

# Bit

CORPORACION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO  
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**CENTRAL  
HIDROELECTRICA  
HORNITOS  
ENERGÍA DESDE  
LAS ALTURAS**

**AMPLIACIÓN  
CANAL DE PANAMÁ  
LA TIERRA SE ABRE**

**NUEVOS CONCEPTOS  
ENERGÉTICOS  
EN LA CONSTRUCCIÓN**

# ALTERNATIVAS EFICIENTES



Programa visitas de universidades y colegios a plantas del Grupo Polpaico



**Grupo Polpaico**  
Construyendo Confianza

## Pasión por nuestro Trabajo

Estamos comprometidos con nuestra comunidad a mantener relaciones basadas en el respeto mutuo y la confianza, enseñando nuestro mejor desempeño a las futuras generaciones.

**ZONA NORTE**

- IQUIQUE
- ANTOFAGASTA
- CALAMA
- OVALLE
- COQUIMBO

**ZONA CENTRO**

- SAN FELIPE
- LLAY-LLAY
- LOS ANDES
- VIÑA DEL MAR
- CONCON
- QUINTEROS

**MAITENCILLO**

- LLO-LLEO
- MELIPILLA
- TALAGANTE
- SANTIAGO
- COLINA
- BUIN
- RANCAGUA

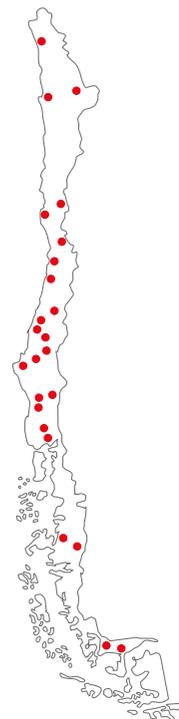
**ZONA SUR**

- SAN FERNANDO
- SANTA CRUZ
- CURICO
- TALCA
- LINARES
- CHILLAN
- TALCAHUANO
- TOME
- CORONEL
- CONCEPCION
- TEMUCO
- NUEVA IMPERIAL
- VILLARRICA
- OSORNO
- PUERTO MONTT
- COYHAIQUE
- PUNTA ARENAS



Nadie está tan cerca, tan preparado para atenderlo y con tanta variedad de productos.

**RED MTS**  
EN TODO CHILE, MATERIALES PARA CONSTRUIR



Apóyese en la Red de Centros de Construcción más grande de Chile.



YA NO  
NECESITA  
ANDAR  
PICOTEANDO  
PARA  
CONSTRUIR  
SU  
PROYECTO



Soluciones para tabiquería interior



Soluciones para muros perimetrales



Soluciones para cielo-techumbre

PentaCreativa

OTRAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS VOLCÁN

TABICUERIA/MURO/TECHUMBRE

## Las mejores soluciones constructivas con un solo proveedor

Resuelva sus necesidades constructivas con las soluciones que Volcán ha creado para sus proyectos. Respuestas sólidas con materiales de la más alta calidad aplicadas en **tabiquería interior**, **muros perimetrales** y **cielo-techumbre**, entregarán economía, durabilidad y excelentes terminaciones para sus proyectos.

### Contáctenos:

[ventas@volcan.cl](mailto:ventas@volcan.cl) / [www.volcan.cl](http://www.volcan.cl)

### Ventajas:

- Soluciones constructivas integrales.
- Mayor rapidez de ejecución en obra.
- Mayor rendimiento de la mano de obra.
- Faenas constructivas limpias y secas.
- Facilidad de transporte en obra.
- Excelentes terminaciones, rápidas y sencillas de lograr.

Asistencia Técnica Volcán  
**600 399 2000**  
[asistencia@volcan.cl](http://asistencia@volcan.cl)



**VOLCAN**<sup>®</sup>  
Experto en Soluciones Constructivas

# SUMARIO / N°57

NOVIEMBRE 2007



## 18 / PORTADA

### NUEVOS CONCEPTOS ENERGÉTICOS EN LA CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVAS EFICIENTES

Los desarrollos basados en energías renovables se incrementan en el sector construcción. En esta edición se presenta su implementación en diversos sistemas incorporados a viviendas, tanto en Santiago como en regiones. Además, se analizan las barreras de entrada como los desafíos técnicos, el desconocimiento en la industria y los costos.

## 8 / FLASH TECNOLÓGICO

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones, soluciones constructivas, transferencia tecnológica y tendencias del sector de la construcción.

## 32 / HITO TECNOLÓGICO

### CENTRAL HIDROELÉCTRICA HORNITOS

#### Energía desde las alturas

Hornitos significó un desafío en alta montaña. En la ejecución del proyecto destaca el montaje de una tubería de caída de 948 m de longitud.



## 42 / ANÁLISIS

### LOS DESAFÍOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS

#### Construcción más segura

El registro de accidentes fatales de 2006 establece como sus principales causas los trabajos realizados en edificación en altura y en excavaciones.

## 46 / ESTUDIOS

### AISLAMIENTO TÉRMICO

#### Humedad en elementos envolventes

En las zonas geográficas húmedas y de lluvia con viento se agudiza el problema de humedad.



## 50 / PROYECTOS FUTUROS

### ESTADIOS DE LA FLORIDA Y CHILLÁN

#### La arquitectura sale a la cancha

Como preparatoria para el Mundial de Fútbol Femenino Sub 20 de 2008, dos estadios se construirán de nuevo en La Florida y Chillán.

## 54 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

### ASFALTO EN ESTACIONAMIENTOS

#### Aplicación bajo ruedas

Descripción, consejos técnicos y principales recomendaciones prácticas para la ejecución de esta faena y su paso a paso, especialmente en estacionamientos.



## 64 / OBRAS INTERNACIONALES

### AMPLIACIÓN CANAL DE PANAMÁ

#### La tierra se abre

La ampliación del Canal de Panamá incluye una serie de faenas extraordinarias, destacando la ejecución de un tercer juego de esclusas para permitir el tránsito de mega embarcaciones.

## 72 / SCANNER TECNOLÓGICO

### DOMÓTICA

#### Control a distancia

Gracias a un conjunto de sistemas es posible automatizar una vivienda, entregando gestión energética, seguridad y bienestar. Los dispositivos domóticos permiten crear "escenarios".

## 82 / HITO HISTÓRICO

### OBRAS TRAS EL TERREMOTO DE VALDIVIA

#### Operación Riñihue

El terremoto de Valdivia de 1960 produjo tres grandes tacos que bloquearon completamente la desembocadura del Lago Riñihue. Para evitar un desastre, se realizó un canal por el terreno no perturbado.

## 90 / ANÁLISIS

### REGLAMENTACIÓN TÉRMICA

#### Balance técnico

Un aspecto que se ha incentivado con la implementación de la Reglamentación Térmica es la innovación, por lo que se han desarrollado soluciones para las diversas zonas climáticas.

## 96 / ARQUITECTURA-CONSTRUCCIÓN

### PLANTA DE ENVASES DE VIDRIO

#### Según el favor del viento

Sofisticada planta que no sólo implicó un gran movimiento de tierra, retos en montaje y construcción, sino que también cuenta con un sistema de climatización llamado "bioclima", que permite aprovechar la temperatura de la tierra.

## 106 / REGIONES

### HOTELES FLOTANTES

#### Innovación mar adentro

A orillas de la ciudad de Aysén, en la XI Región, se construyeron hoteles flotantes sobre cajones de hormigón armado.

## 116 / ANÁLISIS

### MUROS BAJANDO

#### La tecnología subiendo

El sistema conocido como "muros bajando" consiste en construir los subterráneos por etapas.

## NUESTROS AVISADORES

	Página
Allied Chile	7
Anwo	25
Anwo	67
Anwo	77
Anwo	111
Anwo	115
APV (Graco)	93
Arauco Distribución	T2
Asfaltos Chilenos	57
Asprocom	91
Atlas Copco	105
Bitumix	61
CAP	23
Cementos Bío Bío	81
Duratec Vinitit	103
Electro Andina Ltda	113
Emaq	59
Emasa	43
Estratos	45
Formación de Aceros	99
Fortaleza	31
Gerdau Aza	62
Gerdau Aza	63
Gerdau Aza	84
Gerdau Aza	85
Heating and System	27
Henkel Chile Ltda	94
Holcim Award	Especial T3
Hormigones Grau	101
Hormitec	49
Hydro mobile	109
Indalum	39
Inppa	93
Instapanel	77
Knauf	53
Krings Chile	17
Lafarge Chile	119
Lafarge Hormigones	T3
Lafarge Morteros	41
Leis Ltda	30
Lousiana Pacific Chile	T4
Mecanotubo	71
Megatecna	73
Metecno	69
Metrogas	120
Morteros Adilisto	115
MTS	2
Nibsa	105
NVL	71
P. U. Católica	75
Peri Chile Ltda	111
Pilotes Terrates	87
Pizarreño	92
Plan Ok	79
Polpaico	1
Rehau	29
Sika Chile	118
Soletanche Bachy	69
Tigre Chile	114
Veka Chile	94
Vidrios Lirquen	13
Volcán	3
Volcán	95
Wacker Maquinarias	35
Xella Chile	89

### COMITÉ EDITORIAL

#### PRESIDENTE

JUAN CARLOS LABBÉ R.

ANDRÉS BECA F.  
BERNARDO ECHEVERRÍA V.  
JUAN CARLOS LEÓN F.  
HERNÁN LEVY A.  
ENRIQUE LOESER B.  
HORACIO PAVEZ A.  
MAURICIO SARRAZIN A.  
ANDRÉS VARELA G.  
CARLOS VIDELA C.

#### DIRECTOR

ROBERTO ACEVEDO A.

#### EDITOR

MARCELO CASARES Z.

#### COORDINACIÓN PERIODÍSTICA

CLAUDIA RAMÍREZ F.

#### PERIODISTAS

PAULA CHAPPLE C.  
DANIELA MALDONADO P.  
AIDA FARDINEZ M.  
NICOLE SAFFIE G.

#### JEFE COMERCIAL

CRISTIÁN SAAVEDRA P.

#### EJECUTIVAS DE VENTAS

MARÍA VALENZUELA V.  
CAROL TEARE B.  
MONTSERRAT JOHNSON M.

#### ASESOR TÉCNICO

CORPORACIÓN DE DESARROLLO  
TECNOLÓGICO (CDT)

#### COLABORADORES PERMANENTES

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

#### DIRECTOR DE ARTE

ALEJANDRO ESQUIVEL R.

#### FOTOGRAFÍA

JAIME VILLASECA H.

#### IMPRESIÓN

GRÁFICA PUERTO MADERO

#### E-MAIL

BIT@CDT.CL

[WWW.REVISTABIT.CL](http://WWW.REVISTABIT.CL)

## MÁS ENERGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los conceptos alternativos de energía aplicados a la industria de la construcción resultan un tema sumamente interesante, y, por cierto, altamente contingente. En épocas de escasez y altos precios de los recursos tradicionales, nada mejor que repasar distintos emprendimientos que integran plenamente la innovación con el ahorro de energía, y, en consecuencia, el ahorro de costos.

Nadie plantea medidas extremistas como descartar las energías habituales e instalar en el techo de cada vivienda un panel solar. Para nada. De hecho, uno de los expertos entrevistados se refirió con claridad sobre este punto al decir que la problemática no consiste en operar una casa sólo con energías renovables, pero sí se debe tender a que éstas se empleen como un complemento de las energías tradicionales en aplicaciones específicas. Y hacia allí va la industria. Se acrecientan los ejemplos que explotan un concepto híbrido, es decir, edificios habitacionales que emplean diferentes tipos de recursos, aplicando las energías renovables en aspectos donde sean realmente eficientes como en el calentamiento de agua.

La riqueza del tema reside en que estos conceptos se encuentran dando sus primeros pasos. Es decir, está todo por hacer y todo por aprender. Las buenas intenciones, sí o sí deben ser respaldadas por sólidos estudios que demuestren la eficiencia de las iniciativas tanto en la ejecución del proyecto, como durante su operación. De esta manera, el sol, la tierra y el viento podrán convertirse en los grandes protagonistas del futuro energético en el diseño de proyectos de construcción.

En esta oportunidad, deseamos hacer un paréntesis para contarles la renovación del Comité Editorial de la Revista Bit. Tras años de valiosos aportes, dejan su puesto Ricardo Labarca, Juan Carlos de Larraechea, Hernán de Solminihac y Juan Sabbagh. Cuatro prestigiosos profesionales que resultaron clave en el crecimiento que tuvo la revista en los últimos años. No es menos cierto que estamos sumamente optimistas por las nuevas visiones que entregarán Carlos Videla, Horacio Pavez y Andrés Beca, quienes seguramente enriquecerán aún más los contenidos de la revista.

Antes del final, unas líneas para destacar una novedad que incluye este número: Un suplemento especial sobre el Segundo Encuentro Construcción – Universidad. Un gran esfuerzo, que seguramente constituirá la piedra basal de futuros suplementos que analizarán en detalle la más diversas especialidades de la industria de la construcción.

El Editor



**DIRECTORIO CDT PRESIDENTE** Claudio Nitsche M. | **DIRECTORES** Arturo del Río L., Juan Carlos Labbé R., Manuel José Navarro V., Italo Ozzano C., Manuel Segura N., Daniel Salinas D. | **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.



Un nuevo amanecer para la industria del cemento...



Cemento - Hormigón - Mortero  
[www.cementobufalo.com](http://www.cementobufalo.com)  
595 57 00

Antofagasta - Viña del Mar - Santiago - Concepción - Puerto Montt



## IMPERMEABILIZANTE TRES EN UNO

Un nuevo impermeabilizante triple acción se encuentra en el mercado. Tiene la particularidad de reunir tres cualidades: pigmentado (imprime color a la fachada), texturado (entrega distintos tipos de relieves a la superficie del muro) y elástico (para no sufrir daños en caso de fisuras por sismos u otros).

La impermeabilización resulta clave al evitar el paso del agua a través del hormigón o ladrillo. La humedad no sólo disminuye la vida útil de una construcción por la corrosión que provoca en el enfierrado, también actúa como puente térmico entre la temperatura exterior y el interior de las viviendas.

+ Información: Ravelast, [www.bautek.cl](http://www.bautek.cl)

## PUERTAS SÓLIDAS DE MADERA DE LENGUA

Una nueva línea de puertas sólidas de madera de lengua se presentó recientemente. Fabricadas con madera seleccionada, incluyen en el marco un novedoso perfil de PVC, único en Chile, que aísla los espacios de smog, viento, polvo, ruido, calor, frío, aportando además un cierre suave y un ajuste preciso, de acuerdo a la información del distribuidor. La madera de Lengua se tiñe fácilmente, destacando sus vetas, lo que amplía la gama de colores disponibles.

Las puertas se fabrican sobre la base de tableros flotantes, encolados con adhesivos de alta resistencia a la humedad y certificado por FDA para ser usado en interiores. Los diversos modelos están disponibles en forma regular en tamaños desde 70 a 90 cm y su alto varía entre los 195 y los 240 centímetros.

+ Información:  
[www.ignisterra.com](http://www.ignisterra.com)



## MARTILLOS CON 75 AÑOS DE HISTORIA

La potencia, ergonomía, amplio mix, con repuestos para cada necesidad y por sobre todo permanente evolución tecnológica han marcado el desarrollo de unos martillos, cuya línea de productos cuenta con 75 años de historia.

Perforadores, rompedores y demolidores componen la variada oferta de innovadores productos en el segmento de la construcción.

Uno de los factores del prestigio alcanzado, está basado en la satisfacción de las exigencias con respecto a rapidez, agilidad, seguridad, economía y comodidad para los usuarios.

+ Información: Línea Boschhammer,  
[www.boschchile.cl](http://www.boschchile.cl)



## PINTURA CONTRA GÉRMENES

Un novedoso ingrediente activo, creado por una compañía de especialidades químicas, aplicado a una pintura de pieza y fachada protege las superficies contra moho, hongos, algas y bacterias como Escherichia Coli y Staphilococo Dorado. El efecto que produce el tratamiento de estas pinturas previene y evita el crecimiento y la proliferación de estos microorganismos.



La acción protectora se mantiene por un período prolongado, incluso soportando lavados, ya que su fórmula se encuentra incorporada en la estructura molecular de la pintura.

El ingrediente activo de este esmalte al agua cumple con los requerimientos de eficacia antibacteriana y microbiana del ministerio de salud de Japón, además está aprobado por la EPA (Environmental Protection Agency) de USA y notificado en la BPD (Biocidal Product Directive) de Europa.

**+ información: Ingrediente activo Bio-Pruf™, creado por Rohm and Hass, aplicado a la pintura Pieza y Fachada de Ceresita, [www.ceresita.cl](http://www.ceresita.cl)**



## REVESTIMIENTOS DE CORCHO

Una amplia e innovadora oferta en productos de corcho de aislamiento y revestimiento para pisos y muros se comercializa en Chile. Se instalan en todas las habitaciones de la casa como salas de estar, comedor y habitaciones en general.

Igualmente se aplica en locales comerciales y públicos de uso poco intensivo, siendo el tipo de barniz aplicado en la instalación y el número de capas los que definen la resistencia final del producto. Según estudios del fabricante, los revestimientos cuentan con gran absorción acústica.

**+ Información: Serie 4000, [www.wicanders.com](http://www.wicanders.com), [contacto@amorim.cl](mailto:contacto@amorim.cl)**

## DUCTOS ELÉCTRICOS

Una interesante inserción en el mercado nacional registra una nueva tecnología en transporte de energía a través de ductos de barra. Se trata de una estructura compacta que, en su interior, aísla y soporta, con seguridad y sentido estético, un conjunto de conductores.

El diseño de esta estructura se orienta a transmitir el calor hacia el exterior. De esta forma, en caso de algún siniestro, no se quema, no conduce las llamas y no genera humos tóxicos.

Los ductos de barra presentan una serie de ventajas, de acuerdo a la empresa comercializadora, como un buen diseño, que permite expansiones, cambios y reemplazo de sus partes en el futuro.

**+ Información: Busways, [www.ppe.cl](http://www.ppe.cl)**



## CORTADORA DE MUROS

Una potente cortadora de muros ha sido diseñada con el propósito de cortar entornos más precisos debido a que el disco ha sido posicionado más cerca de la guía, teniendo de esta manera un mayor rendimiento.

Esta cortadora de muros está diseñada como un sistema modular en el que cada módulo tiene un peso óptimo. Posee una conexión rápida, que hace que sea muy fácil montar el cabezal de corte al carro. Tiene una conexión radial al disco que permite cambiarlos con extrema facilidad, especialmente durante el corte a ras de muro, de acuerdo al fabricante.

**+ Información: Cortadora Husqvarna modelo WS 462, [www.leis.cl](http://www.leis.cl)**





## NUEVOS MIXERS

Un tambor construido con acero de alta resistencia a la tracción, al impacto y al desgaste, componentes hidráulicos de alta confiabilidad y una caja de transmisión de alto rendimiento, hecha completamente en acero, sin componentes de plástico, son sólo algunas de las principales características de una nueva línea de mixers.

Esta tecnología, que garantiza hasta un año más de duración debido a su acero de mayor espesor, ha dotado a los mixers con un estanque de agua de mayor capacidad, de 125 galones y dos escotillas de inspección que en caso de volcamiento permiten lavar rápidamente el contenido, informó el distribuidor.

+ Información: Mixer CBMW, [www.majesa.cl](http://www.majesa.cl)

## PLATAFORMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL

Se trata de una plataforma de negocios web que integra tecnología, procesos, apoyo logístico y se adapta a las necesidades y requerimientos de gestión documental de cada empresa.

Esta tecnología permite digitalizar y almacenar documentos; solicitar impresiones de documentos y planos con su distribución respectiva; estructurar espacios colaborativos entre usuarios a distancia, en forma totalmente integrada. De este modo, puede controlar

desde el flujo de información de un proyecto inmobiliario, hasta facilitar la interacción y coordinación de un grupo de trabajo disperso geográficamente.

+ Información: MaxHuber Online, [www.maxhuber.cl](http://www.maxhuber.cl)



## SISTEMA CONSTRUCTIVO

Un nuevo sistema constructivo destaca por su eficiencia estructural, máxima higiene y mayor facilidad y optimización del tiempo de fabricación y montaje, siendo un aporte a la arquitectura, según el fabricante. La modalidad se aplica en

la construcción de naves industriales, bodegas, packing, frigoríficos y grandes superficies cubiertas.

El sistema se diseñó para mejorar la calidad y valor de las estructuras proyectadas en acero. Se compone de tres perfiles: Tecno MM, Tecno Z y Tecno Omega, todos de acero negro A42-27ES.

+ Información Tecnoform, [www.formac.cl](http://www.formac.cl)



## HORMIGONES ARQUITECTÓNICOS

Una nueva línea de hormigones arquitectónicos representa un concepto innovador que ha sido desarrollado para dar respuesta a las necesidades de modernos diseños. El producto persigue dar un nuevo estilo a la relación con los especificadores, ampliar la gama de soluciones estéticas y entregar al mercado nacional un producto de la más alta calidad técnica, según informó el fabricante.

Esta familia de productos especializada se compone de tres variedades: Color (hormigones pigmentados con control de homogeneidad en toda la faena, y alta durabilidad), Piedra Vista (pavimento continuo de áridos seleccionados para quedar expuestos en la superficie); y Forma (hormigones diseñados para dar un elevado performance de terminación superficial).

+ Información: Artevia, [www.lafarge.cl](http://www.lafarge.cl)

## ESTUDIOS DE TÍTULOS VÍA INTERNET

Más de 40 instituciones financieras ya están recibiendo los estudios de títulos vía Internet, a través de un sistema que agiliza el proceso de escrituración de los proyectos inmobiliarios y disminuye los costos de operación.

Las inmobiliarias digitalizan los documentos que forman la carpeta de títulos y la ingresan al sistema, eliminando los costos de reproducción, mensajería y en especial, las pérdidas y búsquedas de documentos puntuales.

La información queda instantáneamente a disposición de los bancos, quienes pueden acceder a todos los detalles necesarios, y redactar el informe de títulos en línea. Esto significa ahorro de tiempo para los abogados y mejor respuesta a los ejecutivos hipotecarios.

+ Información: Sistema planOK, [www.planok.com](http://www.planok.com)



## ESPÁTULA NEUMÁTICA

La espátula neumática se emplea para realizar trabajos de remoción de distintos tipos de materiales, que se adhieren al hormigón. Esta herramienta funciona por acción neumática, es liviana y presenta un diseño ergonómico para comodidad del operador. Su rápida acción de martilleo permite desbastar con gran facilidad y eficiencia las carachas, chorreos y rebabas de hormigón, morteros, yesos y otras mezclas. Así, se elimina el trabajo de martillos, cincel de mano y otros, ahorrando mano de obra.

+ Información: Espátula Neumática EDCO, [www.leis.cl](http://www.leis.cl)



## NUEVA ALTERNATIVA DE INFRAESTRUCTURA TEMPORAL

Un nuevo sistema permite conformar recintos de alta calidad, adecuados a los requerimientos específicos de infraestructura de uso temporal de empresas constructoras, forestales, mineras y de montajes industriales, aportando a éstas un gran ahorro en gastos de transporte y montaje.

La modalidad se basa en un sistema de construcción reutilizable 100%, sin límite de ocasiones, constituido por paneles a base de estructuras de acero galvanizado liviano prefabricados que se caracterizan por su capacidad de ensamblarse entre sí por medio de uniones especiales. Éstas permiten su armado y desarme, en un tiempo mínimo, sin la necesidad de maquinaria ni mano de obra especializada, ya que incorporan en forma conjunta y automática la conexión de redes de agua y electricidad, según el fabricante.

+ Información: [www.ensambleproject.cl](http://www.ensambleproject.cl)



## NUEVO EDIFICIO MODULAR PARA OFICINAS

Fácil de instalar y de entrega rápida son las dos características principales del nuevo kit modular para oficinas, según el fabricante. La estructura es de dos pisos y con capacidad de ampliación de acuerdo a las necesidades del usuario.

El nuevo kit modular consta, en su estructura básica, con una capacidad para tres oficinas individuales y una bodega, pudiéndose ampliar el primer piso para agregar un baño. Los primeros modelos ya se encuentran funcionando en los estacionamientos de Falabella del Mall Plaza Vespucio y en el hipermercado Tottus.

+ Información: [www.tecnofastatco.cl](http://www.tecnofastatco.cl)



## CRISTAL LAMINADO PARA DECORACIÓN

Se presentaron interláminas decorativas digitalmente impresas a color con tinta en láminas de polivinil butiral (PVB). El resultado son imágenes de calidad y diseño en un vidrio laminado de seguridad, según informó el fabricante.



Una foto, imagen, color o tono continuo, líneas delgadas o gruesas, el producto permite alcanzar una expresión fiel al original. Sólo se necesita el diseño digitalizado en un CD. Luego se imprime en el PVB y posteriormente se somete a un proceso de laminado en la planta del fabricante.

Entre sus características se encuentra un quiebre seguro, filtración de rayos UV y protección personal. La compañía asegura que entre los beneficios de este producto destacan la mayor resistencia al rayado en relación a las superficies plásticas, se limpia fácilmente igual que un cristal estándar y posee buenos niveles de reproducción. Entre sus aplicaciones se observan: puertas de entrada, vidriados de techos, balustradas, divisiones de oficinas, retail, shower doors, ascensores vidriados y publicidad.

+ Información: Dupont SentryGlas Expressions (SGX), vidrioslirquen@pilkington.cl

## MINI GRÚA PARA LA CONSTRUCCIÓN

Una grúa con capacidad de 4,9 toneladas, se presenta en el mercado. La maquinaria cuenta con elementos de funcionamiento múltiple que aumentan su alcance y la maniobrabilidad de la elevación, según los fabricantes. De baja altura, estas grúas operan en terrenos inestables, adaptándose a todo tipo de proyectos.



+ Información: Maeda CC505-2 Mini Crawler Crane, www.fields-international.com

## SEGURIDAD EN ALFOMBRAS

Una línea de alfombras representa una económica alternativa de alfombra tejida bouclé, especialmente desarrollada para quienes requieren recubrir un recinto a bajo costo. Especificada para tráfico moderado y mediano, con tonalidades basadas en los colores primarios que aportan confort y actualidad a sus espacios.

Además es fabricada con filamentos continuos, lo que evita pérdidas de material en el tiempo, sus hilados tienen tratamiento UV y antiestático, según explicó su distribuidor.

Si bien la calidad y apariencia de una alfombra son características relevantes, el comportamiento de sus materiales ante el fuego es un dato importante a considerar para resguardar la seguridad. La reacción de una alfombra frente al fuego está determinada por sus características de fabricación (tipo de tejido, pelo cortado o bouclé), tipo de hilado y, especialmente, la materia prima del mismo (acrílico, nylon o polipropileno).

+ Información: Línea de alfombras Optima, www.etersol.cl

## NOVEDAD EN REVESTIMIENTOS

La tendencia arquitectónica apunta cada vez más a utilizar pinturas con diferentes tonalidades y con revestimientos texturados.

Para entregar personalidad a los espacios ya está en el mercado un nuevo revestimiento (pintura texturada o granulada), que ofrece una aplicación texturada que protege ambientes exteriores e interiores, disimula imperfecciones de los sustratos y sirve para decorar con dibujos, según el fabricante.

Entre sus características, se encuentra su fórmula en base a resina acrílica emulsionada, dióxido de titanio, extensores y rellenos de tipo perlas. Además, cuenta con gran resistencia y lavabilidad, tiene buena adherencia y poder de relleno, es inerte a superficies alcalinas, soporta climas de elevada humedad atmosférica y es hidrofugante, permitiendo la transpiración de los sustratos. Este producto también se puede encontrar como hidrorrepelente, lo que evita que ingrese humedad o agua a través de los sustratos. Ofrece un rendimiento aproximado de 2.5 a 3 Kg/m<sup>2</sup> y se comercializa en diferentes granulometrías: finas, medias y gruesas, informó el distribuidor.



+ Información: Porotex Iris, www.pinturasiris.cl





Cristal Laminado  
**SALVID**  
**ACÚSTICO**

**VIVE EL SILENCIO, CON CRISTAL LAMINADO SALVID ACÚSTICO  
MÁXIMA TECNOLOGÍA EN ATENUACIÓN DE RUIDOS**



Hotel Holiday Inn Express (Aeropuerto de Santiago, Chile)

Arquitectos: Felipe Ruiz Tagle y Hugo Vicuña Arq.

Instalador: KBE

Constructora: Boetsch Lira y Cox Ltda.

Configuración utilizada: Cristal incoloro 6 mm + PVB acústico 1.14 + Cristal Pilkington CoolLite Verde 6 mm / Espaciador 20 mm / Cristal incoloro 4 mm + PVB acústico 1.14 + Cristal incoloro 4 mm



El ruido de un avión despegando llega a ser del orden de los 85 dB a una distancia de 300 mts. Esta es aproximadamente la distancia que hay entre los pasajeros del nuevo Holiday Inn y un avión despegando desde la pista del Aeropuerto Internacional de Santiago Arturo Merino Benitez.

Vidrios Lirquen logró producir un vidrio laminado acústico especial que reduce en 50 dB el ruido exterior. De esta manera los cansados huéspedes de este hotel podrán dormir plácidamente a un nivel máximo de 35 dB de ruido al interior de sus habitaciones, sin perder el ingreso de luz natural y la visión.



**Lo invitamos a Ud también a vivir esta experiencia**

Exija este sello de calidad en todos los productos Salvid

Encontrélo en: Ferrex 689 8816; Comercial Bio Bio 424 7100; Distribuidora Arquetipo Ltda. 683 2525; Multiglass 294 2964; Vidrios Dell Orto 751 1800; Glasstech 351 9000; y todos los locales Ventana Express: (02) 5385521 - (02) 6817575 - (02) 5515048



## ESTADIOS: UN TECHO PARA CHILE

En el marco del XXI Concurso de Arquitectura CAP, dos destacados arquitectos de la firma alemana gmp, estudio con amplia experiencia en estadios techados en el mundo, expusieron sobre la importancia del uso del acero y de las posibilidades reales de tener un estadio techado en Chile.

Uno de los proyectos nuevos que se está desarrollando en nuestro país es el Estadio CAP ubicado en el barrio Las Higueras de Talcahuano, en la Región del Bío Bío. Esta construcción contará con tribunas y galerías completamente techadas con capacidad para 11.400 personas y se espera terminar a fines de 2008.

El Concurso de Arquitectura CAP, que se desarrolla desde 1985, forma parte de la asignatura de taller en la malla programática de las principales escuelas de arquitectura. El primer lugar del concurso fue obtenido por alumnos de la Universidad Católica, Universidad de Chile, Universidad del Bío Bío y Universidad de Valparaíso.

+ información: [www.cap.cl](http://www.cap.cl)

## PREVENCIÓN DE RIESGOS

Con la presencia del presidente de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), Luis Nario, y el presidente del Grupo de Trabajo Prevención de Riesgos, Jorge Schwerter, se realizó la 12ª Jornada de Prevención de Riesgos, organizada por el Comité de Contratistas Generales de la CChC.

En la oportunidad se expusieron temáticas como la importancia de la matriz de prevención de riesgos en el sector construcción y los desafíos técnicos, legales y de gestión. Destacó la participación de Francisco Pucci, Jefe del Departamento de Sociología de la Universidad de la República de Uruguay, quien enfatizó que para abordar los riesgos no es suficiente cumplir con las normativas. Desde el punto de vista organizacional, debe existir una cultura del riesgo que entregue confianza y autonomía a los trabajadores. Como ejemplo exitoso, Aidan Burke, representante de la Federación Irlandesa de la Construcción, mostró el modelo irlandés basado en la capacitación y concientización en seguridad.



## INSTALACIÓN DE CALEFONES

¿Cada cuánto tiempo hacer el mantenimiento de un calefón? ¿Cómo se ahorra gas o se previene una fuga? Las dudas se abordan en una nueva campaña nacional de capacitación a instaladores de calefones, la que se está realizando en más de 32 puntos a lo largo de todo el país.

Este año el énfasis estará puesto en tres temas: Prevención, a través de un programa de mantención preventiva de los calefones; Modelos automáticos, tecnología de punta que no implica dificultad en su instalación o mantención; y el refuerzo de los conocimientos de cada técnico.

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





## ESTUDIO SOBRE CONFORT HIGROTÉRMICO

Conocer cómo viven los chilenos en invierno al interior de sus hogares fue el objetivo del estudio denominado "Determinación de Línea Base del Confort Higrotérmico en el Sector Residencial" realizado en 392 hogares del país entre julio y agosto recién pasado, y que fue encargado por el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) y la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

El concepto de Confort Higrotérmico consiste en el mantenimiento de una temperatura constante al interior de las viviendas, evitando excesos de frío y calor. La evaluación, realizada por el Instituto de la Construcción (IC), abarcó las ciudades de La Serena, Santiago, Concepción y Puerto Montt y consideró seis parámetros: percepción del usuario sobre su confort térmico, hábitos, existencia de patologías, gastos en calefacción, mediciones de temperatura y humedad y cálculo de coeficientes globales de pérdidas. Cerca del 50 % consideró el ambiente de su casa como "relativamente templado".

+ información: [www.programapaiseficienciaenergetica.cl](http://www.programapaiseficienciaenergetica.cl)

## MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Según estudios recientes, los profesionales universitarios de la industria de la construcción cuentan con una buena preparación técnica pero carecen de una formación especializada en gestión que les permita abordar adecuadamente los desafíos de gestión de empresas y proyectos de construcción.

El Magíster en Administración de la Construcción (MAC) es el resultado de un trabajo conjunto entre la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), a través de sus Facultades de Ingeniería y Arquitectura, y la Cámara Chilena de la Construcción.

El MAC entrega las herramientas indispensables para la aplicación de metodologías modernas en gestión y estrategia de proyectos en la alta dirección de empresas relacionadas con la construcción, el rubro inmobiliario y la gestión urbana. Este magíster, cuyas inscripciones se encuentran abiertas, se estructura en torno a tres áreas de formación y cuatro áreas de profundización. Su duración alcanza los dos años distribuidos en 8 bimestres.

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



## NORMA ISO 26000: RESPONSABILIDAD SOCIAL

El Instituto Nacional de Normalización (INN), como coordinador del Comité Espejo Nacional (\*) y representante de Chile ante la ISO, es el encargado de la producción y organización de la próxima reunión plenaria del Comité que discute internacionalmente el texto de la norma ISO 26000 en responsabilidad social. Chile será sede del debate del texto definitivo de la norma en septiembre de 2008, en una reunión que convoca a más de 350 expertos de 74 países.

ISO 26000 se concibe como la definición de Responsabilidad Social a nivel mundial. Es una norma dirigida a guiar y garantizar aspectos humanos, abarcando temas tan amplios como el respeto a los derechos humanos, la diversidad cultural, el cuidado del medio ambiente, las diferencias socioeconómicas, la preocupación por los consumidores y las buenas prácticas laborales.

(\*) Comité Espejo Nacional: Grupo constituido por 90 representantes de 59 organizaciones vinculadas a la industria, gobierno, consumidores, trabajadores, ONGs y entidades académicas, de investigación y servicios.

+ información: [www.inn.cl](http://www.inn.cl)



# Oportunidades en Obras de **INFRAESTRUCTURA** PÚBLICA

2<sup>o</sup>

Encuentro  
Internacional de  
**INNOVACIÓN**  
13 de diciembre

Lugar: Hotel Sheraton San Cristóbal,  
Salón San Cristóbal.  
Avda. Santa María 1742, Santiago  
Contacto: [innovacion@cdt.cl](mailto:innovacion@cdt.cl)  
Teléfono: 718 7500

- La Experiencia Inglesa en Innovación en Obras de Infraestructura Pública: Una Iniciativa pública-privada.
- Nuevas Maquinarias y Equipos para Obras de Infraestructura.
- Innovación en Pavimentos: Materiales y procesos constructivos.

Organizan



[www.innovacion-construccion.cl](http://www.innovacion-construccion.cl)



## **Solución Integral en Entibaciones Metálicas**

- K Experiencia**  
Especialistas  
en entibaciones  
metálicas para  
arriendo y venta
- K Ingeniería**  
Sistemas modulares  
y flexibles, aplicables  
en todo tipo de suelo
- K Asistencia Integral**  
Asesoría integral  
con el mejor resultado  
en obra
- K Rapidez**  
Altas velocidades  
de avance
- K Seguridad**  
Máxima seguridad para  
trabajadores en obra
- K Efectividad**  
Reducción importante  
de costos

Casa Matriz

Av. Americo Vesputio Sur 80 Of. 32 - Las Condes - Fono: (56-2) 241 3000  
Guillermo Schrebler - gschrebler@krings.cl

**WWW.KRINGS.CL**

Para enfrentar la escasez y los altos precios de las soluciones energéticas convencionales basadas en petróleo y gas, en forma creciente se incorporan a los proyectos de construcción nuevas soluciones provenientes de fuentes renovables como sistemas solares térmicos, geotermia, eléctricos e interesantes iniciativas eólicas y electro solares. Hay resultados positivos, pero estas alternativas energéticas encierran fuertes desafíos técnicos y económicos para su diseño, instalación y operación.

## **NUEVOS CONCEPTOS ENERGÉTICOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

# **ALTERNATIVAS EFICIENTES**

CLAUDIA RAMÍREZ F.  
PERIODISTA REVISTA BIT

# M

**MÁS QUE SUSTITUTAS.** Las energías renovables provenientes del sol, tierra y viento se proponen, en principio, complementarse con las fuentes energéticas tradicionales sustentadas en elementos fósiles como carbón, petróleo y gas. Sobran razones para prestar atención a las alternativas que brinda la naturaleza. A la escasez de gas natural en el país se suma el elevado precio del petróleo que no obstante superar los 80 dólares por barril, permanece en los top ten del consumo energético en Chile, totalizando 116.830 Tcal el 2006, superando a energías como la hidroelectricidad (\*).

El actual escenario preocupa y ocupa buena parte del tiempo destinado al diseño de proyectos de construcción. De hecho, se acelera la introducción de alternativas renovables en nuestro país. Pero, ¿cuánta de esta tecnología se aplica en los proyectos de construcción de Santiago y regiones? Más de lo que se cree y menos de lo que se espera. Sí, porque a pesar de los crecientes ejemplos de aplicación de energía solar térmica, geotermia y eólica, las viviendas que implementan estas tecnologías representan casos aislados.

En esta edición analizamos la implementación de fuentes energéticas renovables en diversos sistemas incorporados a viviendas, tanto en Santiago como en regiones. Hitos en los que destaca la labor técnica del sector público y privado, especialmente de inmobiliarios y contratistas de especialidades. Además, se analizan las barreras de entrada como los desafíos técnicos, el desconocimiento en la industria y los costos.

## Sol: Fuente de innovación

Que quede claro: Las energías renovables cuentan con un tremendo potencial como para posicionarse mucho más allá que un mero sistema sustituto y de emergencia para enfrentar la escasez de las fuentes tradicionales. Se definen como aquellas que “en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana” (\*\*). Consisten en energías solares y eólicas y dependiendo de su explotación, biomasa y energía geotérmica.

De la gama de alternativas disponibles, la más utilizada en la industria de la construcción es la energía solar térmica. Rolf Sielfeld, ingeniero jefe del Área Eficiencia Energética y Construcción Sustentable de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, destaca que los sistemas solares térmicos para uso sanitario y de calefacción superarán el 16% de crecimiento en 2007, en comparación al año pasado, según las cifras de la Comisión Nacional de Energía (CNE).

Además, de acuerdo con la Asociación Chilena de Energía Solar (ACESOL), de los cerca de 3 mil m<sup>2</sup> de paneles instalados en nuestro país, más del 60% corresponden a los últimos dos años. Una cifra inferior a la que se maneja en países como España y Alemania, que cuentan con normativas obligatorias para la introducción de colectores solares, pero que resulta el puntapié inicial para entrar a la cancha de las nuevas tecnologías (ver recuadro El impulso de la ley).

Como lo mencionábamos, hay diversos obstáculos que superar en nuestro país. Al desconocimiento de los usuarios, profesionales y técnicos del sector sobre elementos como acumuladores de calor, bombas, serpentines y otros relacionados con las energías renovables, se suma la resistencia a desembolsar la inversión inicial que implica el uso de estas tecnologías, el miedo a que los sistemas no funcionen, y que queden insatisfechas las expectativas de ahorro. Eduardo Rodríguez, gerente general de ISENER, reconoce que existe escasa información sobre energías renovables, y una imagen que reparar debido



**El sistema solar térmico es uno de los más extendido en el país. Especialmente en el sur como en la localidad de Parga.**



El sistema solar térmico del edificio Al Ras. Uno de los edificios pioneros con esta solución en Santiago. La experiencia sufrió modificaciones como el ajuste del cálculo de los litros de agua diaria requeridos por el edificio.



a “la falta de rigurosidad de algunas empresas que carecen de ingeniería y a la entrega de productos mal instalados y de dudosa calidad”. Sielfeld agrega que “hubo malas prácticas en el mercado solar, generando una pérdida de la imagen técnica, que pretende revertirse con iniciativas como el Manual de sistemas solares” (ver recuadro Iniciativas Sustentables).

### Sistemas híbridos: Se multiplica la tecnología

Una modalidad que prolifera con fuerza en el país son los sistemas híbridos que combinan electricidad y energía solar térmica, geotermia y otras, obteniendo ahorros de hasta 30% en relación al uso de fuentes tradicionales. Hay ejemplos concretos. El **edificio Al Ras** (Ñuñoa) constituye uno de los proyectos pioneros en Santiago en aplicar energía solar térmica. El sistema, que combina equipos tradicionales como caldera y otros innovadores como colectores solares, permite contar con calefacción y agua caliente disponible para sus 96 departamentos las 24 horas.

La iniciativa superó diversos obstáculos durante la construcción. Para empezar, los colectores solares se incorporaron con más del 20% de avance del proyecto, 8 de los 13 pisos se encontraban en obra gruesa. Hubo que modificar los planos de arquitectura correspondientes a la cubierta del edificio. “Los cambios no significaron demasiado tiempo adicional de construcción sino más bien una importante inversión. Sin embargo, la apuesta facilitó la venta posterior de los departamentos que resultaron más atractivos que la oferta estándar y no sufrieron incrementos en su precio original”, explica George Heloue, subgerente general de DCC. Entre las modificaciones a la cubierta del edificio, se incorporó membrana asfáltica y aislamiento térmico y acústico de alta densidad. Se reforzó la losa con enfierradura y se evitaron apoyos directos en la sobrelosa.

En la iniciativa se emplean colectores solares térmicos APRICUS, proporcionados por Esco Energy, consistentes en una tecnología de tubos de vacío –uno al interior de otro-, que contiene un cabezal de cobre con borosilicato, responsable de absorber el 95% de las radiaciones solares que reciben los tubos. “El espacio vacío es como un cuerpo negro, que evita la fuga de energía, y contribuye a calentar líquidos especiales, que al evaporarse transfieren energía al cabezal de cobre y éste al agua”, ilustra Hernán Urrutia, gerente de operaciones de la empresa.

Los 21 colectores solares se componen de 30 tubos, también pueden ser 20 o 22, insertos transversalmente en espacios inferiores, ubicados en los marcos de acero inoxidable que los contienen. La superficie vidriada autolimpiante de los tubos, en la que no se adhieren líquidos ni sustancias, soporta temperaturas de hasta -30°, facilitando su aplicación en zonas extremas, donde los procesos de acumulación de energía permiten el aprovechamiento de estos sistemas aunque no sea evidente la radiación.

En el edificio Al Ras, los colectores se instalan en la cubierta del edificio con orientación nororiente para captar mayor cantidad de radiación. “Hay diversas especificaciones técnicas asociadas a los colectores solares térmicos, por lo tanto es importante que participe un equipo de ingeniería especializado en la instalación, que asegure, por ejemplo, que el sistema alternativo dialogue con el convencional”, comenta Urrutia.

Atención al circuito. Los colectores se conectan a manifolds, cuyas



**Sistema Electro Solar en La Cruz y Empedrado (derecha).**

aletas metálicas se ubican en la posición de evacuación de los tubos, es decir, por donde saldrá el agua previamente templada. Tras pasar por el área donde se produce el aporte energético, el agua se traslada a dos estanques, de 3.000 litros cada uno. Antes de abandonar el circuito, pasa por una válvula mezcladora, regulada para que el agua llegue a los departamentos a unos 50 grados.

En cambio, cuando el agua fría o a temperatura de red ingresa a los colectores, lo hace impulsada por una bomba circuladora, que la transporta hasta la cubierta del edificio, donde se produce el aporte energético. De esta manera, el sistema constituye un circuito cerrado.

En verano la radiación es suficiente para calentar los dos estanques, alcanzando temperaturas de hasta 100 grados. ¿Y qué ocurre en invierno o de noche cuando no es posible obtener radiación solar? Para enfrentar este panorama, el sistema sufrió ajustes que permiten calentar el agua con el apoyo de una caldera. En invierno entrega el agua a unos 15°C, siendo recalentada por la caldera hasta alcanzar los 50°C, lo que igualmente significa un ahorro en el uso de equipos. Durante la noche se utiliza el agua almacenada en los estanques, y si es que se consume completamente, se recurre a la caldera.

Como se trata de una experiencia pionera en Santiago, la iniciativa representó una instancia para aprender, efectuando algunos ajustes sobre la marcha. "En un comienzo teníamos ambos estanques conectados al sistema solar, calculados para gastar 7.000 litros diarios de agua caliente en el edificio. Sin embargo, con tan sólo el 45% de departamentos ocupados, ya se consumían 14 mil litros de agua diarios", recuerda Heloue. El impasse se superó explicando a los vecinos que se cobraría por el consumo de agua y no por calentarla, disminuyendo su consumo, el que actualmente supera los 22 mil litros de agua diaria con el edificio a plena capacidad.

Adicionalmente, se diseñó un sistema de modulación para controlar la temperatura del agua de acuerdo con una curva de consumo horaria, de manera de asegurar el abastecimiento en los tramos de mayor demanda.

Otra modificación consistió en el uso de un dispositivo inteligente, un variador de frecuencia, que disminuye o aumenta el caudal de la

## TECNOLOGÍA ELECTRO SOLAR

Una fuente utilizada especialmente en poblados alejados a los centros urbanos como la localidad de Empedrado en la VII Región, cerca de Constitución y La Cruz en la V región, cercano a La Calera, es la electricidad fotovoltaica. Sin embargo, el uso de sistemas electrosolares, que convierten la energía solar en eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos, comienza a expandirse tímidamente. La inmobiliaria Paz Corp asegura que está analizando la factibilidad técnica y los costos asociados al desarrollo de esta alternativa para la iluminación de espacios comunes en edificios.



Los paneles fotovoltaicos, conformados por celdas de silicio, son los principales responsables del proceso de transformación. En esta línea, ISENER ofrece los paneles Millenium, que poseen una cubierta exterior de vidrio

templado que facilita la transmisión luminosa y trabajan en condiciones climáticas adversas. Por su parte, las celdas fotovoltaicas están encapsuladas en un material plástico de protección contra la humedad y presentan un marco de aluminio que incluye elementos para instalar el panel sobre la estructura.

Una ventaja es que los sistemas electrosolares funcionan en paralelo con generadores convencionales como red pública, grupo electrógeno y gas, entre otros. La instalación puede ser múltiple, en el caso de los edificios los paneles pueden ser integrados y/o montados a la fachada o al techo. En casas, la instalación es de tipo paralela, de seguridad o autónoma.

El sistema que ofrece la empresa SK Ecología está diseñado para la zona central y considera consumos de 4 ampolletas tipo lfc de 12v/11w, durante 4 horas diarias cada una, además de un televisor pequeño (b/n 12v), durante 3 horas diarias. Posee una autonomía de cuatro días y cuenta con los siguientes elementos como un panel isofoton i-100, 100wp, 12v; un regulador de carga Isofoton Isoler 10, ampolletas LFC 11W; batería libre de mantenimiento de 100ah, 12v; cables y estructura de montaje sobre techo. Además hay otros sistemas que cumplen con una potencia de 300 y 500 Wp. (Más información Paneles Millenium [www.isener.com](http://www.isener.com) y Sistema Isofotón SK ECOLOGÍA [www.ske.cl](http://www.ske.cl))



Santa Elena Ecourbe:  
El sistema solar térmico requirió el cálculo de bombas adecuadas para el consumo de agua de las casas, permitiendo el paso de 4 litros por minuto por los colectores.

bomba dependiendo del consumo de calefacción del momento. Así, cuando alcanza la temperatura programada, el sistema se interrumpe por medio de un termostato, disminuyendo la velocidad de la bomba de la caldera y, a su vez, generando ahorros en electricidad y gas.

En cuanto a los costos, la calefacción y agua caliente aunque operen todo el día, tiene un valor de 60 mil pesos mensuales fijos para los usuarios. George Heloue señala que debido al uso del sistema solar térmico, las cuentas de gas en la época crítica promedian los \$ 5 millones, alrededor de \$ 4 millones menos que en edificios convencionales.

Los ahorros explicados por los proveedores: "En concreto se obtiene 60% de ahorro de energía empleada para calentar 10.800 litros al día, en comparación al sistema convencional", asegura Urrutia.

Las lecciones prosiguen. Las bombas de calor y los estanques cuando cumplan su vida útil requerirán para su reemplazo de grúas de gran capacidad para acceder a los niveles superiores del edificio. Una ubicación que los profesionales a cargo del proyecto no piensan repetir en sus próximas obras, privilegiando el diseño de un cuarto de equipos, que cumpla con los requisitos técnicos de ventilación exigidos por el Sesma.

Los profesionales de este proyecto evalúan el desarrollo de otro edificio en la avenida Santa María, que contaría con sistema solar térmico para agua y calefacción, y si los costos no son muy elevados, se dispondrá de electricidad fotovoltaica para iluminar los espacios comunes (*Más información [www.escoenergy.cl](http://www.escoenergy.cl) y ver recuadro Tecnología Electro Solar*).

Hay más ejemplos prácticos. El **condominio Santa Elena Ecourbe** (Colina) de la inmobiliaria Agsa, surgió con la idea de combinar las bondades del campo con la tecnología de la ciudad. Y aunque las fuentes energéticas más utilizadas son las convencionales, en la primera etapa del proyecto, "Tierras lindas" con 79 casas de 4.000 a 6.500 UF, se incorporó un siste-

ma solar térmico de tipo sanitario opcional para los usuarios.

A la fecha, la demanda de este sistema en los condominios bordea el 25%, es decir, 14 solicitudes de 60 casas vendidas en la primera etapa, "un porcentaje esperable", dice Claudio Río. En cuanto a costos, para Eduardo Rodríguez, los argumentos para optar por este sistema son claros: "Por 120 UF, el usuario puede contar con un sistema solar térmico, considerando que pagará costos mensuales más bajos que el ahorro obtenido por este sistema". ¿Mucha economía y poca tecnología? Al contrario, Río comenta que "un comprador de una casa de estas características pretende ahorrar dinero y energía, dos conceptos que se encuentran ligados". Los usuarios que se decidieron a tiempo por estos sistemas, pudieron incluso incorporar el pago de este concepto al crédito hipotecario. A juicio de Rolf Siefeld de la CDT, es importante calcular la inversión asociada a los equipos de energía renovable que se instalarán en una vivienda antes de establecer expectativas de ahorro. "Incluso es posible hacer cálculos de energía híbrida, es decir, cuánto costará disponer de un sistema térmico y solar. Se pueden determinar los gastos de la implementación del sis-



Cada casa de Santa Elena posee un sistema con dos colectores de 1x2 m, que cuentan con el apoyo de bombas de calor.

acero**cap**  
su origen es garantía de seguridad



En Chile, el acero tiene marca

PRODUCTOS



SIEMPRE CON CHILE



Serpentín captador de tierra.



## Las bombas y serpentines geotérmicos deben calcularse de acuerdo con la demanda energética de la vivienda.

tema solar térmico y del resto de las aplicaciones de la vivienda, basadas en energía convencional”.

¿Cómo funcionan? Los paneles instalados en Santa Elena son de ISENER, representante de la rama de colectores solares planos de Chromagen. Se ubican en los techos de las casas conectados por medio de cañerías que conducen hasta un termo o boiler en el que se almacena el agua hasta ser utilizada. En cada casa se ubican dos paneles de 1x2 m, los que reciben el agua de la red –a 14°–, que sube impulsada por una bomba de recirculación hasta la cubierta.

Los especialistas advierten que la instalación no es tan sencilla como parece porque se requiere un cálculo especial de la velocidad a la que se transporta el líquido impulsado por la bomba para que se genere el intercambio de temperatura adecuado entre el colector y el agua. “Si se instalan bombas demasiado grandes para el sistema, el agua circulará velozmente, lo que producirá menor intercambio de energía. A esto se suma que se debe diseñar la bomba considerando los codos o manifold, que significan una pérdida de carga”, señala Rodríguez.

Así, dentro de un colector deben circular 4 litros por minuto, de manera que no se produzcan descompensaciones. En cuanto a equipos, se utilizan bombas de calor que trabajan incluso a -20°C con un COP –Coeficient Of Performance– 3, es decir, por 1 unidad de energía consumida generan 3 unidades de energía, a su máxima exigencia.

Aunque no está presente en la primera etapa de Santa Elena, en

otras etapas, los sistemas solares térmicos también se utilizarán para proporcionar calefacción eficiente, cuyos excedentes en verano se utilizarán para calentar el agua de las piscinas.

(más información [www.santaelenaecourbe.cl](http://www.santaelenaecourbe.cl))

## Tierra: Novedades en las profundidades

Con el objetivo de obtener confort térmico y eficiencia energética, la geotermia consiste en una modalidad “respetuosa con el medio ambiente que utiliza fuentes de energía naturales y renovables para obtener bienestar térmico con el menor consumo de energía posible” (\*\*\*) . Hay ejemplos interesantes en el sur de nuestro país como la **casa para trabajadores del valle de Chacabuco** (Coyhaique) –de 350 m<sup>2</sup>–, que se construye en los terrenos de propiedad del empresario Douglas Tompkins.

Durante la ejecución de la casa para trabajadores no se han descuidado detalles. Así, para incorporar el sistema geotérmico se determinó la demanda energética de la vivienda. “Es clave dimensionar los serpentines y las bombas de calor que se utilizarán, los que deben calcularse sobre la demanda energética de cada construcción de acuerdo a parámetros como el aislamiento térmico, la orientación y otros”, señala René Arenas, director gerente de Passivhaus. Un cálculo correcto de los equipos a utilizar evitará, por ejemplo, que las tuberías bajo tierra se congelen al enfrentar temperaturas demasiado adversas, formando verdaderos anillos de hielo en torno a los tubos.

En tal caso, para elevar la temperatura, en la vivienda se incrementa el uso de las bombas de calor, generando un incremento en el consumo de electricidad.

Pero vamos paso a paso. En función de la temperatura y profundidad, las aplicaciones geotérmicas se clasifican en las de alta temperatura (más de 150°C), utilizadas en centrales eléctricas; de media temperatura (entre 35°C y 150°C), para calefacción directa y frío por absorción; y baja temperatura. Otra característica del sistema consiste en las escasas variaciones de temperatura en el interior de la tierra en comparación con las constantes variaciones en la superficie. Así, la energía que desprende la tierra desde su núcleo llega a la superficie en una relación de 3°C cada 100 metros, lo que contribuye a utilizar este recurso.

¿Cuáles son los costos? René Arenas reconoce que un sistema de energía geotérmica no es barato y resulta "una solución adecuada para casas que demandan poca energía". Sin embargo puede ser un interesante apoyo para calefacción basada en sistemas convencionales.

La geotermia puede basarse en sistemas que incorporen colectores o sondas bajo tierra, formando redes de tuberías enterradas que distribuyen la temperatura de la tierra mediante refrigerante o agua. Un

ejemplo de colector es el tubo colector geotérmico REHAU de polietileno reticulado RAUGEO (PE-Xa), que destaca por poseer un reticulado que asegura robustez e insensibilidad a entallas y estrías. Además, es resistente a agrietamiento por corrosión y presenta temperaturas de servicio de -40°C a 95°C.

¿Cómo se instalan? La superficie de transporte y almacenamiento de estos tubos, instalados en una profundidad de 1,2 a 1,5 m, debe ser plana y lisa, es decir, los objetos puntiagudos y las piedras deben ser retirados. Es recomendable no construir sobre los colectores, ni tenderse bajo superficies selladas.

Entre los aportes energéticos se encuentra, por ejemplo, que cuando la temperatura exterior es de -15°, se alcanzan 2° al interior de la vivienda. Un beneficio interesante, pero que lógicamente requiere de la complementación de equipos de calefacción para obtener una mayor temperatura en el hogar.

Otro desarrollo geotérmico consiste en las sondas bajo tierra que pueden ser de material PE-HD, para temperaturas de hasta 30°C, y de PB para temperaturas de hasta 95°C. Las sondas, revestidas por resina de poliéster, se pueden ejecutar en una sola pieza, es decir, sin puntos de unión, que constituyen potenciales fuentes de falla en la

anwo.cl







ANWO empresa certificada

## PANELES SOLARES

conozca nuestra amplia gama de productos para la climatización







Absorbedor de serpentín  
SIN SOLDADURA



KIT de fácil instalación  
(accesorio)



Control Solar de energía  
y rendimiento

**SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA**

- Tecnología Alemana de última generación
- Panel de alto rendimiento y elegante diseño
- Placa de Absorción selectiva TiNOX
- Vidrio Templado
- Kit instalación de fácil montaje
- Control de energía y rendimiento

Venta a través de **Instaladores - Distribuidores**








Los sistemas eléctricos se centran en las necesidades básicas de la vivienda como el agua caliente sanitaria, la calefacción en invierno y equipamiento para la cocina.

instalación. La sonda concluye en una cabeza con doble capacidad de presión a la solicitada en DIN 16892/3 (\*\*\*\*). Ambos sistemas geotérmicos están apoyados por una bomba de calor, equipo que transfiere el calor de un lugar a otro, desde el foco frío al foco caliente.

Al sistema geotérmico la casa para trabajadores de Coyhaique suma conceptos de eficiencia energética, como la orientación de la construcción, ventilación controlada, y aislamiento de 15 cm en muros y 20 cm en techos. Además, el techo es de cobre, lo que evita la mantención permanente y los muros son revestidos con piedra de la zona. (Más información [www.rehau.es](http://www.rehau.es) y [www.passivhaus.cl](http://www.passivhaus.cl))

### Todo eléctrico

Una de las modalidades en eficiencia energética más extendidas en el sector inmobiliario resulta el sistema full electric. Definido por Chilectra S.A, como una solución que incluye, además de artefactos

con tecnología de punta en acumulación de calor y calentamiento de agua sanitaria, medidores electrónicos asociados a una tarifa horaria, que permiten importantes ahorros para el usuario.

El sistema full electric ofrecido está centrado en las necesidades primarias de las viviendas como el agua caliente sanitaria, la calefacción en invierno y equipamiento para la cocina. "El sistema está diseñado de tal manera que el mayor consumo de la energía eléctrica se produce en horarios en los que la tarifa presenta importantes descuentos respecto del precio regulado BT-1. Con esto se generan importantes ahorros para el cliente", explica Marco Torres, product manager de Full Electric, de la subgerencia de Grandes Clientes de Chilectra.

Desde el punto de vista de la distribuidora, esto no representa realizar mayores inversiones, ya que se utilizan las capacidades disponibles en las redes en las horas de menor demanda.

## EL IMPULSO DE LA LEY

Una iniciativa que ha elevado los estándares del sector en España es el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado en marzo de 2006. Efectivamente esta reglamentación establece elevadas exigencias sobre la materia. Así, la normativa aprobada para "posibilitar edificios más seguros, más habitables y más sostenibles" incorpora un capítulo especialmente dedicado al ahorro de energía y promueve la utilización de energía solar térmica. En la misma línea, exige el uso de instalaciones solares térmicas para el calentamiento de agua en edificios de nueva construcción o reformados completamente, cubriendo necesidades mínimas del 30%. Para cumplir con esto las Comunidades Autónomas de España y sus municipios están ofreciendo subvenciones para la instalación de sistemas de energía solar térmica (más información [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org) / Revista BIT N°55, julio 2007).

En Chile, el Programa País Eficiencia Energética (PPEE) también promueve esta materia y aseguran que "aunque no es la idea mover una casa o industria sólo con energías renovables, se tenderá a aumentar la participación de éstas, en principio, como un apoyo y luego con aplicaciones específicas". Esto complementado con el compromiso en la matriz energética de aumentar en 15% la oferta de energías renovables en los próximos 10 años. "A esto se suman reglamentaciones como la Ley 19.940 y la Ley 20.018, conocidas respectivamente como Ley Corta I y II, que incentivan la generación de minicentrales por medio de la liberación del pago de peajes para ingresar al SIC y la obligatoriedad de las distribuidoras de comprar esta energía", explica Rose Marie Planzer, jefa de las áreas de vivienda y transporte del PPEE.

## INICIATIVAS SUSTENTABLES

Las iniciativas para impulsar la incorporación de fuentes energéticas renovables al sector construcción se multiplican. Un ejemplo es el Manual de diseño de sistemas solares térmicos de baja temperatura para el calentamiento de agua, recientemente editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción en cooperación con ProCobre, y que se presentó en el marco del Tercer Seminario Internacional de Construcción Sustentable.

Más información: En la página 122 y en [sustentable@cdt.cl](mailto:sustentable@cdt.cl)

Por otra parte, la tarifa horaria residencial ofrece a los usuarios tres precios para incentivar el uso eficiente de la electricidad y el traslado del consumo hacia las horas de menor demanda. Así, se beneficia con un descuento de 30% sobre la tarifa regulada residencial BT-1, los consumos nocturnos de cualquier mes realizados entre las 22:00 a las 8:00 horas. Mientras, en los días hábiles del invierno se aplica un recargo de 30% sobre la tarifa BT-1, durante las horas punta, es decir, de 18:00 a 22:00 horas. Y en el horario restante, se mantiene la tarifa normal.

La oferta se ha ampliado con la aplicación de un sistema basado en paneles solares térmicos, Chilectra Solar, que se potencia con Full Electric en la disposición de soluciones de agua caliente y calefacción para vivienda y el sector comercial e industrial. Justamente un desarrollo que sobresale como una solución híbrida es el Stade Français, que cuenta con paneles solares térmicos para el uso de agua caliente en las duchas y a la vez aplicaciones full electric. La empresa distribuidora espera expandir este tipo de obras. "Se contempla la construcción de viviendas híbridas de energía solar y eléctrica, que pueden llegar a contener hasta 75% de energía solar y 25% de electricidad", comenta Marco Torres.

¿Pero cuáles son las características técnicas del full electric? ¿Cuáles son los precios? Y mejor aún ¿Los ahorros? Revisemos la experiencia. En asociación con Chilectra, la constructora Paz Corp ideó Eco-Home, un producto que incluye full electric en 8 obras, tanto en Santiago como en Antofagasta, Viña del Mar, Rancagua, Concepción, y Puerto Montt, entre otros. Y aunque la inmobiliaria carece de cifras de ahorro, puesto que el proyecto no supera el año de antigüedad, adelantan que superan el 30% a la fecha, de acuerdo con los estudios realizados (Ver tabla Estimación económica).

Un ejemplo de estos desarrollos es el edificio Fantasía, ubicado en Santiago, en la esquina de la Alameda con General Velásquez. El proyecto incluye departamentos de 1, 2 y 3 dormitorios, desde UF 930.

## ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS ENSAYOS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE ARTEFACTOS DE USO DOMÉSTICO

ESTIMACIÓN 1 PERSONA	GL	GN	ELECTRICIDAD
Consumo Total Mes	\$ 10.211	\$ 11.092	\$ 7.212
Ahorro con electricidad	29.36%	34.97%	
ESTIMACIÓN 3 PERSONAS			
Consumo Total Mes	\$ 29.583	\$ 28.602	\$ 20.945
Ahorro con electricidad	29,09%	26,77%	

Fuente: Departamento de ingeniería eléctrica, Universidad de Santiago (DIE-USACH).

En línea con la tecnología full electric, el proyecto incorpora termo eléctrico, encimera y horno eléctrico, calefacción por acumuladores de calor eléctrico y placas termosolares para piscinas.

Los desafíos técnicos del emprendimiento son diversos. En primer término vale una aclaración, la energía eléctrica utilizada en estos departamentos se extrae directamente de la red eléctrica convencional, tanto para los circuitos de iluminación como para los de fuerza, que regulan el termo de los departamentos y los ascensores. Entre las aplicaciones sobresale la calefacción que funciona en base a acumuladores de calor, un aparato similar a un radiador o calefactor normal, que posee tecnología de acumulación. Este equipo inglés presenta ladrillos de óxido de hierro, que permite por medio de una carga de 7 u 8 horas, calefaccionar las 24 horas. El equipo, cuya modalidad de carga es similar a la batería de los celulares, posee un termostato programado para extraer la electricidad durante la noche, en horario de más bajo costo, completando una carga que servirá para calefac-

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 27



DEVI - La solución de calefacción eléctrica inteligente para cada habitación..

**DEVI**™  
Member of the Danfoss Group

Después de todo, un sistema de calefacción invisible exige las más altas exigencias en una continua calidad de producto y un profesional servicio de comercialización y post-venta. El sistema de calefacción inteligente DEVI posibilita una solución de calefacción concreta para cada habitación en caso de la necesidad de calefacción total para una casa nueva, o bien simplemente para conseguir suelos confortables en cocinas, baños, etc.



Distribuidor para Chile: Heating and System Limitada  
(56-2) 2482995 - 2489009 ventas@h-s.cl www.h-s.cl www.devi.com

cionar durante todo el día (*Más información: Acumuladores de calor Creda, www.greentek.cl*).

En cuanto a costos, en Paz Corp aseguran que “si habitualmente cuesta 14 mil pesos calefaccionar un departamento estándar, con el sistema de acumulación resultará 30% más barato”. Los ahorros también están presentes en las faenas durante la construcción. “Los proyectos que consideran sistema de agua caliente individual por medio de un termo eléctrico en cada departamento, no contemplan la red de distribución de los edificios con caldera central”, comenta Marco Camsen, gerente de Logística y Adquisiciones de Paz Corp.

El agua se calienta por medio de un termo eléctrico individual al que ingresa el agua de la red y por medio de un microcontrolador establece horas de toma de energía para calentar a 65°, calculando el volumen de agua para abastecer a los usuarios. El sistema se completa con una válvula mezcladora, que combina agua fría y caliente para luego enviarla al sistema sanitario. Por su parte, en la cocina también está presente la tecnología por medio de encimera y horno eléctrico, que posee la ventaja de no contar con sobreconsumo de invierno. Así, el sistema está exento del pago que resulta del cálculo del promedio de consumo de verano aumentado en 20% para establecer un límite de consumo en invierno, que en caso de sobrepasarse tradicionalmente tiene un recargo. Esta salvedad se aplica también para los sistemas de iluminación y forzados de ascensores de este tipo de edificios.

Chilectra en acuerdo con Paz Corp y Euro inmobiliaria construirá 8 mil viviendas con sistemas eléctricos, en una alianza que incluye capacitación a los vendedores, y la entrega de estudios de consumo histórico de edificios, entre otros. (*Más información www.chilectra.cl y www.pazcorp.cl*)

## Conclusiones

Los desarrollos basados en energías renovables se incrementan en el sector construcción, con interesantes ejemplos en sistemas solares térmicos, geotérmicos, full electric, eólico y fotovoltaico. Sin embargo, hay desafíos técnicos pendientes relacionados con la implementación de estos sistemas. Los aspectos más importantes para la implementación son:

- El establecimiento de la demanda energética de la vivienda por medio de una empresa especializada, ya sea casa o departamento, previo a la implementación de un sistema de calefacción, ya sea solar o geotérmico.
- El dimensionamiento de la cantidad y el tamaño de los equipos que se utilizarán como colectores térmicos para sistemas solares, bombas, estanques y cantidad de serpentines en el caso de desarrollos geotérmicos. Esto es fundamental ya que puede incidir en la eficiencia del sistema.
- El establecimiento de ahorros que consideren el apoyo en sistemas convencionales, especialmente en invierno, cuando la radia-

## RUGE EL VIENTO

Una fuente energética que resulta eficiente a gran escala es la energía eólica. En nuestro país, destaca la central eólica Alto Baguales en la XI Región, inaugurada el 14 de noviembre del 2001. Esta iniciativa significó un aporte cercano al 14% de la energía del sistema a la hora de máxima demanda, lo que significó un cambio importante puesto que la matriz de generación de Aysén dependía en un 70% del diesel y un 30% de fuentes hidroeléctricas, por lo que la energía eólica se traducía en una disminución del consumo de petróleo diesel y el aprovechamiento de un recurso natural. “Hoy, a 5 años de la puesta en marcha del parque, el balance es sumamente positivo y contamos con una generación de energía que va más allá de las estimaciones que se hicieron en un comienzo. A tal punto, que evaluamos la instalación de dos nuevas turbinas en el 2007”, comenta Royal Smith, gerente de generación del Grupo SAESA.

Otro desarrollo es el Parque Eólico Canela, ubicado en un terreno costero de 27 hectáreas, 250 km al sur de La Serena. El espectacular ensamblaje de las 11 torres de acero de 70 m de alto y hasta 40 toneladas comenzó en agosto pasado.

Según la empresa Endesa ECO, a cargo de la iniciativa, finalizada esta etapa se instalará el sistema de cables subterráneos que transportan la energía captada por la hélice hasta la central almacenadora. Posteriormente, la electricidad viajará hasta la torre de alta tensión que forma parte del Sistema Interconectado Central (SIC). El proyecto, que implica una inversión total de US\$35 millones, será el parque eólico más grande del país y producirá 46 giga watts (GW).



La energía eólica representa otra alternativa que se multiplica en el país.

ción solar es más baja lo que dificulta el uso de sistemas solares térmicos autónomos.

- Es recomendable proyectar la incorporación de colectores solares y serpentines geotérmicos durante la ejecución de los planos de la obra. De lo contrario, se deberán realizar ajustes posteriores como el reforzamiento de las cubiertas en el caso de los colectores, y la remoción del terreno donde se ubicarán los sistemas geotérmicos.
- Tras el establecimiento de los requerimientos técnicos de la vivienda, es posible calcular los costos en equipos y sistema de manera de determinar los ahorros energéticos y los plazos de retorno de la inversión.
- Mayor conocimiento técnico y difusión de las ventajas del uso de los sistemas basados en fuentes energéticas renovables considerando que la matriz energética aumentará en 15% la oferta de energías renovables en los próximos 10 años. ■

(\*) Cifras obtenidas de Balance Nacional de Energía 2006

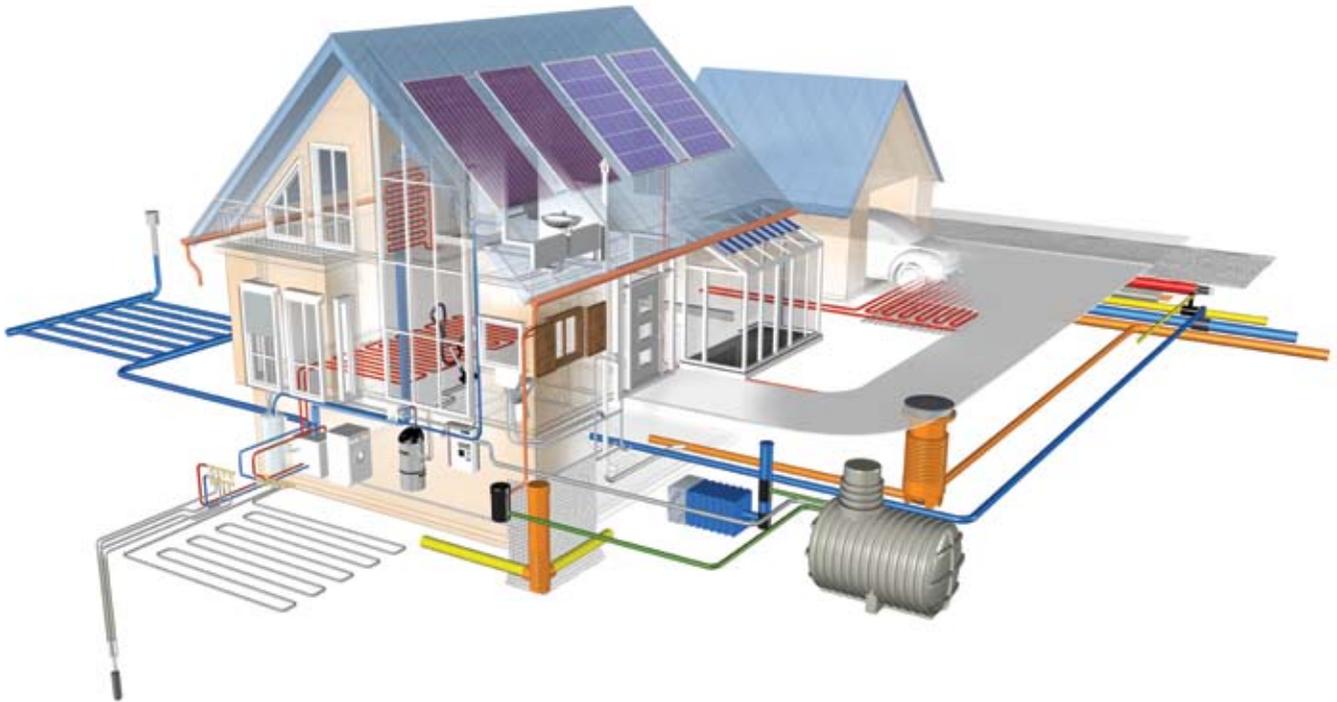
(\*\*) Definición de la Comisión Nacional de Energía del Ministerio de Minería

(\*\*\*) Definición de la empresa especialista Passivahaus

(\*\*\*\*) Norma DIN 16892/3 “Tubos de polietileno reticulado”

# RAZONES PARA ELEGIR REHAU

SOLUCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DEL FUTURO



1. Perfiles de ventanas de PVC
2. Perfiles para muros cortinas
3. Perfiles para puertas de calle
4. Persianas y mallorquinas
5. Calefacción y refrescamiento por piso radiante
6. Paredes radiantes
7. Sistema para instalaciones de agua potable con PEXa y casquillos corredizos RAU-HIS
8. Aspiración centralizada VACUCLEAN
9. Tuberías de descarga insonorizada RAUPIANO Plus
10. Energía solar térmica REHAU SOLECT
11. Gestión de aguas pluviales RAUSIKKO
12. Geomallas refuerzo de asfaltos ARMAPAL
13. Tuberías térmicamente aisladas RAU THERMEX
14. Sistema de captación de energía geotérmica RAUGEO
15. Recuperadores de energía geotérmica

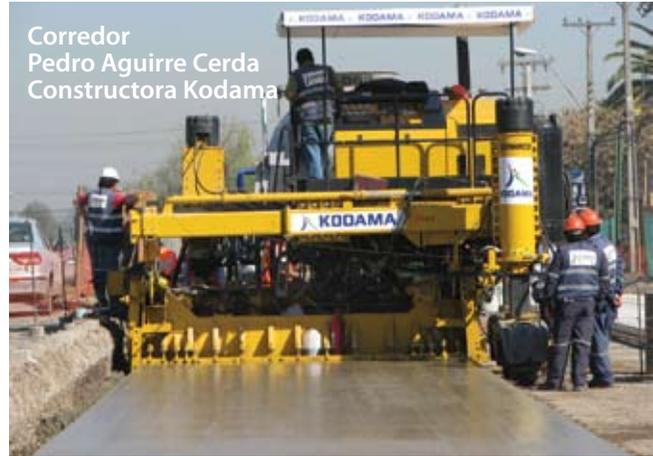
REHAU S.A.

Volcán Osorno 57, Comuna El Bosque, Santiago de Chile

Teléfonos: (56-2) 540 1900 - Fax: (56-2) 540 1901

E-mail: [santiago@rehau.com](mailto:santiago@rehau.com) - [www.rehau.com](http://www.rehau.com)

# Tecnología GOMACO en las grandes obras de infraestructura



Representante Exclusivo



**854 20 26 – [www.leis.cl](http://www.leis.cl)**

San Martín de Porres 11 121 Parque Industrial, Puerta Sur, San Bernardo

# ESPACIO

GRAN ESPACIO INTERIOR Y DE CARGA.



Mahindra Pik Up<sup>®</sup> Diesel 4x4  
**\$8.990.000**  
(\$10.698.100 IVA Includido)



# Mahindra PIK UP

Para mayor información solicite  
la atención de un ejecutivo al 800 210 055.



IMPORTADOR  
**Fortaleza**<sup>®</sup>



RESPALDO  
**GILDEMEISTER**<sup>®</sup>

**ZONA NORTE:** Antofagasta: Fortaleza S.A. - Edmundo Pérez Zujovic 5740, Tel: (55) 20 02 50 / **La Serena:** Covalsa - Balmaceda 2391, Tel: (51) 21 70 70 / **Ovalle:** Covalsa - Vicuña Mackenna 1500, Tel: (53) 66 05 30 / **San Felipe:** Rossetot - Chacabuco 255, Tel: (34) 51 15 81.  
**ZONA CENTRO:** Fortaleza S.A. - Av. Américo Vespucio 1155 Local 623, Huechuraba, Tel: 950 18 80 / Av. Américo Vespucio 570, Pudahuel, Tel: 640 40 00 / Av. Portugal 306, Santiago, Tel: 596 50 30. **ZONA SUR:** **Rancagua:** Vega Artus - Av. Miguel Ramírez 199, Tel: (72) 21 33 38 / **Concepción:** Fortaleza S.A. - Aut. A Talcahuano 3310-A, Tel: (41) 240 41 00 / **Los Angeles:** Fortaleza S.A. - Longitudinal Sur Km. 508, Tel: (43) 36 22 09 / **Temuco:** Fortaleza S.A. - Arturo Prat 708, Tel: (45) 27 06 65 / **Osorno:** Fortaleza S.A. - Portales 501, Tel: (64) 31 15 00 / **Puerto Varas:** Fortaleza S.A. - Av. Gramado Sin N°, Tel: (65) 33 87 50 / **Valdivia:** Fortaleza S.A. - Av. España 700, Tel: (63) 36 00 30 / **Puerto Montt:** Fortaleza S.A. - Egaña 405, Tel: (65) 31 85 00 / **Temuco:** Electro Diesel - O'Higgins 333, Tel: (45) 97 44 00.

Fotografía con opcionales.

Técnicas innovadoras en la movilización de grandes tuberías montaña arriba fue una de las características principales de esta central. Andariveles, helicópteros y mulas fueron las estrellas de un proyecto que durante noviembre iniciará sus operaciones.



# CENTRAL HIDROELÉCTRICA HORNITOS ENERGÍA DESDE LAS ALTURAS

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**L**A **CENTRAL HIDROELÉCTRICA HORNITOS** constituye una obra de ingeniería enclavada a un costado de la Ruta 60-Ch, camino internacional Los Andes-Mendoza. Con una potencia instalada de 55 megawatts y un factor de planta de aproximadamente 60%, se ubica a unos 40 km al oriente de Los Andes, V Región.

El proyecto se concibe como central de “pasada” para un caudal de 12 m<sup>3</sup>/seg y se desarrolla en serie hidráulica con las centrales Juncal, Los Quilos y Chacabuquito, todas ubicadas aguas abajo de Hornitos. La energía eléctrica generada abastecerá a las distintas actividades productivas y comerciales de la Quinta Región.

El proceso no resulta tan complejo. Las aguas se captan en la confluencia de los ríos Juncal y Juncalillo mediante dos bocatomas, y se transporta a través de 10,7 km de túneles y 2 km de canales de hormigón armado hasta una cámara de carga. Allí comienza una tubería de 948 metros que se conecta con la casa de máquinas ubicada 550 metros más abajo. Las obras civiles se iniciaron en julio de 2005 y la operación comercial se prevé para el mes de noviembre. “Para terminar la obra sólo faltan detalles en los túneles, como el radier de piso y algunos sostenimientos, y las pruebas a la turbina”, explicó Pablo Lois, gerente del proyecto Hidroeléctrico Hornitos de Hidroeléctrica Guardia Vieja S.A. filial de Colbún.

## FICHA TÉCNICA

**Obra:** Central Hidroeléctrica Hornitos

**Característica:** Central de pasada con potencia de 55 MW

**Caudal máximo:** 12 m<sup>3</sup>/seg.

**Embalse de punta:** 172.000 m<sup>3</sup>

**Potencia firme:** 23 MW

**Generación media anual:** 280 GWh/año

**Altura caída:** 550 m

**Longitud túneles:** 10,7 Km

**Sección:** 10 m<sup>2</sup>

**Longitud canales:** 1,6 Km

**Líneas eléctricas nuevas:** 6 Km

**Aumento voltaje a 220 KV:** 11 Km

**Voltaje líneas:** 220 KV

**Monto inversión:** US\$63 millones



Trabajo en alta montaña. A la izquierda la construcción de un machón; al lado detalle del anillo metálico que afianza la silla a la fundación. Abajo un tramo de la tubería empotrada en el machón.



### La tubería

La constructora Icafal ejecutó las obras civiles de la Central Hornitos, compuesta por tres contratos principales: La estructura de captación, la sala de máquinas en la que se monta posteriormente la turbina y el generador, y las obras de caída a través de la tubería en presión. Esta última representa la labor más compleja. Se trata de una tubería de acero (S355N) de 1,8 m de diámetro, espesores de 8 a 32 mm, 948 m de largo, y que desciende 550 m en desnivel, alcanzando en su punto más inclinado un ángulo de 52°. No es todo, porque la faena se ejecuta en alta montaña, a una altura comparable a uno de los rascacielos más altos del mundo, Taipei 101 en Taiwán, con poco más de 500 metros. “Se planificó en detalle el lugar donde se ubicaría la zanja y fundaciones que contendría la tubería, una labor que implica precauciones adicionales dada la compleja geología y el uso de explosivos”, indica el Gerente de Proyecto de Icafal, Francisco Fernández.

El trabajo en montaña no era sencillo. Geológicamente el terreno presentaba desafíos por abundante diacusa, planos de falla en todos sentidos. La complicación inicial se presentó en la excavación, porque al intervenir el terreno la geometría cambiaba, obligando a revisar el diseño de las fundaciones para que



quedaran estables y así anclar la tubería a la montaña.

En la primera fase se ejecutó la excavación de la zanja de 4 m de ancho y una profundidad máxima de 4 metros en algunos lugares. A continuación, se excavó en forma local para instalar en roca de buena calidad los anclajes de la tubería, consistentes en 12 machones y 41 sillas. Una labor clave si se considera la fuerte pendiente del cerro, cambios

de dirección, caudales y la alta presión que existe en la tubería, ya que un error podía traducirse en desplazamientos y hasta salir impulsada al vacío. Por ello, se colocaron cada 20 m apoyos (sillas), y cada 50 o 100 metros sostenimientos (machones), ambos elementos de hormigón armado, todos fundados en roca o con pernos de anclaje en los casos que se requiera.

Los machones consisten en grandes cajas

**Traslado de los tramos de tubería a través de los andariveles. Esta tecnología sobresalió por ser un desarrollo propio de la constructora.**



de hormigón, que empotran adecuadamente la tubería en la roca. Se colocan cuando por el caudal y la presión del agua se producen fuerzas en los cambios de dirección, tanto vertical como horizontal. “La tubería queda al interior de los machones, que se complementan con sillas, encargadas de resistir el peso de la tubería y del agua de manera vertical”, indica Jaime Guzmán, jefe del proyecto de diseño de las Obras Civiles de Ingendesa.

Entre los machones se ubican 41 sillas separadas entre 16 y 22 metros. Las sillas se componen de un anillo metálico que abraza la tubería, anclado en dos pedestales de hormigón en cuya base se encuentra la fundación que transmite la carga al terreno. Para permitir que la tubería se dilate y contraiga con los cambios de temperatura, las sillas tienen en su base una placa de acero inoxidable que se desliza sobre un elemento de teflón. Este sistema se complementa con las juntas de dilatación de la tubería ubicadas en el costado de cada machón. Generalmente por sus reducidas dimensiones, cuentan con fundaciones de 1 m de profundidad.

Los machones presentaron distintas medidas según el lugar, la inclinación, la presión y el grado de quiebre del vértice. En algunos casos se efectuaron rellenos adicionales, y en otros se colocaron fierros de 3 a 6 m como refuerzos en la zona de fundación, ante el riesgo de que el plano de fallas fuera más profundo y la roca estuviese comprometida.

En cambio, con las sillas se pudo sistematizar, empleando similares diseños para distintas profundidades y alturas.

Pero si los machones y las sillas significaron un exhaustivo trabajo, el ensamblaje de la tubería fue todo un reto. Hubo que instalar 948 metros de tubería a lo largo de un trayecto en desnivel de 550 metros. Ante este escenario se dividió la tubería en 240 tramos que iban desde los 3 m y 1 T, hasta los más largos de 9 m y 12 toneladas. Una vez ensamblados los tramos se unen con soldadura interior y exterior, y posteriormente se hace un trabajo de radiografiado de las uniones.

La soldadura debió adaptarse a espesores diametralmente opuestos, desde los 8 mm al comienzo de la tubería hasta los 32 mm en el tramo final. Tras la soldadura, se debía recuperar la pintura termoplástica. “Las tuberías venían pintadas de fábrica y lo que se hacía en faena eran reparaciones en zonas localiza-

das. Al soldar se quema todo el perímetro de la tubería y se compromete un área mayor, teniendo que repararla. Las tuberías incluyen crucetas de refuerzos interiores para el transporte, las que debían ser retiradas y reparadas, por el daño ocasionado por su manipulación en su interior durante la faena”, señala Fernández.

## Logística y seguridad

Mención honrosa merecen los trabajos de logística en el traslado de materiales y estructuras, así como en la seguridad. “Hornitos fue un proyecto que tuvo dos enemigos naturales, el clima y el terreno”, indicó Pablo Lois.

El traslado de los distintos componentes de la tubería no resultó un tema menor. Lo más interesante fue la instalación de andariveles para trasladar los enormes tramos. “Partimos en marzo de 2006 con los primeros antepro-

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 35





**COMPACTACIÓN DE SUELO Y ASFALTO:** Vibroapisonadores (2T, 4T, diesel), placas simples y reversibles, rodillos.

**EQUIPOS PARA HORMIGÓN:** Reglas y cerchas vibratorias, alisadores, vibradores internos y externos (eléctricos y neumáticos), convertidores de frecuencia, martillos demoledores, cortadoras de piso y manuales, herramientas manuales, accesorios.

**MOTORES, BOMBAS Y GENERADORES:** Motores bencineros de 4 a 20 hp, motobombas (aguas limpias, tragasolidos y diafragma), bombas sumergibles, generadores bencineros y diesel de 2.3 a 60 KVA, torres de iluminación.

Región	Arica	Iquique	II	III – IV	V	VI	VII	VIII – IX – X - XI	XII	RM
Distribuidor	Agropiemonte	Reptal S.A.	Reptal S.A	Sermicon Ltda.	Multiequipos	Abside S.A.	Com. Livic	Comercial KE	Diteco S.A.	Tecna Maq
Sev. Técnico	Agropiemonte	GS Ingeniería	Reptal S.A. Wercke Punto Norte	Sermicon Ltda.		Abside S.A.	Com. Livic	Comercial KE	Diteco S.A.	CST, Tecna Maq

**SERVICIO DE ARRENDADORES DE ARICA A PUNTA ARENAS.**

Wacker Maquinarias Chile Ltda. El Rosal 5000, Huechuraba, Santiago. Fono: (2) 753 6700 – Fax: (2) 753 6705  
**ventas@wacker.cl – www.wacker.cl - www.wackergroup.com**



La logística y seguridad fue fundamental. Además de los andariveles, los helicópteros y mulas fueron imprescindibles para transportar tramos de tuberías y cargas menores. Caminos cerrados por la nieve y algunos imprevistos como el volcamiento de camiones fueron imponderables en el proyecto.

yectos de colocación de andarivel y cotizaciones internacionales. Una vez montado el andarivel se debieron efectuar las pruebas de carga, deformaciones y verificaciones ingenieriles necesarias. El 13 de septiembre se instaló el primer tramo de tubería en el Machón 3", indica Fernández.

En principio, se contempló importar unos andariveles austriacos. Sin embargo, por la complejidad de la montaña y la configuración de la ladera no fueron viables para este proyecto. Finalmente, los andariveles responden al desarrollo nacional. Se confeccionan torres in situ con tubos tipo yoder, funcionando el sistema a través de cables de acero de 1 ½ pulgada por los cuales los materiales se elevan a más de 10 m de altura. La estructura metálica se ancla a la roca en varias direcciones con cuatro a seis pernos a 4 m de profundidad y se agregan tensores

superiores para fortalecer el sostenimiento.

Finalmente, se construyeron y montaron cuatro andariveles, dos en el machón 0 (M) a M6 y dos en el inferior M6 al M11. "Mientras se ejecutaba la obra, se hizo un ajuste en el sector superior para incorporar más frentes de trabajo, y así obtener un mejor avance", indica Fernández. El último tramo de tuberías que desemboca en la válvula de entrada de la casa de máquinas, se montó a través de una red de caminos de acceso, con grúas de 150 toneladas.

Otro elemento de alto vuelo. "Para trasladar materiales al sector de mayor altura, recurrimos a helicópteros con capacidad para 600 kilos que normalmente hacían un máximo de 40 viajes diarios. Fue una medida extrema por razones de seguridad, y porque el andarivel no dio abasto y el plazo apremiaba", expresa Lois. Hubo de todo, modernos

transportes, pero también se emplearon mulas para el traslado de cargas menores e incluso "sherpas" (escaladores) locales.

Un aspecto interesante fue el bombeo de hormigón hacia la cumbre para ejecutar machones y sillas. "Se preparaba la mezcla fresca in situ en autohormigoneras y se transportaba por una tubería que alcanzó un largo máximo de 800 m, desde la bomba de hormigón ubicada en la cámara de carga hasta su lugar de aplicación, la silla o el machón", indica Fernández. Una tarea compleja técnicamente por la longitud del bombeo y físicamente por la pendiente abrupta y la inaccesibilidad de algunos puntos.

¿Cómo llegaban los camiones hasta la faena? Existía un camino de cordillera, hasta donde podía acceder maquinaria de doble tracción para alimentar las autohormigoneras y la tubería de hormigonado. "En esta faena tuvimos una asesoría permanente del Decon-UC para contar con las dosificaciones apropiadas para que el hormigón fuera bombeable y no se fraguara en el camino", comentó el profesional de Icafal.

La seguridad de los trabajadores no se descuidó, en especial por el rigor de las condicio-

**La ventilación en los túneles era vital. La manga que inyectaba aire limpio desde el exterior se ancló al techo de la excavación.**



nes climáticas y del terreno. “Se exigía el uso de arnés con cuerdas de vida y en toda la zona existían cuerdas de apoyo y algunos implementos que usan los escaladores, como frenos y otras herramientas para afirmarse al terreno”, indica Fernández. El ascenso y descenso hacia las zonas de montaje de la tubería agregaron resguardos para los trabajadores como pasarelas, rejas y escaleras de madera. Ya fuera con explosivos o cementos expansores se delimitaba una franja paralela a la tubería y en ella se colocaban pernos de anclajes entre la roca y la madera de las escaleras para construir un sendero peatonal.



El saldo fue positivo. Sólo hubo accidentes menores como caídas y golpes de rocas debido a los desprendimientos de terreno a causa de las tronaduras. En algunos casos las explosiones se programaban entre dos a cuatro veces por día. Una vez que se tronaba, se debía esperar a que el área se encontrara estable, sin desprendimientos, para volver a las labores.

## Los túneles

La empresa Züblin International fue la encargada de llevar a cabo las obras de aducción de la Central Hornitos que consisten en la construcción de tres túneles que en conjunto suman 10,7 km de largo. Son de 4 m de alto y cerca de 3,5 m de ancho. Por estos túneles acueductos, el agua corre libremente en un estándar de 1 metro por segundo y a una altura de tres metros. El agua viene proveniente del sifón que cruza el camino internacional.

El recorrido es el siguiente: El agua ingresa por el sifón al primer túnel de 1,6 km de largo por el portal 1, al salir conecta con un canal acueducto de sección rectangular cubierta de hormigón armado de 1 kilómetro. Luego entra al túnel 2, cuya extensión es de 3,5 km, y avanza por un segundo canal acueducto el cual posee un sifón corto y un canal de 0,5 km. Posteriormente, el agua ingresa al túnel 3, de 5,6 km de largo, que desemboca en una cámara de carga que evacua el agua a la tubería en presión.

Para iniciar las obras de excavación se dibujó y marcó la sección del túnel en el macizo rocoso. Luego se trabaja con el equipo de perforación, que en el caso de Hornitos se trató de un Jumbo Electrohidráulico, de 2 brazos, uno de los cuáles es telescópico con perforadoras. Se cargan las perforaciones (tiros) con explosivos a granel y encartuchados, utilizando un método llamado Drill&Blast (perforación y tronadura) que permite obtener un corte completo, avanzando a una frecuencia cercana (por botada) de hasta 3 metros.

Se excavan los túneles por ambos frentes realizando este mismo ejercicio. Tras la perforación, se retira la marina o material tronado, a través de una pala Cargador LHD llamado Scoop, que la deposita en camiones normales o camiones de bajo perfil o Dumper. La etapa que sigue es el sostenimiento del terreno. Uno de los imprevistos se centró en las condiciones del subsuelo. “La condición encontrada en el macizo rocoso fue de distinta calidad a la prevista en el proyecto, obligando a realizar distintos tipos de sostenimientos”, dijo Ignacio Aedo, profesional del Departamento de Estudios de Züblin.

Según el tipo de roca, se aplicó un sistema de sostenimiento apropiado con el propósito de estabilizar la superficie del túnel. Para aquellas de mejor calidad, se emplearon refuerzos del tipo pernos grouteados con morteros de cemento o rellenos con lechada de cemento y aditivos, cuya longitud en la

mayoría de los casos fue de 2,0 m con un diámetro de 22 mm y colocados radialmente a la cara del túnel, de manera que queden como un enrejado de contención. Del mismo modo se utilizaron barras de sostenimiento para reforzar la masa rocosa por delante del frente excavado, en sectores con roca de condición inestable y para restringir las deformaciones del macizo circundante”, indica Sergio Aguilar, profesional del Departamento de Estudios de Züblin.

Otra aplicación consiste en colocar malla de acero soldada de 2,18 kg/m<sup>2</sup>. Cabe señalar que dentro de los sostenimientos la malla electrosoldada fue reemplazada en algunos casos por shotcrete con fibra con lo cual bajó el ciclo de trabajo. Se colocaron siguiendo lo más ajustadamente posible el contorno de la superficie y se afirmaron mediante pernos con placa y tuerca de sujeción. También se empleó un conjunto de shotcrete y malla, esta última sobre una capa de shotcrete de 5 cm de espesor mínimo aplicada previamente sobre la roca.

Hubo lugar para nuevos desarrollos y apuestas interesantes. En el piso de los túneles se aplicó Hormigón Rodillado, técnica que consiste en el empleo de un hormigón de muy baja fluidez, no medible mediante el asentamiento de cono, por lo que es posible utilizar rodillos vibratorios para su compactación. Es un material reconocido pero no utilizado para obras de este tipo. “Es una experiencia relativamente nueva para túneles civiles, y a pesar que tuvimos una experiencia regular, creemos que fue un aporte”, indica Lois.

El hormigón rodillado, es un hormigón que se coloca seco, con escasa cantidad de agua y con dosis controladas de cemento. En el caso de Hornitos “excavábamos el túnel, y luego



Construcción del sifón que empalma con el primer túnel. A la derecha, para su protección, el embalse posee una entrada de hormigón con un sistema de caída que disipa la energía. Al lado la bocatoma Juncalillo, que tiene dos compuertas para el paso del agua.

veníamos con este hormigón rodillado, lo que permitía avanzar con la pavimentación en simultáneo con la excavación”, indica Lois. Si bien presentó problemas con el agua, debido a las filtraciones en el macizo lo que significó previamente tener que agotar la napa, la iniciativa mejoró los rendimientos. En aquellas áreas donde el rodillo no podía compactar, como en las orillas, se reemplazó con hormigón tradicional. “La dificultad reside en que es un hormigón seco que se debe colocar rápidamente, y la distancia junto con la geografía desde la planta hasta el lugar de aplicación obligó en ocasiones a vaciarlo antes que se endureciera en los camiones mixer”, señaló el ingeniero administrador de Züblin, Jaime Millares.

### Captación de aguas

En la zona del embalse se construyeron las bocatomas de los ríos Juncal y Juncalillo, y un desarenador, que decanta la arena, debido a que las aguas de alta montaña arrastran abundante contenido de sólidos que embanca los túneles y afecta las turbinas. El agua se dirige al embalse de regulación y, por un sifón, que va por debajo del camino internacional, desemboca en el primer túnel.

Las bocatomas eran de hormigón con unas compuertas de gran sector. La más grande era la bocatoma Juncal, con tres compuertas de 4 m de ancho y la Juncalillo de dos com-

puertas más pequeñas. Constructivamente, el desafío consistía trabajar en el agua, prever las eventuales crecidas y modificar el cauce. “Nos sorprendió una crecida que arrastró obra terminada, por lo que se debieron activar los seguros. El reto aquí fue lograr desviar el cauce, trabajar dentro del río y salir de él antes de que llegaran las grandes crecidas”, recuerda Fernández. El cauce se desvió a través de unos muros provisorios de hormigón, y se mantuvieron bombas de agotamiento permanentes por más de seis meses.

Las fundaciones de las bocatomas fueron más complejas, ya que había que evitar el sifonamiento, esto es, prevenir que las fundaciones flotarán. Así, los bloques de hormigón están a 1,5 m bajo el sello de fundación.

El sifón fue parte de las obras de captación de aguas. “Tuvimos que hacer un camino especial por un mes, una pista paralela de 200 m para desviar el tránsito que pasaba por el camino internacional”, indica Fernández. El sifón, que fue parte de las obras de captación de aguas, era un cajón de hormigón armado de 2,5 por 2 m, a una profundidad de 2 m bajo la ruta.

El embalse tuvo desde el inicio el inconveniente de dónde conseguir material para poder construirlo. Fue así que se aprovechó el extraído del túnel, una roca partida en trozos con una granulometría variada. Se saca-

ba el material, se parrillaba eliminando el sobretamaño y se colocaba para hacer el embalse. La estructura es de escombro de falda compactada junto a la marina extraída de los túneles.

Como el suelo del embalse no era impermeable, en Hornitos se colocó una membrana geotextil para impermeabilizarlo, debido a que tenía una capa delgada de material impermeable y después había otro permeable con lo que se perdía el agua. Este liner, de 1 mm de espesor, evita filtraciones. Son láminas grandes de 6 m de ancho (polietileno de alta densidad) que se funden entre sí por termofusión.

### Se hizo la luz

La tubería de caída desemboca en una válvula que está enterrada a unos 4 m bajo la superficie. La tubería queda enfrentada a la turbina y es ahí donde empieza el ciclo de generación eléctrica.

Antes de montar la turbina se construyó la casa de máquinas, edificación de hormigón armado pero que a nivel de subterráneo ostenta fundaciones de 10 a 12 m de profundidad. “En algunos puntos alcanza los 15 m porque se extrajo terreno en ma-

# Sistema Módulo® de Indalum

Máxima versatilidad, excelentes terminaciones.



Sistema modular completamente removible, especialmente diseñado para plantas de oficinas.



 **MODULO**®  
S I S T E M A  
Tabiques modulares removibles

Conózcalo en nuestro Showroom  
Av. Las Condes 6932, Las Condes

Facilita el uso de cristales

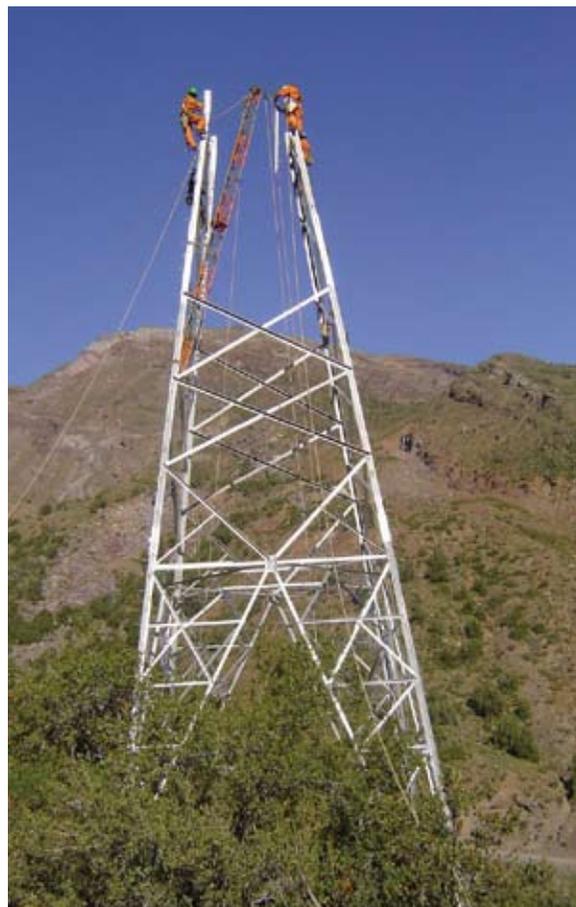
Incluye soluciones de encuentros en esquinas de diferentes ángulos ("T", pilares terminales, puertas de madera abisagradas o de vaivén)

 **indalum**®  
TECNOLOGIA Y DISEÑO EN ALUMINIO

LIDERES EN CHILE HACE MÁS DE 50 AÑOS  
Teléfono: 596 2340 / [showroom@indalum.cl](mailto:showroom@indalum.cl) / [www.indalum.cl](http://www.indalum.cl)  
Horario de Atención: Lunes a Viernes de 8:30 a 19:00 hrs. Sabado de 10:00 a 13:00 hrs.



Montaje de la turbina Pelton de seis chorros. El tubo que gira alrededor se llama alimentador o caracol y es el que inyecta el agua. Al lado, el montaje de una torre de alta tensión.



las condiciones y luego se hormigonó con un H25 de gran espesor”, expresa Guzmán de Ingendesa.

En esta casa se instaló una turbina del tipo Pelton de 6 chorros de eje vertical de 55 MW, encargada de generar la energía eléctrica. El montaje de la turbina y generador, a cargo de la empresa Salfa Montajes, requirió de un trabajo de especialistas. “La turbina y el generador pesan 140 toneladas. La turbina está formada por una caja metálica hexagonal dentro de la cual gira un rotor con su eje vertical, que descansa en la parte superior. Además la turbina está compuesta por un tubo alimentador o caracol, que tiene en promedio un metro de diámetro”, dijo Francisco Manterola, gerente general de Salfa Montajes. “El caracol se inicia con un diámetro de 20 m y se reduce a 90 cm”, indica Ricardo Ulloa, ingeniero administrador de Salfa Montajes. Las piezas de la turbina y generador se montaron haciendo uso de un puente grúa de 100 toneladas, ubicado en la casa de máquinas.

“El fluido que llega de la cañería de aducción es inyectado dentro de la caja hexagonal por 6 inyectoros. Este fluido hace girar el rotor, el cual a su vez hace girar el eje de la

turbina, y éste al generador, que produce la energía eléctrica”, indica Manterola. Los inyectoros salen de una cañería que circunda la caja hexagonal y tiene el nombre de Distribuidor.

Con la turbina en marcha, el enlace al Sistema Interconectado Central (SIC) se realiza mediante una línea de 20 km de 220 KV de un circuito que conecta la Subestación Hornitos con la Subestación Los Maquis ubicada en la central Los Quilos, inyectando la energía producida al sistema de transmisión. La empresa CAM Chile fue la responsable de la construcción y montaje de todas las torres de alta tensión, faena que también consideró el uso de helicópteros, mulas y andariveles. “El traslado de los materiales, como las estructuras metálicas y hormigones, hacia el punto de montaje se realizó con la ayuda de helicópteros, con capacidad para 800 kilos de transporte. Las estructuras metálicas para el montaje de las torres pesaban en promedio de 10 a 16 toneladas, eso significaba más o menos unos 15 a 20 viajes por cada torre, en helicópteros. “Teníamos un rendimiento de dos a cuatro torres por día. También se utilizó el uso de andariveles para el traslado de todos los

materiales para la construcción de las obras civiles, hacia el punto de ubicación de las torres”, dijo el ingeniero administrador de CAM, Víctor Navarro.

La central Hornitos está próxima a comenzar sus operaciones, y nada ha quedado al azar. Su entrada al sistema está prevista para noviembre. Las pruebas a la turbina, túneles y tubería aún están a la espera de su marcha blanca. ■

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

#### EN SINTESIS

**La Central Hornitos fue un proyecto especial. La tubería en presión aportó 948 metros de longitud, mientras que los túneles 10,7 kilómetros. Todo un desafío en las alturas ya que estas obras definieron en gran parte la logística y la seguridad montaña arriba. Para trasladar grandes estructuras se usaron andariveles y helicópteros. Las cargas menores fueron transportadas a través de mulas.**

**El clima y el terreno definieron los plazos de entrega de la central, así como también la aplicación de técnicas constructivas.**

# Sabía usted...

...que Melón Albañil otorga mayor impermeabilidad y más litros de mortero gracias a las microburbujas de aire que incorpora su mezcla.



Obten una obra de **primera**  
y **ahorra** tu dinero!



## LOS DESAFÍOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS

# CONSTRUCCIÓN MÁS SEGURA

MUTUAL DE SEGURIDAD  
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

**La tasa de accidentalidad de empresas de construcción alcanzó 7,63% en 2006**, un descenso importante en comparación al 14,7% de 1997. Sin embargo, hay fuertes desafíos para incrementar la seguridad en faenas riesgosas como el trabajo en altura y excavaciones.

**S**I BIEN LA CONSTRUCCIÓN constituye una actividad de alto riesgo en el mundo, en nuestro país los indicadores experimentan una interesante disminución debido a los avances en la incorporación de los conceptos de seguridad y salud laboral. Hay cifras que ilustran este escenario. En una década, la accidentalidad entre las empresas del sector construcción, socias de la Mutual de Seguridad, cayó desde tasas de 14,7% en 1997 al 7,63% en 2006. El indicador es aún más alentador si se considera sólo las compañías que aplican un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional: 3,84%.

La tendencia a la baja se explica por diversas razones, destacando las mayores exigencias que impone la globalización. Es decir, la relevancia que otorgan los mandantes al cumplimiento no sólo de aspectos formales, sino también valóricos como el medioambiente, el desarrollo sustentable y el bienestar de las personas. En este contexto, la seguridad y salud ocupacional cumplen un rol clave. “Empresas extranjeras, como las multinacionales que operan en la minería, traspasaron a los contratistas su rigurosa cultura de prevención de riesgos, generando un círculo virtuoso de seguridad”, señala Luis Morales, gerente asesor en seguridad y salud ocupacional de la Mutual de Seguridad.

A esto se debe sumar la relevancia que

adquiere la capacitación laboral. "En el sector construcción, los trabajadores capacitados se triplicaron en los últimos seis años, contando en la actualidad con gente más preparada", acota el profesional.

Más allá de las auspiciosas cifras, queda mucho por hacer en especial en materia de accidentes fatales y graves, una de las principales preocupaciones del sector. Aquí también hay datos. Del total de accidentes fatales registrados por la Mutual de Seguridad en 2006, el 35% afectó a trabajadores del sector construcción. "La accidentalidad laboral se encuentra al nivel de países desarrollados. Sin embargo, en accidentes fatales estamos, por ejemplo, como Francia y Estados Unidos en los '90", indica Alejandro Morales, gerente de Innovación de la entidad.

A partir del trágico accidente de 2004 en Las Condes, en el que murieron siete trabajadores, la industria tomó serias medidas para incrementar la seguridad en las obras. La Cámara Chilena de la Construcción, en coordinación con la Mutual de Seguridad, creó la Comisión de Prevención de Riesgos, que integró a cada uno de sus comités un ente dedicado exclusivamente al control de los accidentes. Por su parte, la autoridad comenzó la concepción de una normativa que fortaleciera los aspectos de la seguridad y salud en el trabajo. Iniciativa recogida por la Ley de Subcontratación y Servicios Transitorios, que comenzó a regir a comienzos de este año y que "resulta un nuevo incentivo para la incorporación de medidas que acrecienten la seguridad y salud de los trabajadores. La normativa actúa como un nuevo mandante exigente", señala Luis Morales. La regulación obliga a las empresas a implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), cuando en una obra o faena existan más de 50 trabajadores.

## Las faenas riesgosas

El riesgo en el sector construcción se caracteriza por la profunda y constante transformación del entorno, la fuerte presión laboral, intereses contrapuestos de los diferentes

actores que participan en el proceso de construcción, el aprendizaje limitado y escasa formación de los trabajadores, la diversidad y transitoriedad de las obras, los plazos y precios fijos, y la influencia climática, entre otros factores. A pesar de la multiplicidad de variables, el registro de accidentes fatales de 2006 detecta como sus principales causas los trabajos realizados en edificación en altura y en excavaciones.

En las faenas en altura las labores más riesgosas se observan en el montaje y desmontaje incorrecto de las superficies de trabajo; la excesiva separación entre andamio y las fachadas; el vuelco del andamio por incorrecto apoyo, por hundimiento y/o reblandecimiento del suelo; por anclaje al edificio deficiente o inexistente; y por desplome. A esto se suma el mal uso de las escaleras de acceso a los distintos niveles del andamio; la deformación o rotura por sobrecarga o mal uso del andamio; falta de puntos de anclajes o mal uso de cuerdas de vida; el exceso de confianza del trabajador, y el bajo uso de elementos de protección personal, entre otros. Estas situaciones provocan riesgos tales como caídas a distinto nivel, derrumbe de la estructura, caída de objetos o materiales sobre personas y/o bienes, contactos eléctricos, caídas al mismo nivel y golpes contra objetos fijos.

En excavaciones también se encuentran identificadas las acciones más riesgosas como el atrapamiento por derrumbe de las paredes o del material acopiado; la caída de personas desde el borde de la excavación; los golpes por caídas de herramientas o materiales, pasarelas y escalas; la intoxicación por acumulación de gases; el contacto eléctrico con redes subterráneas existentes, y los golpes de máquinas.

Estos accidentes se relacionan con las excavaciones que desconocen o no respetan el ángulo de reposo del terreno; las fallas en la cohesión y pérdida de humedad de las paredes de las excavaciones; las fallas en las entibaciones o su inexistencia; el acopio de material cerca de los bordes; la existencia y tránsito de maquinaria pesada en las cerca-

# Sistemas de alarma contra incendio Bosch Security Systems



**Máxima tecnología y calidad en equipos de seguridad**

**BOSCH**  
Innovación para tu vida

- Línea completa de detección de Incendio
- Sistemas convencionales, direccionables e Inteligentes
- Sistemas de Audio Evacuación

Visítenos en Av. Irarrázaval 259 Piso 3, Ñuñoa  
Fonos: 5203226-5203407  
E-mail: [boschseguridad@emasa.cl](mailto:boschseguridad@emasa.cl)



nías y el tránsito peatonal próximo a la excavación. También, se encuentran motivos en las faenas con percusión o trepidación; la ruptura de redes subterráneas existentes; y la filtración de agua o deshidratación del terreno.

Claro que la batalla contra las faenas riesgosas no está perdida, ni mucho menos. Siguiendo una serie de buenas prácticas se disminuyen los riesgos y se incrementa la seguridad. Veamos.

### Seguridad en trabajos en altura

Para combatir las eventuales amenazas que existen en estas faenas destacan diversas medidas preventivas:

- Instalación de barandas de bloqueo de vanos y fachadas.
- Implementación de barandas perimetrales (doble altura) en zonas de trabajo con riesgo de caídas de distinto nivel.
- Incorporación de protecciones contra caídas en losa de avance (sobrancho, barandas y sistema de cuerdas).
- Protección en cajas escalas y ascensores en cada nivel de la construcción.
- Protección pasada de losas y shaft.
- Áreas de trabajo iluminadas.

### Seguridad en excavaciones

Antes de una excavación, asegurar la implementación de las medidas de control necesarias, considerando las normas vigentes,



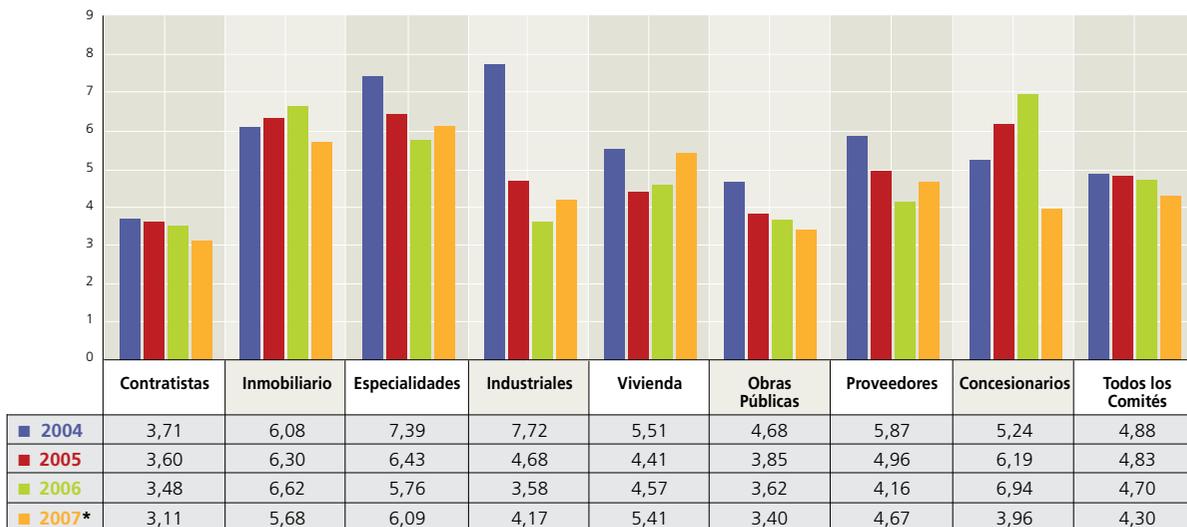
En las faenas en altura las labores más riesgosas se observan en el montaje y desmontaje incorrecto de las superficies de trabajo, y en la excesiva separación entre el andamio y las fachadas.

como la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S.47) y la NCh 349 Of.99.

- Reconocer preliminarmente el terreno.
- Evaluar el informe de mecánica de suelos.
- Entibar cuando no se pueda cumplir con el ángulo de reposo del terreno.
- Conocer especificaciones técnicas y planos.
- Chequear redes de servicio público (gas, electricidad y agua, entre otros).

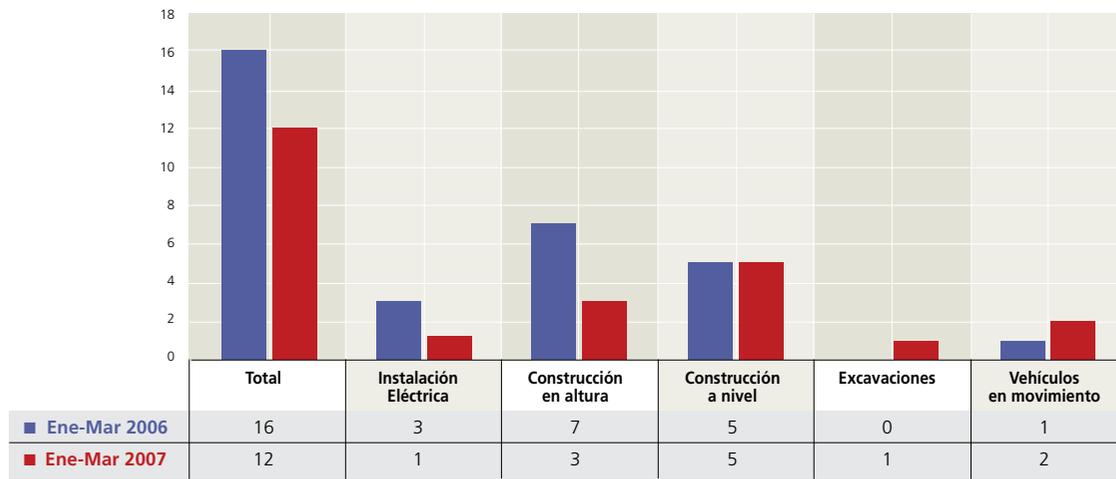
- Delimitar y señalizar áreas, y protección de la circulación de público.
- Plan de circulación de vehículos o maquinaria pesada.
- Iluminación.
- Definir un programa de movimiento de tierra.
- Instruir al personal en el método de trabajo seguro.
- Aplicar listas de verificación de todas las excavaciones.

### TASA DE ACCIDENTALIDAD DE TRABAJO



\* Hasta marzo

## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DONDE ESTÁN OCURRIENDO LOS ACCIDENTES FATALES DE TRABAJO, ENERO-MARZO 2006 V/S 2007



- Verificar el buen estado de máquinas, camiones, equipos y herramientas a utilizar.
- Mantener accesos y demarcaciones de los bordes.

### Medidas seguras

Con la finalidad de motivar y capacitar a los trabajadores para que adopten una cultura de autocuidado, la Cámara Chilena de la Construcción y la Mutual de Seguridad participan en una comisión tripartita orientada a realizar campañas de prevención. En esta instancia participan además, el Gobierno a través de la Dirección del Trabajo y la Seremi de Salud, junto a representantes de los trabajadores y la Central Unitaria de Trabajadores (CUT).

Siguiendo el modelo irlandés, que a través de un pacto social permitió avanzar en una drástica reducción de los accidentes en la construcción, también se trabaja en paralelo en una mesa de participación social que in-

tegra a diez entidades como la Superintendencia de Seguridad Social, Subsecretaría de Previsión Social, Seremi de Salud, las cuatro mutualidades de empleadores, la Asociación Gremial de Mutualidades, la CUT y la CChC, entre otras. El propósito de la iniciativa consiste en disminuir los accidentes en la construcción, especialmente aquellos graves y fatales generados por trabajo en altura y excavaciones.

Además, se desarrollan programas de reforzamiento de medidas de seguridad, de acuerdo a riesgos específicos como el "Programa de Trabajo en Altura" en el que se ha intensificado la capacitación en aspectos claves como el correcto empleo del arnés, la instalación y uso del andamio, y una adecuada supervisión de los trabajos para detectar y controlar situaciones de riesgo. De igual forma, se actualiza y refuerza el material específico para los trabajos de excavaciones.

La Mutual de Seguridad también cuenta

con 27 fichas técnicas de prevención por oficio, con el fin de que trabajadores conozcan los riesgos a los que están expuestos en sus ambientes laborales.

A esto se suma la intensificación de aspectos como la capacitación, para lo cual la Mutual ofrece cursos abiertos –calendarizados anualmente- para sus empresas y cerrados para temas específicos. Para aquellas compañías que no cuentan con instalaciones o se encuentren ubicadas en zonas rurales, la institución ofrece cuatro buses de capacitación, completamente equipados con tecnología de alto nivel y adaptados como salón de clases, para dar el servicio de capacitación en terreno.

Los desafíos no terminan, y en la actualidad una gran cantidad de retos se concentran en la Ley de Subcontratación, pero este tema será para un futuro análisis. ■

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

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 45

# FUNDACIONES ESPECIALES

## ESTRATOS

Anclajes Postensados  
Micropilotes  
Shotcrete  
Soil Nailing  
Inyecciones  
Pernos Auto-Perforantes



ESTRATOS

Tratamientos Especiales del Terreno S.A.

Sistema de entibación con muros perimetrales del subterráneo, arriostrados con anclajes postensados (Sistema de muros bajando)



Av. Américo Vespucio 1387  
Quilicura - Santiago - Chile  
Dirección Postal:  
Casilla 173 - Correo Central (Santiago)  
Teléfono: 431 22 00  
Fax: 431 22 01  
E-mail: [estratos@drillco.cl](mailto:estratos@drillco.cl)  
[www.estratos-fundaciones.cl](http://www.estratos-fundaciones.cl)

# AISLAMIENTO TÉRMICO HUMEDAD EN ELEMENTOS ENVOLVENTES

**La humedad en los edificios, principalmente de vivienda, cumple un papel clave en el confort y en los costos de calefacción. En las zonas geográficas húmedas y de lluvia con viento se agudiza el problema.**

GABRIEL RODRÍGUEZ J.  
PROFESOR DE FÍSICA DE LA CONSTRUCCIÓN  
DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL DE  
LA UNIVERSIDAD DE CHILE

**L**A HUMEDAD causa numerosos y variados efectos en los edificios como deterioro estructural, daños en terminaciones, condensaciones y falta de higiene en recintos, entre otros. Una de las consecuencias se observa en la disminución del poder aislante de los materiales de muros y techos porque incrementan la conducción del calor.

El agua puede presentarse en forma líquida o en forma de vapor, transformándose una en otra con mucha facilidad a temperatura ambiente. El aire contiene cantidades variables de humedad en forma de vapor (agua gaseosa) entre 0 y 3 por ciento. El vapor resulta totalmente transparente e invisible mientras se mantiene gaseoso. Además, cuanto más alta sea la temperatura mayor es la capacidad del aire para admitir agua en formas de vapor. Cuando el aire contiene la máxima cantidad de este elemento se encuentra saturado. Por ejemplo, a 0°C contiene hasta 5 g por m<sup>3</sup>, en tanto que a 20°C posee hasta 17 gramos. La relación entre el vapor que contiene, a una cierta temperatura, y la que tendría si estuviese saturado se denomina humedad relativa (HR) y se expresa en porcentaje (%). A más del 100%, el

aire no puede contener más vapor porque se sobresatura depositándose el exceso en forma de agua líquida sobre las superficies frías. Esto constituye el fenómeno de condensación.

Los muros perimetrales de un edificio y los techos se humedecen a causa de dos fenómenos:

1) Exteriormente por lluvias que azotan los muros y el techo, agua que puede infiltrarse al interior de los materiales, fenómeno que se intensifica cuando llueve con viento.

2) Interiormente por condensación con similares consecuencias.

El coeficiente de conductividad térmica aumenta cuando los materiales se humedecen, especialmente aquellos de constitución porosa, porque el aire en los orificios se reemplaza por agua, siendo ésta 22 veces más conductora del calor que el aire. En efecto, el aire quieto tiene una conductividad térmica de 0,026 W/m °C en tanto que el agua tiene 0,58 W/m °C. Ello determina que mientras más agua absorbe un material, más conductor se hace y por tanto decrece su aislamiento térmico R, el cual se determina por el espesor dividido por la conductividad térmica, vale decir:

**R= espesor (m) / conductividad (W/m °C)**



R es parte del valor de la resistencia térmica total ( $R_t$ ) exigida por la OGUC<sup>1</sup> en su artículo 4.1.10 cuya aplicación comenzó en enero de 2007 para techos, muros y pisos de viviendas (ver Tabla 1).

En consecuencia, el humedecimiento de los materiales constituyentes de elementos constructivos provoca una disminución del aislamiento térmico que impide el cumplimiento con lo estipulado en la OGUC. Además, en las épocas de baja temperatura, el gasto de calefacción crece para compensar las pérdidas de calor.

¿De qué orden de magnitud estamos hablando? Obviamente, depende de la humedad del aire exterior, de las lluvias, del viento, del soleamiento —que seca los muros— y de la capacidad de los materiales para absorber humedad y retenerla.

Analizando con detenimiento, se encuentra que la norma NCh 853<sup>2</sup> contiene un amplio listado de conductividades térmicas para la mayoría de los materiales de construcción, medidos en estado seco bajo la norma NCh 850. Sin embargo, no se menciona la condición húmeda. Lamentablemente existe escasa bibliografía al respecto. En general casi todas las publicaciones afirman que la conductividad aumenta con la humedad, algo lógico, pero muy po-

**TABLA 1.**

Transmitancias U de elementos envolventes según zona térmica señaladas en la OGUC.

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRES		MUROS PERIMETRALES		PISOS VENTILADOS	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C/W	W/m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C/W	W/m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Fuente: OGUC, art. 4.1.10

**GRÁFICO 1**

Variación de la conductividad con la humedad de materiales



**TABLA 2.**

Coefficientes multiplicadores de la conductividad térmica según ambiente húmedo en que se encuentren

MULTIPLICAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA POR:			
Material de muro	Clima seco	Clima templado	Clima húmedo
Hormigón	1,40	1,70	2,00
Yeso	1,30	1,60	2,15
Mortero	1,30	1,60	1,90
Ladrillo	1,20	1,45	1,65
Madera	1,16	1,19	1,25

Fuente: Cadiergues<sup>4</sup>



## El humedecimiento de los materiales constituyentes de elementos constructivos provoca una disminución del aislamiento térmico.

cas cuantifican ese incremento.

Maurice Croiset<sup>3</sup> entrega una curva, presentada en el gráfico 1, donde se aprecia un fuerte aumento porcentual de la conductividad térmica con un relativamente reducido incremento de la humedad.

Puede observarse que materiales con sólo 1% de humedad aumentan su conductividad en 30%, con 3% suben al 57%, con 4% pasan a 67%, y con 6% se eleva 84% la conductividad.

Otro autor especializado en la materia, Roger Cadiergues<sup>4</sup>, propone multiplicar los valores de la conductividad térmica de los materiales en estado seco por un cierto factor, según los muros que componen la construcción se encuentran en lugares normalmente secos, climas templados o climas húmedos expuestos a lluvias (Ver Tabla 2).

Puede observarse que aún en climas secos se castiga el valor en un porcentaje del 16% para las maderas, 20% para ladrillos y 40% para hormigones. En climas húmedos llega a 25% para las maderas, 65% para ladrillos y 100% para hormigones, respecto a la conductividad seca.

La norma NCh 1079<sup>5</sup> considera que humedades altas son superiores a 80% y bajas inferiores de 35%. En la Tabla 3 se presentan los índices de humedad en las distintas regiones.

Se observa que escasas localidades se ubican en climas secos (sólo las cordilleras del centro norte). La mayoría se encuentra en climas húmedos que corresponden a las ciudades costeras o del sur. En consecuencia, los valores de U especificados por la OGUC resultan exigüos, porque se calculan para materiales secos en base a

los valores de conductividad que aparecen en la NCh 853.

En efecto, los valores de U se han calculado bajo la siguiente relación:

$$U = \frac{1}{0,17 + e/\lambda} \text{ [ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C]}$$

Donde:

e = espesor del muro en m.

$\lambda$  = conductividad térmica en W/m °C, valor seco de la NCh 853.

0,17 = resistencias superficiales en m<sup>2</sup> °C/W. (sin viento exterior)

Se aprecia que un aumento de  $\lambda$  conlleva un incremento de U. Como el aislamiento resulta su recíproco ( $U = 1/Rt$ ), éste se torna inútil con el aumento de  $\lambda$ , cuando los materiales se humedecen. En un ejemplo para Santiago, encontramos un muro de ladrillo de 0,14 cm cuyo  $\lambda_{seco} = 0,40$  (muy buen valor) representa para esta zona un valor de  $U = 1,92 \approx 1,9$  cumpliendo con las exigencias de la OGUC (ver Tabla 1). Al tener Santiago

**El viento influye en la capacidad aislante de los muros perimetrales y en las pérdidas energéticas de calefacción.**

**TABLA 3.**

Clasificación de humedades mes de julio según NCh 1079.5

Zona	Ciudades	Clima seco	Clima normal	Clima húmedo
<b>Norte Litoral</b>	Iquique	-	75	-
	La Serena	-	-	80
<b>Norte Desértico</b>	Calama	35	-	-
<b>Norte Valle Transversal</b>	Copiapó	-	60	-
	Ovalle	-	75	-
<b>Central litoral</b>	Valparaíso	-	78	-
	Constitución	-	-	85
<b>Central Interior</b>	Santiago	-	79	-
	Chillán	-	-	81
<b>Sur Litoral</b>	Concepción	-	-	88
	Valdivia	-	-	89
<b>Sur Interior</b>	Traiguén	-	-	86
	Osorno	-	-	86
<b>Sur Extremo</b>	Ancud	-	-	87
	Aysén	-	-	90
	Punta Arenas	-	-	80
<b>Andina</b>	Potrerosillos	23	-	-
	El Teniente	-	61	-
	Lonquimay	-	-	82

un clima templado, se multiplica por 1,45 (Tabla 2). Al hacer nuevamente el cálculo se obtiene un valor  $U \approx 2,4$  valor superior al límite máximo 1,9 permitido por la OGUC.

En conclusión, resulta importante verificar los aumentos de la conductividad de materiales de la construcción con el contenido de humedad. Como no existen abundantes estudios al respecto es conveniente que los laboratorios verifiquen los valores expuestos, para cumplir con las exigencias de la OGUC y obtener los ahorros de energía de calefacción que impuso su artículo 4.1.10.

En una investigación de los laboratorios del IDIEM se trata de determinar estas variaciones de la conductividad con la humedad de los materiales<sup>6</sup>.

Además, se debe considerar que el viento también influye en la capacidad aislante

de los muros perimetrales y en las pérdidas energéticas de calefacción, materia que también preocupa frente a los ahorros de energía que se pretenden obtener. Un elemento que por su extensión se analizará en próximas ediciones.

Finalmente, conviene recordar un ejemplo práctico sobre el problema de humedad de muros que ocurrió en las viviendas de Puente Alto, conocidas popularmente como las "casas de nylon". En ese caso, los muros de bloques de hormigón de escaso aislamiento térmico se mojaron por una repentina lluvia con viento. Esto provocó un círculo vicioso difícil de romper: Los muros húmedos decrecieron más su aislamiento, aumentando el  $U$  y reduciendo la temperatura superficial interior. Así, se intensificó la condensación interior que humedeció los muros por dentro, reduciendo

aún más el aislamiento. Un fenómeno que, con mayor o menor intensidad, resulta bastante frecuente. ■

**REFERENCIAS**

1. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), art. 4.1.10, Tabla 1.
2. NCh 853 "Acondicionamiento térmico-Envolvente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas". 1991.
3. Croiset, Maurice "Humedad y temperatura en los edificios". Ed. Técnicos Asociados, Barcelona, España, 1970.
4. Cadiergues, Roger "Aislamiento y protección de las construcciones". Ed. G. Gili, Barcelona, España, 1959.
5. NCh 1079 "Arquitectura y Construcción-Zonificación climática habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico" 1978.
6. Erazo, Rodrigo "Variación de la conductividad térmica con la humedad en materiales de construcción" Memoria en desarrollo, Departamento Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

# Construcción de Soleras In Situ

Soleras tipo A recta  
MINVU y MOP

Soleras tipo C  
MINVU y MOP

Soleras tipo A  
Especiales

Soleras  
tipo Manquehue

Soleras  
Badén

Soleras  
con Zarpa



**HORMITEC**  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION LIMITADA

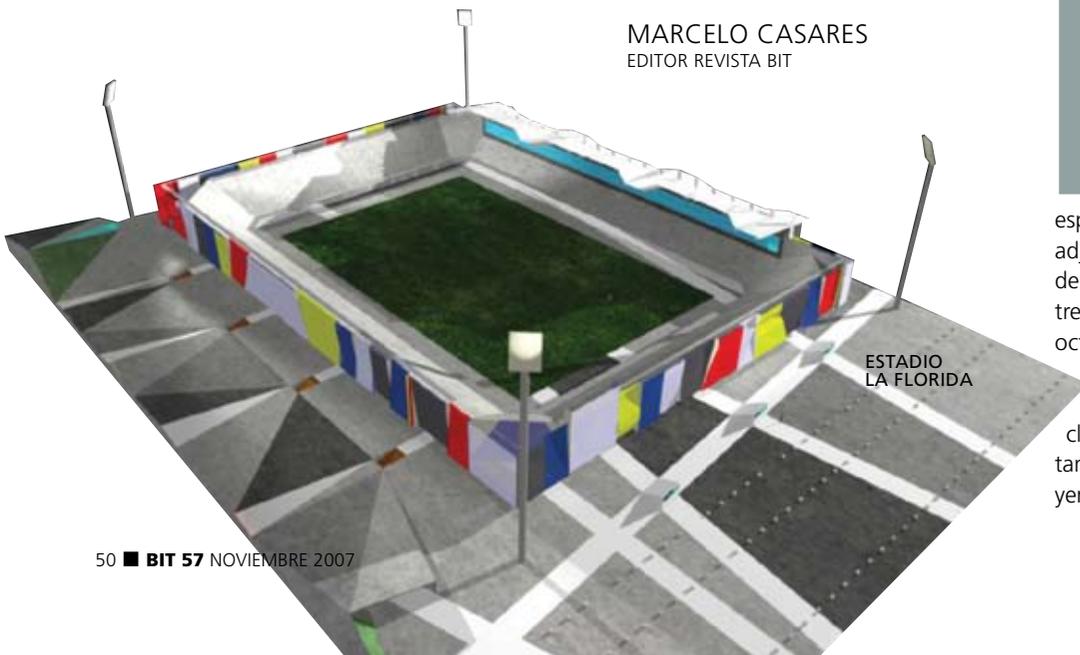
San Martín de Porres 11121 Parque Industrial Puerta Sur  
San Bernardo Fono: 854 2026 - Fax: 8542027  
www.soleras.cl



# LA ARQUITECTURA SALE A LA CANCHA

El Mundial de Fútbol Femenino Sub 20 de 2008 ya empezó a jugarse para arquitectos e ingenieros. Las sedes de Temuco y Coquimbo tendrán fuertes remodelaciones, mientras los estadios de La Florida y Chillán se construirán nuevamente. El prediseño de estos dos últimos recintos corresponde a la oficina Judson & Olivos Arquitectos, que entrena en doble turno para enfrentar este partido exigente. Las obras comenzarían en enero. El tiempo corre y no hay descuentos.

MARCELO CASARES  
EDITOR REVISTA BIT



**E**L PUNTAPIÉ inicial del Mundial de Fútbol Femenino Sub 20 será el 30 de diciembre de 2008, pero las oficinas de arquitectos ya están en la cancha. En especial Judson & Olivos Arquitectos, que se adjudicó el prediseño de los nuevos estadios de La Florida y Chillán, trabajo que debía entregarse al cierre de esta edición a finales de octubre. Los recintos se construirán nuevamente, eliminando las graderías e instalaciones de los actuales reductos de los clubes Audax Italiano y Ñublense. Las restantes dos sedes, Coquimbo y Temuco, incluyen múltiples obras de remodelación.

Como en todo gran proyecto, aquí también los plazos son exigüos. Si bien hay más de 90 minutos, en sólo unos meses se debe definir el diseño final, ejecutar fundaciones y pilares, montar las graderías, efectuar instalaciones y terminaciones, y realizar las faenas del entorno. Con cronómetro en mano, la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP) espera que en septiembre ya esté rodando el balón por la "verde gramilla".

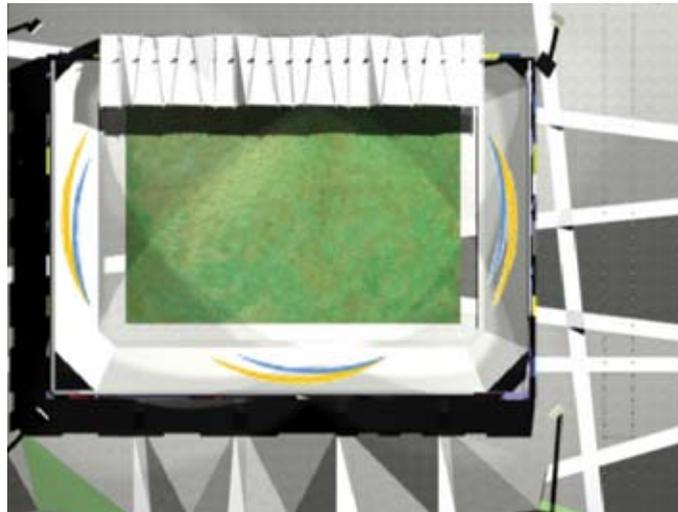
Para no caer en fuera de juego, el tiempo escaso determina algunas variables clave del emprendimiento. Por ejemplo, Judson & Olivos Arquitectos desarrolló una idea similar para los nuevos estadios de La Florida y Chillán, incluyendo algunos elementos particulares para una mejor adaptación de cada recinto a su entorno. Tan mal no le fue. "Nos presentamos sólo al concurso de estos dos estadios porque son nuevos, ya que resulta más factible diseñar en poco tiempo un proyecto de cero, que remodelar un recinto existente. Además, optamos por un concepto parecido para los dos proyectos, para obtener mayor rapidez en diseño y construcción. Sin embargo, contemplamos aspectos particulares para adaptarlos a la zona donde se encuentran insertos", señala Ricardo Judson, de Judson & Olivos Arquitectos.

En cada reducto el presupuesto alcanza los \$ 6.000 millones y las obras comenzarían en enero de 2008. La capacidad de cada uno alcanzará los 12 mil espectadores, ampliables a 16 mil en el futuro. En el proyecto participa un grupo multidisciplinario de profesionales pertenecientes al Ministerio de Obras Públicas, a las municipalidades correspondientes y a la ANFP. No más preámbulos. Los planos sobre la mesa. Empezamos a vivir el Mundial.

## La Florida

El club Audax Italiano cuenta con un estadio entrañable, pero evidentemente está lejos de tener las condiciones mínimas para albergar una justa mundial. Muy lejos. Por ello, salvo el terreno de juego de césped sintético, el resto del recinto se construirá nuevamente para estar a la altura del torneo planetario.

Hay mucho por hacer, e ideas no faltan. "El proyecto busca representar el espíritu de la comuna, diversa y joven, con una imagen contemporánea y activa. El color, la luz y la materialidad harán de la envolvente del edificio una fachada multipropósito capaz de aco-



La fachada del Estadio de La Florida se complementa con la plaza circundante, que a su vez se transforma en un anfiteatro.



ger los eventos deportivos y diversas manifestaciones culturales. Descartamos la tipología tradicional de los estadios donde la estructura soportante de las butacas resulta la fachada", agrega Judson. El frontis no tendrá nada de aburrido, ya que los paneles serán como pieles dinámicas y activas. Los colores corporativos de la comuna se organizarán de manera lúdica, para dar señales de un lugar de reunión y esparcimiento. Además, la incorporación de superficies tenso estructuradas e iluminadas permitirá la proyección de diversas manifestaciones culturales al aire libre como charlas, arte, cine, e incluso la proyección del espectáculo que se genera al interior del recinto. Nada mal.

La fachada se complementa con el aporte de la plaza, el espacio circundante al estadio, que se transforma en un talud que recubre la zona de estacionamientos. Las graduales pendientes resultan el complemento ideal

para las actividades que se generan en la fachada, al conformar un anfiteatro con capacidad para 2.500 personas aproximadamente.

Hay más. Respondiendo a la recomendación de la FIFA, se libera al primer piso de toda actividad, logrando un fuerte grado de permeabilidad entre el campo de juego y su entorno. Todo es cancha. Para evitar a la "familia Miranda", con paneles ventilados se controlará este acceso según los requerimientos de la actividad. "Liberar el primer piso permite gran transparencia entre la plaza del entorno y la cancha, hasta el punto de entenderse como un mismo espacio. Así, es posible el desarrollo de actividades complementarias y simultáneas entre ambas zonas, logrando una flexibilidad funcional poco común en este tipo de recintos", agrega Raúl Herrera, jefe de taller de Judson & Olivos Arquitectos. Si el primer piso está liberado, ¿dónde empiezan las tribunas? A 3 m de altura.



**En las fachadas del Estadio de Chillán se colocarán rostros chillanejos famosos, como el del pianista Claudio Arrau.**

En una estructura de 4 pisos, debajo de las plateas VIP y al poniente del estadio, se concentrarán las áreas deportivas, servicios higiénicos y sala de prensa. La edificación también será el soporte de la estructura tensada que techará el sector de la tribuna.

### Faenas a toda velocidad

El reloj corre. La ejecución debe contemplar un plazo de entrega exigente. Ante esto, la oficina de arquitectos sugiere sistemas constructivos de alta eficiencia y rápida aplicación. La estructura que soporta las graderías se propone en hormigón prefabricado, porque el material y su proceso de fabricación logran altos niveles de calidad en estética, durabilidad, economía de costo y mantenimiento.

La fachada del estadio se plantea en una estructura reticulada de acero, colgando de allí combinadamente planchas de hormigón prefabricado, planchas de acero galvanizado electropintadas y membranas de poliéster tensadas. La propuesta se refuerza con un sistema de iluminación para dar mayor vida y riqueza a la expresión del proyecto.

El proceso constructivo no saca la vista del reloj. Se basará en el montaje de estructuras prefabricadas, que permite importantes ahorros de tiempo, mejoras sustanciales en los

niveles de control de la calidad de la construcción, como también economías de escala mediante la producción de piezas moduladas en serie y en gran volumen.

Las mismas premisas se mantienen para el sistema de membranas tenso estructuradas que se ubicarán en la cubierta del sector de graderías. El diseño considera los ángulos de inclinación del sol, la evacuación de aguas lluvias y la acción del viento. Una modalidad eficiente, de veloz ejecución y que permite realizar una estructura esbelta y contemporánea.

Por si fuera poco, los principios estructurales y el sistema constructivo permiten futuras etapas de ampliación de la capacidad del estadio en todo el perímetro de las graderías. El crecimiento se obtiene sin modificar, ni alterar significativamente el funcionamiento del recinto

### Boletos a Chillán

Si consideramos que la ciudad de Chillán constituye un baluarte del patrimonio histórico y cultural del país, por los grandes personajes y acontecimientos que tuvieron origen en esta tierra, el estadio de esta ciudad –Nelson Oyarzún Arenas– no podía alejarse de este escenario. “Historia, cultura y tradición

son tres conceptos que consideramos al diseñar un edificio público de esta envergadura”, afirma Ricardo Judson.

Tampoco se descuidaron variables determinantes como las condiciones climáticas. Una estación seca y una sensación térmica de altas temperaturas condicionan la existencia de “mitigadores de calor” para la utilización prolongada de espacios públicos exteriores. Por otra parte, la pluviosidad de la zona presenta temporadas de importantes precipitaciones siendo recomendable que las actividades al aire libre se desarrollen bajo protección, para garantizar un uso permanente de las instalaciones a proyectar.

El entorno también juega. La presencia de una medialuna de rodeo a escasos metros del estadio es otro aspecto a considerar. El deporte nacional y el más popular unidos conforman un polo de actividad relevante para la ciudad, pero sin ningún “nexo aparente” salvo la corta distancia. Una falencia que el nuevo proyecto supera con elementos unificadores.

Ya está dicho que resultan casi idénticas la arquitectura y la construcción de los dos estadios cuyo prediseño corresponde a Judson & Olivos Arquitectos. ¿Qué hay de distinto en Chillán? Responden los profesionales: “Algunos elementos son característicos del lugar. Por ejemplo, en las fachadas se colocarán rostros chillanejos famosos, como el del pianista Claudio Arrau. El rojo de las butacas, que obedece al color corporativo del equipo de fútbol local Ñublense. No hay estacionamientos subterráneos, por la mala calidad del suelo”, señala Ricardo Judson.

Otro elemento diferenciador reside en una plaza especial denominada El Parrón, ubicado frente al edificio administrativo. Ésta constituye un espacio semicubierto, tamizado por una estructura de madera, que aporta sombra a una plaza dura de carácter institucional y corporativo. El Parrón también logra conformarse como un nuevo espacio al modificar la iluminación, permitir diversas actividades públicas y sirve de ‘conector’ entre el estadio y la medialuna.

Tras el diseño aprobado, suena el silbato. Llegó el turno de las constructoras para salir a la cancha. ■

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

NUEVAS

PLACAS  
DELTA CLEANEO PARA  
RECINTOS INTERIORES.  
Ayuda a mejorar la calidad  
del aire, controlando olores  
y contaminantes

Imagínalo con **DELTA CLEANEO** Vívelo con Knauf

Cleaneo acústico de Knauf, es una placa de yeso cartón con un compuesto de zeolita, que ejerce un efecto de limpieza del aire, al ayudar a reducir los olores y partículas contaminantes en recintos interiores. Perforada o ranurada permite al mismo tiempo, ofrecer excelentes opciones acústicas y de diseño para todo tipo de edificaciones.

Un aire más limpio.



**knauf** DRYWALL

Sistemas de construcción en seco  
con Tecnología Alemana

PLACAS DE YESO CARTON  
PERFILES METALICOS  
MASILLAS  
CINTAS  
HERRAMIENTAS

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

**KNAUF**

# ASFALTO EN ESTACIONAMIENTOS APLICACIÓN BAJO RUEDAS



La aplicación de mezcla asfáltica en estacionamientos subterráneos y de superficie requiere de materiales y controles específicos, desde el diseño del soporte base hasta la colocación de la capa asfáltica y terminación. **Los descuidos en el proceso podrían implicar filtraciones, pavimentos irregulares y reducción de la vida útil.**

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT





**U**N LARGO CAMINO recorre el asfalto en Chile. En rutas concesionadas, autopistas urbanas, calles y avenidas, este material representa un protagonista del transporte y de la industria de la construcción. Entre las aplicaciones de mezcla asfáltica también se encuentran los estacionamientos subterráneos y en superficie, una faena que involucra diversos desafíos. Las buenas prácticas evitan deformaciones, humedad y filtraciones. Los errores provocan básicamente disminución de la resistencia del pavimento, aposamientos de agua, deterioro prematuro del pavimento asfáltico y desprendimientos, entre otras patologías.

### La superficie

En el caso de pavimentos ejecutados sobre base estabilizada se debe contar con una superficie uniforme, bien compactada, limpia y seca, lo que representa el requisito

principal para una correcta aplicación de mezcla asfáltica.

La preparación incluye la estabilización del terreno mediante construcción de bases granulares, cuyos materiales componentes serán agregados naturales procedentes de excavaciones, trituración de rocas y gravas, o una mezcla de ambas. Éstos se caracterizarán por su tamaño, dureza, resistencia, durabilidad, y formas carentes de materia orgánica o terrones de arcilla, y sin exceso de partes blandas o desintegrables.

El terreno donde se instalará el pavimento nuevo contará con un determinado CBR, resistencia mecánica media, que indica la capacidad de soporte. El terreno se debe preparar con la maquinaria que permita extender y compactar la base estabilizada de manera uniforme para lograr obtener las cotas y densidades del terreno requeridas por el proyecto. Dependiendo del espacio en que se trabaje se puede utilizar motoniveladora, retroexcavadora o bien extendiendo el material manualmente y luego com-

pactándolo con rodillos vibratorios. El terreno debe tener la capacidad de soporte suficiente, por lo que se debe compactar para recibir y soportar las capas superiores, que transmiten sus cargas hacia la base inferior.

Para el caso de pavimentos ejecutados sobre losas de hormigón en estacionamientos se deben tomar básicamente las siguientes precauciones:

- La impermeabilización ejecutada previamente al pavimento debe ser hecha sobre un hormigón que haya tenido el tiempo necesario de fragüe con el objetivo de minimizar la evaporación de agua durante el proceso de asfaltado.
- La impermeabilización debe estar completamente adherida a la losa de hormigón, sin que existan bolsones de aire que provoquen englobamientos durante el proceso de asfaltado.
- Se debe tener claridad sobre las pendientes que tiene la losa para la evacuación de las aguas, de lo contrario éstas se deben



La solución óptima para evitar filtraciones en losa de hormigón, es colocar membranas asfálticas. Antes de su colocación, la superficie escogida deberá estar libre de cuerpos extraños (maderas, fierro, grasa y aceites, entre otros), exenta de prominencias, grietas y deformaciones.

lograr con el pavimento asfáltico.

- El trabajo debe ser ejecutado por especialistas y según las instrucciones del fabricante del producto. Se recomienda supervisión del proveedor y certificación de la calidad de instalación e impermeabilidad.

### La pendiente

Al momento del diseño no se deberá descuidar la pendiente, cuya ausencia genera un problema importante principalmente en estacionamientos sobre subterráneos o en estacionamientos en altura como malls. En caso de aparcaderos planos que carezcan de pendiente y evacuación de aguas lluvias, corren riesgos de acumular agua. Esto se resuelve, generando declives que impulsen el agua hacia algún tipo de sistema de dren o sumidero para aguas lluvias. Cuando en losas de estacionamiento se utilicen pavimentos asfálticos, se recomienda aumentar el mínimo de pendiente, debido a posibles deformaciones que se produzcan en el proceso de colocación impidiendo un correcto escurrimiento de las aguas hacia el exterior.

Los posibles inconvenientes generados por la falta de pendientes quedan superados cuando se establecen adecuados sistemas de captación de agua en los accesos.

### Imprimación y riego de liga

Existen dos superficies en las que se aplica el asfalto en un estacionamiento: Sobre bases estabilizadas y sobre losas en subterráneos de edificios.

La base estabilizada consiste en una mezcla proveniente de plantas de áridos, que se coloca en aparcamientos de superficie o último subterráneo. Se trata de un material granular con características estructurales formado a base de finos granulares y áridos chancados. La base requiere de un proceso de imprimación, consistente en la aplicación de un producto bituminoso.

En Chile, se utilizan para la imprimación asfaltos cortados (en otros países también llamados diluidos) del tipo MC-30, y también se emplean emulsiones especiales de baja viscosidad. En el primer caso, el asfalto tiene como componente un solvente tipo

kerosene y en el segundo se trata de emulsiones de imprimación en base acuosa que paulatinamente están reemplazando a los cortados por el tema medio ambiental.

El riego de imprimación endurece la superficie, aglomera las partículas sueltas e impermeabiliza la base estabilizada. Así, la protege de la lluvia y el tránsito, y reduce la emisión de polvo. Este riego asfáltico se coloca con un camión imprimador (en algunos casos se aplica manualmente mediante aspersores portátiles, la decisión depende del espacio disponible). El camión posee una barra en su parte trasera que dosifica la cantidad adecuada por metro cuadrado. Cuando la base estabilizada está lista para imprimir, el camión pasa colocando el producto, que impermeabiliza y se adhiere a la capa asfáltica que se aplica posteriormente.

La segunda superficie se centra en losas de hormigón de estacionamientos subterráneos. En este caso, antes del asfalto se debe impermeabilizar la losa empleando una membrana asfáltica especializada con un punto de ablandamiento no inferior a los

**Containers:** En este tipo de estacionamientos en superficie las capas asfálticas que se aplican poseen mayor espesor para soportar los grandes pesos y volúmenes de carga.

150°C. Para realizar este proceso primero se coloca un riego de liga, que consiste en la aplicación de una emulsión asfáltica o un imprimante de base solvente especial para instalación de membranas sobre la losa a fin de obtener una adecuada adherencia de la membrana. Estos productos se tratan de asfaltos diluidos, con muy poca viscosidad porque el objetivo es que penetren en las bases.

### Membranas impermeabilizantes

Una recomendación de los especialistas consiste en impermeabilizar los estacionamientos subterráneos, porque sus losas y muros representan las áreas complejas de



un edificio con recurrentes y costosas intervenciones por filtraciones posteriores.

La solución para evitar filtraciones en losa de hormigón, es colocar membranas asfálticas especializadas para estacionamientos y/o puentes porque éstas soportan las solicitudes de la instalación de la mezcla y de operación. Además, se debe considerar una

impermeabilización integral con los muros perimetrales del subterráneo.

Atención, porque aplicar la membrana incorrecta genera más de un inconveniente. Algunos expertos recomiendan que la membrana debe ser de 4 mm de espesor, fabricada bajo norma ISO 9001:2000 y de acuerdo

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 57

## MEMBRANAS PARA TECHUMBRES

# EPDM



- IMPERMEABILIZACIÓN ASEGURADA (MÍNIMOS TRASLAPES).
- PARA GRANDES Y MEDIANAS TECHUMBRES.
- ASESORÍAS EN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Proyecto  
Supermercado Tottus, Colina 2007.

Superficie Techumbre  
Membrana EPDM 8.100 m<sup>2</sup>.



AHORA EN CHILE

# CARLISLE

GARANTIZADA A NIVEL MUNDIAL

## ASFALCHILE

Impermeabilizantes y  
Revestimientos  
www.asfalchilemobil.cl



do a la norma chilena NCh 2884/2:2005 con un código técnico igual o superior a MAP/-5/ARE/4/GPE/725, para soportar el esfuerzo que se produce con los neumáticos en el giro, especialmente en verano cuando la mezcla asfáltica aumenta su temperatura.

Además, lógicamente, deberá resistir la aplicación de mezcla asfáltica, que en promedio alcanza temperaturas del orden de los 140°C durante su colocación. Por ello, pueden emplear membranas asfálticas plásticas que han sido modificadas con plastómeros APP (polipropileno atáctico) y que poseen un ablandamiento superior a 150°C, según los fabricantes, que no se derriten ni perforan como consecuencia de la alta temperatura. También se usan las de tipo SBS-APP. Adicionalmente, se emplean superficies rugosas, siendo las membranas normalmente arenadas. Asimismo, se pueden usar membranas lisas, con alguna combinación de geotextiles para reforzamiento.

Previo a su colocación, la superficie escogida deberá estar libre de cuerpos extraños

(maderas, fierro, grasa y aceites, entre otros), exenta de prominencias, grietas y deformaciones y ser instalada por un contratista autorizado por el fabricante.

La membrana se instala totalmente adherida a la superficie previamente imprimada mediante termofusión utilizando un soplete de gas propano. Se utiliza la flama de la antorcha para derretir el film de polietileno inferior mientras la membrana se desenrolla.

Se iniciará la instalación por los puntos complejos como desagües, retornos, elementos de fijación, jardineras, juntas de dilatación y luego, desde el punto más bajo según la pendiente. Se considerarán traslapes de 10 cm longitudinales y 15 cm transversales.

## Colocación de asfalto

Una vez preparada la estructura de soporte llega el turno de la aplicación de la mezcla asfáltica. Una vez elaboradas en planta, se transportan a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados. Las condiciones de la mezcla a la salida

## COLOCACIÓN DE ASFALTO EN ESTACIONAMIENTOS DE SUPERFICIE:

1. Terreno original.
2. Camión imprimando sobre base granular.
3. Superficie imprimada.
4. Se carga la mezcla asfáltica sobre la terminadora.
5. La terminadora o finisher coloca la mezcla asfáltica.
6. Primera compactación con el rodillo liso.
7. Densímetro nuclear que mide la temperatura de la capa de rodado.
8. Rodillo liso compactando uniones.
9. Compactación con el rodillo neumático.
10. Obra terminada.

Las pequeñas grietas que asoman en un pavimento pueden acabar en este bache. La recomendación es prevenirlas a tiempo desde la ejecución de la obra, considerando las indicaciones de los fabricantes.



del mezclador y a la llegada a su punto de empleo deben ser iguales. Es decir, que la mezcla debe llegar a obra con una temperatura cercana a la cual sale de la planta asfáltica. Para la distribución de la mezcla usualmente se emplea una terminadora o finisher.

Se recomienda una terminadora para extender capas de nivelación de mezclas en caliente y eventualmente a mano donde las máquinas no puedan acceder, un ítem que varía según las características del proyecto. Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas o con riego de liga, según corresponda. Preferentemente, deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea superior a los 10°C, sin bruma ni lluvia. Hay que tener controles de calidad eficientes, ya que, por ejemplo, si la mezcla llega a 120°C a la obra no se puede utilizar, pues no se logrará una compactación adecuada.

Un aspecto interesante es la segregación

térmica, cuya clave está en la temperatura en la colocación de la mezcla asfáltica. Cuando la mezcla está en el interior del camión mantiene su temperatura, porque hay gran volumen de mezcla ¿Qué ocurre? Normalmente en una superficie de estacionamiento hay una imposibilidad física de colocar maquinaria. En la práctica, a la faena ingresa un camión, descarga la mezcla y desde allí se extiende manualmente. La acción se repite hasta terminar el paño de los futuros estacionamientos. Esta labor realizada incorrectamente puede ocasionar desperfectos, a causa de la segregación térmica que se produce al disminuir abruptamente la temperatura de la mezcla siendo esparcida en forma manual. Por ello, es recomendable tener un mejor control en terreno, ya que a largo plazo, esto generará irregularidades difíciles de corregir.

Tras la colocación del asfalto con la terminadora, es el turno de la compactación. Ésta se inicia utilizando rodillo tándem de doble tambor (se conoce como rodillo liso), sobre

las orillas exteriores de la capa recién tendida para ir luego compactando hacia el centro.

Durante la compactación, las ruedas de los rodillos deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhieran al material. Después de las correcciones necesarias del rodillado inicial, se procede a dar pasadas con el rodillo neumático.

La compactación final debe realizarse con el rodillo liso, mientras que el material es aún suficientemente trabajable para permitir suprimir las huellas de los rodillos. La densidad alcanzada en obra se ubica entre el 96 y 98%.

Finalmente, y una vez terminada la colocación y compactación de la mezcla, se procede al control de las siguientes características: densidad, espesor y contenido de asfalto.

Las solicitudes debido a las cargas ocasionadas por los vehículos, la vida útil, la capacidad estructural de la base y las condiciones ambientales son los parámetros que

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 59

 <p>Agustinas 814, Of. 1002 Santiago Chile Fono (56 2) 632 26 26 Fax (56 2) 632 12 10</p> <p><a href="http://www.emaqsa.cl">www.emaqsa.cl</a> <a href="mailto:maquinarias@emaqsa.cl">maquinarias@emaqsa.cl</a></p>			 <p><b>Emaq S.A., presente a lo largo de todo Chile, presta sus servicios a las más importantes empresas del rubro de la construcción y minería, entregando los más altos estándares de calidad del mercado.</b></p>
---	---	--	---

definen el espesor de la capa y el tipo de mezcla. Para carga liviana, como los estacionamientos, los espesores son menores, vale decir, si la mezcla es de tamaño máximo 12 mm, el espesor mínimo es de 4 cm compactado; por el contrario, si la mezcla es de tamaño máximo 19 mm, el espesor mínimo es de 5 cm compactado, señalan los fabricantes. El espesor debe ser siempre controlado. La colocación de mezcla debe ser por empresas especialistas y de experiencia reconocida, no se puede improvisar en este tipo de obras.

### Más vida para pavimentos

Luego de colocar la membrana asfáltica y la mezcla asfáltica, existen medidas para mejorar y prolongar las características superficiales del pavimento, así como disminuir los riesgos de desprendimiento de áridos en pavimentos gastados y deteriorados.

Una vez que se instala el pavimento del estacionamiento, es frecuente la colocación de un sello asfáltico tipo emulsión-arena (del tipo CSS-1 H con agua y arena) que frecuentemente se confecciona en obra, lo que en la mayoría de las ocasiones no produce el efecto esperado, debido a la imposibilidad de controlar dosificaciones y escasa limpieza de la arena. Además, pueden sobre-dosificar el asfalto del estacionamiento. Un ejemplo claro se aprecia en verano, cuando los neumáticos giran y se ahulla el pavimento por un exceso de asfalto que salió hacia la superficie. Debido a esto, si se utiliza un sello "emulsión-arena" se debe tener un buen control de los componentes que se usan para no caer en problemas posteriores de exudación o pérdida de agregados-arena.

La correcta utilización de los sellos asfálticos tipo emulsión-arena requiere de productos prefabricados y predosificados en planta, que normalmente contienen acrílicos que permiten una mejor cohesión de esta mezcla. Con la dosificación controlada, se asegura una adecuada colocación en terreno. De lo contrario, las pinturas de demarcación normalmente se borran con rapidez, porque están siendo colocadas sobre una superficie inestable. Por otra parte, se pue-



### LAS CAPAS DEL ASFALTO

En estacionamientos, las mezclas asfálticas deben presentar diversas cualidades: Completar la estructura superior, impermeabilizar las capas de apoyo, otorgar una capa de rodado, dar comodidad y seguridad al usuario, y transitabilidad permanente.

Las capas de asfalto que componen la estructura varían de acuerdo al uso o al tipo de vehículos. Así, las capas para un estacionamiento se clasifican de la siguiente manera:

**Terreno:** Es la superficie inicial propiamente tal.

**Base estabilizada o losa de hormigón:** Dependiendo del estacionamiento es el tipo de superficie sobre la que se trabaja.

**Imprimación o riego de liga:** Dependiendo de la superficie -base estabilizada o losa de hormigón- del estacionamiento se procederá a colocar la imprimación o el riego de liga, respectivamente. Ambas técnicas sirven de nexo entre la construcción de la base y la colocación de la carpeta de rodado.

**Membrana Asfáltica Impermeabilizante:** Se emplea en la impermeabilización de la losa de estacionamientos subterráneos. Debe ser un material especializado.

**Carpeta de rodado:** Formada por una carpeta asfáltica normalmente densa y diseñada para resistir la abrasión y desintegración por efectos ambientales y de tránsito. Se encuentra en contacto directo con los vehículos.

den colocar sellos sin cargas pues aseguran una correcta adherencia y mejoran la lisura de la superficie reduciendo el desgaste por los neumáticos.

En los estacionamientos frecuentemente de pavimento asfáltico se observa el desgarrado a consecuencia de problemas de compactado por insuficiente temperatura de colocación, oxidación por rayos UV y el efecto de los carburantes de los autos estacionados. Para disminuir este efecto se recomienda que los revestimientos sean anti-carburantes ya que protegen la superficie. Estos productos son de consistencia líquida viscosa con alto poder adherente, elaborados en base a resinas sintéticas especiales, aditivos y solvente de rápida evaporación. Finalmente, si se opta por cambiar el color de la superficie se colocará un revestimiento formulado especialmente para recubrir y demarcar superficies de asfalto con un recubrimiento coloreado resistente al tráfico vehicular y peatonal. El producto será resistente a aceites, grasas, agua y carburantes. ■

#### COLABORADORES

- Roberto Orellana, Gerente del Instituto Chileno del Asfalto (Ichas).
- Oscar Plaza, Gerente de Tecnología, Calidad y Comunicación de Bitumix.
- Vinicio Simoncelli, Gerente de Obras R.M. de Bitumix.
- Daniel Brenner, Gerente Área Productos para Edificación y Obras Civiles de Dynal.
- Juan Silva, Asesor Técnico Pavimentación de AsfalChile Mobil.
- Cristóbal Pául, Gerente de Asfaltos de Pavimentos Quilín.
- Héctor Rioja, Académico Universidad Diego Portales, Tecnología del Asfalto.

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

#### EN SÍNTESIS

**Numerosos son los resguardos previos que deben tomarse para la colocación de la mezcla asfáltica sobre superficies de estacionamientos. La más importante, dependiendo del tipo de pavimento, es la aplicación de una membrana impermeabilizante ante las posibles filtraciones de agua.**

# BITUMIX S.A.

## Microfresado de pavimentos

La Constructora de Pavimentos Asfálticos Bitumix S.A. apuesta fuerte por la innovación. En enero de 2007 creó el Área de Fresado y Microfresado, una nueva línea de servicios especializados.

La rehabilitación y mantención de pavimentos resulta vital. En Chile, la aplicación de variadas técnicas refleja una constante preocupación sobre el estado de carreteras y caminos a lo largo del país. Por ello, Bitumix dispone de un área de Fresado y Microfresado compuesta por moderna tecnología. La técnica de Microfresado permite mejorar sustancialmente lisura, textura y fricción de pavimentos asfálticos y de hormigón, logrando correcciones milimétricas.

El microfresado se realiza con una fresadora Wirtgen W 2000, que posee un tambor de dos metros de ancho con 672 puntas de acero tungsteno de alta dureza, alternadas cada 6 mm, permitiendo una texturización superior a otras técnicas. Con la textura y fricción del pavimento se asegura un buen frenado, estabilidad del vehículo en caso de emergencias y frente a un clima lluvioso.

Esta técnica logra mejorar sustancialmente el perfil longitudinal y transversal en lisura y a la vez logra recuperar el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), dejando además una muy buena textura y fricción, permitiendo cumplir holgadamente la normativa nacional. De esta forma, la industria de la construcción cuenta con un método eficaz y sencillo para restablecer las propiedades de adherencia a la carretera.

El procedimiento es simple. El tambor de la máquina posee dos espirales helicoidales que giran hacia adentro y concentran el material que se desbasta en el centro. A través de unas paletas expulsa el residuo del pavimento hacia una cinta transportadora, que se deposita en camiones encargados de retirar el material. Esta técnica permite dar a tránsito inmediatamente realizada la limpieza del pavimento.

Los resultados son alentadores. Con esta máquina se han obtenido altos rendimientos diarios tanto en asfalto como en hormigón. Esta técnica registró un excelente comportamiento en obras como la cuesta del Melón (asfalto) y en Ruta 5 Sur (hormigón). Además, el sistema incrementa el confort y la seguridad para el usuario.

El microfresado representa un nuevo ejemplo de la constante vocación de Bitumix hacia el desarrollo de nuevas soluciones en beneficio del sector construcción.

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



Utilización de sensores laterales



Utilización de sensor con lienza



Microfresado en asfalto



Tambor de microfresado



Microfresado en hormigón



# Un material con desempeño comprobado y un cálculo correcto, hacen posible los resultados esperados.

Tensión de fluencia acotada:

desempeño comprobado

ductilidad asegurada



Es más seguro mientras menos sobrepasemos la tensión nominal. Acotar la Tensión de Fluencia asegura ductilidad, exceder el rango presupuestado en el diseño aumenta el riesgo de fragilidad.

**Prefiera las Barras de Refuerzo Gerdau AZA, prefiera cumplir con la nueva normativa.**

**Barras de Refuerzo para Hormigón Gerdau AZA**  
Cumplen los requisitos de la Nueva Norma NCh204 Of.2006

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



**GERDAU AZA®**

Conciencia de acero.

## AMPLIACIÓN CANAL DE PANAMÁ



# LA TIERRA SE ABRE

Una obra impresionante que marcará un hito ineludible en la construcción mundial. La ampliación del Canal de Panamá incluye una serie de faenas extraordinarias, destacando la ejecución de un tercer juego de esclusas para permitir el tránsito de mega embarcaciones como los buques Pospanamax.

La iniciativa demandará US\$ 5.200 millones, una excavación de 133 millones de m<sup>3</sup> y la aplicación de casi 3,5 millones de m<sup>3</sup> de hormigón reforzado. Un proyecto monumental que cuenta con participación chilena.

MARCELO CASARES  
EDITOR REVISTA BIT



El Presidente de Panamá, Martín Torrijos, activó el botón de la explosión simbólica.

## FICHA TÉCNICA

MATERIAL	PACÍFICO	ATLÁNTICO	TOTAL
Excavación (m <sup>3</sup> )	54.400.000	78.600.000	133.000.000
Hormigón Reforzado (m <sup>3</sup> )	1.750.000	1.680.000	3.430.000
Hormigón Rodillado (m <sup>3</sup> )	260.000	330.000	590.000
Barras de Refuerzo (ton)	130.000	130.000	260.000
Cemento (ton)	540.000	520.000	1.060.000
Material procesado* (m <sup>3</sup> )	7.800.000	5.600.000	13.400.000

\*El material procesado incluye relleno y agregado.

**C**OMO SI SE TRATARA de un milagro. Tal cual. La tierra se abre para dar vida a un cauce capaz de permitir el tránsito de embarcaciones todopoderosas. El nuevo prodigio se sustenta en un desarrollo de ingeniería sin precedentes. Las señales que impulsan la obra no provienen del más allá, al contrario, el proyecto se basa en arduos estudios que evaluaron con detenimiento múltiples variables desde el análisis financiero hasta la factibilidad técnica, pasando por el impacto ambiental.

La ampliación del Canal de Panamá representa una obra titánica a la altura de los mayores emprendimientos de la historia de la humanidad. Un milagro de ingeniería, y

como casi siempre, hay profesionales chilenos con incidencia en el proyecto. "Además, de los desafíos técnicos de su ejecución, la obra tendrá un tremendo impacto en el comercio mundial. A esto se debe sumar todo lo que significa para Panamá, porque buena parte de sus estrategias de desarrollo para el futuro se relacionan directamente al éxito de la ampliación del canal", señala Luis Fernando Alarcón, profesor titular del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, quien durante 2005 y 2006 fue asesor para el modelo de riesgo del Canal de Panamá, como parte de un panel asesor internacional.

El 3 de septiembre con una detonación en la población Paraíso, al norte de la Ciudad de Panamá, comenzaron formalmente las

faenas del espectacular proyecto, cuya inversión supera los US\$ 5.200 millones. Los trabajos culminarán en el 2014, cuando se cumplan los 100 años desde la inauguración de esta vía de 80 km de longitud, que aún en nuestros días es considerada como una de las máximas proezas de la construcción. Hoy la historia comienza de nuevo.

### Las metas

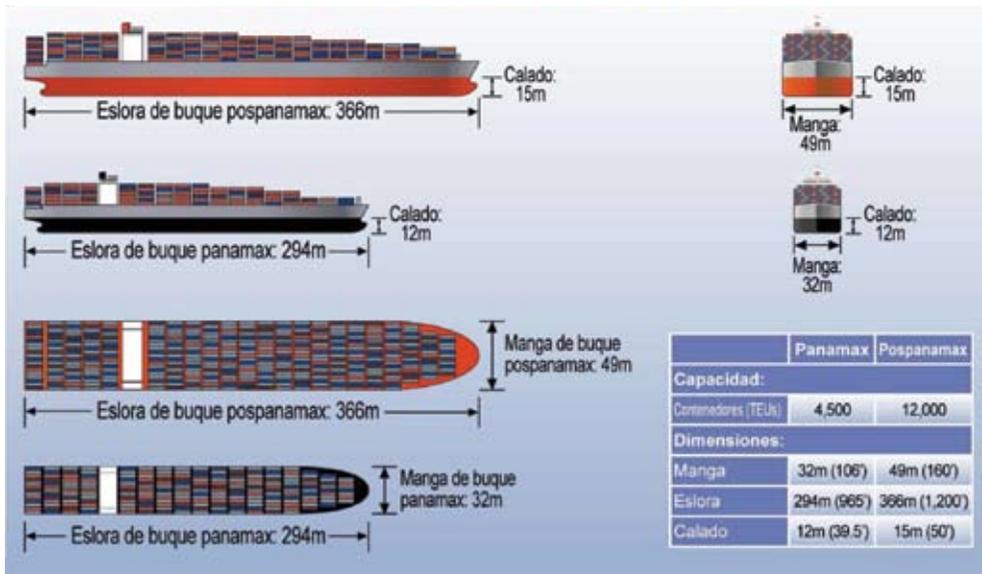
Los objetivos de la obra son claros, y la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) los resume en cuatro puntos.

1. Se busca incrementar y consolidar a largo plazo los aportes a la sociedad que realiza el Canal al Tesoro Nacional.
2. Mantener tanto la competitividad del Canal como el valor de la ruta marítima de Panamá para la economía nacional.



El 3 de septiembre, con una detonación en la población Paraíso, al norte de la Ciudad de Panamá, comenzaron formalmente las faenas del espectacular proyecto, cuya inversión supera los US\$ 5.200 millones.

FIGURA 1



Comparación entre un buque portacontenedores Panamax con las dimensiones máximas para transitar el actual canal y un buque de dimensiones Pospanamax de 12.000 contenedores. El nuevo buque tendría hasta 2,5 veces la capacidad de carga del buque Panamax.

3. Aumentar la capacidad del Canal para captar la creciente demanda de tonelaje con niveles de servicio apropiados para cada segmento de mercado.

4. Hacer que el Canal sea más productivo, seguro y eficiente.

En conclusión, hay mucho en juego detrás de esta iniciativa, siendo clave abrir esta vía para permitir el paso de los buques Pospanamax. ¿Qué son los Pospanamax? Se trata de nuevas mega embarcaciones de carga de 49 m de manga, 365 m de eslora, 15 m de calado y con capacidad para 12.000 contenedores. Estos gigantes barcos sencillamente no pueden atravesar el Canal, porque su actual infraestructura sólo permite el tránsito de naves Panamax de 32 m de manga, 294 m de eslora, 12 m de calado y con capacidad para 4.500 contenedores (ver figura 1).

### Las obras

Al observar las dimensiones de los monumentales Pospanamax, no se necesita ser un experto para imaginar la tremenda envergadura de las obras requeridas para la ampliación del Canal. Pasará de todo en el istmo que divide los océanos Atlántico y Pacífico. La ejecución del tercer juego de esclusas incluye un programa integral compuesto por la construcción de dos complejos de esclusas, uno en el Atlántico y otro en el Pacífico,

de tres niveles cada uno con tinas de reutilización de agua. Además, se excavarán los cauces de acceso a las nuevas esclusas y se ensancharán los cauces de navegación existentes. Simultáneamente, se profundizarán los cauces de navegación y la elevación del nivel máximo de funcionamiento del lago Gatún (ver figura 2).

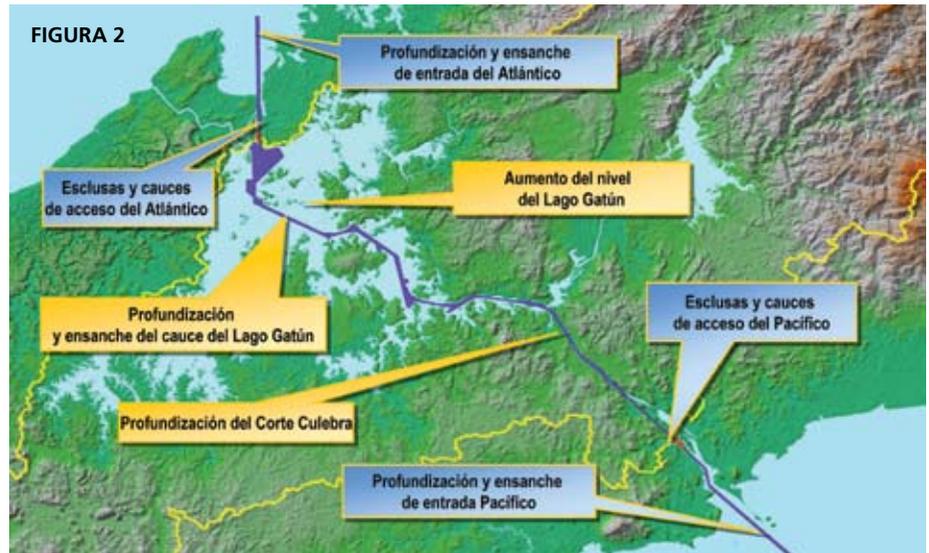
Múltiples faenas, que se ejecutarán casi al mismo tiempo y en desembocaduras a distintos mares. La planificación resulta crucial. Luis Fernando Alarcón lo sabe. "Al analizar los distintos riesgos que encierra esta obra, encontramos uno muy importante en la gestión. No será sencillo coordinar una gran cantidad de faenas, que se realizarán en for-

ma simultánea en ambos extremos del Canal. Sin embargo, el grupo que encabeza el proyecto cuenta con el asesoramiento de prestigiosas firmas internacionales, para cuidar cada detalle de la planificación".

### Las esclusas

Los dos nuevos complejos de esclusas, uno en cada extremo de la vía, se componen de tres cámaras o escalones consecutivos para desplazar los buques entre el nivel del mar y el del lago Gatún. Cada cámara dispone de tres tinas laterales para la reutilización del agua, con un total de nueve tinas por complejo de esclusas y 18 en todo el proyecto (ver figuras 3 y 4). Un dato importante, en

FIGURA 2



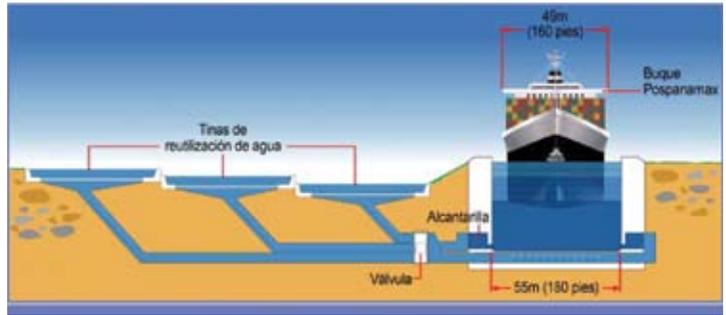
Las obras que contempla la ampliación del Canal de Panamá.

**FIGURA 3. ESCLUSAS**



Vista isométrica del complejo de esclusas con sus compuertas y tinas para reutilización de agua. En el dibujo lateral se muestra una vista en planta de una de las cámaras típicas con un buque.

**FIGURA 4. TINAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS**



Sección transversal de la esclusa con tinas de reutilización de agua. Se observa un buque portacontenedores Pospanamax con capacidad nominal de hasta 12.000 TEUs.

los dos nuevos complejos de esclusas, el llenado y vaciado será por gravedad, sin la utilización de bombas.

Por otra parte, las futuras estructuras se ubicarán dentro del área patrimonial de la ACP, en cercanías de las actuales, y aprovechando una porción significativa de las excavaciones del proyecto del tercer juego de esclusas gestado por Estados Unidos en 1939, suspendido en 1942 cuando este país entró en la Segunda Guerra Mundial.

Las nuevas esclusas se conectarán con el sistema existente mediante nuevos cauces

de navegación. Las cámaras serán de 427 m de largo por 55 m de ancho y 18,3 m de profundidad. Se utilizarán compuertas abisagradas, que constituyen una tecnología comprobada y aplicada en casi todas las esclusas existentes con dimensiones similares. Para el posicionamiento de los buques se emplearán remolcadores en vez de locomotoras, que también representan maquinarias de alta eficiencia.

La ejecución tendrá una duración de entre siete y ocho años, y entrará en operaciones

en el 2014. El cronograma se desarrolló, según la ACP, sobre la base de un minucioso y detallado análisis de la factibilidad de su construcción, efectuado según las prácticas más avanzadas de la industria, considerando equipos, tecnología y procesos de edificación más apropiados para esta iniciativa. El plan de ejecución, base para la estimación de costos, fue evaluado con un riguroso modelo de análisis de riesgos, e incluye contingencias de tiempo suficientes y apropiadas para cubrir las posibles demoras y atrasos. Si

anwo.cl

ANWO empresa certificada

## EQUIPOS HIDRÁULICOS

conozca nuestra amplia gama en bombas

Bomba Sumergible

Bomba Centrífuga

**SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGIA**

- Equipos de presión HIDROTONIC y VELOCIDAD VARIABLE
- Bombas Centrífugas horizontales y verticales multietapa
- Bombas Pozo profundo 4", 5" y 6"
- Bombas Sumergibles aguas limpias y negras

Venta a través de **Instaladores - Distribuidores**

Equipo Booster para elevación de agua

FIGURA 5. COMPUERTAS RODANTES



Las esclusas utilizarán compuertas rodantes y remolcadores para maniobrar y asistir a los buques durante el proceso de esclusaje.

bien los acuerdos de confidencialidad no permiten entrar en detalles, Luis Fernando Alarcón, señala que uno de los riesgos potenciales se observa en la fluctuación de los precios de materiales estratégicos, como el acero. “Se deben tomar los recaudos necesarios para disminuir estos posibles inconvenientes como contratar seguros, compras anticipadas y compromisos de abastecimiento. Así, se disminuye sustancialmente el impacto causado por imprevistos”.

El cronograma de ejecución se divide en dos fases principales: La pre construcción y la construcción. La primera comprenderá el desarrollo de diseños, modelos, especificaciones y contratos, la precalificación de los posibles constructores y, finalmente su contratación. Esta etapa tendrá una duración de entre dos y tres años. Sin embargo, la excavación seca y el dragado de los cauces se iniciarán antes de completar la pre construcción.

La fase de construcción incluye la ejecución simultánea de los dos complejos esclusas con sus tinas para reutilización de agua, la excavación seca del nuevo cauce de acceso del Pacífico, y el dragado de los nuevos cauces de acceso, de las vías de navegación del lago Gatún y de las entradas de mar. La construcción de las esclusas tiene un plazo máximo de seis años, y se iniciará en el año 2008, después de culminar los diseños. La excavación seca y el dragado ya se iniciaron y requerirán de aproximadamente siete y ocho años, respectivamente.

Por la complejidad del proyecto y el plazo exigente, algunas actividades como la movi-

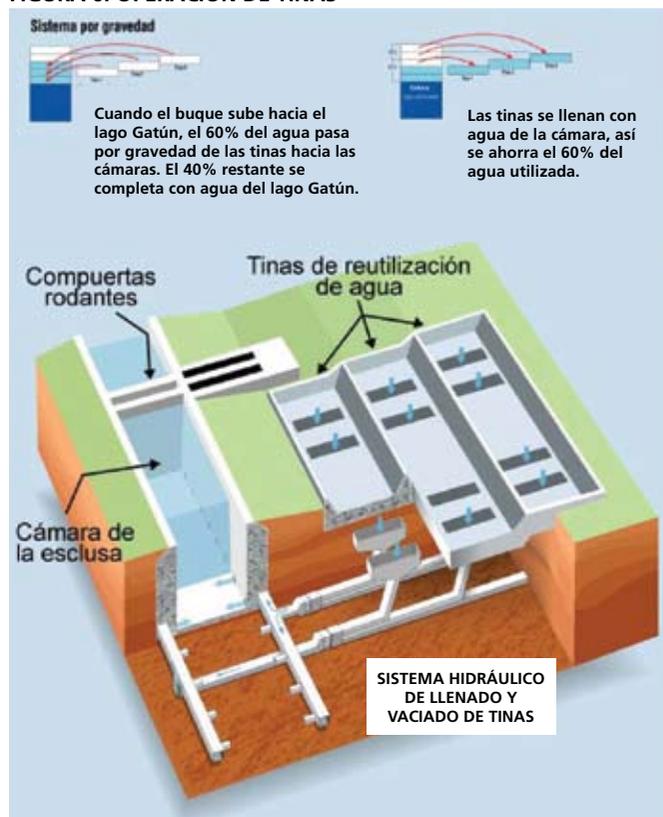
lización, la construcción de infraestructura, la preparación de sitios de construcción y de disposición de materiales y trabajos de excavación seca, se desarrollarán en forma simultánea con los diseños de las esclusas. Otro dato, la materialización del proyecto no afectará el funcionamiento normal del Canal.

Los dos complejos de esclusas presentan tres niveles cada uno, porque esto representa la mejor relación entre inversión inicial, eficiencia operativa, mantenimiento, impacto ambiental y utilización de agua. Exclusas de menos niveles requerirían compuertas de mayor tamaño, las cuales son más costosas, representan un mayor riesgo operativo y tecnológico. Además, utilizarían un mayor volumen de agua por cada esclusaje, y tendrían un mayor impacto ambiental.

### Las compuertas rodantes

Al igual que en las existentes, las nuevas esclusas contarán con dos compuertas en cada extremo de cada una de las cámaras. El futuro proyecto contempla compuertas rodantes, que funcionan desde un nicho anexo y perpendicular a la cámara de la esclusa. Esta configuración de compuertas hace de cada nicho un dique seco, que a su vez, permite darle mantenimiento a la compuerta en su sitio sin que tengan que ser removidas y sin

FIGURA 6. OPERACIÓN DE TINAS



Vista seccionada del sistema de tinas de reutilización de agua. La esclusa con tres tinas por cámara usará 60% menos de agua que sin las tinas.

interrupción del funcionamiento de la esclusa (ver figura 5).

En cambio, las compuertas abisagradas empleadas en las esclusas actuales, requieren que la cámara sea más larga por abatirse contra la pared. Además, por carecer de un nicho, estas tienen que ser removidas y llevadas a un taller para darles mantenimiento. Esta operación obliga a suspender temporalmente el funcionamiento de la esclusa. Por su parte, las compuertas rodantes aumentan la capacidad y flexibilidad de la operación, ofreciendo un tiempo más corto de mantenimiento, a menor costo.

### Las tinas de reutilización de agua

La tecnología de piletas o tinas de reutilización de agua es el sistema más eficaz para reducir el volumen de agua que se utilizará en las nuevas esclusas. Se trata de estructuras de almacenamiento de agua, adyacentes a las cámaras y conectadas mediante alcantarillas reguladas por válvulas de paso. En la actualidad, este concepto se utilizaba en

## Líder en Cubiertas y Revestimientos Aislados



Producto: Techmet  
 Obra: Hospital Militar  
 Constructora: OHL  
 Distribuidor: MR Aguilar

Para un Gran Proyecto la Terminación Perfecta



Av. Nueva Industria 200, Quilicura, Santiago - Chile Teléfono: 438 7500 - 438 7575 Fax: 438 7590 e-mail: info@metecno.cl www.metecno.cl



# SOLETANCHE BACHY

Apóyate en nosotros

BASE REGIONAL. 40 AÑOS EN CHILE.



### OBRAS MINERAS



Desarrollo y Fortificación de túnel.



### GEOTECNIA Y OO.CC.



Cortina de Inyecciones en trancque de relave.



### PERFORACIONES MINERAS Y SONDAJES



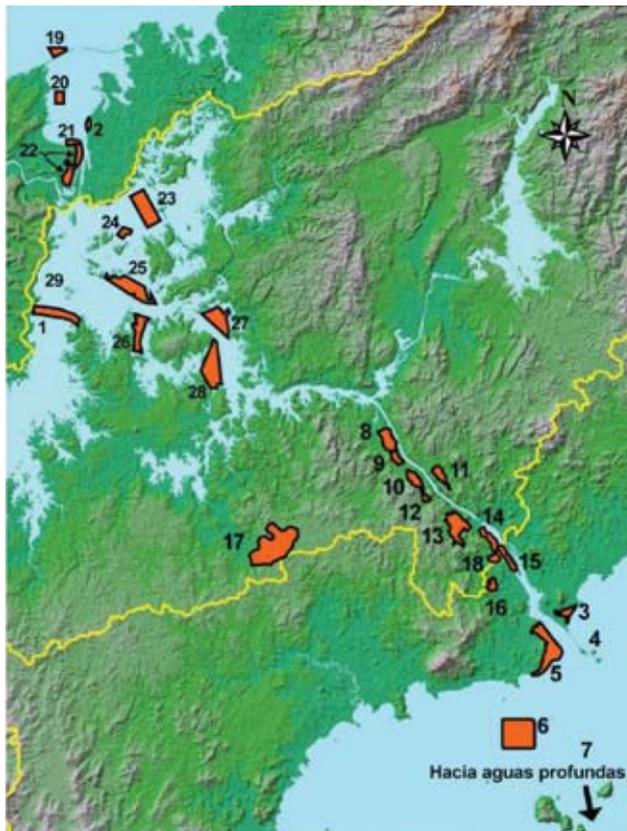
Sonajes diamantinos sobre 4500 usnm.



Teléfono: (56-2) 5849000

E-mail: sbc@soletanche-bachy.cl

Url: www.soletanche-bachy.cl



**FIGURA 7. SITIOS ESTUDIADOS PARA DEPÓSITO DE MATERIAL EXTRAÍDO DE LA EXCAVACIÓN**

- |                             |                              |                        |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1. Brazo de Trinidad        | 11. Corte Culebra Este       | 21. Bahía Limón Sur    |
| 2. Isla Telfers             | 12. Corte Culebra Sur        | 22. Sitio Tanque Negro |
| 3. Bahía del Chorrillo      | 13. Emperador                | 23. Monte Lirio Norte  |
| 4. Causeway de Amador Este  | 14. Este del Alineamiento P1 | 24. Gatún Este         |
| 5. Farfán/Palo Seco         | 15. Excavación de 1939       | 25. Peña Blanca Este   |
| 6. Isla artificial          | 16. Rodman/Horoko            | 26. Peña Blanca Oeste  |
| 7. Sitio de aguas profundas | 17. El Arado                 | 27. Frijoles           |
| 8. Río Mandinga             | 18. Cocolí                   | 28. Sitio Depósito 14  |
| 9. Río Camacho              | 19. Romeola Oeste Atlántico  | 29. Lago Gatún         |
| 10. Corte Culebra Norte     | 20. Bahía Limón Norte        | Lugares diversos       |

### Los cauces

El proyecto incluye la construcción de cauces de navegación para conectar las nuevas esclusas con los cursos existentes, que a su vez serán profundizados y ensanchados. En la actual entrada de mar del Canal en el Atlántico, se construirá un cauce de acceso de aproximadamente 3,2 km de largo. En tanto, en el Pacífico se ejecutarán el acceso norte de 6,2 km,

que conectará la nueva esclusa del Pacífico con el cauce del Corte Culebra, circunvalando el lago Miraflores, y el acceso sur de 1,8 km, que unirá la nueva esclusa con la actual entrada de mar en el océano Pacífico. Los nuevos cauces alcanzarán los 218 m de ancho en las rectas, para permitir la navegación de buques Pospanamax, en un solo sentido a la vez.

En cuanto a los cauces existentes, el proyecto incluye profundizar en 1,20 m los cauces de navegación del Corte Culebra y del lago Gatún hasta el nivel de 9,20 m, permitiendo al Canal ofrecer un calado de hasta 15,20 metros. Con estas dimensiones habrá encuentros, navegación cruzada en sentidos opuestos, de buques de dimensiones mayores que Pospanamax en el lago Gatún. Además, se ensancharán y profundizarán los cauces de navegación de las entradas de mar del Canal, en el Atlántico y Pacífico, a un ancho no menor de 225 m y una profundidad de 15,5 m, considerando el nivel promedio de las mareas más bajas.

Se estima que se excavarán 133.000.000 m<sup>3</sup>. La pregunta resulta obvia ¿qué se hará con semejante volumen? La ACP estudió 29 posibles sitios para depositar este material (ver figura 7). Tras la evaluación, se determinó emplear los lugares más cercanos a los trabajos de excavación y dragado, por-

que implica bajo costo de acarreo y menor impacto ambiental. Todos los sitios recomendados para depósito de material de excavación se encuentran dentro de las áreas operativas de la ACP, y se ha determinado que en los mismos no se generarán impactos ambientales relevantes, permanentes o irreversibles.

Una vez finalizada cada etapa del proyecto, los sitios donde se haya depositado material producto de la excavación se reforestarán y se rehabilitarán, y la ACP dará seguimiento a la recuperación y sostenibilidad ambiental de estas áreas. Además, antes y durante la construcción la ACP continuará evaluando oportunidades para el aprovechamiento económico de los materiales excavados.

La historia no termina aquí, porque una vez que se materialice la contratación de las constructoras que ejecutarán las esclusas, habrá nuevos detalles técnicos para analizar. Hasta el 2014 seguiremos de cerca la ejecución de esta obra extraordinaria, un nuevo prodigio de la industria de la construcción. ■

*Agradecemos material enviado por la Autoridad del Canal de Panamá.*

*www.pancanal.com*

### EN SÍNTESIS

**Una obra impresionante tuvo su punto de partida recientemente en nuestro continente. Se trata del proyecto Ampliación del Canal de Panamá, una tarea titánica que demandará múltiples y complejas faenas. Con una inversión del orden de los US\$ 5.200 millones, la iniciativa entraría en operación en 2014.**

**Entre las obras más desafiantes destacan las nuevas esclusas que emplearán más de 3 millones de m<sup>3</sup> de hormigón reforzado y casi 600 mil m<sup>3</sup> de hormigón rodillado. También, sobresalen las excavaciones que totalizarán unos 133 millones de metros cúbicos.**

Alemania, con éxito comprobado.

La cantidad por cada cámara determina cuanta agua se utiliza en cada esclusaje. En este sentido, mientras más tinas por cámara tiene la esclusa, más agua reutiliza y menos agua consume. Sin embargo, la tasa de reutilización de agua es decreciente a medida que aumenta la cantidad. Por ejemplo, con una tina por cámara de la esclusa se reducirá la utilización de agua en 33%, con dos disminuirá 50%, con tres 60%, con cuatro 66%, con tinas 71% y con seis 75%. Es decir, entre cuatro y seis no existen grandes diferencias. Así, todas las tinas tienen el mismo costo de construcción pero cada adicional rinde significativamente menos que la anterior.

Por lo tanto, se optó por tres tinas por cámara es la más conveniente, porque ofrece el más alto rendimiento hídrico con relación a su costo de construcción (ver figura 6). Estudios realizados por Delft Hydraulics determinaron que de esta manera no se afectará la calidad de agua del lago Gatún, el cual se mantendrá como un ecosistema estable lacustre de agua dulce, y cuya agua continuará siendo apta para ser potabilizada para consumo de la población. Las nuevas esclusas con tres tinas de reutilización de agua utilizarán 7% menos agua que las esclusas existentes por cada tránsito.

# MECANOTUBO CHILE

## SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EN:

- ENCOFRADO
- CIMBRA
- ENTIBACIONES
- SOLUCIONES ESPECIALES
- JUNTAS DE DILATACIÓN
- SISTEMAS DE POSTENSADO

SOMOS REPRESENTANTES EN CHILE DE:



[WWW.MECANOTUBO.CL](http://WWW.MECANOTUBO.CL)

PANAMERCANA NORTE 23580, LAMPA, SANTIAGO  
FONO: (562) 596 6390 • FAX: (562) 596 6394 • E-MAIL: MECANOTUBO@MECANOTUBO.CL

Avda Suecia 3243 Ñuñoa - Santiago  
Fono: 4249930 Fax: 4249897

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

- Equipamiento para sistemas de climatización, comercial, doméstica e industrial.
- Climatización precisa para salas de datos y eléctricas.
- Ventilación industrial y comercial.
- Repuestos y accesorios.
- Asesoría Técnica.



SISTEMAS DE  
**AIRE**  
ACONDICIONADO

Las tendencias en domótica, tecnología que integra y automatiza múltiples componentes de una vivienda, apuntan hacia un mayor grado de seguridad en el hogar e interesantes ahorros de energía.



# DOMÓTICA

## CONTROL A DISTANCIA



AÍDA FARDINEZ M.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E**SCENARIO: A las 06:00 horas, antes de despertarse para ir a trabajar, se eleva la temperatura de la casa y se encienden gradualmente las luces. Luego, se activan las conexiones de la cocina para que el hervidor eléctrico y la tostadora avancen en la preparación del desayuno. Cerca de las 08:00, se abren las persianas, se apagan las luces y se reduce levemente la temperatura.

Parece que la casa tuviera vida propia. Así es. Ese resulta el objetivo de la Domótica, un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, entregando gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación. Para ello, emplea redes interiores y exteriores, cableadas o inalámbricas, controladas tanto dentro como fuera del hogar. Los dispositivos domóticos permiten crear "escenarios" en una casa, los que se almacenan para ser activados automáticamente en ciertos horarios –previa programación– o bien a distancia través de un teléfono móvil, fijo, computador o PDA.

Los aparatos más utilizados para manejar los elementos de una casa son las pantallas táctiles y las botoneras. En cualquier caso, el interruptor de control no sólo servirá para encender una ampolleta, sino que también para activar un conjunto de instrucciones creando, por ejemplo, la escena "descanso", donde desciende automáticamente la intensidad de

la iluminación, se activa la calefacción y se enciende la música a un volumen moderado.

Entre las ventajas de la domótica, destacan la comodidad de gestionar luces, enchufes, persianas y toldos, entre otros. Además, aporta seguridad porque se encienden luces y artefactos eléctricos cuando la casa se encuentra sin moradores, simulando la presencia de personas y controlando el sistema de alarmas en puertas y ventanas. Hay más. Si se detecta un incendio el sistema puede reaccionar en forma inteligente, llamando a Bomberos y a los propietarios, abriendo las ventanas en caso de una fuga de gas y cortando el suministro eléctrico donde se haya detectado una fuga de agua. También, se pueden desconectar equipos eléctricos y enchufes para evitar riesgos en niños.

Otro tema: El ahorro energético. Al controlar luces, riego y climatización, el sistema permite economizar energía y dinero. Por ello, la Domótica deja de ser un lujo para convertirse en una solución inteligente y eficiente.

### Automatización

Hoy es posible aplicar domótica a través de ADSL, LAN, Coaxial o Bus de Datos que consiste en una red interna con un par trenzado



**Actualmente los dispositivos domóticos incluyen sonido y video, permitiendo escuchar música, contestar el teléfono, el citófono o mirar quién está llamando a la puerta.**

que permite transportar simultáneamente todo tipo de señal (citófono, video citófono, telefonía, control de acceso, instrucciones de Domótica, etc.) Hay distintas tecnologías. Una de ellas es la llamada X-10, un lenguaje de comunicación que permite controlar luces y electrodomésticos, empleando la instalación eléctrica existente y evitando nuevas conexiones. Sin embargo, esta antigua modalidad contempla escasas aplicaciones. Por el contrario, existe un sistema inalámbrico sumamente robusto en su funcionamiento basado en la tecnología Zigbee. Esta última alternativa se utiliza mayoritariamente en viviendas construidas sin ductos para instalar domótica.

Para que cada dispositivo se comunique



MEGATECNA.COM  
Tecnología aplicada al hogar

**DOMÓTICA**  
TELEVIGILANCIA  
WI-FI  
SEGURIDAD

### CONTROLE SU HOGAR CON SU CELULAR

Automatización que le permite controlar la iluminación, climatización, puertas, persianas, ventanas, riego, piscina, electrodomésticos, corte de gas, electricidad, agua y más. Desde un botón, una pantalla central o desde su teléfono móvil vía mensajes de texto.

### VIGILE SU VIVIENDA DESDE INTERNET

Sistema de cámaras que permiten visualizar su hogar desde cualquier PC, portátil o teléfono móvil con acceso a Internet.



### ATENCION INMOBILIARIAS

Equipamos su departamento piloto con un **kit domótico de muestra**, para que lo integre a su proyecto como un opcional. Disponga de un plus moderno, que le **diferencie** de la competencia, una útil herramienta de negociación para cerrar las ventas. Le esperamos.

<b>Kit Domótico</b>	<b>A CONCESIÓN</b>
<b>Instalación</b>	<b>GRATIS</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$0</b>

Sitio: [www.megatecna.com](http://www.megatecna.com)

E-Mail: [info@megatecna.com](mailto:info@megatecna.com)

Teléfono: (2) 785 4484



entre sí, debe estar conectado a un Bus que provee la energía eléctrica al sistema y transporta la información. Para que realice sus funciones, debe ser configurado asignándole un modo de operación y una identificación, así como la dirección de destino u origen del comando y el modo de funcionamiento del dispositivo (activación, desactivación o regulación de una carga). En esta configuración se designan números, letras o etiquetas para distinguirlas. De esta manera, cada vez que el usuario active el control, se generará una escena en la vivienda. En caso de corte de luz,

los sistemas domóticos incorporan una batería que permiten su operación por 20 a 36 horas.

En el caso de los edificios, éstos cuentan con un web server donde el usuario se conecta vía internet a su departamento o acceder a la central telefónica para llamar y dar instrucciones al sistema. Esta central de gestión do-

Las pantallas táctiles o botoneras son los aparatos más utilizados para crear "escenarios" en una casa. Aquí, el interruptor de control no sólo sirve para encender una ampolleta, sino también para activar un conjunto de instrucciones, según las necesidades de cada usuario.

mótica detecta movimiento al interior del inmueble, incendios, inundaciones, alarmas médicas, control de iluminación y climatización, a través del envío de señales de alarmas al usuario.

Esta tecnología resulta útil para auditorios porque con sólo oprimir un botón se activa una parte del auditorium con elementos como luces, telón, proyector y cortinas.

Otra alternativa es la adición de inteligencia a la instalación eléctrica a través de la electrónica, tecnología que se ha ido regulando en Europa a través del EIBUS o sus derivaciones por los principales fabricantes de artículos eléctricos. "En Chile, este sistema permite la integración de control de cargas eléctricas, de audio, video, climatización y alarmas (técnicas y anti-intrusión), y a través de la reciente introducción de una gama premium, la automatización se torna en un elemento estructural de la instalación eléctrica, permitiendo además la incorporación de avanzados interfaces y comandos para comodidad del usuario", señala Claudio Ojeda,

**El sistema aumenta la seguridad porque permite encender luces y artefactos cuando la casa se encuentra sin moradores y controlar alarmas en puertas y ventanas.**







Una de las innovaciones es el Ipod porque a través de un control se puede escuchar su música en toda la casa. Además, existe un servidor que almacena películas y música, permitiendo elegir una a través de la pantalla táctil o proyector y verla en cualquier parte de la casa.

pantallas de mayor resolución y más capacidades de control.

“Además, se están desarrollando protocolos estándar para llegar al nivel de los computadores, donde no sea relevante que haya equipos de diferentes marcas porque se relacionan todos. Un equipo de una marca resulta incompatible con otro de distinta fabricación”, agrega Pablo Briceño, gerente de Secant.

Por otro lado, las tecnologías en el uso de la telefonía celular permiten integrarla a la domótica para controlar y monitorear la vivienda mediante mensajes de texto. “A esto se suma que la domótica está tomando lentamente un rumbo como complemento a la construcción de viviendas auto sustentables o ecológicas”, señala Jorge Fleischmann, gerente general de Techome.

“A medida que se masifique, los precios deberían ser cada vez más bajos, ya que no será un pequeño grupo de usuarios los que deban absorber los costos de investigación.

La domótica se integrará a nuestros hogares por su versatilidad y seguridad”, agrega Álvaro Riquelme de Megatecnia.com.

### Eficiencia y estética

Esta tecnología se relaciona directamente con el concepto de eficiencia energética porque se puede controlar elementos como calefacción, aire acondicionado o riego, generando un interesante ahorro energético y económico. Sin embargo, los menores costos se logran con la iluminación. Si una ampolleta consume 0,30 kw/h y se mantiene al 50%, obviamente consume exactamente la mitad. “Si programo una casa donde todas las luces lleguen al 90%, las ampolletas incandescentes duplicarán su vida útil inmediatamente, con el consiguiente ahorro económico que ronda el 30%. En edificios comerciales –oficinas, malls y casinos–, donde se utilizan tubos fluorescentes dimeables, es decir aquellos que permiten controlar la intensidad, se logran ahorros de hasta un 70% al programar su intensidad en la mitad”, señala Cristóbal Brahm, gerente general de Home Control.

En cuanto al diseño y estética, en la actualidad los productos domóticos han incorpora-



anwo.cl



ANWO empresa certificada

## AIRE ACONDICIONADO

conozca nuestra amplia gama de productos para la climatización



### SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGIA

- Stock permanente de repuestos
  - Elegantes diseños
  - Tecnología de Punta
- Venta a través de **Instaladores - Distribuidores**



## Colores sin Límites

Instapanel<sup>®</sup>, pone a su disposición su amplia gama de colores que realzan la estética de sus obras.



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

## DISCAPACIDAD: PROYECTO INNOVADOR

Domosoft se denomina un nuevo sistema domótico enfocado a personas discapacitadas para facilitar su desplazamiento por casa, oficina, colegio y sala de hospital. La herramienta se encuentra en pleno desarrollo, las pruebas se realizan en la vivienda de su creador y en corto plazo se lanzaría al mercado.

El proyecto, en el que participan la Universidad Austral de Chile –Campus Puerto Montt–, empresas inmobiliarias e instituciones de salud y rehabilitación, es iniciativa de Mauricio Henríquez, ex alumno de dicho establecimiento educacional y jefe del proyecto, quien posee una distrofia muscular y utiliza silla de ruedas para movilizarse. “Con tecnologías existentes y desarrollando otras de bajo costo, se automatizan diversos elementos

dentro de una residencia para mejorar la autotomía y por ende la calidad de vida de personas con discapacidades motoras, de desplazamiento y sensoriales”, señala Henríquez.

El sistema se caracteriza por ser modular, flexible y



adaptable, reduciendo costos y maximizando sus posibilidades de configuración. Funciona mediante un computador, al que se conecta una serie de circuitos electrónicos desarrollados localmente. Con esta herramienta se controlan puertas, ventanas, persianas, señales infrarrojas de aparatos de audio/video, cerraduras de puertas, luces, calentadores/ventiladores, aparatos eléctricos, camas de tipo hospital, puertas y cajones de muebles, entre otros.

El control es mediante el teclado/ratón tradicional o un “guante de realidad virtual”, con que se maneja un ambiente 3D que represente su entorno. Además, recibe comandos verbales para ejecutar órdenes.

“Domosoft es un ‘prototipo funcional’ que tengo instalado y funcionando en mi casa y se encuentra en continuo desarrollo para transformarlo en un sistema comercial en un plazo máximo de un año y medio”, agrega Henríquez.

El costo de este sistema va desde los \$ 30.000 por un simple módulo para control de luces (controlado por voz, teclado/mouse tradicional o guante de realidad virtual), hasta \$ 1.500.000 por una casa totalmente automatizada (absorbible por los sistemas de crédito hipotecario según empresas inmobiliarias).



do mayor innovación en sus texturas, encontrándose, por ejemplo, controles con pantallas táctiles, en sofisticados materiales como oro, plata, cuero y mármol, y en diversos colores. Además, estos dispositivos incluyen sonido y video, permitiendo escuchar música, contestar el teléfono, el citófono o mirar quién está llamando a la puerta.

“El avance más innovador se aprecia en el Ipod porque a través de un control se puede escuchar la música de este reproductor en toda la casa. Con el Kaleidescape, un servidor de películas y música, se almacena una completa colección de Dvds. A través de la pantalla táctil o proyector se pueden ver las carátulas ordenadas, elegir una y verla en cualquier parte de la casa”, agrega Cristóbal Brahm de Home Control.

El ejecutivo se entusiasma: “La tecnología permitirá que todos los dispositivos de la casa sean inteligentes y se comuniquen entre sí. Por ejemplo, que los interruptores de luz tengan dirección IP, de manera de tener una red IP interna de los artefactos, siendo sencillos de manejar y eventualmente acceder a ellos desde cualquier parte”.

“Las ventajas de la tecnología IP son la complementación de productos, es decir, un edificio inteligente requiere del cableado y de los equipos adecuados para dicho propósito, lo que se complementa con soluciones de cámaras para vigilancia que trabajan con protocolo IP, permitiendo monitorear la vivienda desde cualquier lugar del planeta, simplemente colocando la dirección IP o el nombre de dominio de la cámara. Además, se puede dar conexión de red inalámbrica al edificio o soluciones de video conferencia”, señala Daniel Salcedo, Consultor tecnológico de Transworld.

Asimismo, las redes de fibra óptica –encargada de transmitir los datos– también evolucionan. Podemos encontrar redes con un ancho de banda superior a los 300 Mbps. “La principal ventaja, a diferencia de las alternativas inalámbricas o la de cobre que posee límites de ancho de banda muy inferiores, consiste en dotar a cualquier usuario, residencial o corporativo, con una infraestructura de telecomunicaciones con acceso a todo tipo de servicios, VOD (video on demand), Broadcast Video, Video Conferencia, Domótica, Siste-



## Soluciones Inteligentes para la Gestión Inmobiliaria y la Construcción

- 7 años innovando junto a sus clientes.
- Desde el desarrollo del proyecto hasta la gestión comercial y post-venta, los servicios planOK apoyan la gestión y anticipan el retorno de su inversión.
- Más de 80 clientes y 2.000 proyectos desarrollados con nuestros sistemas, avalan el liderazgo de planOK, en la industria inmobiliaria.



Las innovaciones en domótica apuntan a que todos los dispositivos de la casa se comuniquen entre sí a través de una red IP, permitiendo monitorear nuestra casa desde cualquier lugar del mundo.

mas de Monitoreo, e-learning, y sistemas de seguridad, entre otros”, señala Gonzalo Loeser, regional sales manager de Tyco Electronics.

Si bien este servicio aún no es posible de montar sobre la red por la falta de ancho de banda, la solución sería la tecnología FTTH (Fiber to the Home) que en nuestra región está dando sus primeros pasos, formando parte de la nueva estructura al interior de edificios y residencias.

“Con la tecnología IP se puede sacar mayor rendimiento al cableado ya existente, entregando velocidades de hasta 24Mbps de bajada de datos haciendo uso de los equipos ADSL2+ y DSLAM de las mismas características, o a través de la masificada red inalámbrica, la que actualmente con el estándar N puede llegar alrededor de los 600 Mbps”, agrega Salcedo.

El objetivo final de esto es complementar más funciones, con más comodidades y a un precio razonable. Resulta interesante entonces tener Internet a una mayor velocidad, con un precio menor y con servicios asociados como vigilar lo que sucede en la vivienda u oficina desde cualquier punto que tenga conexión a Internet; o simplemente disminuir los costos de las llamadas telefóni-



cas a través de la Telefonía IP.

No todo está dicho. La tecnología apunta a entregar soluciones del estilo “hágalo usted mismo”, una solución inalámbrica que se instale fácilmente y automatice determinados elementos. Por ejemplo, existen los gradadores de luz, donde se puede encender la luz, apagarla y regular su intensidad, solamente pasando el dedo en un LED.

### Aumento en la demanda

Sin prisa, pero sin pausa, aumentan los proyectos inmobiliarios que incorporan sistemas domóticos. La tecnología no se limita a viviendas, también se aplica en edificios, cuyos departamentos ya cuentan con ductos y cables para recibir una instalación domótica en caso que el cliente final decida su incorporación.

Esto explica la mayor demanda de sistemas domóticos en el último tiempo. Según los profesionales, esto se debe a que los principales “promotores”, arquitectos y decoradores, ya adquirieron la confianza necesaria para recomendar este sistema. “Esto se expli-

Son cada día más los proyectos inmobiliarios que ya cuentan con ductos, cables y dispositivos por si el comprador desea domotizar su vivienda.



ca porque se trata de un sistema simple, fácil de usar y con servicio técnico especializado. Por otro lado, también influyen las campañas de empresas de telefonía que masificaron el concepto”, agrega Jorge Fleischmann.

Álvaro Riquelme de Megatecnia.com afirma que “se observa una mayor demanda por parte jóvenes, propietarios de viviendas, interesados en gestionar la energía, la seguridad y usar la tecnología para simplificar las tareas cotidianas. También hay interés en equipar casas en las cuales viven personas de la tercera edad, ya que estos automatismos permiten controlar la casa por control remoto”.

Además, se debe considerar que una casa equipada y gestionada por un sistema domótico aumenta considerablemente su precio de mercado y actúa como elemento diferenciador respecto a la competencia. Para una vivienda sobre 3.500 UF con un costo en sistemas tecnológicos de entre 2% y 3%, supone una valoración superior al 10% sobre la misma vivienda que no incluyen sistemas tecnológicos. ■

### EN SÍNTESIS

**Comodidad, seguridad, bienestar y ahorro energético son las principales ventajas de la Domótica, un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, desde luces y enchufes hasta artefactos eléctricos y climatización. Esto ha permitido que esta tecnología no sólo se aplique en viviendas, sino también en edificios, cuyos departamentos ya cuentan con ductos y cables para recibir una instalación domótica en caso que el cliente final decida su incorporación.**



50 AÑOS

Desde nuestro inicio, construyendo el futuro del país



► Siempre junto a ustedes, día a día entregando la mejor calidad y servicio. Ese es nuestro compromiso, nuestro presente y el futuro que estamos construyendo.



**CEMENTOS  
BIO BIO**

Más calidad. Más desarrollo.

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



**OBRAS TRAS  
EL TERREMOTO  
DE VALDIVIA**

# OPERACIÓN RIÑIHUE

Más conocidas como “El Riñihuazo”, las faenas comandadas por ENDESA consistieron en construir un canal a través de tres deslizamientos de tierra –producto del terremoto de 1960– que obstruyeron el río San Pedro, desagüe natural del lago Riñihue que acumulaba peligrosamente grandes cantidades de agua, que amenazaban con un feroz aluvión. Una historia apasionante y con final feliz.

NICOLE SAFFIE G.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**H**ABÍA QUE ACTUAR RÁPIDO. El terremoto de Valdivia del 22 de mayo de 1960 no sólo destruyó buena parte de esa ciudad, hundiéndola en más de 1 m, sino que sus consecuencias amenazaban con borrar del mapa lo poco que había quedado en pie. La fuerte intensidad del movimiento telúrico –9,5 en la Escala de Richter, el más alto que se ha registrado en la historia– provocó tres deslizamientos de tierra que obstruyeron el río San Pedro, desagüe natural del lago Riñihue.

Un desastre. La tierra se abrió, las capas acuosas del fondo resbalaron a más de 200 m de profundidad, arrastrando consigo enormes cantidades de barro y detritus. Selvas enteras se desplazaron a más de 500 m de su lugar de origen; troncos quebrados rodando al fondo de las grietas, junto con piedras y ramas. Efectos multiplicados por el terreno blando de la zona de origen fluvio-glacial. Como explica el informe de los geólogos Juan Karzulovic y Stanley Davies, las depresiones ocupadas por los lagos alrededor del río Valdivia se provocaron por la acción abrasiva del hielo, correspondiente a glaciaciones que



depositaron morrenas terminales. Éstas cerraron los cauces originando los lagos actuales.

El terreno donde se ubica el lago Riñihue y sus alrededores se conforma por una serie de capas, las que en total tienen un espesor de 120 metros. La primera, la más antigua, se compone de rocas metamórficas. La segunda es de morrena glacial cementada, con un alto contenido de arcilla, muy densa y resistente, que resistió el terremoto. En la parte superficial se ubican sucesivas capas de depósitos lacustres, donde se alternan arcillas, bolsones de arenas volcánicas, piedra pómez y limos, sobre el cual se encuentra la materia orgánica.

Con esta composición, no resulta difícil imaginar que la fuerza del terremoto haya provocado tres grandes obstrucciones (tacos) en el cauce del San Pedro. El primero de ellos era el más pequeño, de 400 m de largo y 300 m de ancho, con una altura de rebalse sobre el lecho de 26 m, ubicado a 2 km de la desembocadura del lago. A 600 m de allí se encontraba el segundo derrumbe de 700 m de largo por 600 de ancho, y una altura de 32 metros. Finalmente, el tercero presentaba mayores dimensiones con una longitud de 2 km, 1 km de ancho y una altura de 43 metros. Esta última barrera se encontraba

## FICHA TÉCNICA

**Nombre:** Operación Riñihue

**Ubicación:** 80 kilómetros de Valdivia, X región

**Causa:** Terremoto de Valdivia, 22 de mayo 1960, 9.5° Escala de Richter

**Duración de las obras:** 2 meses

**Taco 1:** 400 m de largo y 300 m de ancho, altura de 26 metros

**Taco 2:** 700 m de largo y 600 m de ancho, altura de 32 metros

**Taco 3:** 2 km de largo y 1 km de ancho, altura de 43 metros

**Caudal lago Riñihue:** 360 m<sup>3</sup>/seg

**Volumen de agua retenido estimado:** 3.500 millones de m<sup>3</sup>

**Caudal máximo del canal:** 7.450 m<sup>3</sup>/seg

a 4,5 km de la desembocadura del Riñihue.

En total, el volumen deslizado de tierras alcanzó aproximadamente 34 millones de m<sup>3</sup>, de acuerdo a una investigación geotécnica realizada por el Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales de la Universidad de Chile (IDIEM), en 1968. Tal cantidad de material actuó como un gran corcho al fondo de un embudo, dejando al Riñihue completamente estancado.

### La amenaza

La primera noticia de los derrumbes llegó al día siguiente del terremoto. Una familia que vivía sobre el terreno deslizado, a tan sólo 80 km de Valdivia, dio la alarma sobre el hecho. Inmediatamente, ingenieros del Ministerio de Obras Públicas y la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) se dirigieron hasta la zona afectada y repararon en la gravedad de la situación. Con el desagüe cerrado, el lago comenzó a aumentar rápidamente su nivel, a razón de un metro cada tres días. Esto, porque el Riñihue es el último recipiente de una cuenca lacustre que se inicia en Argentina.

La cadena se conforma de los siguientes lagos: Lácar, Pirihueico, Panguipulli, Pellaifa, Calafquén, Pullinque y Riñihue. Éste último recibe un caudal de unos 360 m<sup>3</sup> por segundo. En total, más de treinta millones de m<sup>3</sup> al día que comenzaron a acumularse e incremen-

tarse rápidamente con las lluvias.

Si no se hacía algo rápido, en poco tiempo el agua acumulada rebasaría los obstáculos generados por el terremoto. Como la más grande y alta de las tres barreras se encontraba más distante del lago, el enorme volumen de agua retenido, estimado en 3.500 millones de m<sup>3</sup>, arrasaría con el montículo y desaguaría violentamente por el río San Pedro. Se calculaba que esto ocurriría en un período de dos meses aproximadamente, cuando el nivel de agua alcanzaría su cota máxima.

La información disponible en la época hacía predecir que la resultante del rebase sobre el tercer obstáculo, tendría un caudal máximo entre 15.000 y 20.000 m<sup>3</sup>/seg al comienzo del río. Con el avance de las aguas se produciría un efecto de amortiguación y lo más probable es que esta enorme masa de agua alcanzaría en Valdivia valores entre 10.000 y 15.000 m<sup>3</sup>/seg, un rango sustancialmente superior al rango máximo alcanzado en cien años de entre 2.000 y 5.000 m<sup>3</sup>/segundo.

En conclusión, la tragedia podía ser aún peor. Al desastre generado por el terremoto, los antecedentes anteriores hacían pensar que la ya desbastada región podía quedar sepultada bajo las aguas. Esto no sería algo inédito, pues una situación muy similar ya se había producido hacía casi cuatro siglos, en 1575, cuando un terremoto –registrado por el cronista Mariño de Lobera– también produjo de-

# Perfiles Angulo Gerdau AZA

## Los únicos claramente identificados



GERDAU AZA

Marca de Calidad

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



**Con la obstrucción del desagüe del lago Riñihue, más de 30 millones de m<sup>3</sup> al día se acumulaban peligrosamente, amenazando con sepultar bajo las aguas lo poco que había quedado tras el terremoto.**



rumbes que taparon el desagüe del Riñihue. El agua se acumuló, sobrepasando los tacos y formando un aluvión de 12 metros de altura que destruyó las incipientes ciudades de La Imperial, Ciudad Rica (Villarica), Osorno y Valdivia.

La historia se repetía, pero nadie quería el mismo final, por ello las obras comenzaron en una carrera contra el tiempo. No había más de dos meses. El objetivo principal consistía en producir el desagüe del lago al nivel más bajo posible y que el descenso del agua ocurriera lenta y gradualmente. El propósito estaba claro, el problema era cómo lograrlo.

Varias fueron las ideas que se propusieron. Una de ellas fue bombardear con explosivos, lo que fue descartado porque –además del peligro de producir nuevos deslizamientos– no habría dado resultado debido al material que formaba los tacos. También se pensó en el uso de monitores (chorros de agua a presión) para rebajar los montículos, pero también se desechó tanto por su bajo rendimiento como porque esta acción requiere de instalaciones de gran magnitud, lo

que no se podría haber realizado en un corto tiempo.

Dado a que se contaba con maquinaria estándar de movimiento de tierras –debido a que ENDESA construía en ese momento la planta hidroeléctrica de Pullinque, a doce kilómetros al norte del lago Panguipulli–, se consideró que la mejor alternativa era hacer un nuevo canal por donde desaguara el lago. Como explica Guillermo Noguera, ingeniero que presenció las obras en el Riñihue, “los tacos estaban formados por material removible, suelto, entonces la idea

BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 85



### Un producto identificado es un producto seguro

- Desde ahora todos los perfiles ángulo Gerdau AZA vienen identificados con su marca de calidad, las dimensiones del producto, el grado del acero y la colada de donde provienen.
- Desde ahora conozca la trazabilidad del perfil ángulo y no lo mezcle con otros de distintas características.

### Perfiles Angulo Gerdau AZA, cumplen los requisitos de la Nueva Norma NCh203 Of.2006

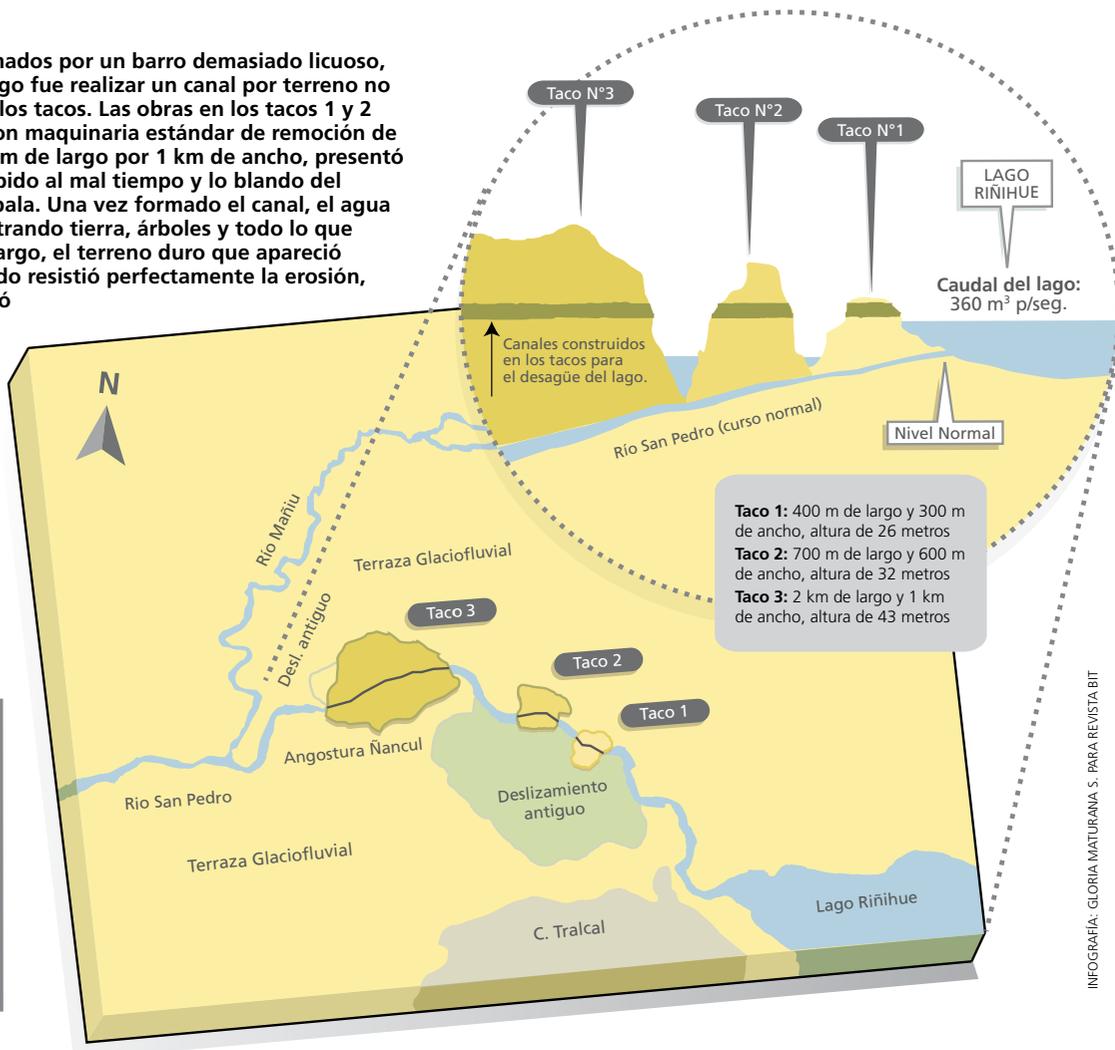


Certificación ISO 9001  
Sistemas de Gestión Certificados ISO 9001



Como los tacos estaban formados por un barro demasiado licuoso, la opción para destapar el lago fue realizar un canal por terreno no perturbado a un costado de los tacos. Las obras en los tacos 1 y 2 se realizaron sin dificultad con maquinaria estándar de remoción de tierra, pero el tercero, de 2 km de largo por 1 km de ancho, presentó las mayores dificultades. Debido al mal tiempo y lo blando del terreno, se debió excavar a pala. Una vez formado el canal, el agua socavó los montículos, arrastrando tierra, árboles y todo lo que encontró a su paso; sin embargo, el terreno duro que apareció a los pocos metros en el fondo resistió perfectamente la erosión, limitando el caudal, que llegó a alcanzar 7.450 m<sup>3</sup>/seg.

Tres tacos o montículos de barro y detritus taparon completamente la desembocadura del lago Riñihue, acumulándose una gran cantidad de agua que amenazaba con deshacer los tacos y formar un gran alud que cubriría la ciudad de Valdivia y sus alrededores.



INFOGRAFÍA: GLORIA MATORANA S. PARA REVISTA BIT

era hacer el canal en una zona no perturbada por los deslizamientos, de manera que el agua pasara lo más lentamente posible”.

### Manos a la obra

Las intensas lluvias aumentaron rápidamente el nivel de las aguas, de 35 cm a más de 60 cm diarios. Para tratar de aminorar este efecto y ganar algo de tiempo, se procedió a hacer un cierre parcial de los lagos que descargaban los mayores caudales en el Riñihue. No se realizó un cierre completo porque se habrían inundado todos los pueblos ribereños.

El cierre de la salida del lago Calafquén se efectuó rápidamente y sin mayores dificultades, pues el agua discurría por una garganta rocosa de sólo unos 20 m de ancho, que no fue difícil obstruir con un muro enrocado de 6 m de altura. El objetivo de esta obra era almacenar 200 millones de m<sup>3</sup> en el Calafquén, reduciendo la subida del Riñihue en 1,7 metros. Por otra parte, había que bloquear el Panguipulli. Para esto se decidió cerrar una sección del río Enco de poco fondo y de fácil acceso para el equipo. Para aminorar la cuantía de su caudal, se construyeron muros de aproximadamente 200 m de largo y de 3 m de altura, entre dos islas cercanas a la salida, creados con material de acarreo fluvial. Gracias a estos trabajos se redujeron en 230 millones de m<sup>3</sup> el volumen de agua que entraba al Riñihue,

disminuyendo en 2,10 m su subida.

Finalmente había que cerrar la salida del lago Piriuhueico, que resultó la más compleja porque no se contaba con el material adecuado. Entonces, se ingenió un verdadero dique formado por troncos y relleno de tierra. Esto significó la retención de 100 millones de m<sup>3</sup> en el lago y la disminución del nivel en 90 centímetros.

En total, estas tres obras evitaron la entrada de más de 500 millones de m<sup>3</sup> al Riñihue, reduciendo su nivel máximo en casi cinco metros y ganando 15 valiosísimos días para la construcción del canal.

Otra obra se ejecutó en la angostura de Ñancul, con el propósito de disminuir la capacidad del cauce. Se trataba de formar un muro de enrocado de la mayor altura posible y con el material menos erosionable que se pudiera obtener. Para formar este dique se tronó el acantilado norte de la garganta constituida por material morrénico. Sin embargo, el derrumbe resultó bastante disgregado, por lo que no se pudo obtener los bloques del tamaño esperado para resistir la erosión.

### Contra viento y lluvia

A pesar de los cierres parciales, el tiempo adicional no daba para celebraciones, y el reloj seguía corriendo implacable. A esa altura, ya no era posible excavar secciones capaces de evacuar caudales como los que afluían al Riñihue. Entonces, se optó por construir canales

**Para evitar que el nivel de las aguas continuara subiendo y así ganar algunos días para las faenas en el Riñihue, se efectuó un cierre parcial en los lagos Calafquén, Panguipulli y Pirihueico.**

pequeños, los que se ampliarían simultáneamente con el escurrimiento del agua.

Los trabajos en la primera obstrucción fueron los más sencillos, debido a su reducido volumen de excavación y fácil acceso. Tras 22 días de faenas, el agua ya pasaba por este canal e inundaba la poza existente entre el primer y segundo montículo. La vía en la segunda barrera se excavó en terreno no removido de la ribera sur, con una sección rectangular de 4 m de ancho mínimo. De la longitud de 600 m se excavó el canal hasta la cota 116, salvo un tramo de 100 m que se dejó a la cota 118. El 29 de junio de 1960, el agua empezó a escurrir por la obra finalizada.

La construcción del canal en el tercer taco era el paso clave, ya que de esta faena dependería el éxito o fracaso de toda la operación. Y fue, sin duda, la más compleja del proyecto. A los pocos días de iniciado el trabajo con los bulldozers, se produjo un intenso temporal. La lluvia hacía cada vez más licuosa la masa de barro a excavar, dificultando enormemente el avance. Como relata el historiador Leopoldo Castedo en su libro Hazaña del Riñihue, "(...) Se dedicaba más tiempo a las faenas para desembarar las palas que en empujar con ellas las pegajosas paredes de barro. Para desenterrar una máquina era necesario operar con otras cuatro o cinco. Era una pelea desigual, y para los hombres y las máquinas, completamente perdida".

Un testigo de la proeza entrega detalles a Revista Bit: "El clima era pésimo, era difícil llegar con la maquinaria, se enterraron los tractores, se enterraron las palas, se enterró todo. Entonces se tuvo que seguir prácticamente a mano", recuerda Guillermo Noguera. Los cerca de 450 trabajadores encargados de realizar el canal, liderados por Raúl Sáez, gerente general de ENDESA de aquella época, formaron una verdadera cadena de barro. El iniciador de esta cadena recogía una pala de materia acuosa y resbaladiza, y la depositaba en la pala que esperaba en el escalón inmediato. De aquí, otro palero recogía la carga para descargarla en la del compañero, y así sucesivamente hasta llegar, con más agua que barro, a la que debería ser la superficie transitoria del canal. "Es como pretender vaciar el océano con un balde", fue el comentario de uno de los hombres. La obra era tan lenta que se debía trabajar en tres turnos diarios, de forma continuada.

### **Las críticas y el final**

Debido a esta lentitud, la operación Riñihue comenzó a recibir numerosas críticas. Como apareció en una editorial del diario El Mercurio del 21 de julio de 1960, "(...) en círculos de oposición ha comen-



BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 87

 **PILOTES  
TERRATEST**

**SOIL NAILING COLEGIO EVEREST**



Alonso de Córdova 5151, of. 1401, Las Condes  
Fono: 4372900 / Fax: 2127235  
E-mail: [g\\_comercial@terratest.cl](mailto:g_comercial@terratest.cl) / [www.terratest.cl](http://www.terratest.cl)



**La temida ola de diez o quince metros que borraría a Valdivia del mapa, fue reemplazada por una lenta inundación de dos metros sobre el antiguo nivel del río que cubrió la ciudad y todos sus alrededores.**

la pendiente del canal, lo que se lograba destruyendo las zonas de terreno duro. Así, se formó un gran salto de 15 m de altura, que fue reducido en 2 m con dinamita, aumentando el caudal a 350 m<sup>3</sup>/segundo.

La última etapa era la de la crecida. Aquí el caudal sólo estaría fijado por las condiciones del terreno elegido para la construcción del canal. El 24 de julio, a las 10 de la mañana, el canal se desbordó formando un segundo salto, paralelo al anterior y a unos 10 m de distancia. Al comienzo su caudal era insignificante, unos 100 a 200 l/segundo. Pero de pronto, ese pequeño 'by-pass' comenzó a agrandarse rápidamente, hasta que en sólo 2 horas todo el caudal escurrió hacia la segunda grada. La parte

superior de ésta continuó profundizándose, disminuyendo la altura del salto. El caudal comenzó a aumentar relativamente rápido, produciendo una gran erosión en los taludes, los que se desmoronaron. Enormes árboles fueron llevados por la corriente. De esta manera el cauce, que tenía entre 10 y 15 m de ancho, aumentó a 80 y hasta 100 metros

zado a criticarse la demora, y a pedir que se nombren comisiones para establecer cómo se han llevado los trabajos y cuánto se ha invertido en ellos". Pero, como explica Guillermo Noguera, "el hecho de haber buscado el terreno no perturbado de la terraza que había al otro lado, fue una buena decisión. Este valle glacial tenía capas duras y capas blandas; las primeras retardaron un poco las obras, las segundas contribuyeron a una erosión rápida. Pero todo anduvo bastante bien".

Cuando se decidió abrir el canal, éste estaba rebajado a la cota 121 entre los kilómetros 0.650 y 1.000, y a la cota 120 en el resto; mientras que el lago Riñihue se encontraba en la cota 122.15. En muchas partes el canal no llegaba a los 2 m de ancho en la base y había algunas zonas en que apenas sobrepasaba 1 metro. Se estimaba que en el primer momento se escurrirían 2 m<sup>3</sup>/seg., pero debido a unas enormes piedras que fueron imposibles de remover, sólo escurrieron 600 l/seg, que incluso disminuyeron a 150 l/seg por efecto de los derrumbes que se produjeron luego de abrir el canal. "Primero empezaron a escurrir 15 litros, como una acequia regadora, después esto fue aumentando y por los bordes, mediante chuzos y picotas, fueron ampliando el canal y el agua empezó a llevarse el material. Raúl Sáez dijo que esto era como estar en la Creación. Las aguas comenzaron a retomar su rumbo; fue muy impresionante ver cómo se ampliaba el cauce que había sido excavado con mucha dificultad", recuerda Guillermo Noguera.

Una vez abierto el canal, el trabajo consistió en tres fases. La primera fue impedir que se produjeran derrumbes que obstaculizaran el cauce. También se ayudó al arrastre de material mediante pistones de bombeo, entre otros elementos. Después de diez días, el caudal aumentó en 24 m<sup>3</sup>/segundo. La segunda etapa consistió en ayudar de forma más directa y masiva a la erosión, de modo de aumentar el caudal. Esto se hizo, por una parte, ensanchando el cauce, eliminando las irregularidades y enderezando el trazado utilizando explosivos. Y por otra, ayudando a la erosión retrógrada con el fin de aumentar

Entonces fue cuando llegó el momento decisivo de la operación Riñihue. Si el cauce no encontraba terreno firme, el vaciado del lago se produciría en pocas horas con un enorme caudal. Pero a los pocos metros de socavación apareció el terreno duro esperado, el que resistió extraordinariamente bien la erosión. Las gradas que existían en el material del fondo del lecho formaron pequeños saltos que fueron cruciales para limitar el caudal, el que llegó a alcanzar 7.450 m<sup>3</sup>/seg cuando ya el lago había bajado más de 6 metros.

De esta forma, la temida ola de diez o quince metros que borraría a Valdivia del mapa, fue reemplazada por una lenta inundación de dos metros sobre el antiguo nivel del río que cubrió la ciudad y todos sus alrededores. La crecida llegó a 6.700 m<sup>3</sup>/seg., bastante menor a lo que habría alcanzado si no se hubiera construido el canal, evitándose así la temida tragedia. ■

<http://www.memoriachilena.cl/mchilena01/temas/dest.asp?id=terremotosvaldivia&pag=0>

### EN SÍNTESIS

**El terremoto de Valdivia de 1960 produjo tres grandes tacos, formados por barro y detritus, que bloquearon completamente la desembocadura del Lago Riñihue. Dado su caudal, se preveía que en dos meses el agua acumulada sobrepasaría el último de los tacos, formando un enorme alud que cubriría todo Valdivia y las zonas aledañas. Para evitar este desastre, ENDESA comenzó la llamada "Operación Riñihue", que consistió en hacer un canal por el terreno no perturbado, de modo que el agua fluyera lo más lentamente posible.**

# Un Nuevo Concepto en Viviendas



**Ahorre toda su vida en calefacción**

Hormigón celular, aislante térmico.



**Una vivienda segura y protegida de incendios**

Hormigón celular 100% resistente al fuego.



**Viviendas con muros y tabiques sólidos**

Hormigón celular, tecnología Alemana de última generación.



**Su hogar en un ambiente sano y ecológico**

Hormigón celular material de construcción ecológica.



## SU HOGAR DEBE SER EN HORMIGÓN CELULAR



**Empresa y tecnología Alemana  
en Chile desde 1998**

Darío Urzúa 2165 - Providencia - Santiago

Tel.: [56 2] 328 94 00 - Fax: [56 2] 328 94 39 - [www.xella.cl](http://www.xella.cl) - Email: [info@xella.cl](mailto:info@xella.cl)

**xella**  
CHILE S.A.

## REGLAMENTACIÓN TÉRMICA

# BALANCE TÉCNICO

A casi un año de la implementación de la reglamentación térmica para muros, pisos y ventanas, el Listado Oficial del MINVU presenta más de un centenar de soluciones constructivas. Los proveedores destacan la utilidad de la reglamentación e identifican los desafíos técnicos para el próximo año.

CLAUDIA RAMÍREZ F.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**M**ARZO es mes de estrenos y noviembre de balances y proyecciones. Y este fin de año, los recuentos técnicos no se quedan atrás. Tal es el panorama que enfrenta la segunda etapa de la Reglamentación Térmica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), que totaliza diez meses desde su implementación.

Así, la que en enero parecía una tarea titánica, hoy se consolida como una instancia que permite aportar innovación y tecnología a la industria. Tras una primera etapa de difusión de las exigencias técnicas, los resultados son alentadores. Al Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico se sumó más de un centenar de alternativas para muros perimetrales, pisos ventilados, ventanas y techumbres. Sin embargo, los desafíos técnicos recién comienzan, especialmente de cara a una nueva etapa de la reglamentación.

### Prueba superada

Ya está dicho, al momento de las evaluaciones, las cifras resultan alentadoras. Especialmente si se pone el ojo en las 130 soluciones constructivas incorporadas al Listado Oficial, que permiten cumplir con las exigencias de

acondicionamiento térmico para muros perimetrales. “Dos tercios de las soluciones para muros pertenecen a marcas comerciales y un tercio a genéricos, es decir, una cantidad importante ha sido patrocinada especialmente por inmobiliarios y empresas constructoras”, comenta Leonardo Dujovne, arquitecto del Departamento de Tecnologías de la Construcción del MINVU.

Nada mal, especialmente considerando que todavía no se cumple un año desde la implementación de la norma.

Y para sumar buenas notas, los objetivos presentes en el Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica también se están alcanzando. Así, los propósitos de “mejorar la calidad de vida de la población mediante un mejor confort térmico; optimizar y/o re-

ducir el consumo de combustibles destinados a la calefacción y refrigeración; disminuir la contaminación ambiental; y promover la actividad productiva, académica y de investigación respecto al tema” se encuentran en desarrollo. En el MINVU agregan que hasta ahora se ha avanzado en lo fundamental: “Incorporar en la conciencia del sector el valor térmico de la envolvente de una vivienda. Esto considerando que la reglamentación establece exigencias mínimas, que se espera se puedan superar”.

Más aspectos positivos. Para los proveedores la reglamentación resulta útil. “Contribuyó a focalizar más nuestras tipologías constructivas y permitió determinar el tipo de soluciones para la envolvente, los muros interiores, las cubiertas y los pisos. Más detalladamente, en muros perimetrales calculamos las soluciones y asignamos las tipologías de acuerdo con los precios de las viviendas” explica Cecilia Larraín, Arquitecto y jefe Técnico Comercial de Sociedad Industrial Pizarreño.

Y por si las dudas persisten, el Listado Oficial permanece abierto a la incorporación de nuevas soluciones por medio de la certificación de materiales de acuerdo a ensayos en laboratorios, cuyos resultados se incorporan cada tres meses al Listado Oficial. Una instancia que de acuerdo al MINVU consiste en “una declaración del valor térmico de transmitancia y resistencia térmica - U y Rt, respectivamente- de una solución constructiva aplicable en una o varias zonas climáticas del país”.



SantiagoTE, solución de Cerámica Santiago.

# EL FUTURO ENERGETICO CONSTRUYELO HOY



Aislante de compañía El Volcán.



## Innovaciones en orden

Un aspecto que, obligatorio o no, se ha incentivado con la implementación de la Reglamentación Térmica es la innovación, especialmente el desarrollo de soluciones que cumplan con los requisitos para las diversas zonas climáticas. De acuerdo con Gustavo Morales, gerente técnico de Cerámica Santiago, la normativa obliga a "mantenerse vigente por medio de nuevas y novedosas soluciones, que aporten al desarrollo de la industria y mejoren la calidad de vida de los usuarios finales de las construcción".

Justamente esta empresa presentó el ladrillo SantiagoTE, una solución de albañilería que cumple con la Reglamentación Térmica en las zonas climáticas 3 y 4. "Se investigó en el extranjero, visitando compañías y recorriendo ferias internacionales. SantiagoTE es resultado de la ingeniería aplicada en nuestro país".

(más información [www.ceramicasantiago.cl](http://www.ceramicasantiago.cl))

Compañía Industrial El Volcán S.A. ha desarrollado variadas soluciones constructivas para muros, pisos y complejo cielo-techumbre, que incorporan sus productos aislantes en base a lana mineral (Aislan) y de vidrio (AislanGlass), con el etiquetado R100 en sus envases. Estos productos de acuerdo con la compañía "son excelentes aislantes térmicos y absorbentes acústicos además de materiales incombustibles, lo que contribuye a que la vivienda sea más confortable térmica y acústicamente".

En muros perimetrales destaca Volcapol, una solución constructiva compuesta por una plancha de yeso-cartón Volcanita más poliestireno expandido. Otro producto innovador es SonoGlass, panel de lana de vidrio revestido con tela ignífuga de seis colores, especialmente fabricado para mejoras acústicas de cielos y muros de salas de cine y auditorios, entre otras aplicaciones.

(más información [www.volcan.cl](http://www.volcan.cl))

## CÓMO CUMPLIR LAS EXIGENCIAS

HAY CUATRO MANERAS DE CUMPLIR CON LA REGLAMENTACIÓN TÉRMICA, ÉSTAS SON:

1. Incorporar un material aislante etiquetado con R100 para cada elemento constructivo y zona térmica.
2. Especificar una solución constructiva que se encuentre inscrita en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para acondicionamiento térmico del MINVU.
3. Mediante un certificado de ensaye otorgado por un laboratorio vigente.
4. Por cálculo realizado por un profesional de acuerdo a la norma NCh 853 Of. 2006, demostrando el cumplimiento de la transmitancia térmica de los diversos elementos.



Presión de Trabajo: 2 m.c.a. • Potencia 2.000 W  
Garantía 2 años • Eficiencia energética 58.4%  
Consumo de energía eléctrica  
mensual 127.4 Kw./h/mes (aprox.)



Gran Avenida 5161, Of 308  
Fono 517 2490 / 517 2493  
[ventas@asprocom.cl](mailto:ventas@asprocom.cl)

## EXIGENCIAS SEGUNDA ETAPA REGLAMENTACIÓN TÉRMICA

Con más de 20 soluciones incorporadas hace más de diez meses al Listado Oficial, la empresa Pizarreño es otra que ha aportado innovación. Las placas de fibrocemento, que absorben y liberan humedad manteniéndose física y mecánicamente estables, van de 4 a 20 mm de espesor. En cuanto a desarrollos específicos, una alternativa son los muros revestidos por una o ambas caras con placas de Fibrocemento Permantit de 6, 8, 10 y 15 mm, Glasal o Placa de Fibrosilicato Promatect H, de Pizarreño.

(más información [www.pizarreno.cl](http://www.pizarreno.cl))

Los proveedores apuntan a continuar incorporando nuevas soluciones que cumplan con los estándares de la Reglamentación Térmica. En Pizarreño anticipan: "Se están desarrollando soluciones de fachadas ventiladas para muros, una tecnología en auge en Europa que consiste en separar la estructura del muro de albañilería u hormigón de manera de generar una segunda piel que permita cumplir con los requisitos de acondicionamiento térmico".

### Desafíos en carpeta

Como en toda evaluación, hay aspectos por mejorar. Para el MINVU uno de los puntos pendientes consiste en la inscripción de soluciones para techos y pisos ventilados, que hasta el momento no superan las diez alternativas inscritas en el Listado Oficial. "En pi-

zos y techos es posible cumplir por medio de la incorporación al etiquetado R100 de un material aislante en lugar de inscribir el sistema constructivo al listado como en el caso de los muros", señala Dujovne. Esto explica la diferencia entre las abundantes soluciones para muros presentes en el listado y los escasos desarrollos para pisos y techos.

Por su parte, los proveedores identifican otros desafíos relacionados con la difusión y el conocimiento de la reglamentación en el sector. "No todos los productos aislantes disponen del etiquetado R100 de resistencia térmica, y en algunas ciudades no se venden los aislantes térmicos especificados para esa zona, reflejo de que los distribuidores de materiales todavía no comprenden la necesidad de contar con productos rotulados", asegura Humberto Saavedra, gerente de marketing de Volcán. Cecilia Larraín de Pizarreño complementa: "En general los constructores no tienen muy claro el tema. Toda-

vía preguntan cuánto aísla la placa, lo que puede ser interpretado como una duda sobre la conductividad térmica dada por norma o la transmitancia y resistencia térmica de la solución".

Para aclarar interrogantes es bueno recordar que la información técnica sobre la Reglamentación Térmica se encuentra disponible de manera abierta y gratuita. De hecho, el MINVU responde periódicamente consultas técnicas específicas aunque asegura que la mayoría de las inquietudes se pueden resolver a través del Manual de Aplicación publicado en Internet. ■

Vea más artículos sobre este tema en Revista *BiT* N°52, enero 2007; Revista *BiT* N°53, marzo 2007; Revista *BiT* N°54, mayo 2007; Revista *BiT* N°55, julio 2007, y Revista *BiT* N°56, septiembre 2007.

Más información: [www.minvu.cl](http://www.minvu.cl), [www.mart.cl](http://www.mart.cl) y Biblioteca Técnica on line en [www.registrocdt.cl](http://www.registrocdt.cl)

ZONA	MUROS		VENTANAS VENTILADOS			PISOS		
			% MÁXIMO SUPERFICIE RESPECTO A PARÁMETROS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		U PONDERADO			
	U	Rt	VIDRIO MONOLÍTICO	DVH DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO	U	U	Rt	
	W/m²K	m²K/W		3,6 > U > 2,4 W/m²K	U < 2,4 W/m²K		W/m²K	m²K/W
1	4,0	0,25	50	60	80	5,80	3,60	0,28
2	3,0	0,33	40	60	80	3,80	0,87	1,15
3	1,9	0,52	25	60	80	2,48	0,60	1,67
4	1,7	0,58	21	60	80	2,48	0,60	1,67
5	1,6	0,62	18	51	80	2,25	0,50	2,00
6	1,1	0,90	14	37	55	1,86	0,39	2,56
7	0,6	1,66	12	28	37	1,33	0,32	3,12

FUENTE: MINVU

# MUROS Y TABIQUES CON RESISTENCIA TÉRMICA, ACÚSTICA Y DE FUEGO

PARA TODAS LAS ZONAS DEL PAÍS



### TABLA DE RANGOS DE RESISTENCIA TÉRMICA, ACÚSTICA Y DE FUEGO.

ENSAYO - RESISTENCIA	DESDE	HASTA
Resistencia térmica RT m2k/w	1,42	2,47
Resistencia acústica dBa	45	58
Resistencia al fuego RF	RF 15	RF 180

ASISTENCIA TÉCNICA  
02 3912401  
[areatecnica@pizarreno.cl](mailto:areatecnica@pizarreno.cl)



# APV

AISLACION TERMICA CON ESPUMA DE POLIURETANO  
VENTA DE EQUIPOS / APLICACION EN TERRENO



REACTOR A-20 REACTOR E-20



ventas.apv@apv.cl

www.apv.cl

APV S.A.  
Av. Antonio Varas 2261, Ñuñoa.  
Fono: 02 2741980  
Fax: 02 2741559  
Distribuidor Exclusivo en Chile  
de Graco Inc. USA

40 Años de experiencia  
Somos expertos  
Ventas  
Asesoría Profesional  
Servicio Técnico  
Tecnología de Punta  
ENTREGA INMEDIATA

# Acerotejas

www.acerotejasinppa.cl



**TODAS LAS VENTAJAS DEL ZINC ALUMINIO,  
CON LA BELLEZA DE LA TEJA TRADICIONAL**

- **MAS Diseños y Colores**
- **MAS Estanqueidad**
- **MAS Livianas**
- **MAS Duración**
- **MAS Fáciles de Instalar**
- **MAS Belleza**
- **MAS Valoración de la Vivienda**



Diseños: • **Inppatex** • **Geotex**  
• **Coltex** • **Sevilla**  
• **Andes** • **Valencia**

Distribuidores: SODIMAC · EASY · CONSTRUMAT  
MTS · CHILEMAT y Principales  
Ferreterías del país.

Cóctee Servicio  
de Instalación

## Sevilla: nuevo diseño colonial

Consultas: 484 1800 · 484 1901  
construccion@inppa.cl

Henkel

Calidad para Profesionales

# Rápido, firme y profesional

## Thomsit Montaje PL 600

AGARRE INMEDIATO

- Resistente al agua.
- Permite rellenos de espacios.
- Para superficies porosas y no porosas.
- Pintable una vez seco.



Pega gran variedad de materiales:  
Ladrillo, Cerámica, Hormigón,  
Fibrocemento, Yeso-cartón,  
Chapas de madera, Metal,  
Vidrio, Corcho, Piedra, MDF,  
UPVC, Plásticos excepto  
polietileno, polipropileno y \*teflón®.

\*Teflón es marca registrada de Dupont.

NUEVO

EXTERIORES E  
INTERIORES



SERVICIO AL CONSUMIDOR/ASISTENCIA TÉCNICA: 800-222605 www.henkel.cl • www.thomsit.cl



Preocúpese sólo de elegir el diseño,  
VEKA y su Red de Fabricantes están cerca para apoyarlo.



Asómese al Futuro

Más de 30 años de experiencia a nivel mundial  
y líder en Chile en ventanas de PVC

SHOW ROOM:  
Av. Nueva Costanera 4229, local 1A,  
Vitacura, Santiago.  
Teléfono: (56 2) 207 9814  
Fax: (56 2) 263 0729

www.vekachile.cl  
321 7879

Red de Fabricantes Autorizados VEKA

CALIDAD • DURABILIDAD • SERVICIOS

Zona norte: Vusa (Coquimbo) • Cristalmar (La Serena) Zona centro: Oscar Vega Mora (Concón) • Ing. y Const. MM (Viña del Mar) • Thermowindows (Santiago) • Fenster (Santiago) • Vinylwindows (Santiago) • Thermohaus (Santiago) • Beaglewindows (Santiago) • Immerglass (Santiago) • Ventanas PVC (Santiago) • Vitralum (Santiago) • Envolve (Santiago) • Veteco (Rancagua) Zona sur: Crealum (Curicó) • Tecnalum (Talca) • Vecon (Concepción) • José Espinoza (Temuco) • Selloplas (Osorno) • Termoacustic (Osorno y Puerto Varas) • Glasstemsur (Castro) • Ferrosur (Punta Arenas)

# Volcapol®

## Solución térmica para muros perimetrales

La segunda etapa de la reglamentación térmica exige rendimientos térmicos a los muros perimetrales, junto con los pisos ventilados y ventanas. Sin embargo, no todos los muros perimetrales cumplen con la nueva reglamentación. La empresa Volcán, en su permanente política de desarrollo de nuevas soluciones constructivas, para resolver este problema lanzó al mercado el panel Volcapol®.



Volcapol® de Volcán, solución térmica para muros perimetrales.

VOLCAPOL® es una solución constructiva compuesta por una plancha de yeso-cartón Volcanita® más una plancha de poliestireno expandido adherida en una de sus caras, que se utiliza como revestimiento interior de muros perimetrales de hormigón, albañilería u otros, con el objetivo de mejorarlos térmicamente. Se puede utilizar tanto en viviendas nuevas como en remodelaciones y ampliaciones.

El poliestireno expandido se pega a la plancha Volcanita® con un adhesivo especialmente formulado, lográndose un producto terminado que ofrece excelentes características térmicas.

Volcapol® se presenta en una medida estándar de 1,20 x 2,40 m, en versiones ST (standard) y RH (resistente a la humedad), y con borde rebajado para realizar el tratamiento de junta invisible. También se pueden desarrollar paneles Volcapol® especiales, haciendo variar el espesor y medidas de la plancha Volcanita® y/o del poliestireno expandido.

Volcapol® presenta las siguientes ventajas principales:

### MEJORA EL AISLAMIENTO TÉRMICO

Al incluir un aislante térmico de baja conductividad como el poliestireno expandido, Volcapol® reduce notablemente la transferencia de calor a través del muro tratado, entregando con ello un excelente aislamiento térmico, tanto para temperaturas exteriores altas (verano) como bajas (invierno).

### REDUCE LA CONDENSACIÓN

El fenómeno de la condensación superficial se produce cuando el aire que circula al interior de un recinto presenta una temperatura mayor a la de los muros. Al instalar un panel Volcapol®, se aumenta la temperatura superficial del muro tratado, reduciendo el riesgo de condensación, aumentando la vida útil de la construcción y el confort habitacional.

### REDUCE EL CONSUMO ENERGÉTICO

Al mejorar térmicamente los muros de hormigón, albañilería u otros, Volcapol® ayuda a reducir el consumo energético, ya sea en la forma de calefacción o aire acondicionado. Además, por tratarse de un producto que se pega directamente a los muros, elimina los puentes térmicos.

### FÁCIL INSTALACIÓN Y TERMINACIÓN

Por tratarse de un producto terminado, de bajo peso por m<sup>2</sup> y de montaje en seco, el panel Volcapol® se instala fácilmente, permitiendo una gran productividad en la obra. Además, permite una fácil y rápida ejecución de las instalaciones eléctricas.

Una vez que Volcapol® queda pegado al

muro, se logran superficies lisas y monolíticas al aplicar masilla base o compuesto para juntas, más huincha de papel o de fibra de vidrio, en la uniones de los paneles. Posteriormente, todo el conjunto puede ser enlucido con yeso, recibir pintura o papel mural.

Los productos componentes del panel Volcapol® son fabricados de acuerdo a las Normas Chilenas NCh 146/1 Of. 00 (plancha de yeso-cartón Volcanita®) y NCh 1070 Of. 84 (poliestireno expandido).

Además, Volcapol® cumple con los requerimientos de la nueva reglamentación térmica contenida en el artículo 4.1.10 de la OGUC, referente al aislamiento térmico de los muros perimetrales.

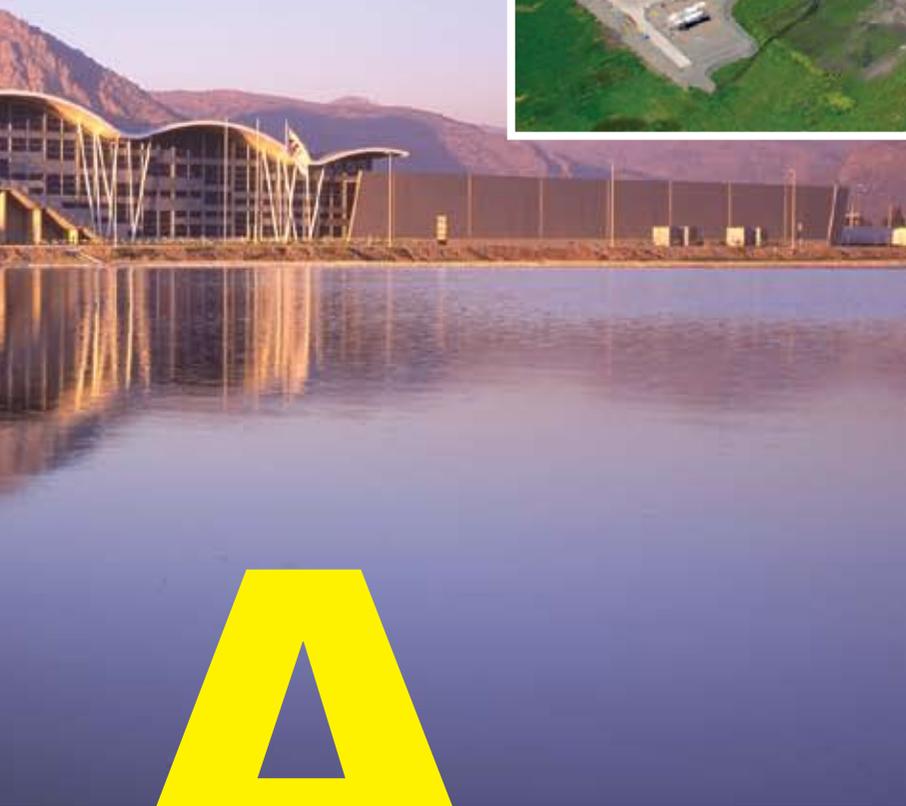


Interesantes innovaciones tecnológicas y en diseño presenta esta nueva fábrica ubicada en Llay Llay, V Región. Una gran cubierta ondulante enfrenta eficazmente los vientos y ayuda a la extracción del aire caliente. Además, incluye sistemas bioclimáticos (geotérmicos) que emplean la temperatura de la tierra para la climatización del edificio.

## **PLANTA DE ENVASES DE VIDRIO**

# **SEGÚN EL FAVOR DEL VIENTO**

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**A** LA DISTANCIA se aprecia la gota de vidrio incandescente que cae dando inicio a la conformación de cada botella. El horno funde la materia prima a más de 1.500 grados celsius, al tiempo que la interminable hilera de envases en la zona de inspección y embalaje señala que el proceso de producción finalizó exitosamente. La faena ocurre a diario en la fábrica de envases de vidrios de Llay Llay ('Viento Viento', en mapuche), perteneciente a Cristalerías de Chile S.A., que inició sus operaciones en noviembre del 2006.

Con una cuidada arquitectura y combinando audaces elementos de diseño con tecnología de punta, la planta se posicionó como una de las fábricas de envases de vidrio más modernas del mundo.

Está claro, diseñar y ejecutar esta obra no es como soplar botellas, aunque ésa

## FICHA TÉCNICA

**Obra:** Nueva Planta de Envases de Vidrio de Cristalerías de Chile S.A.

**Ubicación:** Ruta 5 Norte, Km 85, Llay Llay, V Región

**Arquitecto:** Guillermo Hevia Arquitectos.

Guillermo Hevia H., Francisco Carrión G.

**Ingeniería de Proyectos:** Foster Wheeler

**Construcción:** Salfa Montajes S.A.

**Administración de Proyecto e Inspección Técnica:**

Ingeniería y construcción Conos Ltda.

**Superficie del terreno:** 27 hectáreas

**Superficie construida:** 27 mil m<sup>2</sup> (primera etapa)

**Inauguración oficial:** 7 de marzo de 2007

**Inversión:** US\$ 60 millones

## FICHA TÉCNICA MATERIALES

**Ladrillos refractarios:** 3.300 toneladas

**Estructuras Metálicas:** 1.800 toneladas

**Hormigones:** 20.000 m<sup>3</sup>

**Acero estructural:** 1.450 toneladas

**Excavaciones:** 12.000 m<sup>3</sup>

**Relleno:** 13.500 m<sup>3</sup>

**Pavimento:** 20.900 m<sup>2</sup>



**El detalle de la cubierta curva se adoptó por ser el mecanismo más apropiado para disminuir el efecto del viento. Los pilares metálicos colocados en forma oblicua y cruzados otorgan profundidad al edificio.**

sea la especialidad de la planta. Algunos datos. El horno tiene capacidad para fundir 400 toneladas de vidrio por día, equivalentes a 700.000 envases.

De líneas simples y estética pura y limpia, con muros exteriores de vidrio que alcanzan 28 metros de altura, similar a un edificio de ocho pisos, destaca por ser un proyecto que incorporó la eficiencia energética en 27 mil metros cuadrados. Todo un hito.

No se apresure, como siempre, hay que empezar desde el principio: La ubicación. "Se sondeó dónde podía estar emplazada una industria de esta naturaleza, bajo consideraciones económicas, técnicas y medioambientales. El terreno elegido reunía varias condiciones favorables como ostentar una condición de ventilación extraordinaria, una excelente conectividad vial como lo es la Ruta 5 Norte y de cercanía de las minas de arenas que posee la empresa y que son la materia prima para la producción del vidrio", indicó Guillermo Hevia, arquitecto responsable del proyecto.

### **Su majestad el agua**

No todo podía ser perfecto. La ubicación definida también tenía una debilidad, una napa freática sumamente cerca de la superficie amenazaba con hacer naufragar la planificación de la obra. "El problema fundamental de Llay Llay es que se encuentra agua a los 80 cm de profundidad en verano y a los 50 cm en invierno. Por ello, se creó una plataforma para mejorar y elevar el terreno, y a partir de allí se comenzó a construir el edificio", sostiene Osvaldo García, gerente de proyecto de Conos, empresa que estuvo a cargo de la Administración e Inspección Técnica de la obra, por cuenta del cliente.

Los efectos de la napa redundaron en desafíos que marcarían la construcción de la futura planta. En primer lugar, surgieron dificultades para la instalación de las fundaciones porque hubo que mover cerca de 170 mil m<sup>3</sup> de material del escarpe (se excavó y se retiró el terreno blando de la superficie). Tras sacar la capa vegetal, se encontró una tierra contaminada (negra) que

también se excavó porque se trataba de material expansivo.

"El tema de las fundaciones se solucionó con un complejo movimiento de tierra que demandó alrededor de tres meses. Utilizamos 115 mil m<sup>3</sup> de material estabilizado", comentó el gerente general de la Planta de Llay Llay, Patricio Puelma. Una vez eliminado el escarpe, se colocaron grandes bolones y a continuación el material definitivo en diferentes capas hasta compactarlo y habilitarlo. El relleno se extrajo del río Aconcagua y del estero Los Loros, próximos a la planta.

En segundo término, la napa freática también trajo más de un dolor de cabeza al momento de diseñar el subterráneo, espacio necesario por el tipo de horno de fundición que se utiliza y para facilitar la recolección de vidrio al detener la máquina formadora de envases y, donde habitualmente se realiza el proceso productivo en este tipo de industrias. De hecho, la planta de esta compañía en Padre Hurtado se encuentra en la cota -7 m. Por la cercanía del agua, finalmente en Llay Llay se descartó el subterráneo y se decidió construir en superficie.

Hay más datos. "Se levantó en dos metros el terreno natural para dar un soporte potente a esta tremenda estructura, cuyo pro-

ceso se encuentra completamente en superficie", dice Andrés Villa, gerente de proyectos de Salfa Montajes S.A.

## Ondas mágicas

La producción lineal en superficie generaba interesantes inquietudes para el proyecto arquitectónico de la fábrica. "Teniendo en cuenta las condiciones de suelos del terreno y el clima (fuertes vientos), su ubicación urbana y geográfica, pensamos en cómo darle una arquitectura armónica a la planta, para que no se transformara en un cajón sin vida", afirma el arquitecto.

La inspiración vino de la mano del mismo viento y la geografía del lugar. "Se hizo un gesto potente e interpretativo del entorno. Se llegó a la conclusión de generar un gran volumen transparente con una cubierta ondulante y de gran espacialidad interior", agrega Hevia. El detalle no representa un capricho estético, se adoptó por ser el mecanismo más apropiado para disminuir el efecto del viento. "De esta forma el edificio no opone resistencia al viento, al contrario, lo enfrenta aerodinámicamente y suavemente rompe con su fuerza natural y aprovecha las distintas presiones positivas y negativas que la cubierta genera (sistema Venturi) para sacar el aire caliente del interior", indica el arquitecto.

Por ello, uno de los elementos más característicos de esta obra reside en su cubierta ondulada. "Es como una metáfora de los cerros y sus fachadas transparentes, que incorporan el paisaje circundante al interior de los recintos, aportando calidad de vida al personal (en la noche produce el efecto contrario y muestra los procesos de producción), las ventanas además son un gran disipador de

las temperaturas interiores", explica el arquitecto Hevia.

El aire caliente abunda. Las arenas se deshacen y se transforman en magma en el horno. El líquido viscoso cae por ductos hasta la máquina formadora, donde la masa se transforma en botella. Ésta sale moldeada a 700 grados de temperatura, y en un trayecto de 30 metros se enfría hasta alcanzar los 150 grados y una resistencia apropiada. La gran masa de aire caliente generada por el proceso de producción tiende a subir al igual que el ruido producido por el desplazamiento de las botellas. ¿Qué hacer para disminuir estos factores? "Las recomendaciones de nuestros estudios de aeroláutica (ciencia que estudia los movimientos del aire en los interiores) y de insonorecencia (acústica) para no causar impacto ambiental, nos llevaron a proponer una cubierta liviana y con aislamiento absorbente. Se diseñó una doble cubierta metálica aislada, con planchas perforadas por el interior para absorber el ruido y colocamos franjas de luz cenital para lograr iluminación natural para el ahorro energético, de esta manera se lograron todos los objetivos planteados para hacer una propuesta sustentable, que se traduce en hacer una arquitectura responsable", explica Hevia.

Ante los condicionantes, se adoptó una cubierta acústica compuesta por paneles superiores curvos y lisos en aluzinc prepintado (termoesmaltada), de espesor de 0,5 mm y un panel inferior similar nervado de 35 mm de altura, también en aluzinc de espesor 0,5 mm, perforado, termoesmaltado, que contienen en su interior aislación de lana mineral en 100 mm de espesor y alta densidad por m<sup>3</sup>, conjuntamente con un material absorbente acústico sobre el panel perforado.

En Llay Llay el problema fue la napa freática. En la imagen se muestra el agotamiento del agua que se hacía frecuentemente, antes de poder hacer las fundaciones y colocar los ductos del Bioclima.



La perfección de su idea hecha realidad.

Tecnoform es la solución constructiva que le da valor a sus proyectos arquitectónicos. Lívelos a la realidad con un sistema de fácil montaje e higiene de sus estructuras.

**FORMAC**  
VALOR EN ACERO

**TECNOFORM**

www.formac.cl  
soluciones@formac.cl  
Fono: (56-2) 484 9010



**Paso a paso de la colocación y montaje de la cubierta. El panel incluye nervios montantes.**

“Es una solución compuesta por dos paneles trapezoidales instalados con un clip omega. El panel de cubierta es un CD 460 curvo y fabricado en Aluzinc, un acero con un recubrimiento de aluminio, zinc y silicio (AL, ZN, SI), entre cuyas propiedades destaca la resistencia a la corrosión”, expresó José Luis López, subgerente de proyectos y especificaciones de Hunter Douglas Chile.

A través de las perforaciones, que ascienden al 20%, traspasa el ruido. La tela absorbente sumada a esta lana de roca, funciona como un amortiguador sonoro. “El ruido ingresa y en vez de rebotar, penetra en este material, siendo absorbido”, comenta el arquitecto.

En una cubierta habitualmente se emplea poliestireno de 15 kilos con 50 mm de altura para la aislación térmica o también fibra de vidrio de 50 mm y 15 kilos por m<sup>3</sup> de densidad. “Sin embargo, en este caso se utilizó aislación especial porque además se requería aislación acústica, térmica y resistente al fuego, por ello, empleamos una lana de roca de 100 kilos por m<sup>3</sup> de densidad”, indica López.

**Calor y gases**

No hay dudas. La planta de Llay Llay representa una “verdadera fábrica de calor”, siendo el horno el protagonista principal. Este gigantesco elemento se construyó en cinco meses y se compone de una estructura metá-

lica que le da soporte a una bóveda de ladrillos refractarios, cuya característica principal se concentra en su alta resistencia a las altas temperaturas. En esta faena se emplearon alrededor de 3.300 toneladas de ladrillos, que no pueden recibir ni una gota de humedad porque de lo contrario quedan inservibles. Cada ladrillo tiene una ubicación predeterminada, por eso se encuentran claramente identificados. Tienen distinto color según la resistencia que presentan para disipar el calor.

“La cámara regeneradora y el horno se componen completamente de ladrillos refractarios que se arman en forma manual, pegándose ladrillo a ladrillo con mortero refractario. Se recibieron las aproximadamente 3.300 toneladas de ladrillos en paquetes distintos y de diversos tamaños, los ladrillos más grandes pesaban entre 800 y 1.200 kilos”, indica García.

La estructura del horno la forman los ladrillos, y todo el horno descansa en una estructura metálica. Los ladrillos son de distintos materiales de acuerdo a su uso y ubicación en el horno. Por ejemplo, los ladrillos de la bóveda (techo del horno) son de sílice y los ladrillos que están en contacto directo con el vidrio son electrofundidos de alúmina, zirconio y sílice.

Para soportar un elemento de esta magnitud se ejecutó una fundación de un metro y medio de espesor de hormigón armado H30.

“Una vez terminadas las bases, se colocaron columnas metálicas a modo de guías y se empezaron a tejer los ladrillos desde el suelo”, sostiene el ingeniero de Conos.

Los ladrillos se adhirieron manualmente con mortero refractario, cemento especial, empleando espátula. El horno es una gran cámara con una boca de salida que distribuye el vidrio fundido, mediante un manifold a cada una de las máquinas conformadoras de envases (todos elementos de ladrillo refractario). Primero se construyó la cámara regeneradora de 20 m de altura, la cual, por un lado, inyecta aire pretratado a la combustión del horno y por otro extrae gases producto de la combustión de esta gran cámara. A media altura de la cámara regeneradora se encuentra el horno o cuba que es donde se funde propiamente el vidrio. “Es aquí donde se utilizó la mayor parte de los ladrillos más resistentes, por ser la zona con más altas temperaturas”, acotó García.

Los ladrillos implicaron desafíos. “Fue en época de lluvia cuando estábamos colocándolos, resultando complejo protegerlos y avanzar en el trabajo. Por ello, se hizo una estructura adicional con techo para ponerlos a salvo de la humedad. Así, la obra se ejecutó en sentido inverso, es decir, se construyó primero el edificio de bodegas de productos terminados para depositar allí los ladrillos provenientes de Estados Unidos y Europa”,

La construcción del horno con los ladrillos refractarios se hizo manualmente. La gracia de estos ladrillos es que eran todos distintos, como armar un puzzle.

comenta Carlos Azar, ingeniero administrador de Salfa Montajes S.A.

Las plantas de este tipo suelen generar residuos porque trabajan con arena, polvillo que se volatiliza en el proceso de quemado de los gases. En Llay Llay, los gases de fundición son procesados en un Precipitador Electroestático de 40 m de altura antes de ser enviados a la atmósfera. El material sólido de estos gases es capturado en unas placas cargadas eléctricamente y que atraen el particulado por diferencia de carga. Todo el material es reutilizado como materia prima.

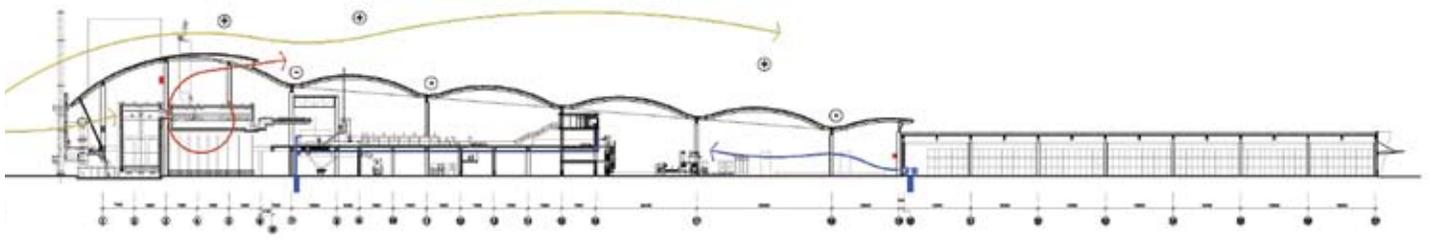
El precipitador electroestático es de tecnología Norteamericana y la estructura metálica soportante fue hecha en maestranzas locales. Tanto el precipitador como la máquina formadora de botella representaron un ar-



BIT 57 NOVIEMBRE 2007 ■ 101

■ Máxima Innovación y Vanguardia en Prefabricados de Hormigón.





SISTEMA BIOCLIMÁTICO / PERÍODO VERANO



SISTEMA BIOCLIMÁTICO / PERÍODO INVIERNO



**Esquema del sistema de Bioclima. En verano el aire se inyecta a las distintas áreas de producción (21°). En invierno el aire frío se incorpora a los productos terminados y máquinas sopladoras, en tanto que el caliente al proceso de calefacción. Abajo los ductos del sistema, a 3,5 metros de profundidad.**

duo trabajo de montaje. “Las máquinas formadoras de botellas de 40 toneladas cada una fueron izadas a 7 m de altura con una grúa de 150 toneladas Manitowoc. Con el precipitador pasó algo similar”, recuerda Carlos Azar, de Salfa Montajes.

### La temperatura de la tierra

Trabajar cerca de un horno industrial resulta casi imposible, pero en Llay Llay se alcanzan temperaturas agradables de 22° a 26° C. ¿Cómo se logró? Simple. Con el Sistema de Bioclima. Es una técnica de climatización natural compuesta por conductos subterráneos para obtener aire a 20° C. Consiste en hacer circular un caudal de aire por conductos en-

terrados a una profundidad donde se encuentra una temperatura constante todo el año. Durante el invierno, se aprovecha el calor del horno para incorporarlo en áreas de trabajo, mediante ductos aéreos que recorren la planta.

En la fábrica se aprovechó la capa vegetal donde “hallamos arenas limosas que nos permitieron obtener a 3 m de profundidad una temperatura media de 17 grados”, comenta Azar.

El aire del exterior se impulsa mecánicamente al interior del edificio a través de ventiladores centrífugos estratégicamente situados. Se produce el intercambio térmico a lo largo del recorrido, obteniéndose al interior de la planta, aire a una temperatura relativamente constante tanto en invierno como en verano.

Entre los tres procesos –horno, máquinas formadoras y sector de bodegaje– hay aproximadamente 300 m, cada uno de ellos de 100 m de largo. Generalmente la zona más calurosa es cerca del horno y fabricación de botellas (56° a 70° C). Se instaló una fachada con paneles perforados (norponiente) aprovechando los vientos predominantes

y se logró un área a 25° C (que ayudará a la “vida” del horno). En las zonas de máquinas de botellas se incorpora aire del bioclima y se logran menores temperaturas y una sensación térmica de 26° C. Esta mejor calidad ambiental eleva considerablemente el rendimiento laboral y la calidad de vida al interior de la planta.

“Colocamos ductos del bioclima para todas las áreas, ingresando el aire a la temperatura media de la tierra, de esta manera inyectamos temperaturas constantes de aire a 20° C en las zonas de producción, mientras que el aire caliente se extrae por la cubierta sobre el horno a una velocidad de 9 m/seg., también disipamos calor por las fachadas vidriadas. Se logra la recirculación del aire y un bioclima interior de 22° a 25° todo el año”, señala Hevia.

Toda una proeza resultó el montaje de estos ductos. ¿Por qué? Sí, otra vez la napa freática. La zanja del bioclima se hizo con una excavadora con pala de 1 metro cúbico. Los ductos de HDPE, polietileno de alta densidad, cuentan con 1 m de diámetro y se ubicaron a un promedio de 3,5 m bajo la superficie. “Hubo que bombear constante-

# En agua caliente la calidad tiene nombre

AQUA  
**vinilit**



**vinilit**  
CPVC

## Único sistema con certificación permanente en Chile por Cesmec

**vinilit**  
DURAPEX

### ¿QUÉ ES?

Sistema hidrocableado especialmente **diseñado para conducción de agua caliente y fría**, compuesto por tuberías plásticas de **PEX** (polietileno reticulado) accesorios metálicos sin uniones intermedias (sistema hidrocableado).

Producto utilizado en sistemas domiciliarios y matrices (verticales).



**vinilit**  
FUSIÓN

### ¿QUÉ ES?

Sistema especialmente **diseñado para conducción de agua caliente y fría**, compuesto por tuberías y accesorios plásticos de **PPR** (Polipropileno, Copolimero, Random tipo 3), con uniones termofusionadas (no roscables).

Producto utilizado en sistemas domiciliarios y matrices (verticales).

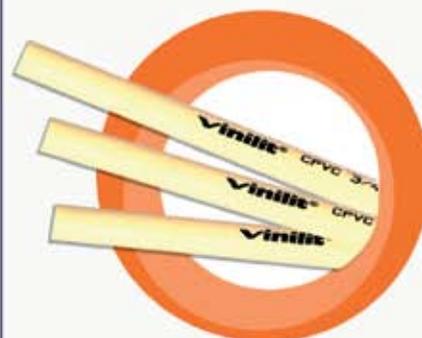


**vinilit**  
CPVC

### ¿QUÉ ES?

Sistema especialmente **diseñado para conducción de agua caliente y fría**, compuesto por tuberías y accesorios plásticos de **CPVC** con uniones cementadas (adhesivo).

Producto utilizado en sistemas domiciliarios.



**Las ventanas no sólo son un gran disipador de las temperaturas interiores, sino que además de noche permiten ver las faenas al interior de la planta.**

mente, agotando la zanja para extraer el agua y colocar la cañería en su interior. Después se rellenó con arena unos 20 cm por ser compactable hidráulicamente. Mientras más agua más compacto queda el terreno”, dijo García.

Al hacer la zanja se aplicó malla geotextil. Se colocaba la cañería con arena, se envuelve como un paquete y luego se rellena con el terreno final. El geotextil se empleó para resistir la acción de piedras de grandes dimensiones, ya que la malla posee propiedad ante la abrasión.

### Iluminación de otro mundo

En verano la planta puede operar durante 14 horas sólo con luz natural, debido a las franjas de luz cenital en la cubierta, de policarbonato y metal perforado, que permiten el ingreso de abundante luminosidad (700 lux). Como el concepto de la planta iba en la línea del ahorro energético, se hizo un estudio lumínico para que el consumo nocturno de energía fuera equilibrado porque en el día se iluminaba naturalmente. El proyecto y estudio realizado por Opendark S.A., incorpora en los interiores iluminación de alta eficiencia y tecnología, tanto en las áreas de proceso, como recintos de oficinas, laboratorios y servicios. En el exterior se proyectó iluminación escenográfica que destaca los elementos de la arquitectura (pilares metálicos y ondulaciones del edificio) y potencia las transparencias de las fachadas azules y las texturas de los volúmenes. El edificio es un cuerpo luminoso que tiene vida en la noche y aporta al paisaje. Se empleó tecnología LED y otras de última generación para lograr ahorros de energía.

Otro dato que entrega señales del nivel de detalle del frontis. “Como la fachada cuenta



con vidrios y serigrafía de color, que trasluce la iluminación desde el interior, la idea era hacer visible el proceso productivo. Como se trabaja las 24 horas, la planta siempre está encendida, y aprovechamos esa misma iluminación para la fachada”, dijo Hevia.

Según los protagonistas del proyecto, ninguna planta de este tipo se encuentra vidriada en su exterior, pero Llay Llay es la excepción a la regla. Su fachada presenta vidrios transparentes con serigrafías en azul (la pintura de esta tipología se aplica antes de templar los vidrios, logrando una fijación molecular con el vidrio).

Para aprovechar la transparencia y evitar la radiación se buscó un equilibrio. La fachada sur a la carretera, donde no hay radiación solar, se utilizó mayor proporción de vidrios (70%), quedando la fachada norte como el negativo. “Se combinaron vidrios y paneles metálicos Hunter Douglas 408 (similar a las divisiones interiores) y Softwave 50 en el volumen de bodegas que es cerrado, jugando con las texturas y la luz y la sombra”, indicó el arquitecto.

En su interior la fábrica tiene lámparas de descarga que no son más que pantallas industriales en aluometálico de 400 y 250 watts, dependiendo de las alturas. Son eficientes, ya que conjugan el bajo consumo

con un alto flujo luminoso. La iluminación de las oficinas se basa en fluorescentes, de larga durabilidad y de bajo consumo. En la iluminación de los pilares del exterior se usaron lámparas de descarga aluometálico de 70 watts, idénticas al resto de la fachada.

Atención, no hay espacio para errores porque la planta no se detendrá por 15 años, y a los ocho se le hará el primer mantenimiento del horno con el cambio de los ladrillos exteriores. Este trabajo de recambio de ladrillos se realiza en forma manual, reemplazando un elemento antiguo por uno nuevo, armando un rompecabezas que resistirá por otros 7 años. ■

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

### EN SÍNTESIS

**Con un horno capaz de fundir 400 toneladas por día de vidrio, lo que significa 700 mil envases, principalmente de vino, la nueva Planta de CristalChile en Llay Llay se pone a la vanguardia de la arquitectura industrial a nivel mundial, al incorporar el uso de tecnologías Bioclimáticas (geotérmicas, eólicas, lumínicas, acústicas) tanto a los edificios como a los procesos productivos. Todo un hito arquitectónico, tecnológico y constructivo.**



CALIDAD Y RESPALDO

# Grifería Temporizada fabricada en Chile



- **Aleación Certificada**, apta para las aguas duras de Chile.
- **Economía**, gracias a su larga duración.
- **Respaldo**, de la marca y experiencia NIBSA.
- **Asesoría**, profesionales lo asesorarán en sus proyectos.
- **Certificación**, Cesmec.

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



# www.nibsa.com

## No se quede a oscuras, generadores Atlas Copco hay para todos



Atlas Copco es un reconocido fabricante de Grupos Electrógenos transportables. La última gama de los QAS ha introducido nuevos estándares de eficiencia, confiabilidad y durabilidad en el mercado. Los generadores QAS han sido diseñados para producir electricidad limpia y estable que puede ser utilizada en cualquier tipo de equipo y en cualquier tipo de condición ambiental. Son fáciles de transportar, fáciles de operar, con bajo nivel sonoro y prácticamente no necesitan mantenimiento.

“Una empresa certificada ISO 9001 e ISO 14001”

Para mayor información llámenos al **800 470 001**

IQUIQUE  
Fono: (57) 428 686 - 473 387  
Fax: (57) 413 779

CALAMA  
Fono: (55) 338 836 - 362 838  
Fono - Fax: (55) 338 116

ANTOFAGASTA  
Fono: (55) 538 330 - 538 331  
Fono - Fax: (55) 538 337

COPIAPO  
Fono: (52) 218 943 - 232 162  
Fax: (52) 213 443

LA SERENA  
Fono-Fax: (52) 213 443  
Fono móvil: 09-9 542 13 21

VALPARAISO  
Fono-Fax: (02) 442 3600 - **800 470 001**  
Fono - Fax: (02) 623 5131

RANCAGUA  
Fono: (72) 293 356  
Fax: (72) 293 033

TALCA  
Fono-Fax: (73) 219 602  
Fono móvil: 09-9 870 40 08

CONCEPCIÓN  
Fono: (41) 222 45 00 - 222 4597  
Fax: (41) 222 45 96

TEMUJO  
Fono-Fax: (42) 264 400  
Fono móvil: 09-9 827 49 87

PUERTO MONTT  
Fono-Fax: (65) 311 944  
Fono móvil: 09-9 827 26 66

SANTIAGO  
Panamericana Norte 5001 - Conchali  
Fono: (2) 442 36 00 - **800 470 001**  
Fax: (2) 623 44 60  
Atlas Copco Rental: (2) 442 37 00 - **800 470 005**

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





## **HOTELES FLOTANTES**

# **INNOVACIÓN MAR ADENTRO**

La construcción de cuatro hoteles en el extremo sur del país resultó todo un desafío técnico para los profesionales del proyecto. Especialmente porque se trata de estructuras flotantes sobre cajones de hormigón armado.

CLAUDIA RAMÍREZ F.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**L**A IDEA DE AVIZORAR UN HOTEL FLOTANDO en el mar se asemeja más a un capítulo de la Isla de la Fantasía que a las construcciones que se mecen sobre las aguas de Aysén en la XI Región de nuestro país. Pero el ingenio de un grupo de astilleros de Puerto Montt, el diseño de la oficina de Sabbagh Arquitectos y la ingeniería adecuada para mantener flotando los cajones de hormigón, permitieron cambiarle el rostro a los fiordos del extremo sur. Los sueños se hacen realidad en forma de hoteles flotantes, pertenecientes a la compañía Multiexport Foods, la quinta salmonera del mundo.

Aunque parezca una historia sencilla, el panorama inicial no parecía muy alentador. Sí, porque el encargo consistía en diseñar hoteles que cumplieran con los estándares ambientales de la compañía y a la vez ofrecieran confort a los usuarios, que permanecen hasta dos semanas en el mar. Todo, sobre bloques de hormigón de apenas 14x9 metros. ¿Cómo cumplir con el proyecto? La innovación tecnológica, los desafíos técnicos y el ingenio resultaron clave.

## FICHA TÉCNICA

**Proyecto:** Habitabilidades en la XI Región de Aysén

**Mandante:** Multiexport Foods

**Arquitectos:** Sabbagh Arquitectos

**Ingeniería Estructural:** Ingevsa

**Superficie:** Cuatro hoteles flotantes de 400 m<sup>2</sup> más uno de 1.000 m<sup>2</sup>

**Año de construcción:** 2006 a la fecha

Sobre el mar  
concluyó la  
construcción  
de los cascos  
flotantes  
de 400 m<sup>2</sup>  
cada uno.



### Difícil tarea

Tras la construcción del Edificio de Piscicultura (\*) en Puerto Fonk el 2005, los ejecutivos de Multiexport Foods quedaron con ganas de asumir nuevos desafíos. Tanto, que resolvieron contar nuevamente con el servicio de la oficina de Juan Sabbagh para renovar el paisaje en los fiordos de Aysén. “El encargo en términos de diseño arquitectónico es similar al Edificio de Piscicultura pues se trataba de conjugar la armonía con el paisaje y a la vez, mejorar los servicios para los operarios”, recuerda Juan Pedro Sabbagh, arquitecto socio de Sabbagh Arquitectos.

Así, los arquitectos se propusieron diseñar hoteles o habitabilidades que, tal como su nombre lo indica, entregaran óptimas condiciones de uso para quienes se encontraran en lugares remotos. Y para asegurarse de ofrecer lo mejor, la primera idea del proyecto consistió en desarrollar containers en base a módulos prefabricados que se ubicarían en tierra. Pero la prohibición de operar en zonas ambientales protegidas obligó a trasladar las construcciones al mar. Sí, leyó bien, al mar.

Con la concesión de un espacio marítimo, comenzaron los desafíos técnicos y arquitecto-

tónicos. “En la zona hay otras pisciculturas que cuentan con casas flotantes, pero se trata de construcciones arquitectónica y técnicamente muy precarias”, comenta Sabbagh. La compañía elevó las exigencias. “Las instalaciones debían ser capaces de operar mar adentro de manera de permitir un óptimo control de nuestra producción. Y tendrían que ser navegables, no sólo para desplazarse sino que para poder rotar las zonas de cultivo, tal como requiere el estricto estándar medioambiental de la compañía”, aseguran en Multiexport Foods.

Frente a tales requisitos, los arquitectos



Las terminaciones son de primer nivel. Destaca la madera y los ventanales termopanel que disminuyen la sensación de encierro.

# SÚBASE A LA PRODUCTIVIDAD

- Máxima Seguridad
- Eficiencia Incomparable
- Control de Calidad
- Avance a la Vista

aprovecharon los cajones de hormigón desarrollados por los astilleros de Sitecna, en Puerto Montt, y sobre éstas propusieron lo que resultó la gran revolución arquitectónica y de ingeniería para la zona.

Pero no fue tan sencillo. Los profesionales debieron comenzar por imponer criterios de diseño a la construcción. Así, recuerdan que el primer hotel "fue hecho con gran sacrificio", pero los duros esfuerzos dieron frutos porque tras la primera experiencia se obtuvieron interesantes enseñanzas.

## Cubo mágico

Todo bien. Hablamos de un proyecto que implicaba la construcción de hoteles de hormigón flotante y que debía instalarse sobre losas tipo cajones. Pero ¿en qué consisten los cajones sobre los que se instalan hoteles? ¿y cómo se mantienen a flote? Vamos paso a paso.

Los cajones o cascos de hormigón, que hacen las veces de la losa de construcción, consisten en superficies de hormigón armado rectangulares de 14x9 m, soportadas por vigas del mismo material. Las estructuras que permanecen bajo el agua se componen de un material especial, hormigón H30, de mayor resistencia y menor porosidad que otros hormigones, y que impide el paso del agua salina hacia la enfierradura, evitando la corrosión.

Para evitar los daños a la construcción, se

extremaron las precauciones. "Se dispuso un recubrimiento importante, de al menos 10 cm de hormigón antes de las barras. A esto se sumó especial cuidado en zonas en contacto con la superficie, que son más vulnerables a la corrosión por la presencia de oxígeno", explica Eduardo Valenzuela, gerente general de Ingevs. Los cascos cuentan con una escotilla para mantenencias, revisiones y arreglos puntuales.

Pero lo más sabroso de esta aventura es la construcción de los cajones. Sí, porque los astilleros los arman en plena bahía, a la espera de las mareas altas que facilitan el desplazamiento de las estructuras, cuyos ajustes se concluyen en el mar. Una tarea que se ha ido refinando puesto que la quinta habitabilidad, un centro de cultivo de 1.000 m<sup>2</sup> que se encuentra en etapa de proyecto, contará con estructuras exclusivas y no recicladas de antiguas casas flotantes, lo que dará mayor manejo del espacio a los arquitectos y constructores. De hecho se espera agregar un piso más a los dos que presentan las habitabilidades ya construidas.

Usted se preguntará cómo flotan los cascos, especialmente considerando que sobre ellos se instalaron los hoteles de 400 m<sup>2</sup> cada uno. "Es un sistema similar al del mono porfiado. Es decir, concentra el peso en la zona inferior de la construcción, en este caso en el área de flotación, y se torna más liviano en la parte superior", explica Valenzuela.



Izquierda:  
Juan Pedro Sabbagh,  
arquitecto socio de  
Sabbagh Arquitectos.  
Derecha:  
Eduardo Valenzuela,  
gerente general de  
Ingevs.



MONTACARGAS  
DE 750 A 1.700 KILOS



MONTACARGA COMBINADO  
PERSONAS Y CARGA  
DE 1.000 A 1.500 KILOS

## VENTAS Y ARRIENDO



### COMERCIAL HYDRO MOBILE S.A.

Nueva Las Condes 12375, Las Condes,  
Santiago - Chile

Fono (56 2) 757 9032 Fax (56 2) 757 9036

hydromobile@m-o.cl

El edificio de Piscicultura en Puerto Fonck, construido por la misma empresa que realizó los hoteles flotantes, destaca por su integración con la naturaleza.



Efectivamente, mientras en la parte baja se concentró el hormigón, la estructura superior es de tipo metálico galvanizado, con perfilera delgada de 75x75 cm, que permite aliviar las cargas hacia el fondo del mar. Por lo mismo, se evitaron las losas entre pisos, que hubieran obligado a robustecer la estructura, encareciendo el proyecto. Y los galvanizados también impusieron condiciones. “Los reticulados y los mecanos se hacen en piscinas galvanizadas, lo que significa que las uniones deben ser apernadas porque al soldarlas se daña el galvanizado”, comenta Valenzuela.

Pero ojo que la esbeltez debió considerar el dominio del viento en términos del cálculo estructural. Esto porque, a diferencia de las estructuras macizas como el hormigón, que son afectadas por los sismos, los elementos más livianos son vulnerables a la acción del viento: “Parece que se fueran a volar”, como reza el dicho popular.

Con todo, el cálculo se desarrolló para soportar vientos de 180 km/h y se reforzó por medio de arriostamientos o diagonales metálicas, diseñadas para soportar las cargas laterales. Eso sí, se trata de perfiles esbeltos, ubicados detrás de los tabiques o disimulados en las partes traseras de los hoteles.

Y hay más. La estructura presenta alta flo-

tabilidad debido al cumplimiento de una norma muy sencilla que consiste en calcular el empuje del agua provocado por el peso de la construcción. Así, considerando el volumen sumergido por la densidad del agua se obtiene un valor que indica el desplazamiento. “Si el peso del hotel resultara mayor que el agua que desplaza, se hunde”, advierte Valenzuela. Comprendido. Ahora examinemos lo que hay sobre el mar.

### Superficie de lujo

En primer lugar es bueno aclarar que las losas transportadas desde Puerto Montt fueron ancladas a las estructuras superiores por medio de un sistema seguro e innovador, de manera de evitar cualquier peligro de desprendimiento.

Así, los cascos se unieron a las estructuras por medio de zócalos o tacos de hormigón. A su vez, sobre los zócalos se ubicaron pernos de unión y sobre éstos, pilares cada 15 cm, tal como los dientes de una peineta. “Se perforó una superficie sobre el zócalo a la que se adhirió un pegamento especial, luego se introdujo un pilar estriado, se ubicaron los moldajes, se echó el hormigón y se sacaron los moldajes”, enumera el ingeniero. El sistema se reforzó con un puente adherente para asegurar la unión del hormigón del zó-

calo con el de la losa. Además la losa permanece flotando a 40 cm de los zócalos y los hoteles se empujan casi 80 cm sobre el nivel del mar.

Para los arquitectos el diseño interior y exterior de los hoteles resultó fundamental. De hecho mantuvieron el color institucional de la compañía, tipo gris grafito oscuro, porque les permitía armonizar con el paisaje. Esto por medio de planchas especialmente desarrolladas para el proyecto y que permiten lograr continuidad entre el muro y el techo. (Ver recuadro Recubrimiento tecnológico)

La empresa pretendía dar un cómodo estándar a los trabajadores, por lo que se concibió un ambiente visual interior lo más confortable y agradable posible. Esto se logró dando mayor altura a los espacios, utilizando madera como revestimiento para dar calidez y asignando importantes superficies de ventanas termopanel para otorgar luz y mantener la temperatura interior, lo que disminuye la sensación de encierro.

Los arquitectos agregan que tanto la luz como el espacio resultaron imprescindibles. “La luz natural y la ventilación deben ser elementos presentes en todos los recintos por lo que cada espacio tiene una ventana oscilobatiente para renovar el aire y una se-

anwo.cl



ANWO empresa certificada

## FANCOIL BAUMANN

fancoil tipo ducto de 4 y 2 tubos más calefactor eléctrico



válvula de 2 y 3 vías



termostato de seguridad



termostato fancoil

### SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGIA

- Capacidades desde 200 a 1400 CFM
- Ventilador de aluminio con motor eléctrico de 3 velocidades
- Motor eléctrico de alta eficiencia con rodamientos
- Pleno de retorno y filtro lavable
- Purgadores de aire manual en cada serpentín
- Bandeja de condensado extendida
- Bajo nivel de ruido



Venta a través de **Instaladores - Distribuidores**



## PERI presente en el Mall Costanera Center, "El hito arquitectónico y comercial más importante de Santiago y Sudamérica"



**PERI CHILE Ltda.**  
 José de San Martín 104  
 P. Industrial Los Libertadores  
 Colina - Santiago de Chile  
**Fono: 4446000**  
**Fax: 4446001**

**PERI Norte**  
 Av. Industrial 8118  
 Barrio Industrial  
 Antofagasta  
**Fono: 55-216193**  
**peri.norte@peri.cl**

**PERI Centro Costa**  
 2 Poniente 355  
 5° piso of. 52  
 Viña del Mar  
**Fono: 32-687713**  
**peri.centrocosta@peri.cl**

**PERI Sur**  
 Av. General Bonilla 2750  
 Sector Palomares  
 Concepción  
**Fono: 41-2310808**  
**peri.sur@peri.cl**

El proyecto de 600 mil metros cuadrados, que contempla un Mall de cuatro niveles con más de 200 locales comerciales, dos supermercados, dos hoteles, 14 salas de cine y cinco subterráneos para estacionamientos. Tendrá además cuatro grandes torres, adjudicándonos 2 de ellas utilizando el sistema auto tripante PERI ACS.

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

## RECUBRIMIENTO TECNOLÓGICO

Para dar mayor continuidad tanto técnica como arquitectónica al edificio, los arquitectos en conjunto con especialistas de la empresa Hunter Douglas desarrollaron, UV-LINE, una plancha de recubrimiento de aluzinc de 0,5 y 0,6 cm de espesor.

Este panel de recubrimiento posee una geometría en base a líneas rectas, es decir, puede ser instalado en forma vertical u horizontal. La solución constructiva presenta rigidez y hermeticidad debido a su sistema de embalariado, que permite a las planchas funcionar solidariamente entre sí.

Los desarrolladores destacan que "el montaje es simple, rápido y económico ya que se fija mediante un tornillo autopercutor directamente a la estructura de apoyo". El empalme es de tipo machi-hembra y se recomienda el uso de sellos de polietileno reticulado. *Más información: Recubrimiento UV-LINE, [www.hunterdouglas.cl](http://www.hunterdouglas.cl)*



Los hoteles cuentan con salas de reuniones, dormitorios, cyber café y espacios para ejercicios, entre otros.



rie de bow-window que iluminan y amplían los espacios", dice Sabbagh. El espacio se privilegió tanto al interior como al exterior. Afuera se dejó una superficie de circulación en el exterior para atracar botes y realizar mantenimientos. Y dentro de los hoteles se habilitaron dos plantas, una operativa-habitable y otra de esparcimiento-habitable. Ambas con habitaciones y salas tanto para gerentes como para operarios, incluso para algunos kayakers de paso en la zona.

En cuanto a equipamiento, la compañía se propuso permitir "la conectividad y el esparcimiento del personal". Para esto se im-

plementaron salas de televisión y juegos, salas de ejercicios y un cyber café. ■

*Más información*  
[www.multiexportfoods.com](http://www.multiexportfoods.com)

*(\*) El edificio de Piscicultura en Puerto Fonk, obra seleccionada en la XV Bienal de Arquitectura 2006, se construyó en 2005 y se destaca por el respeto hacia la naturaleza tanto durante la construcción como durante la operación. El particular diseño arquitectónico del edificio permite su plena integración con el imponente paisaje de la zona, siendo un real aporte turístico, incorporándose a la "Ruta del Salmón" en la zona. En futuras ediciones de Revista BiT se analizarán los detalles técnicos que encerró el diseño y la construcción de esta obra.*

### EN SÍNTESIS

Sobre unos cascos de hormigón armado flotan los cuatro hoteles de 400 m<sup>2</sup> que constituyen las habitabilidades de Aysén. La construcción utilizó módulos prefabricados de hormigón. Las estructuras bajo el agua se componen de hormigón H30, de mayor resistencia y menor porosidad, es decir, que impiden el paso del agua salina causante de la corrosión. Otra medida de protección consistió en disponer de un recubrimiento de hormigón de 10 cm para proteger las enfierraduras.

# Nueva canalización eléctrica Zucchini

...sólo le falta hablar



Desde el transformador hasta las luminarias, la canalización rígida prefabricada Zucchini es un perfecto y completo sistema de distribución de energía de 25 a 5000 A.

- Permite ahorrar más de la mitad del tiempo en su instalación.
- Las barras de energía se ensamblan en un fácil montaje.
- Una completa gama permite adaptabilidad en todos sus proyectos.
- Ofrece una terminación limpia, profesional y segura.

Depto. de Capacitación  
Curso gratuito  
Conductores y Canalizaciones Eléctricas

Para inscripción a cursos, contáctese a través de [www.legrand.cl](http://www.legrand.cl) o al fono (02) 550 52 37

Para consultas técnicas, cubricaciones, cotizaciones y estudio de proyectos, contáctese con Legrand ASSISTANCE al fono (02) 550 52 17 o a [legrand.assistance@legrand.cl](mailto:legrand.assistance@legrand.cl)

 **legrand**<sup>®</sup>

## Rápido, práctico y económico

Completo sistema de tubos y conexiones de CPVC para la conducción de agua caliente y fría.

- No requiere soldadura con fuego ni herramientas especiales.
- Fácil y segura instalación.
- Las uniones se realizan por simple utilización de adhesivo para CPVC Aquatherm.
- Perfecta compatibilidad con cañerías de cobre, facilitando las ampliaciones de la red existente.
- Autoextinguible (propiedad antillamas).
- Mantiene más y mejor la temperatura del agua.
- No altera la calidad del agua conducida.
- No emite ruidos molestos al paso del agua.
- No presenta riesgo por robos para reventa.



Pegar



Unir

Sólo 2 pasos



Sin Corrosión  
Sin Oxidación  
Sin Fugas





ANWO empresa certificada

## ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN INDUSTRIAL

conozca nuestra amplia gama de productos para ajustar quemadores industriales



Testo 335



Testo 335



Testo 335



### SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGIA

- Medición de O<sub>2</sub>; CO; NO; NO<sub>2</sub>; SO<sub>2</sub>
- Programas de medición continua hasta 2 horas
- Bomba de muestreo con caudal variable
- 18 combustibles
- Sondas de muestreo industriales
- Gestión de mediciones

Venta a través de **Instaladores - Distribuidores**



# Muy Pronto con Adilisto Solucionará Todas sus Necesidades

NUEVA LINEA DE MORTEROS LANKO



#### Mortero Impermeabilizante Cementicio Superficial

- ✓ Especial para Impermeabilizante en Interiores y Exteriores.
- ✓ Excelente Adherencia y Compatibilidad con los Morteros y Adhesivos Cerámicos en Polvo Adilisto.

#### Mortero de Reparación de Alta Resistencia Estructural

- ✓ Endurecimiento Rápido.
- ✓ Alta Impermeabilización.
- ✓ Alta Capacidad de Resistencia al Desgaste.
- ✓ Muy Altas Resistencias Mecánicas.
- ✓ Rápida Puesta en Servicio.

#### Mortero para Anclaje y Nivelación

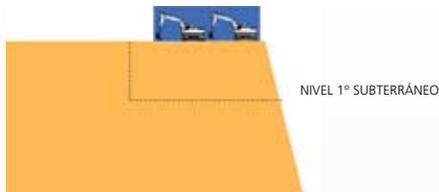
- ✓ Altas Resistencias Mecánicas Iniciales y Finales.
- ✓ Excelente Fluidéz que Faculta la Capacidad de Escurrimiento del Material.
- ✓ Rápida Puesta en Servicio.
- ✓ Excelente Adherencia y Buena Continuidad entre Hormigones, Morteros y Acero.
- ✓ La Adherencia Continua Asegura el Traspaso de Carga.

# MUROS BAJANDO LA TECNOLOGÍA SUBIENDO

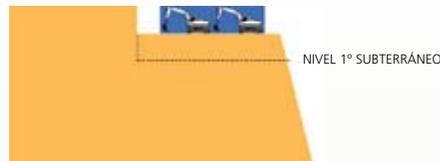
El sistema constructivo conocido como “muros bajando”, también denominado “muros colgados”, despierta creciente interés en el sector. De hecho, tras el análisis realizado en nuestra última revista sobre esta modalidad, numerosos lectores solicitaron mayor información. Aquí entregamos una secuencia detallada con todas las faenas que componen el sistema, que se caracteriza por la rapidez para ejecutar muros perimetrales en subterráneos.

MARCELO CASARES  
EDITOR REVISTA BIT

## DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA



**1.** Se construirán los muros partiendo desde el 1er Subterráneo hasta el 4º Subterráneo.



**2.** Paralelamente se excavarán las plataformas de trabajo y la excavación masiva central.



**3.** El sello de excavación de la primera plataforma será el fondo de losa del cielo del 2º Subterráneo.



**4.** Una vez llegado el sello, se debe excavar una zanja, que será para dejar los fierros pasados de los muros para los empalmes verticales.

### FIERRO MURO



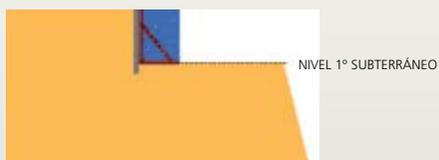
**5.** Una vez instalada la enfierradura, se deberá rellenar con tierra hasta llegar al nivel del sello. Así, al hormigonar el muro, el hormigón llegará solo al sello de excavación de la plataforma.

### MOLDAJE MURO



**6.** La disposición del moldaje, será como un moldaje tradicional contra terreno.

### HORMIGONADO MURO



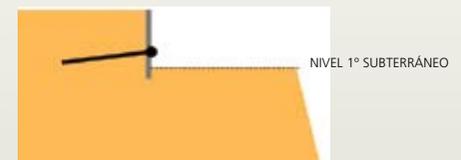
**7.** Al hormigonar el muro, se cuidará que la presión no vuelque el muro. Para esto se estudian las reacciones con una empresa especialista en moldajes.

### INSTALACIÓN ANCLAJES POSTENSADOS



**8.** Una vez descimbrado el moldaje se procede a la perforación e instalación de los anclajes.

### TENSADO DE LOS ANCLAJES



**9.** Una vez fraguado el mortero de inyección, se procede a tensar los cables.

**E**L SISTEMA constructivo de "muros bajando" cuenta con interesantes ventajas como, por ejemplo, permitir la ejecución de los muros perimetrales subterráneos en forma simultánea con la excavación masiva. Esta alta eficiencia, traducida en fuertes disminuciones de plazo, resulta sumamente valiosa para los proyectos que se construyen con cronómetro en mano.

Las cualidades del sistema analizadas en el artículo sobre el Proyecto Mall Plaza Alameda publicado en nuestra última revista

(BIT 56, página 30, [www.revistabit.cl](http://www.revistabit.cl)), despertaron el interés de los profesionales del sector. Es más, a sala llena se realizó recientemente una Conferencia Tecnológica sobre la misma obra, organizada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción.

La modalidad consiste básicamente en construir los subterráneos por etapas. En primer lugar se excava el terreno y luego se ejecutan los muros por la altura del subterráneo más un delta para el traslape de las armaduras verticales. Dichos tramos de muro se fijan al terreno con anclajes postensados. Una vez construida la línea de

muros de todo el perímetro, se procede a excavar la etapa siguiente repitiendo la secuencia. Para aplicar este sistema, el terreno debe cumplir con la propiedad mecánica denominada Cuña de Coulomb(\*), que en este caso obedece a un ángulo cercano a los 70 grados.

A continuación, una secuencia que detalla cada uno de los pasos comprendidos en la ejecución de muros bajando en subterráneos. ■

(\* *Método de Coulomb (1776): Procedimiento para calcular la presión lateral ejercida por el terreno sobre un muro, que depende del ángulo de fricción interna del suelo.*

#### EXCAVACIÓN 2º ETAPA



**10.** Se procede a la excavación del segundo sello de trabajo, el cual es el fondo de losa del cielo del 3º subterráneo.

#### EXCAVACIÓN 2º PLATAFORMA



**11.** Se procede al perfilado del terreno.

#### EXCAVACIÓN EMPALMES



**12.** Se excava la zanja para los empalmes.

#### INSTALACIÓN DE FIERRO



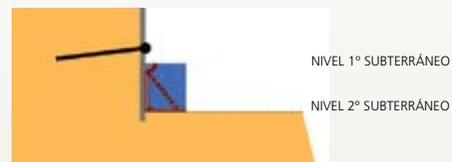
**13.** Se instala la enfierradura.

#### INSTALACIÓN DE MOLDAJE



**14.** Se instala el moldaje. Esta vez, se le incorpora una consola, la cual servirá de apoyo a las losas.

#### HORMIGONADO DE MURO



**15.** Se procede a hormigonar el muro.

#### INSTALACIÓN ANCLAJES POSTENSADOS



**16.** Una vez descimbrado el moldaje, se procede a la perforación e instalación de los anclajes.

#### TENSADO DE LOS ANCLAJES



**17.** Una vez fraguado el mortero de inyección, se procede a tensar los cables. A continuación, las faenas se repiten según la cantidad de subterráneos.

Las obras rehabilitadas con Sika, quedan como  
**NUEVAS**



## Reforzamiento Estructural

Mediante láminas y mantas de  
compuestos a base de Fibra de Carbono.  
Sistema **Sika® Carbodur®**



Desde 1910 presente en las obras más importantes.



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

# Presec, símbolo de calidad.

# Presec



LINEA ADHESIVOS CERAMICOS PRESEC

Solicite más información de los productos Presec® en:



SERVICIO AL CLIENTE  
(56-2) 490 9000



SITIO WEB  
[www.lafarge.cl](http://www.lafarge.cl)



# Nos preocupamos de todo menos de los tijerales.

Desde que comienza hasta que termina, Metrogas Inmobiliario asesora la construcción de su proyecto y en el periodo de ventas, le otorga todo su apoyo publicitario.



## PAT

El PAT es un programa de actualización técnica creado por Metrogas para sus clientes inmobiliarios, mediante el cual profesionales de nuestra empresa entregarán los conocimientos al personal de su organización, para que puedan aplicar estos conceptos de análisis técnico y normativo en su proyecto inmobiliario.



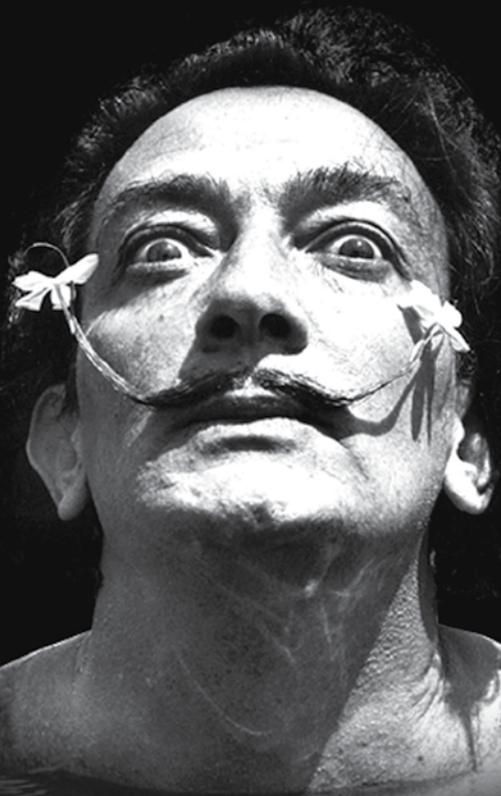
## Vitrina Inmobiliaria

Vitrina inmobiliaria es parte de Revista Más, publicación recibida trimestralmente por el 100% de los clientes residenciales de Metrogas. A través de ella usted podrá publicar en forma gratuita en una revista que llegará a 320.000 hogares de los segmentos ABC1, C2 y C3 de la Región Metropolitana.



CONECTE SU PROYECTO A METROGAS Y OBTENGA ESTOS BENEFICIOS

# Artevia



➔ Imagina el hormigón como nunca antes

## Artevia Color

Hormigones pigmentados de gran calidad, con control de homogeneidad a lo largo de toda la faena, y alta durabilidad.



## Artevia Piedra Vista

Pavimento continuo instalado con garantía Lafarge, con áridos de alta performance estética para quedar expuestos en la superficie.



## Artevia Forma

Hormigones especialmente diseñados para dar un elevado performance de terminación superficial.



# Productos con tecnología,

# para usuarios exigentes.

# LP

BUILDING PRODUCTS

## LP OSB Standard



Tablero estructural más usado en el mercado.

## LP OSB Plus



Tablero estructural con protección contra termitas.

## LP OSB Guard



Tablero estructural con protección contra termitas y pudrición por hongos.

## LP TechShield

Barrera Radiante



Barrera de radiación basada en el tablero estructural LP OSB con cara de aluminio.

## LP Lumber



Madera estructural para la vivienda, seca, estable y densa.

## LP I-Joists

Vigas 2T



Vigas rígidas y resistentes, más livianas, fuertes y fáciles de instalar.

## LP HouseWrap

Typar



Membrana que libera la humedad interior y actúa como barrera de viento, polvo y humedad exterior.

## LP SmartSide

Panel Siding



El único tablero que reviste y estructura la vivienda a la vez.

## LP SmartSide

Lap Siding



El único tinglado de alta belleza y extrema durabilidad.

## LP SmartSide

Trim



Listones para tapacanes y terminaciones de alta belleza, resistencia y baja mantención.

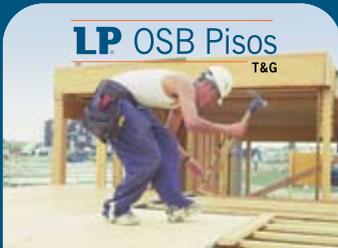
## LP NextStone



Paneles de revestimiento tipo piedra, autoextinguibles, resistentes y de fácil instalación.

## LP OSB Pisos

T&G



Tablero machihembrado, para estructuración de pisos.

## LP Decowall



Revestimiento estructural decorativo interior.

## LP Teja Asfáltica

Iko



Tejas para cubiertas de alto rendimiento y alta durabilidad.

## LP Weather Best



Ideal para usos exteriores, en terrazas, muelles, piscinas, spas, etc.

## Economía - Durabilidad - Diversidad

Somos el mayor productor de materiales con tecnología OSB, para la construcción de viviendas en Chile y el mundo.

# (56-2) 796.8700

# www.LpChile.cl