sin embargo, no exigen protagonismo, sino más bien firman una alianza de por vida. ■

[www.jb-a.cl](http://www.jb-a.cl), [www.bordonipalacios.cl](http://www.bordonipalacios.cl),  
[www.ecbi.cl](http://www.ecbi.cl)

Bajo la explanada de la Plaza de la Vida, se encuentra el estacionamiento con capacidad para 224 vehículos y un centro de eventos, actualmente concesionado.

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Mesquita As-Salam, Nuñoa. Templo de Paz". Revista BIT N° 79, Julio 2011, pág. 52.  
- "Templo Votivo de Maipú. Un pacto con historia". Revista BIT N° 78, Mayo 2011, pág. 56.

### ■ EN SÍNTESIS

El Centro Comunitario Israelita surge a partir de la necesidad de habilitar espacios para la difusión y manifestación de la religión judía. Tres grandes estructuras de hormigón armado a la vista reúnen a los fieles en diferentes momentos: la cultura, el culto, el esparcimiento y la difusión, articulados desde la Plaza de la Vida, una explanada que concentra la mayor cantidad de elementos simbólicos y firma una alianza entre generaciones.



# GLASSTÉCH

## TECNOLOGÍA VANGUARDIA INNOVACIÓN



contacto@glasstech.cl • www.glasstech.cl

Jorge Hirmas 2592, Renca Tel. (562) 8929000  
Av. Las Condes 6925, Las Condes Tel. (562) 3806525

Viña del Mar • Temuco • Puerto Montt



www.mauricioemiraga.cl

# FLEISCHMANN



- Electricidad
- Climatización
- Cableado estructurado
- Control centralizado
- Seguridad
- Control de iluminación
- Ingeniería - Asesorías
- Mantenimiento
- Green building
- Eficiencia energética
- Commissioning

INGENIERÍA + MONTAJE + MANTENCIÓN

ELECTRICIDAD | CLIMATIZACIÓN | SEGURIDAD | CONTROL CENTRALIZADO | COMUNICACIONES

# 70 años

## participando en los proyectos más importantes del país



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

www.fleischmann.cl

## EDIFICIO CONSISTORIAL DE SALAMANCA

# CONCEPTO TRANSPARENTE

■ Tan simple como mirarse mutuamente. Ése es el concepto que la oficina Carreño Sartori Arquitectos desarrolló para el edificio consistorial de la comuna de Salamanca. ■ Estructura de hormigón armado, paneles exteriores de hormigón prefabricado, madera y cristal destacan en la edificación que le otorga un nuevo perfil al municipio, la imagen de un concepto transparente.

CONSTANZA MARTÍNEZ R.  
PERIODISTA REVISTA BIT

## FICHA TÉCNICA

**ARQUITECTOS:** Mario Carreño Zunino,  
Piera Sartori del Campo

**UBICACIÓN:** Salamanca, Región de Coquimbo, Chile

**MANDANTE:** Municipalidad de Salamanca

**COLABORADORA:** Pamela Jarpa Rosa

**SUPERFICIE TERRENO:** 1280 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE CONSTRUIDA:** 4400 m<sup>2</sup>

**AÑO CONSTRUCCIÓN:** 2008-2010

**MATERIALES:** Estructura principal H.A., Paneles H.A.  
prefabricado, Vidrio Par, Raulí, Coigüe

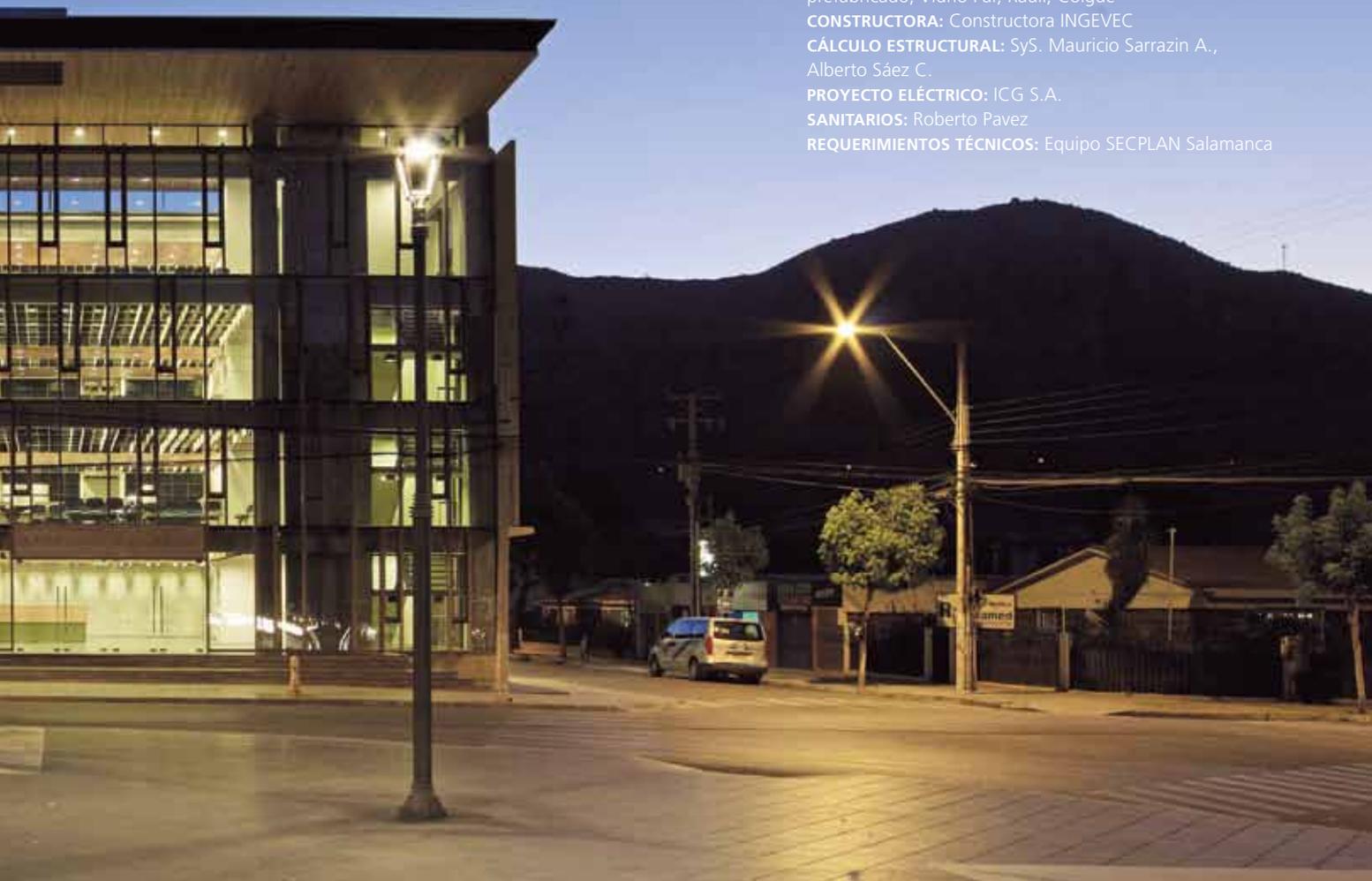
**CONSTRUCTORA:** Constructora INGEVEC

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** SyS. Mauricio Sarrazín A.,  
Alberto Sáez C.

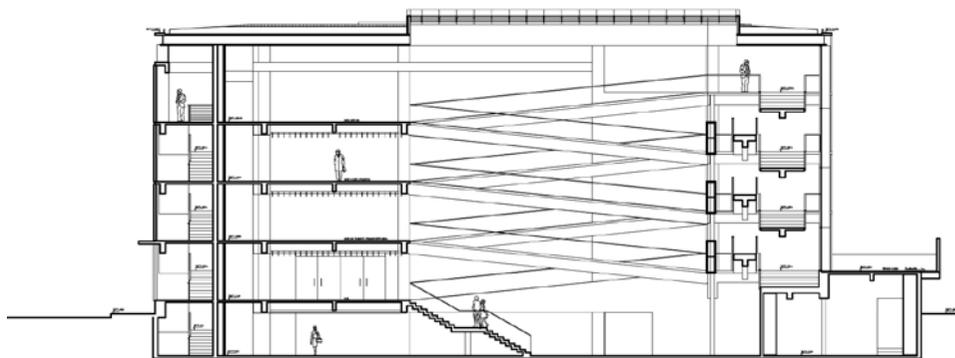
**PROYECTO ELÉCTRICO:** ICG S.A.

**SANITARIOS:** Roberto Pavez

**REQUERIMIENTOS TÉCNICOS:** Equipo SECPLAN Salamanca

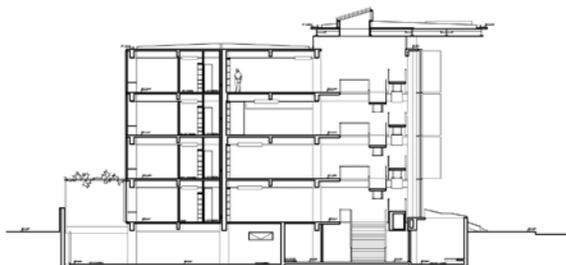


**S**ALAMANCA se ubica en la IV región de Coquimbo, emplazada en la zona de valles transversales, al inicio de la cuenca del Río Choapa. De sus 24.494 habitantes, según el último censo (2002), casi la mitad pertenece al sector rural, dato importante para entender el diseño propuesto por Carreño Sartori arquitectos. "Este proyecto fue pensado para conseguir un espacio de trabajo de calidad en un edificio que cuidara su carácter público, desde un diseño integral. Los recorridos y recibos del edificio se abren al espacio público con una fachada vidriada. En una comunidad donde todos se conocen, el interior del Edificio Consistorial se expone a la Plaza de Armas. Se ha pensado como un conjunto urbano en el que la gente se mira mutuamente", señala Mario Carreño, respecto al sentido del muro transparente.



El edificio consistorial de Salamanca se compone de dos estructuras unidas por tres accesos de circulación. La principal de estas es la rampa que recorre la edificación desde el subterráneo.

GENTILEZA CARREÑO, SARTORI ARQUITECTOS



Montaje de piezas prefabricadas de hormigón.

## DISEÑO

Salamanca, en general, posee una arquitectura con casas de un piso, de fachada continua, cuya materialidad es principalmente adobe y albañilería. Al centro se sitúa la Plaza de Armas, una explanada remodelada previamente a la construcción del edificio consistorial, mientras a un costado se elevan algunos block de cuatro pisos de altura.

En este contexto, la nueva infraestructura surge a partir de un concurso de anteproyec-

tos, ganado por el matrimonio de arquitectos Mario Carreño y Piera Sartori, quienes escogieron el concepto de integración, entendiéndose como la municipalidad abierta a la población.

Se trata de una edificación de cinco pisos, más un subterráneo. Se compone de dos estructuras distanciadas por medios pisos. En los pisos inferiores de la planta mayor se desarrollan las actividades de más afluencia. Cada planta está rodeada de oficinas cerra-

das y al centro, más libre, los escritorios sólo se dividen por cubículos.

Mario Carreño explica que la edificación, con capacidad de entre 180 y 200 funcionarios, se distribuye en base a una alta demanda de atención pública, a través de un sistema de capas en que se accede "de lo muy público hasta lo más privado. Tiene un orden físico que se relaciona a un orden de uso, la estructura está relacionada al programa de trabajo".

El acceso a los diferentes niveles es desde tres sistemas de circulación: escaleras laterales, ascensores y rampa. Este último, es el de mayor relevancia para los arquitectos, caracterizando al edificio como un recorrido, pensado como "una manera de vivirlo", señala Piera Sartori.

## FUNDACIONES

Es importante señalar que el nuevo edificio consistorial, se emplazó en el mismo terreno donde se encontraba la municipalidad antigua. Es por ello, que la obra se inició a partir de la demolición de la infraestructura original, labor realizada por la constructora Ingevec. "Dentro de las especificaciones técnicas, se encuentra en primer lugar las obras previas, como fue la demolición de las antiguas

## RENOVACIÓN DE LA PLAZA DE ARMAS

PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN del edificio consistorial de Salamanca, se le dio un nuevo aire a la Plaza de Armas de la comuna. En el equipo a cargo del arquitecto Darío López Ortiz, también participaron Mario Carreño y Piera Sartori como asesores. Lograron así crear una vinculación entre ambas obras, a través de los materiales y estilo utilizado: los asientos de madera, barras de asientos de muro hormigón, el juego de colores negros con grises, entre otros. Pero principalmente tuvo que ver con el mantenimiento de la plaza y los jacarandás, árboles propios de la zona. "Se conservó la planta y los recorridos clásicos de las plazas republicanas, que son de esquinas y diagonales que se cruzan. Se cambiaron algunos materiales y se les dio mayor ancho a las veredas", explica Carreño.

instalaciones del municipio y del Registro Civil, de manera de permitir el inicio de la construcción de las nuevas dependencias. Luego, dentro de la obra gruesa se realizó la excavación requerida para el subterráneo, la entibación del terreno mediante construcción de muros a tramo, y la ejecución de la estructura, a través de hormigón armado estructurado a base de marcos", señala Aldo Balocchi, gerente comercial de Ingevec.

El suelo de características regulares, se definió como tipo 2 de la antigua norma, aunque Mauricio Sarrazín, ingeniero de S y S y responsable del cálculo del proyecto, aclara que probablemente, de acuerdo a la nueva norma, sería tipo 3. En base a este suelo se utilizó fundaciones de zapatas aisladas, conectadas por vigas.



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

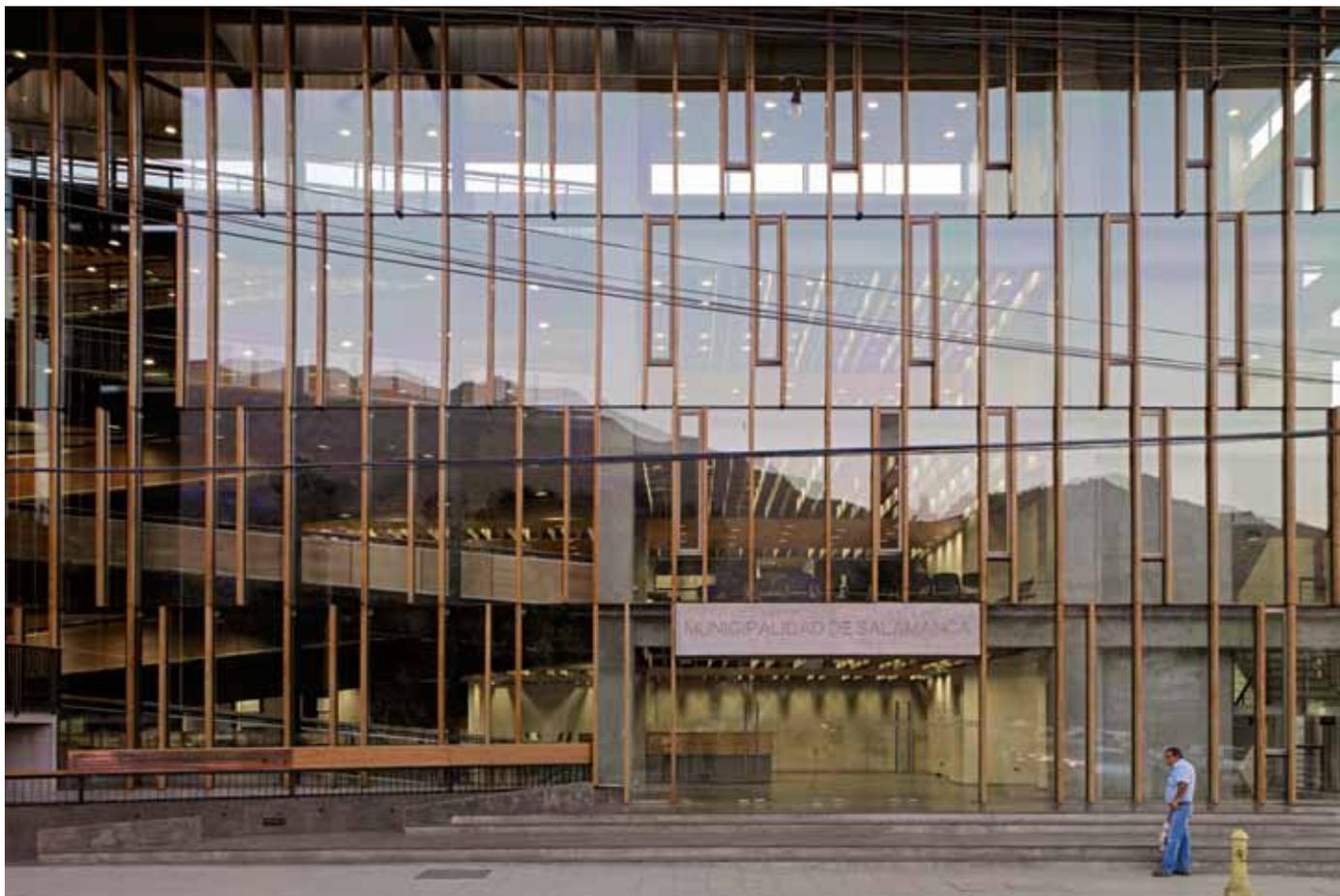
Las necesidades reales de la industria de la construcción requieren profesionales capaces de liderar en la aplicación de metodologías modernas de gestión y estrategias de proyectos.

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.



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

Postulaciones Abiertas 1º Semestre 2012  
[www.macuc.cl](http://www.macuc.cl)



El concepto de mirarse mutuamente está marcado por dos elementos fundamentales en el edificio: Fachada vidriada con vista a la Plaza de Armas; y una rampa que recorre cada planta hasta una terraza multiuso con vista al valle.



### HORMIGÓN PREFABRICADO

La experiencia obtenida años atrás, en la construcción de la bodega de una industria en Lampa, reactivó en los arquitectos Carreño Sartori la idea de trabajar con paneles de hormigón prefabricado. Eso sí, esta vez añadieron un detalle en el diseño: algunas de las ventanas iban incorporadas en las placas, mientras que otras, tal como en el primer proyecto, se construyeron a partir del juego de espacios.

Se trata de una estructura de pilares y vigas, más algunos muros de hormigón armado. Sobre ella se montan las placas de hormigón, mientras que las ventanas hacen de ajuste. Este último proceso se logró en dos semanas aproximadamente.

En palabras de Mario Carreño, "las placas también fueron pensadas como reflejo del interior. Así como la gran fachada vidriada abre los halls y recorridos públicos a la plaza. Las placas que poseen ventanas, van seguidas de ventanales piso-cielo, asociadas a oficinas y salas de reuniones, respectivamente. No es simplemente un muro cortina liso, sino el reflejo de un carácter distinto de los espacios".



Hubo una importante coordinación entre la fábrica de las placas y la constructora, ya que éstas debieron ser trasladadas desde Santiago hasta Salamanca, en camiones y montadas con grúas pluma.

Para regular el efecto del sol, las placas de hormigón están más concentradas en el sector poniente, que al oriente y sur. Al sector nororiente, donde llegan más fuertes los rayos UV, se diseñó un alero de seis metros de ancho, regulando la radiación sobre el muro cortina.

Además de las placas de hormigón, el edificio cuenta con una estructura de marcos de hormigón armado y algunos muros.

En cuanto a las terminaciones, se emplearon pisos de piedra pizarra, cielos de madera, ventanales termopanel con filtro UV, tabiquería de volcánita y aluminio vidriado, puertas de aluminio vidriado y de madera, y muebles de melamina enchapada.

## ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL

Debido a una serie de protocolos que debía cumplir el edificio, se decidió descartar en una primera etapa el aire acondicionado. Sin embargo, a través del mismo diseño se ofrece una solución simple. En el centro de la infraestructura hay una "linterna de luz natural", que cumple la doble función de iluminar y ventilar el edificio. El subterráneo aloja un patio vecino

al auditorio que se abre y deja entrar el aire frío, que sube por convección, saliendo a nivel de la cubierta. El vacío para luz natural y el aire traza la apertura para la circulación peatonal, a través de rampas, lo cual culmina en una terraza multiuso y pública, con vista al valle. "Esta especie de chimenea de ventilación, lo único que requiere es un cierto manejo técnico. Es decir, cuando no se abren todas las ventanas, el edificio se calienta, por lo cual tiene que haber una persona encargada del operativo manual", destaca Carreño.

## DESAFÍOS CONSTRUCTIVOS

**Espacio:** Tanto para el mandante, como para los arquitectos y la constructora el tema de trabajar en un edificio público, implicó una responsabilidad mayor, para lograr una obra de alto nivel. A pesar de tratarse sólo de oficinas debía participar del espacio público, contenerlo y pasar a ser parte de éste.

**Vida útil:** Todo un desafío: vida útil prolongada y bajo mantenimiento. Motivo por el cual se escogió el hormigón, ya que "tiene esa nobleza de ser casi piedra. No tiene mantención alta tampoco, por lo que logra el objetivo de perdurar", señala Piera Sartori.

**Diseño Estructural:** "Hubo problemas para combinar muros con marcos y evitar las excentricidades. Además, de solucionar los problemas de encuentro de las juntas en relación a las rampas", señala Mauricio



## CON SEGURIDAD EN TODOS TUS PROYECTOS

- Moldaje liviano para muros METRIFORM
- Moldaje semi pesado para muros RASTO
  - Moldaje pesado para muros MANTO
    - Moldaje para losa VMS
    - Andamiaje tradicional STD
  - Andamiaje de fachada EURO-70
  - Andamiaje motorizado GP-40
- Andamio Multidireccional ROTAX
  - Puntales STD y REF



### SUCURSALES

Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Santiago, Talcahuano, Puerto Montt

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

(56-2) 345 5300  
encofrados@soinsa.cl

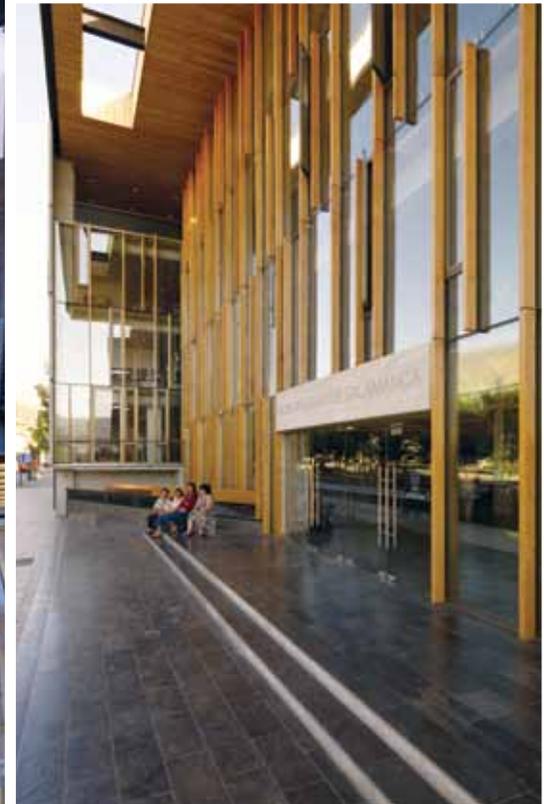


El edificio se resuelve a través de capas a partir de la rampa de circulación. Las instalaciones van desde lo más público a lo más privado.



Sarrazín. La solución fue realizar una especie de viga cajón, hueca y poner énfasis en los anclajes, los cuales debían tener un apoyo deslizante para evitar el esfuerzo con posibles sismos.

**Mano de obra especializada:** Una problemática que se repite en regiones, siendo también el caso de Salamanca, la falta de mano de obra especializada, así como profes-



sionales y técnicos capacitados, lo que afecta directamente la logística de la obra. Según Balocchi, “para aquellos trabajadores que venían de fuera de la ciudad, se arrendaron viviendas para alojarlos durante su estadía. El sistema de turnos fue cada 15 días”.

### SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

A pesar de que los terremotos ocurridos en los últimos diez años, no han afectado mayormente a la comuna de Salamanca, Mauricio Sarrazín asegura que el edificio respondería en forma correcta y que bajo la nueva norma no habría cambiado.

Para entender mejor, el montaje de las placas de fachada se solucionó de tal forma que, ante un eventual sismo, el sistema de soporte permitiera la deformación entre pisos sin causar daños. Sarrazín propuso una unión metálica fija en la parte inferior y una unión flexible y deslizante en la superior. Mientras que las ventanas tienen marcos de madera y cuentan con un grado de holgura cubierto por sello epóxico. “El edificio está estructurado en base a marcos y muros. Por lo cual durante un terremoto hay desplaza-



La placa de hormigón prefabricado en precio, compite con la albañilería confinada. Por ello, se consideró apropiado como elemento constructivo para el Edificio Consistorial, así como lo fue años atrás para la bodega de Lampa.

mientos relativos entre pisos y como los paneles de hormigón son rígidos, hay que diseñarlos para que permitan el desplazamiento en la dirección del marco", específica Sarrazín.

Una obra de gran envergadura que soluciona las adversidades climáticas y geográficas de la zona con un edificio amigable con el medioambiente, pero sobre todo con sus habitantes. Un edificio que muestra su interior y acoge a los visitantes, sin obstáculos. Un gobierno transparente. ■

[www.carrenosartori.cl](http://www.carrenosartori.cl), [www.ingevect.cl](http://www.ingevect.cl),  
[www.sysingen.cl](http://www.sysingen.cl)

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

"Edificio de la Municipalidad de Las Condes. Diagonales de Innovación". Revista BIT N° 39, Noviembre 2004, pág. 60.

#### ■ EN SÍNTESIS

El año 2007 la Municipalidad de Salamanca abre un concurso público para renovar la infraestructura consistorial. Perra Sartori y Mario Carreño, acogen el llamado presentando una propuesta que llama a "mirarse mutuamente", a través de un edificio cuya fachada se abre a la plaza de armas, donde predomina el cristal y placas de hormigón prefabricadas, los cuales tal como un rompecabezas, forman los diferentes espacios y oficinas. Una extensa rampa recorre desde el subterráneo hasta el quinto piso, para terminar en la terraza de uso público y con vista al valle. El nuevo municipio se pone al servicio de la comunidad con transparencia, pero una estructura firme, de hormigón armado y acero, fundado a través de zapatas tradicionales.

## ILUMINACIÓN

# LED

**YA ESTÁ AQUÍ  
LA TECNOLOGÍA DEL FUTURO**

LIDERES EN SOLUCIONES  
ENERGÉTICAS

• Iluminación LED  
• Fotovoltaica •  
Eólica • TermoSolar

**ILUMINE MÁS  
Y PAGUE MENOS**

IMPORTADORES DIRECTOS  
DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS  
**VISITE SALA DE VENTAS**



**LEDpower.cl**

Simón Bolívar # 2381  
Ñuñoa (Santiago – Chile)  
Teléfono: (+56 2) 923 86 50  
E-mail: [contacto@ledpower.cl](mailto:contacto@ledpower.cl)

**www.ledpower.cl**

## SIMMA PARTICIPA EN ACTIVIDAD PARA PREVENIR LA SILICOSIS

“Jornada de sensibilización en materias de prevención y medidas de control de la silicosis en la limpieza abrasiva con chorro de arena” fue el nombre de la capacitación que realizó la Seremi de Salud en la ciudad de Antofagasta y que contó con la participación de la empresa SIMMA S.A. La actividad estuvo dirigida a personas que trabajan con áridos, estabilizado y hormigonado en la región. En general, con aquellos que realizan limpieza abrasiva con chorro de arena, expertos en prevención de riesgos y compañías que adquieren servicios de arenado. Claudio González, Jefe Línea CLEMCO de SIMMA (foto), expuso en la capacitación y subrayó la importancia de los elementos de protección respiratoria con certificación y las alternativas en materia de limpieza abrasiva. Además señaló que la marca norteamericana está “permanentemente desarrollando investigaciones para elaborar nuevos implementos que permitan una mayor protección”. De los productos, destacó el casco Apollo 600, el cual impide el ingreso de polvo y resguarda al operario ante cualquier golpe; y el filtro CPF-20, que suministra aire respirable al casco sin filtración de gases.



## CORPORACIÓN CULTURAL CChC COMPROMETE DONACIÓN A NIÑOS DE JARDINES DE COPRIN



En el marco de su responsabilidad social empresarial, la Corporación Cultural de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) suscribió un convenio con la Corporación Primera Infancia, Coprin. Mediante este acuerdo, la entidad cultural se comprometió a destinar, en la medida que sus excedentes así lo permitan, una cantidad de sus recursos anuales para contribuir a la educación de niños de los jardines infantiles que administra Coprin. El acuerdo fue firmado por los presidentes de la Corporación Cultural CChC y Coprin, Alfredo Silva Fernández y Ricardo Binder Köster respectivamente, además de sus gerentes generales, Jorge Figueroa Roa y Ángela Paz Candia Belmar. Mediante este convenio, la Corporación Cultural donará una cantidad anual de recursos para ayudar a financiar los costos de la educación de niños que se encuentran en situación de vulnerabilidad y que requieren educación íntegra y de calidad en los primeros años de vida.



### PLAN DE RECONSTRUCCIÓN PATRIMONIAL

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 79 pp.  
En el marco del Plan “Chile Unido Reconstruye Mejor”, el MINVU desarrolló un Plan de Reconstrucción Patrimonial, para reparar y re-construir las viviendas en zonas patrimoniales de las comunas gravemente afectadas, manteniendo características y valores tradicionales que otorgan la identidad e imagen urbana/rural en cada caso.

## EVENTOS NACIONALES

### NOVIEMBRE

#### ORP 2011

**08 AL 10 DE NOVIEMBRE**

Congreso Internacional de la Prevención de Riesgos.

**LUGAR:** Santiago.

**CONTACTO:**

[www.orpconference.org](http://www.orpconference.org)

### VII ENCUENTRO INTERNACIONAL CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE 10 DE NOVIEMBRE

“Certificaciones y Energías Verdes: Desafíos Futuros”.

Valor \$45.000 Socios CChC.

\$60.000 Público en general

**LUGAR:** Auditorio CChC

**CONTACTO:** [eventos@cdt.cl](mailto:eventos@cdt.cl) –

[www.construccion-sustentable.cl](http://www.construccion-sustentable.cl)



### SEMANA CHILEDISEÑO 2011

**12 AL 20 DE NOVIEMBRE**

Además de ser un punto de encuentro para observar tendencias y un lugar para posicionar el diseño chileno.

**LUGAR:** Centro Cultural Gabriela Mistral, Santiago.

**CONTACTO:** [www.qvid.cl](http://www.qvid.cl)

### CONFERENCIA EN GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL 15 AL 19 DE NOVIEMBRE

Octava edición del evento internacional organizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile y Transportation Research Board.

**LUGAR:** Centro de extensión PUC y Hotel Crown Plaza, Santiago.

**CONTACTO:** [www.icmpa.2011.cl](http://www.icmpa.2011.cl)

## VOLCÁN CAPACITA A PROFESIONALES EN EL NORTE

Una amplia gama de soluciones para la arquitectura y la construcción fue presentada por Cía. Industrial El Volcán, en las ciudades de Calama y Antofagasta, a través de charlas técnicas realizadas por el Departamento Técnico y de Desarrollo de la empresa, dirigidas a arquitectos, empresas constructoras e inmobiliarias. En ellas se abordaron conceptos de habitabilidad y confort, y se revisaron las líneas de productos orientadas a la aislación acústica y térmica. Entre los nuevos productos presentados, destacó Volcapol®, una solución constructiva compuesta de una plancha de yeso-cartón y una plancha de poliestireno expandido, que mejora la resistencia térmica de la envolvente de un edificio, permitiendo considerables terminaciones de muros en obra gruesa, sin necesidad de realizar revoques o estucos de mortero cemento y arena. Enrique Hepner, Jefe del Departamento Técnico y de Desarrollo de Volcán, señaló que “con esto, Volcán marca una diferencia, contando con asistencia técnica y asistencia en especificaciones a nivel de arquitectura. Expertos y técnicos están al servicio de los profesionales del sector para orientarlos en sus necesidades”.



## WEB DESTACADAS

[www.nace.org](http://www.nace.org)

Sitio de la National Association of Corrosion Engineers (NACE) o “Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión”, una agrupación de profesionales estadounidenses que lleva más de 60 años en la investigación y prevención de la corrosión. Revise un completo reportaje en la pág. 20.



BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 119



## SERVICIO ARRIENDO DE HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS



### SERVICIO DE ARRIENDO

HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS  
BAÑOS QUÍMICOS  
MAQUINARIA MOVIMIENTO DE TIERRA  
ANDAMIOS Y ENCOFRADOS  
EQUIPO PARA TRABAJOS EN ALTURA

Confíe en **Nosotros!**

**PARA CONCRETAR SUS PROYECTOS**  
TENEMOS LAS HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS QUE USTED NECESITA



### Servicio Arriendo

60 Centros de Arriendo de Herramientas y Maquinarias a lo largo del país. El mayor surtido de herramientas y maquinarias para obra gruesa, construcción, maquinaria pesada, carpintería, jardinería, hogar, aseo industrial, forestal, agrícola, terminaciones, electricidad, iluminación, transportes, baños químicos y casetas, soldadoras industriales, contenedores, bodegas y módulos habitables. Las mejores marcas en Herramientas y Maquinarias para uso profesional intensivo.

Variadas modalidades de precios según período de arriendo. Consulte en todas nuestras tiendas a lo largo del país.

Encuentre más alternativas de herramientas en nuestro Catálogo de Arriendo de Herramientas, disponible en todos nuestros Centros de Arriendo y en [www.sodimac.com](http://www.sodimac.com)



Ventas y Servicios  
**600 600 4020**  
[www.sodimac.com](http://www.sodimac.com)

Confíe en **Nosotros!**

**SODIMAC**  
CONSTRUCTOR

## SIKA EXPUSO EXPERIENCIA EN OBRA LA CONFLUENCIA



Con el fin de compartir experiencias con importantes compañías del rubro de la construcción y la minería, Sika participó en la tercera versión del seminario Marketing Industrial, una actividad efectuada en el Hotel Ritz-Carlton, donde la multinacional representada por Juan Francisco Jiménez, gerente general y Rodrigo Vernal, jefe de negocios obras civiles, expuso sobre el proyecto que desarrollaron en la Central Hidroeléctrica La Confluencia con su producto Viscocrete. Se trata de una línea de pro-

ductos correspondientes a aditivos para hormigón de alta reducción de agua, los que pasaron de ser soluciones en polvo a líquido, incluyendo con ello mayor seguridad y cuidado del medio ambiente. "Quisimos ser partícipes de este evento principalmente porque nos interesa compartir experiencias con empresas que están haciendo cosas similares a las nuestras y, así abrir nuevas puertas de comunicación", señaló Juan Francisco Jiménez, gerente general de Sika Chile. Cabe destacar, que de esta presentación también participaron ejecutivos de cementos Melón y de la Constructora HOCHTIEF Solutions AG, quienes estuvieron con la multinacional suiza en el desarrollo de este proyecto.

## ANWO INAUGURÓ CASA MATRIZ EN COLINA

Con más de 200 invitados, entre autoridades, arquitectos, decoradores y empresarios de la construcción, ANWO inauguró en Colina su nueva Casa Matriz. Se trata de una moderna infraestructura que alberga una bodega de 10.000 m<sup>2</sup>, un showroom de 500 m<sup>2</sup>, laboratorios equipados en funcionamiento para la capacitación y realización de seminarios y espacios de atención al cliente. Una importante inversión de US\$10 millones que representa "la consolidación de nuestro compromiso con la tecnología, la calidad, el medioambiente y el crecimiento saludable de nuestro país", según Víctor Herrmann, Presidente de la compañía.



### MADERA LAMINADA: ARQUITECTURA, INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN

Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (CTT);  
CORMA. 232 pp.

Evolución y desarrollo tecnológico de la madera laminada. Aplicaciones prácticas relacionadas con la construcción sostenible, diseño estructural, montaje y diversos proyectos de ingeniería.

MADERA LAMINADA

## EVENTOS NACIONALES

### NOVIEMBRE

#### IV ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN

17 DE NOVIEMBRE

"Construyendo futuro,  
construyendo innovación"

Entrada liberada previa inscripción

LUGAR: Club Manquehue

CONTACTO: eventos@cdt.cl

innovacion@cdt.cl



### FEREXPO ENERGÍAS

18 AL 20 DE NOVIEMBRE

Feria que presentará una variada gama de productos de eficiencia energética y construcción sustentable.

LUGAR: Centro de Eventos Múnich, Malloco.

CONTACTO: www.cdt.cl

### CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOTERMIA

28 Y 29 DE NOVIEMBRE

Congreso que pretende difundir y discutir las principales temáticas sobre el conocimiento y desarrollo de la geotermia.

LUGAR: Espacios Riesco, Santiago.

CONTACTO:

www.achegeo.cl/congreso

### DICIEMBRE

#### EXPO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2011

1 AL 3 DE DICIEMBRE

Espacio de encuentro y discusión en torno a la eficiencia energética y al desarrollo sustentable.

LUGAR: Estación Mapocho

CONTACTO:

www.expoeficienciaenergetica.cl

## RECUBRIMIENTO INTUMESCENTE

La intumescencia es el efecto de crecimiento en volumen de una sustancia bajo el efecto del calor, por lo que cuando esta pintura queda al contacto directo con el fuego, por el compuesto químico que contiene, aumenta su volumen, creando una espuma de carbón con aislación que retarda el colapso de las estructuras metálicas, aumentando el tiempo disponible para abandonar un edificio en caso de incendio. Esta pintura es base agua por lo que no libera solventes, además, no requiere dilución y es de fácil aplicación, asegure su proveedor.



Más información: CERRIFLAME WHP-90, [www.pinturascerrillos.cl](http://www.pinturascerrillos.cl)

## SCHRÉDER CHILE PARTICIPÓ EN CIES 2011

Con el fin de aportar a la búsqueda de soluciones orientadas a mejorar los espacios educacionales, Schröder Chile, auspició el Congreso de Infraestructura para la Educación Superior, CIES 2011, realizado en la Casa Central de la Universidad Técnica Federico Santa María, en Valparaíso. Ademar Acevedo, ingeniero de aplicaciones de campo de Schröder Chile, señaló que "para nuestra compañía fue muy importante haber tomado parte en este encuentro en calidad de auspiciador, ya que consideramos que lograr avances en la infraestructura educacional es fundamental para apoyar a los futuros profesionales y potenciar con ello el desarrollo del país". El ejecutivo agregó que en el marco de esta actividad, la empresa expuso parte de la completa oferta de productos que posee para el mercado de la iluminación, destacando los Proyector de Área de la gama Neos, destinados a ornamentar fachadas de edificios o superficies bajo un concepto de iluminación espacial.



### MADRIDRÍO: UN PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN URBANA

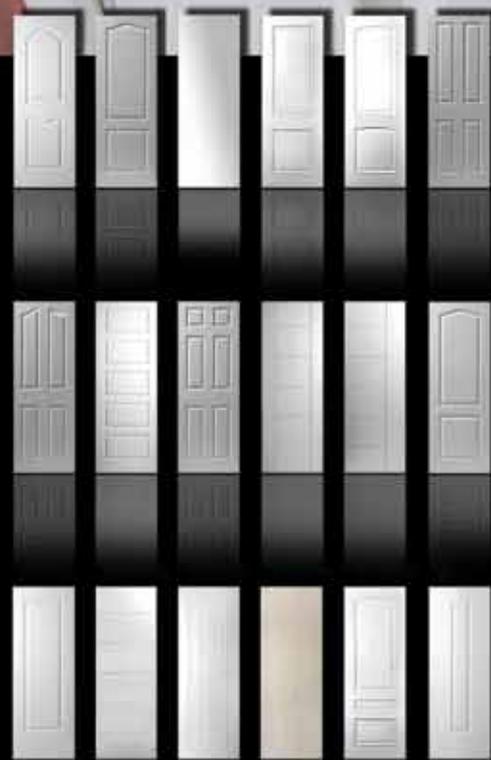
Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda. Ayuntamiento de Madrid. Editorial Turner. 256 pp.

Esta publicación acerca al gran proceso de transformación urbana que ha supuesto MadridRío. A través de una amplia selección de textos de ingenieros, urbanistas, arquitectos o historiadores se recoge la dimensión poliédrica de esta aventura urbana.

 *Masonite*  
the beautiful door™



Descubre la belleza  
en los detalles



Atención Clientes 800 202 450



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

## ABASTIBLE RECIBE DOS PREMIOS PROCALIDAD 2011

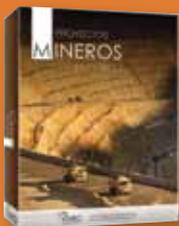
Abastible obtuvo los primeros lugares en las categorías "Empresas Transaccionales" y "Gas Cilindro" del Premio ProCalidad, entregado anualmente por la organización ProCalidad y revista Capital como reconocimiento a las empresas mejor evaluadas por sus clientes y consumidores. Estos importantes galardones confirman el éxito de la estrategia de negocios de Abastible, que ubica al cliente al centro de su organización y que se ha traducido en la permanente introducción de mejores prácticas y herramientas de gestión, como el CEM (Customer Experience Management) que permite una completa y continua medición de la



experiencia de los clientes para estar conectados con lo que para ellos es prioritario. Ángel Carabias, gerente comercial de Abastible, destaca además como factores clave en la calidad de servicio el tener un equipo humano sólidamente formado y motivado, una red de distribuidores de excelencia, y la promoción de la innovación como uno de los motores del desarrollo corporativo, todas variables que contribuyen a enriquecer y reforzar los vínculos de Abastible con sus clientes.

## BASH CELEBRA 125 AÑOS DE TRAYECTORIA EN EL MERCADO

Tras 125 años en el mercado, Bash celebra su aniversario como importante actor en soluciones de seguridad y de interiorismo para empresas. Instituciones del mundo financiero, educación y de la salud, entidades de gobierno, empresas mineras y toda la industria en general, han confiado en el prestigio y el servicio de Bash. Con más de un siglo de presencia en el mercado, Bash moderniza su imagen al lanzar el nuevo logo corporativo acorde con la nueva visión de negocios y en el que predomina una línea actual y expresiva de la marca.



### PROYECTOS MINEROS 2011-2012

IGNEO. Editorial IGNEO Consultores Ltda. 512 pp.  
Publicación que contiene la información de los principales proyectos de inversión en minería que se desarrollarán en los próximos años en Chile, Perú y Argentina.

## EVENTOS INTERNACIONALES

### NOVIEMBRE



#### II BIENAL DE ARQUITECTURA DE PAISAJE MEXICANA 2011

**TODO NOVIEMBRE**

Las mejores obras de Arquitectura de Paisaje construidas en México.

**LUGAR:** Ciudad de México, México.

**CONTACTO:** [www.sapm.com.mx](http://www.sapm.com.mx)



#### BATIMAT 2011

**07 AL 12 DE NOVIEMBRE**

Salón Internacional de la Construcción

**LUGAR:** París, Francia

**CONTACTO:** [www.batimat.com](http://www.batimat.com)



#### BIEL LIGHT+BUILDING

**08 AL 12 DE NOVIEMBRE**

Bienal Internacional de la Industria Eléctrica, Electrónica y Luminotécnica.

**LUGAR:** Buenos Aires, Argentina

**CONTACTO:** [www.biel.com.ar](http://www.biel.com.ar)



#### RIO INFRAESTRUTURA

**16 AL 18 DE NOVIEMBRE**

Feria de Productos y Servicios para Obras de Infraestructura.

**LUGAR:** Río de Janeiro, Brasil

**CONTACTO:** [www.rioinfra.com.br](http://www.rioinfra.com.br)

## PLANOK REALIZÓ CHARLA "PANEL DE CONTROL DE LA GESTIÓN INMOBILIARIA"

Cerca de 100 personas participaron de la charla "Panel de control, gestión comercial inmobiliaria" que realizó PLANOK en la Cámara Chilena de la Construcción (CChC). Una importante convocatoria que demuestra el interés existente en el mercado por profundizar la discusión de sistemas, más allá de la venta y la operación diaria. En la ocasión se destacó la importancia de poder manejar precios y descuentos, productos disponibles, contacto en línea con bancos, etc. Los elementos que se pueden variar en un proyecto, al estar en la web, se pueden intervenir hasta último momento, reaccionando, incluso el mismo fin de semana, ante una acción sorpresiva de la competencia. Se habló sobre la importancia de la gestión y el control en la etapa de escrituración y recuperación de dineros, y sobre cómo el sistema se ha ido perfeccionando en esta línea. Importante fue la contribución del público, sobre los requerimientos para que un sistema sea considerado realmente una herramienta táctica y estratégica, de cómo PLANOK ha logrado posicionarse en este ámbito y los desarrollos que deben considerarse hacia el futuro.



BIT 81 NOVIEMBRE 2011 ■ 123

### Sistema Roof Garden



- ✓ Medio ideal para mantener jardines sanos y fuertes
- ✓ Protección efectiva para cubiertas
- ✓ Con variadas opciones de impermeabilización, según requisitos del proyecto

Con todo el respaldo **ASFALCHILE**

- ✓ Suministro e instalación garantizada
- ✓ Completa asesoría: técnica, en terreno y en diseño"

www.puls.cl

Avda. Pedro de Valdivia 2319, Providencia, Santiago - Chile  
Tel.: (56-2) 799 8700 - Fax: (56-2) 371 5101

Para mayor información: [asistenciatecnica@asfalchilemobil.cl](mailto:asistenciatecnica@asfalchilemobil.cl)

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

**ASFALCHILE** **TEP**  
IMPERMEABILIZANTES Y REVESTIMIENTOS

Representante  
exclusivo y certificado de:



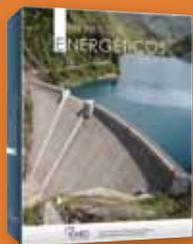
## MASISA ES RECONOCIDA POR SU MODELO DE SOSTENIBILIDAD

Masisa fue reconocida como uno de los 16 "Nuevos Campeones de la Sustentabilidad" de mercados emergentes del mundo, por sus prácticas de desarrollo sostenible, a través de la innovación en los mercados en los que opera. Esta distinción fue publicada en el estudio "Redefiniendo el Futuro del Crecimiento: Los nuevos Campeones de la Sustentabilidad", presentado en el Foro Económico Mundial, que reunió a 1.500 líderes mundiales. Para la preparación del estudio, se analizaron más de 1.000 empresas en el mundo, identificando a las 16 compañías que comparten prácticas similares y formas de concebir sus negocios desde el punto de vista de la responsabilidad en el manejo de los recursos del planeta. Cabe destacar que, de las empresas seleccionadas, sólo hay cinco compañías latinoamericanas y Masisa fue la única empresa chilena. "Esta distinción nos llena de orgullo, ya que significa un importante reconocimiento a nivel mundial de nuestro trabajo basado en una estrategia de triple resultado: financiero, social y ambiental, además de la convicción de un manejo cuidadoso y responsable de los recursos naturales, buscando la inclusividad social e innovación en la forma de hacer negocios", destacó Roberto Salas, gerente general de Masisa.

## ALDEAS INFANTILES SOS INICIÓ CAMPAÑA DE SOCIOS

Aldeas Infantiles SOS inició su campaña "Un socio que entra, un niño que sale del abandono". Con la consigna "¿Y tú cómo cambiarías esta historia?" se promueve esta campaña para evitar que miles de niños continúen viviendo en situación de abandono.

Para esta nueva cruzada, captadores de la organización estarán en diversos puntos de Santiago, Antofagasta y Concepción para que todos tengan la oportunidad de comprometerse con la infancia más vulnerable de la sociedad chilena. También existe la posibilidad de hacerse "Amigo SOS" ingresando a la página web [www.aldeasinfantilessos.cl](http://www.aldeasinfantilessos.cl)



### PROYECTOS ENERGÉTICOS 2011

IGNEO. Editorial IGNEO Consultores Ltda. 552 pp. Proyectos Energéticos le entregará información detallada de los proyectos que se están desarrollando o se van a desarrollar en los próximos años. Es una valiosa herramienta que le entrega un apoyo fundamental a la toma de decisiones.

## WEB DESTACADAS

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

Web de la Corporación Instituto Chileno del Acero (ICHA). Una institución sin fines de lucro, que actúa como Centro de Transferencia Tecnológica, promoviendo y desarrollando el uso y aplicación del acero.

[www.london2012.com](http://www.london2012.com)

Página oficial de los Juegos Olímpicos de Londres 2012. Todas las noticias sobre este magno evento y todas las estructuras que se levantan para el desarrollo de los juegos. En este número, revise la construcción del Velódromo de Londres en la pág. 82.



[www.pro-obra.cl](http://www.pro-obra.cl)

Sitio del 7° Encuentro de Profesionales de Obra ProObra 2011 "Construyendo Productividad". Información completa de la realización del foro y descarga directa de cada una de las presentaciones. Principales conclusiones en la pág. 58.

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

El Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (CTT) fue creado por la Corporación Chilena de la Madera, CORMA, para fomentar el uso de la madera de pino radiata como material constructivo en el país. Revise las tendencias en madera laminada en la pág. 64.

## EXITOSO PRO OBRA 2011: CONSTRUYENDO PRODUCTIVIDAD



La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), desarrolló con éxito el 7° Encuentro de Profesionales de Obra "Pro Obra 2011: Construyendo Productividad", que esta vez contó con más de 250 asistentes y abordó el presente y futuro de la productividad en el proyecto y en la ejecución de obras. El evento, constó de cuatro paneles que abordaron la visión del mandante; la coordinación integral de proyectos; la alianza pública-privada enfocada en la productividad y la productividad comprobada a través de casos concretos. En el discurso inaugural,

Claudio Nitsche, Presidente de la CDT (foto), aprovechó la oportunidad para dar a conocer que "junto con este seminario, la corporación está desarrollando importantes iniciativas que impulsan el aumento de la productividad del sector construcción. Una muestra de ello es el nuevo informe de productividad que con información concreta nos dice cuán productivos somos y todo el camino que nos queda por recorrer en esta materia". El encuentro contempló además una serie de preguntas que permitieron conocer las opiniones de los asistentes y así plantearse nuevos desafíos. Así, por ejemplo, el 54% de los asistentes consideró que el "principal impulsor de la productividad sectorial debería ser el mandante". Más información y descarga de presentaciones en [www.pro-obra.cl](http://www.pro-obra.cl)

## MARATÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN DUOC UC SEDE ALAMEDA



Entre el 11 y el 14 de octubre se realizó la séptima versión de la "Maratón de la Construcción" en la sede Alameda de Duoc UC. El evento reunió exposiciones con empresas del rubro, además de una feria laboral y de productos. Cerca de diez compañías estuvieron presentes en el encuentro haciendo demostraciones de sus materiales y productos tanto para alumnos, como a docentes e invitados. En paralelo, se reali-

zaron las "Olimpiadas de la Construcción", donde los alumnos enfrentaron una serie de pruebas contra reloj; sólo los seis mejores pasaron al circuito final, donde tuvieron que construir estructuras de acuerdo a planos de fabricación e instalación. Álvaro Escobar, director de la carrera Ingeniería en Construcción señaló que "mediante estas actividades se fomenta la interacción entre la industria y los estudiantes, fortaleciendo dimensiones complementarias de la formación de los alumnos".



**Hormisur**

CASA MATRIZ  
PLANTA SAN GERMANO



## Tecnología en Prefabricados de Hormigón



**BODEGA FORTALEZA 31.900 m<sup>2</sup> EN RENCA**



**LOSAS MUELLE GNL QUINTERO**



**ESCALERAS EDIFICIO  
LAS TORCAZAS**





**RAPIDEZ  
SEGURIDAD  
EFECTIVIDAD**

## Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-60  
(Para bajas profundidades)
- 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](http://www.krings.cl)

**TRANSACO**  
SOLUCIONES INTEGRALES

# CIELOS ACÚSTICOS USG

## CIELOS RASOS ACÚSTICOS REGISTRABLES

**Versátiles:** Centros Comerciales, Clínicas, Colegios, Empresas, etc.

**Seguros:** Antisísmicos y Antipandeo con Sistema USG.

**Resistentes a la Humedad:** Garantizado.

**Excelente Estética:** Variedad de Texturas.

**Anti Microbios:** Tratamiento moho/hongos, según el producto.

[www.transaco.cl](http://www.transaco.cl)  
Valenzuela Castillo 1078 - Providencia - Tel. 797 7700

## Solución Segura para todas las obras



**Empresas Transex celebra sus 30 años de existencia y renueva su compromiso con la industria a través de productos y servicios de la más alta calidad**



- ✓ 10 modernas plantas de hormigones en las regiones Metropolitana, II, V, VI y VIII
- ✓ Planta de áridos propia asegurando abastecimiento y calidad
- ✓ Moderna Flota de camiones mixer con tecnología GPS
- ✓ Productos Certificados
- ✓ Flexibilidad y confiabilidad en las entregas
- ✓ Tecnología al servicio de nuestros clientes
- ✓ Procesos productivos sustentables con el medio ambiente



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

# Trabaja con inteligencia

**NUEVO**

## **FULL ACTION 2en1** Adhesivo + Fragüe

Desarrollado especialmente para fraguar y pegar en piscinas y lugares donde se requiera alta adherencia bajo el agua.

- Flexible
- Ahorra tiempo: pega y fragua en una sola operación
- Alta impermeabilidad
- Alta resistencia al agua, recomendable en piscinas
- Contiene fungicida, disminuye el riesgo de formación de hongos
- En piscinas, apta para llenado en 7 días
- Rápido endurecimiento (4 a 5 horas)

[www.parex.cl](http://www.parex.cl) / 800 421 122

 **PAREX GROUP**  
Building expertise, together

Producto elaborado por Parex Chile Ltda.  
Puerto Montt 3235, Renca, Santiago,  
Chile Fono (56-2) 328 99 00 / Fax (56-2) 328 99 19  
soluciones@parexchile.cl

**PAREX**  
CHILE

# MAS DE 100 INMOBILIARIAS Y CONSTRUCTORAS HAN CONFIADO SU GESTIÓN A PLANOK



## Sistemas de gestión on line



documentación  
técnica  
proyectos



gestión  
comercial



postventa  
inmobiliaria



compras  
y control de  
pagos

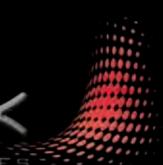


legal  
y títulos

Incorpórese usted también  
y aumente su eficiencia.

(56 - 2) 439 69 00  
[www.planok.com](http://www.planok.com)

**PLANOK**  
UN SERVICIO, GRANDES SOLUCIONES



Nuestro compromiso  
con el medio ambiente  
llega hasta el cielo



**CAP ACERO**, con sus productos Barras de Refuerzo para Hormigón y ZINCALUM®, contribuye a la certificación LEED® para Edificios Sustentables.



Levantamiento de Créditos LEED validados por IDIEM

