

Bit

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

**Mecánica de
suelos**

**Normativa y
cálculo estructural**

**Aislación
y disipación
de energía**

**Perfil bio-sísmico
de edificios**

Muros cortina

**Seguridad
en demoliciones**

TERREMOTO **Nuevas Tareas**

HOY MÁS QUE NUNCA...

UNA GRAN OBRA NECESITA DE UN GRAN EQUIPO

Cumplimos 10 años junto a la industria inmobiliaria, entregando soluciones innovadoras y la mejor calidad de servicio.



SOLUCIONES TECNOLÓGICAS
PARA LA GESTIÓN INMOBILIARIA
Y DE LA CONSTRUCCIÓN

(56-2) 439 69 00 | www.planok.com





EMIRATOS ARABES

Burj Dubai

Ciudad: Dubai

Area: 90.000 m²

Aplicación: Revestimientos de Parquet

Productos: Adhesivos para Madera y Parquet

ESTAMOS PRESENTES EN LAS OBRAS
MAS IMPORTANTES DEL MUNDO

DESDE LO MAS ALTO

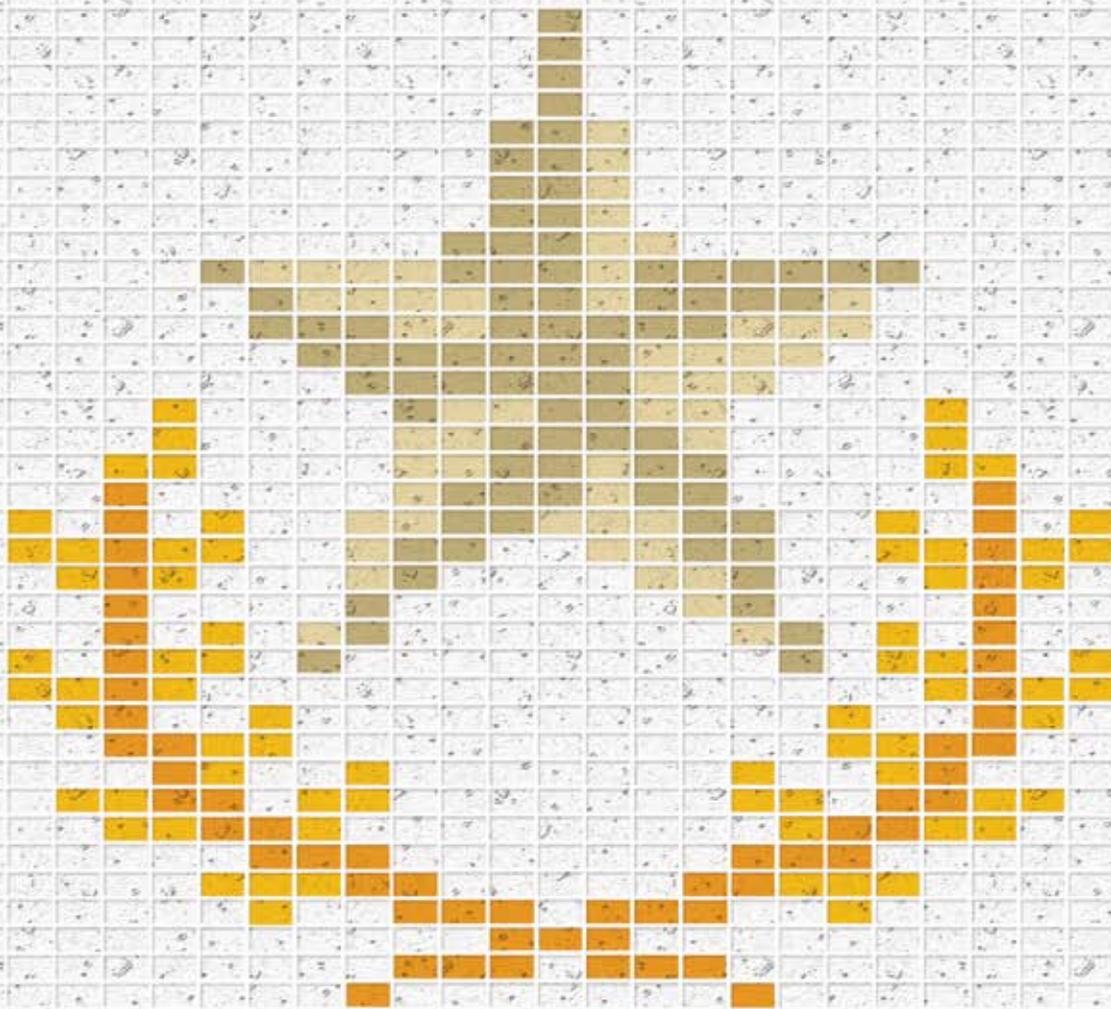
VISITENOS EN EDIFICA 2010
STAND 40-8 • 12 - 15 MAYO



Agorex

Calidad





CIELO PARA USO GENERAL

Cielo Modular AMF | Más espacio para innovar.

LÍNEA USO GENERAL

Posee numerosos diseños de superficie para elegir, y excelentes características como aislamiento acústica, resistencia a la humedad e higiene constante.

Conoce más de nuestros cielos en www.knauf.cl/cielo-modular

con el respaldo **KNAUF**

NO DA LO MISMO

un clavo que un **Clavo Gerdau AZA**



casenaveyassociados

CLAVOS

ALAMBRES

MALLAS

PARA LA CONSTRUCCIÓN



AGRO
MINERÍA
INDUSTRIA



Línea de Trefilados Gerdau AZA

www.gerdauaza.cl

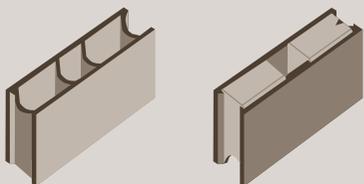
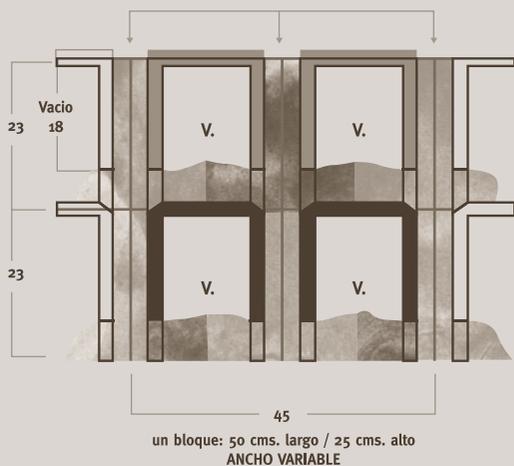


 **GERDAU AZA®**
Conciencia de acero.

Tecnología que evoluciona la construcción

BLOQUES MACHIHEMBRADOS DE MONTAJE EN SECO

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



El Bloque de hormigón BLOSEC es un elemento pre-moldeado de concreto de características y cualidades excepcionales. Permite un cómodo transporte, almacenaje y fácil colocación manual en obra, sin necesidad de equipos o instalaciones especiales.

Su novedoso diseño permite el montaje en seco por paños completos, eliminando el trabajo por etapas verticales y el mortero de pega a la vista entre hiladas, obteniéndose así una superficie final lisa y lista para recibir terminaciones.

Sus principales ventajas son:

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

Ruta F60 S/N Cruce La Palma, Quillota ■ V Región, Chile
ventas@blosec.cl ■ www.blosec.cl



BLOSEC
innovación en concreto

SUMARIO > N°72

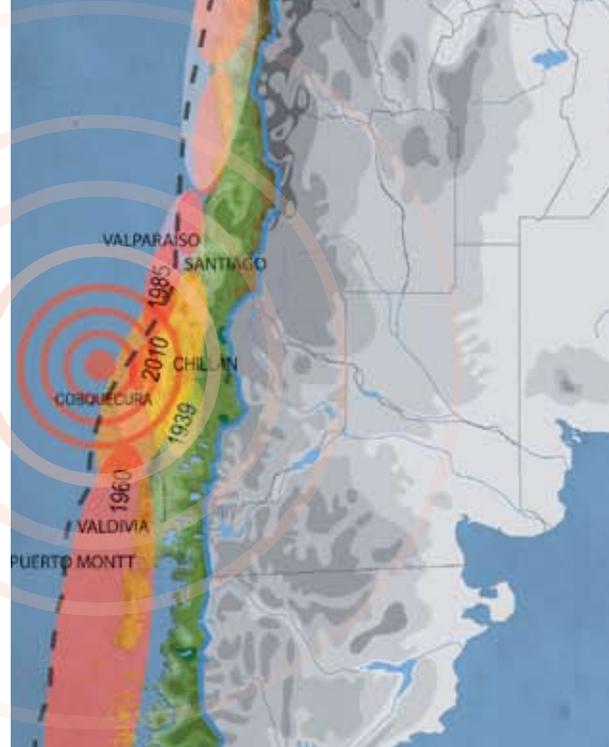
MAYO-JUNIO 2010

18 / ESPECIAL

TERREMOTO CHILE 2010

CHILE EN MOVIMIENTO

Tras el terremoto ocurrido el 27 de febrero prestigiosos expertos del mundo científico y del sector construcción se detienen para rescatar los principales conceptos y las enseñanzas de cara al futuro. Revista BiT presenta una cobertura especial de este nuevo Chile en movimiento.



8 / CARTA DEL EDITOR

10 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

ESPECIAL TERREMOTO CHILE 2010

24 / MECÁNICA DE SUELOS

Un estudio de base

Se explican las claves que incluyen estos análisis del terreno. También hay lecciones.

30 / CÁLCULO SÍSMICO DE EDIFICIOS

Construcciones a prueba

Se develan los puntos críticos que todo cálculo estructural debe contemplar.

36 / AISLACIÓN Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Construcción sismorresistente

Los principales proyectos nacionales que cuentan con sistemas de protección sísmica.

44 / INSTRUMENTO DE CALIFICACIÓN SÍSMICA

Perfil bio-sísmico de edificios

Destacado trabajo para preevaluar el riesgo sísmico en edificaciones.

52 / MUROS CORTINA

Prueba de seguridad

Evaluación de los muros cortina y el análisis de los expertos.

58 / RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Seguridad en demoliciones

Las sugerencias relacionadas a la demolición de recintos que representan un riesgo.





62 / ANÁLISIS

PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CIVILES

Detenciones superan el 50%

Una radiografía de la productividad del sector y algunas claves para mejorar.

66 / ANÁLISIS

TUBERÍAS FLEXIBLES

Los errores

Los principales inconvenientes que presentan los flexibles y cómo evitarlos.

72 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

INSTALACIÓN DE FACHADAS VENTILADAS

Ajuste perfecto

El paso a paso que se debe seguir para que este revestimiento logre sus objetivos.

80 / HITO TECNOLÓGICO

EMBALSE SANTA JUANA

Presas de tecnología

Se repasan los secretos tecnológicos que lo hicieron famoso.

88 / SCANNER TECNOLÓGICO

DESARROLLOS EN ANDAMIOS

Más alto

Las novedades vienen de la mano con las nuevas alturas y geometrías.

94 / ARQUITECTURA CONSTRUCCIÓN

EDIFICIO ISIDORA 3000

Tecnología mixta

Las particularidades de este edificio de uso múltiple ubicado en barrio El Golf.

102 / OBRA INTERNACIONAL

AQUA TOWER DE CHICAGO

Desafíos ondulantes

La torre destaca por su fachada compuesta por terrazas ondulantes que cambian de forma.

108 / EVENTOS

110 / PUBLICACIONES Y WEB

NUESTROS AVISADORES

	Página
Aglomerados Grau	21
Aislapol BASF	51
Alsina	87
Aminfo	27
Antolin	41
Anwo	97
Anwo	111
Asfaltos Chilenos	61
BASF Construction Chemicals	50
Blosec	5
Bomanite	110
CAP	T4
CDT	86
Cementos Búfalo	112
Cementos Búfalo	T3
CG Chile	77
Cintac	28
Cintac	29
Coflex	70
Emin	37
Estratos	105
Fleishmann	16
Formscaff	12
Gallyas	100
Gerdau Aza	4
Glasstech	55
Henkel	2
Hormitec	13
Hunter Douglas	73
Inpromas	89
Junkers	23
Knauf	3
Krings	11
Legrand	79
Leis	63
Liebherr	107
Masonite	45
Melón	9
Melón Morteros	109
MN Ingenieros	83
Mosaico Stretto	67
Nibsa	39
Peri	91
Pilotes Terratest	41
Pinturas Tajamar	35
Pizarreño	75
Plan OK	T2
Plan OK	1
Pontificia Universidad Católica de Chile	92
Prigan	25
Protelec	33
PUC-AMEC	57
Radef SRL	47
Salomon Sack	70
Semana de la Construcción	42
Sherwin Williams	78
Sika	85
Simma	100
Soletanch Bachy	85
Structuralia	108
Silentium	17
Tecnogobal	71
Tejas de Chena	43
Teka	69
Tigre ADS	65
Tigre Chile	93
Tralix	21
Transaco	15
Unispan	14
Vinilit	101
Volcán	49
VSL Sistemas Especiales	99

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.
SERGIO SAN MARTÍN R.
MAURICIO SARRAZIN A.
ANDRÉS VARELA G.
CARLOS VIDELA C.

DIRECTOR

ROBERTO ACEVEDO A.

EDITOR

MARCELO CASARES Z.

PERIODISTAS

PAULA CHAPPLE C.
DANIELA MALDONADO P.
GERALDINE ORMAZÁBAL N.
PEDRO PABLO RETAMAL P.

JEFA COMERCIAL

PAULINA TORRES A.

EJECUTIVAS COMERCIALES

MARÍA VALENZUELA V.
MONTSERRAT JOHNSON M.

COLABORADORES PERMANENTES

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

DIRECTOR DE ARTE

ALEJANDRO ESQUIVEL R.

FOTOGRAFÍA

JAIME VILLASECA H.

IMPRESIÓN

GRÁFICA ANDES

E-MAIL

BIT@CDT.CL

WWW.REVISTABIT.CL

ENORME DESAFÍO

03:34 HORAS. Sábado 27 de febrero de 2010. El reloj se detuvo. 2 minutos y 45 segundos se convirtieron en una eternidad. La vida cambió, y para siempre. Inevitable, ya no somos los mismos.

No hay tiempo, ni espacio que perder. A partir de ese momento, a diario nos inunda una inmensidad de nuevos datos. Cada jornada, múltiples y diversos elementos inéditos se integran a la mesa de análisis. Claro, existe una imperiosa necesidad: Todos queremos saber qué pasó. Todos queremos saber qué pasará. Y es allí donde surge esta cobertura especial de la revista sobre el terremoto. Un trabajo que responde fielmente a la línea editorial de BiT, que consiste en entregar información técnica relevante para comprender los grandes acontecimientos vinculados a la industria de la construcción. Además, esta información permite extraer enseñanzas, detectar los aspectos que deben perfeccionarse y vislumbrar las tendencias futuras del rubro.

Como en la inmensa mayoría de los casos, el cataclismo sacó a relucir lo mejor de cada uno. BiT no fue la excepción. El Comité Editorial, integrado por profesionales de excelencia en ingeniería, construcción y arquitectura, trazó los temas y fijó prioridades. Un equipo periodístico con más de seis años de experiencia en el sector, salió a investigar a terreno. Y atención, un punto clave e ineludible. Tal vez falte alguno, sin embargo podemos decir que los más prestigiosos expertos en análisis de sismos y construcción sismorresistente entregaron su visión a Revisa BiT y dejaron más de una lección para el futuro.

La cobertura especial se compone de las características del terremoto, análisis de mecánica de suelos, evaluación de la normativa vigente y el cálculo estructural, descripción de los sistemas de aislación y disipación de energía, detalles del perfil Bio-Sísmico de edificios (colaboración del destacado experto Tomás Guendelman), las claves del comportamiento de muros cortina y las recomendaciones en prevención de riesgos para las demoliciones (aporte de la Mutual de Seguridad).

Está claro que muchos aspectos derivados de esta cobertura especial, se profundizarán en futuras ediciones. También está claro que muchos temas adicionales a éstos se abordarán en el siguiente número, como todo lo que debería perfeccionarse en la instalación de cielos falsos, ascensores, terminaciones y calderas, entre otros. A esto se suma la reparación de estructuras, la reconstrucción, y tantos otros.

Es cierto, inevitablemente ya no somos los mismos. Ahora, el enorme desafío es ser mejores.

El Editor



DIRECTORIO CDT PRESIDENTE Claudio Nitsche M. **DIRECTORES** Juan Carlos Labbé R., Horacio Pavez A., Juan Francisco Jiménez P., Daniel Salinas D., Sergio Correa R. y René Lagos C. **GERENTE GENERAL** Juan Carlos León F.
E-MAIL cdt@cdt.cl 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.

ÁRIDOS

MORTEROS

CEMENTOS

HORMIGONES



Ya estamos pensando en los próximos 100 años.

Cumplimos un siglo de historia y lo queremos celebrar
como sabemos hacerlo, trabajando en el futuro.

CDT: JORNADAS TÉCNICAS

Con el objetivo de generar una cultura con enfoque en la innovación y el emprendimiento en las empresas, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), realizó jornadas técnicas de formación con la colaboración de expertos españoles. En el contexto del Proyecto "Gestión de la Innovación en Empresas del Sector Construcción", la CDT, como líder de la iniciativa, invitó recientemente a Chile a los ingenieros Gonzalo García Granero y Jesús Hernández, de la Asociación de la Industria Navarra, para promover la gestión de la innovación dentro de las empresas participantes de este proyecto, apoyado por Innova Chile. Entre las empresas participantes se encuentran Mas Errázuriz, René Lagos y Asociados, Vial y Vives, DRS, Icafal, LyD y Axis DC. El objetivo estuvo centrado en la formación de capacidades y competencias técnicas y metodológicas conducentes a desarrollar, de manera sistemática, proyectos de innovación que contribuyan a la generación de valor, reducción de costos de producción y mejora del posicionamiento competitivo de las empresas.



+ INFORMACIÓN: innovacion@cdt.cl

PLACA PARA PROTECCIÓN DE RAYOS X

Una placa creada con blindaje para la protección radiológica de Rayos X, se encuentra en el mercado nacional. El proveedor asegura que, además de su gran resistencia al fuego y adecuada aislación acústica, es de fácil instalación y gran durabilidad. Posee un núcleo de yeso y sulfato de bario, cuyo color amarillo facilita la inspección en obra. Se puede utilizar también en techos y muros, eliminando el uso de las placas de plomo, elementos pesados, de difícil aplicación y alta toxicidad. En Chile ya está instalada en el centro médico de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) Curicó (más información en Revista BIT N° 70, Artículo "Aislación segura"), en el Consultorio dental del colegio Reina Estrella de Chile y en la Clínica Med ubicada en Mall Sport.

+ INFORMACIÓN:
Placa Safeboard; www.knauf.cl



SISTEMA PARA RELIEVES DE HORMIGÓN

Una empresa española ha lanzado a nivel mundial un novedoso sistema de relieves y texturas para el hormigón. Se trata de una lámina de gran formato, impresa con la textura o relieve deseados por el cliente, ajustable a cualquier modelo de molde. La lámina es retirada junto al molde tras el proceso de hormigonado, dejando el acabado impreso en el hormigón. El sistema es 100% reciclable en su totalidad y cuidadosa con el medioambiente. La primera colección lanzada por la compañía ha sido denominada "Madera", que imita en el hormigón la textura de la madera natural, siendo difícilmente distinguible la diferencia entre una y otra tras una capa de barniz.



+ INFORMACIÓN: L.H.V. Form Liner; www.grupovalero.com

CONCURSO DE ARQUITECTURA

Se lanzó la XXIV versión del Concurso de Arquitectura de CAP para estudiantes universitarios, que busca fomentar el desarrollo arquitectónico en acero e incrementar el nivel de conocimiento y comprensión de las cualidades de este material como elemento antisísmico, arquitectónico y estructural. El tema de este año es el diseño de un Centro Urbano y una Plaza Pública Techada de uso múltiple, para una ciudad de 200 mil y 400 mil habitantes. El anteproyecto ganador participará también en la tercera versión Internacional del Concurso, organizado por el Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero (ILFAFA), a realizarse en Buenos Aires, Argentina.



+ INFORMACIÓN: www.concursosocap.cl

SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE AGUA

Una compañía suministradora de soluciones para tratamientos de aguas potables y residuales, ha instalado nuevos equipos de desinfección en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Reus (provincia de Tarragona, España), propiedad de la Empresa Municipal Aigües de Reus. Los nuevos sistemas combinan la tecnología de lámparas ultravioletas activadas por microondas con dióxido de cloro, que permite un proceso efectivo, limpio y económico. El agua tratada se puede reutilizar a partir de ahora, con la garantía de una máxima desinfección. Con este nuevo equipo de saneamiento, se espera reducir el volumen de aguas residuales que se vierte. La Estación tiene una capacidad actual de tratamiento de 25 mil m³ de agua al día, que provienen de la ciudad y también de poblaciones vecinas como Almohera y Castellvell.

+ **INFORMACIÓN:** MicroDynamics®, Aquadiox®; www.construnario.com



WWW.CONSTRUNARIO.COM

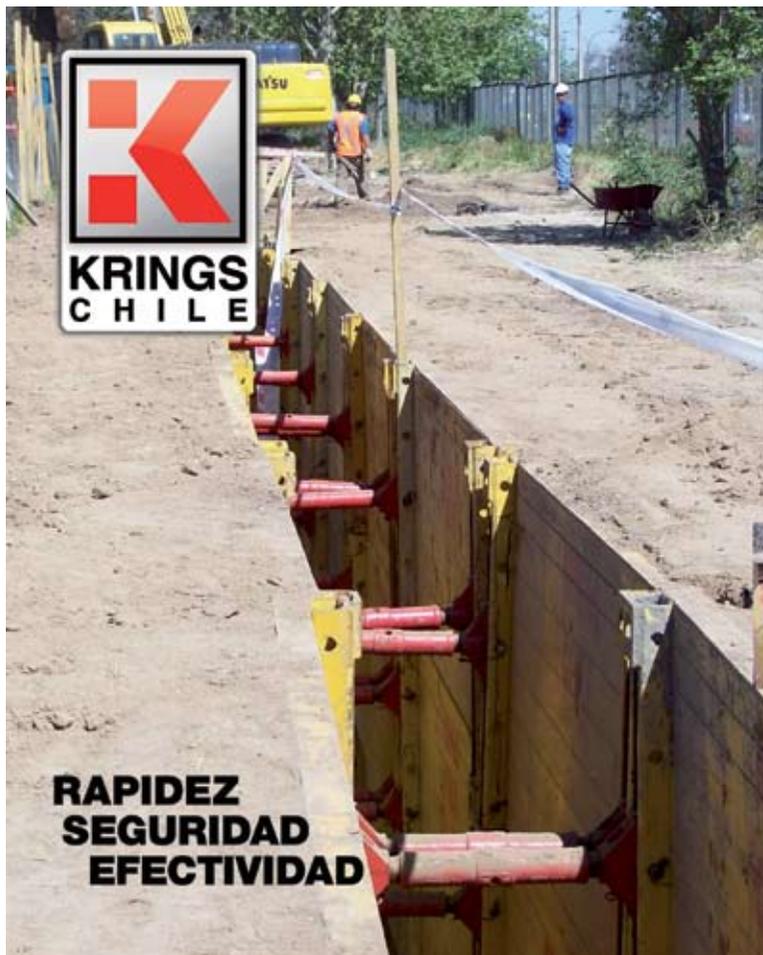


PERFILERÍA ANTISÍSMICA

Una empresa local, especializada en cubiertas asfálticas y sistema integral de techumbre, introdujo al mercado cielos registrables antipandeo y sistemas de suspensión antisísmicos/contrafuego. La solución contempla el uso de alambres más resistentes, sistemas de sujeción metálicos, ángulos perimetrales de mayor dimensión, refuerzos de uniones de perfiles y estructuras clasificadas para carga intermedia y carga pesada, siguiendo los lineamientos de la norma americana Universal Building Code. Ésta establece las propiedades de la estructura soportante, sus detalles y métodos de instalación para evitar la caída de estos elementos y suspensiones aún en terremotos de alta intensidad.

INFORMACIÓN:

+ Cielos USG; www.transaco.cl



**RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD**

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

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



Casa Matriz

Av. Americo Vespucio Sur 80 Of. 32 - Las Condes
Fono: (56-2) 241 3000

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

WWW.KRINGS.CL

WWW.CONSTRUNARIO.COM



FACHADA SALINA

Un nuevo proyecto se planea para Dubai, se trata de un edificio desarrollado por el estudio Faulders, compuesto de una estructura de tubos que conducen agua salada proveniente del golfo Pérsico. El líquido, al evaporarse, va generando una especie de piel de sal que va envolviendo la fachada entre estas tuberías, transformando en blanco el aspecto transparente de la torre. Con este mecanismo no será necesario utilizar otro material, ya que bastará con la sal suministrada y a medida que el agua recorra las tuberías, la fachada se regenerará. El resultado es un hábitat especializado para la vida silvestre que crece en este ambiente y en una superficie accesible, para la recolección de cristales de sal.

+ INFORMACIÓN: GEOtube; www.faulders-studio.com

PINTURAS NATURALES

Pinturas "naturales" y pinturas "ecológicas" son productos diferentes. Las primeras se fabrican sólo con componentes vegetales y minerales inorgánicos, tales como agua, talco, aceite de linaza, arcilla, aceite de lavanda, cedro, naranja, entre otros. Y se diferencian de las denominadas ecológicas en que éstas últimas pueden contener, en muchos casos, componentes químicos que, si bien no producen toxicidad en su proceso de fabricación, pueden afectar a los aplicadores y personas que habiten en los recintos pintados con estos productos. Otra ventaja de las pinturas naturales es que no contienen sustancias nocivas y no desprenden gases tóxicos, ni en su producción ni en su aplicación, según lo indican algunos de los principales fabricantes.

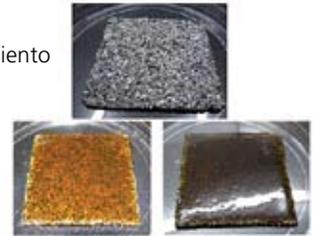


WWW.KREIDEZEIT.DE

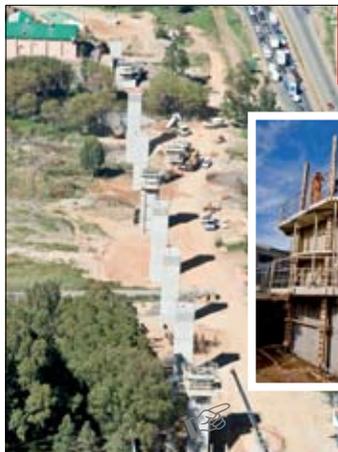
+ INFORMACIÓN: www.biofa.com; www.kreidezeit.de

TEJADO NOVEDOSO

Científicos estadounidenses han creado un revestimiento inteligente para tejados, que calienta en invierno y refresca en verano. ¿Cómo? Atrae o repele los rayos solares para mantener el calor o el frío en el interior de la casa. El revestimiento se obtiene procesando aceite de cocina utilizado para formar un polímero líquido que se endurece como un plástico. El producto es virtualmente inodoro, no tóxico e ignífugo y puede fabricarse en cualquier tono. Las pruebas llevadas a cabo con tejas de asfalto laminado demostraron que el nuevo revestimiento reduce la temperatura del tejado entre un 50 y un 80% cuando hace calor y la aumenta hasta un 80% cuando hace frío, en comparación con un tejado claro.



+ INFORMACIÓN: www.construnario.com



¡VAMOS CHILE! GAUTRAIN SUDÁFRICA



Visite nuestro nuevo sitio web
www.formscaff.cl
info@formscaff.cl
(56-2) 738 5019

Una empresa certificada por



Con ocasión del Mundial FIFA Sudáfrica 2010, se ha construido un ferrocarril de alta velocidad que une las zonas de Gauteng, Tshwane y el ampliado nuevo aeropuerto Tambo International en Johannesburgo.

Este tren, llamado Gautrain, requirió mover más de seis millones de m³ de tierra para sus zonas abiertas, aéreas y en túnel. Además generó 112.000 m² de viaductos y puentes, ocupando 750.000 m³ de hormigón. Sus principales estaciones serán Sandton, Pretoria y Tambo International.

Probablemente será el que utilizarán nuestros compatriotas que irán a acompañar a nuestra selección en este campeonato.

Form Scaff participa en la construcción de las pilas en las zonas elevadas, puentes, en las estaciones y otras obras civiles.

VIDRIO ANTIBACTERIAS

Según su fabricante, ha sido creado el antídoto arquitectónico de los hospitales, un vidrio con iones de plata y acción antimicrobiana que elimina el 99,9% de las bacterias que se depositan sobre su superficie. Asimismo, previene la proliferación de hongos, según lo indicado por el proveedor. Tiene numerosas aplicaciones, tanto en revestimientos murales como en mobiliario de instalaciones sanitarias, pero entre las realizaciones más recientes en el acondicionamiento interior de clínicas y hospitales se cuentan dos hospitales en Bulgaria, el Saint Ivan Rilsky y Pirogov.

WWW.CONSTRUMARIO.COM



+ INFORMACIÓN:

Vidrio AntiBacterias™; www.agc-flatglass.eu



SILICONA LÍQUIDA

Una empresa lanzó al mercado chileno un adhesivo, a base de silicona líquida. El producto cuenta con una tecnología denominada "cachaza", cuya formulación está basada en polímeros extraídos del etanol (alcohol) y puede ser utilizado en diferentes aplicaciones, como por ejemplo, adhesivos para parquet y de construcción, sellantes reactivos, adhesivos de contacto y en la totalidad de materiales sólidos.

+ INFORMACIÓN:

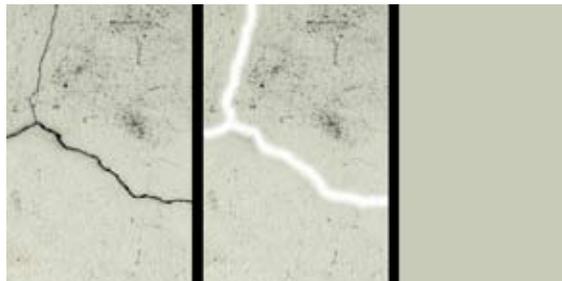
Silicona Líquida Pritt;
www.henkel.cl

PINTURA PARA MUROS AGRIETADOS

Se ha diseñado una pintura para la reparación de muros con grietas. La solución responde a la necesidad de reparar fisuras con un producto diseñado para absorber cambios dimensionales o movimientos de dilatación y contracción. El desarrollo es en base a emulsiones elastoméricas y cargas especiales que le imprimen un adecuado comportamiento de elasticidad y adherencia a todo tipo de sustratos, es más, tiene una elongación aproximada del 500%, según lo indica el proveedor. El producto es en base agua, lo que lo hace especialmente apropiado para ser usado en ambientes confinados.

+ INFORMACIÓN:

Flexseal 2000; www.creizet.cl/flexseal.html



BIT 72 MAYO 2010 ■ 13

Construcción de Barrera de Hormigón In Situ



- Barreras In Situ
- Soleras Tipo A
- Soleras Zarpa
- Solera Tipo A con Zarpa

- Cunetas
- Soleras Tipo Manquehue
- Soleras Tipo Baden
- Formas Especiales

HORMITEC
INGENIERIA Y CONSTRUCCION LIMITADA

San Martín de Porres 11.121, Parque Industrial Puerta Sur, San Bernardo - Fono: 490 8100 - Fax: 490 8101 - www.soleras.cl

MEJORAS EN COMPUTACIÓN

Un nuevo procesador para empresas se lanzó recientemente, se trata del chip más rápido, según su fabricante. El dispositivo ofrece un aumento promedio de tres veces en la velocidad de procesamiento y más de 20 nuevas características de fiabilidad, que aumentaría la eficiencia energética y la velocidad de computación. Asimismo, entre los beneficios estimados para los grandes usuarios se informa que los data centers pueden reemplazar 20 servidores de un núcleo con un único sistema basado en el nuevo procesador y que los nuevos servidores incluirán un aumento de 4 veces en la capacidad de memoria (hasta 1 terabyte en configuraciones de 4 procesadores) y un aumento de 8 veces en el ancho de banda de memoria.

+ INFORMACIÓN: Intel® Xeon® 7500; www.intel.com



ANTI INCRUSTANTE

Nuevas líneas de anti incrustante y anticorrosivo para sistemas que calientan agua (calefón, calderas, termos y acumuladores) han sido introducidas al mercado chileno a través de una empresa local, que se especializa en el manejo del agua y provee líneas de grifería, fitting, llaves, válvulas de bronce y otros accesorios de conexión. La solución anti incrustante consiste en la dosificación de un inhibidor de incrustaciones que le añade al agua un producto químico, de calidad alimentaria, para evitar que la cal precipite. Este tratamiento no quita la cal del agua, aunque respeta su composición química; obteniéndose el beneficio de inhibir la formación de incrustaciones o durezas (sarro) en sistemas que calientan agua y en cañerías de agua caliente y fría. Los productos son fabricados en la Comunidad Económica Europea, por una empresa con fuerte liderazgo en tecnología del agua, y además permiten gradualmente sanear lo incrustado, señala como ventajas el proveedor.

+ INFORMACIÓN: Anti Incrustante CILIT; www.nibsa.com



ENCOFRADO DUO

- Sistema Europeo de Encofrado
- Productividad y gran acabado final



ENCOFRADO ALLSTEEL

- Sistema 100% metálico
- Versatilidad para diferentes tipos de obra



ENCOFRADO ALU-LIGHT

- Sistema aluminio
- Simple liviano y de gran rendimiento



HORMIGÓN ARMADO AISLADO

La solución constructiva de hormigón armado aislado está conformada por ladrillos livianos de poliestireno expandido (EPS) que se rellenan de hormigón armado para la fabricación in situ de muros soportantes, permitiendo que el ladrillo quede incorporado a la estructura, aportando aislación térmica y acústica a la edificación. Este sistema pasó la prueba

del terremoto del 27 de febrero pasado, según lo indica su proveedor. Una de las razones es que la estructura de hormigón armado es flexible.

+ INFORMACIÓN: www.exacta.cl

PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS

Entre las alternativas para protección pasiva contra incendios figuran en el mercado productos aplicables en madera, acero y tabiquerías fabricados con tecnologías a base de agua que eliminan en un 80% las emisiones de humo tóxico, según lo informado por la empresa proveedora. Con estas alternativas se pueden cubrir superficies de madera, utilizando pinturas y barnices de tecnología intumescentes, que están diseñadas para proteger las vetas de la madera sin alterar sus cualidades naturales. También, todas las áreas de tabiquería, en especial las superficies de yeso cartón y fibra de cemento, con pinturas intumescentes blancas que además complementan la acción de muros cortafuego y materiales aislantes.

+ INFORMACIÓN: Línea Prowood, Línea Probuild, Línea Prosteel; www.pyrotec.cl

USC
OWENS CORNING
LIDER MUNDIAL

TRANSACO
SOLUCIONES INTEGRALES

innovaciones en sistemas constructivos

Sistemas Muros Exteriores-Interiores Sistemas Muros Exteriores-Interiores Tejas Asfálticas Pavimentos Decorativos Estampados

Transaco, empresa líder en Sistema de Techumbre, desarrollador en el mercado de la más amplia oferta de Tejas Asfálticas y Complementos de Aislación, para hacer más confortable su vivienda, hoy incorpora nuevas líneas de productos.

INNOVACIONES TRANSACO 2010
Cielos **USG**
Cielos Rasos Registrables y Especiales
Sistemas de Muros Exteriores e Interiores **USG**
Placa **DUROCK** - Placa **FIBEROCK** - Placa **SECUROCK**

Lo invitamos a conocer estas nuevas líneas de productos, en EDIFICA 2010 - Stand 40-4
www.transaco.cl
Valenzuela Castillo 1078 - Providencia - Tel. 421 8070

CONVENIO ENTRE REVISTA BIT Y ACCUC

Se suscribió un acuerdo de colaboración entre Revista BIT y la Asociación de Constructores Civiles de la Pontificia Universidad Católica (ACCUC). Revista BIT podrá acceder a un número importante de nuevos lectores, socios de ACCUC, y la entidad gremial por su parte, tendrá un acceso directo a los contenidos de la publicación, pudiendo difundir actividades técnicas de interés para la industria chilena de la construcción.

El convenio establece que al publicarse cada edición de Revista BIT se enviará un mailing informativo a los socios de ACCUC, de manera que los profesionales, con sólo un click en el link adjunto, accedan a los contenidos técnicos de la revista de forma oportuna. Además, en el sitio web, www.revistabit.cl, se encuentra la revista en formato digital y múltiples herramientas adicionales como buscador y multimedia.

Por otra parte, Revista BIT difundirá todas las actividades organizadas por ACCUC que contengan información técnica relevante para el sector construcción. Cuando corresponda, éstas también podrán anunciarse en la Sección Eventos de BIT y tener una cobertura periodística para incluirla como información adicional en notas y/o artículos. Finalmente, en un futuro próximo se avanzará en relacionar en forma estrecha los sitios web de Revista BIT y ACCUC.

+ INFORMACIÓN: www.revistabit.cl; www.accuc.cl

ASESORÍA ACÚSTICA

Una compañía industrial, experta en soluciones constructivas, ha conformado un Área Acústica. La creación de este nuevo departamento surge para responder a la necesidad de soporte y asesoría en temas acústicos, pues aplicar una solución a un problema de este tipo ya existente resulta más complejo y menos eficiente, en términos de costos y rendimiento, que hacerlo al momento de diseñar la solución. Optimizar, a través de soporte técnico, en cualquier etapa en que se encuentre el proyecto es el servicio ofrecido, prestación que se llevará a cabo por Ingenieros Civiles Acústicos de experiencia, apoyados en soportes de primera línea, en lo que se refiere a softwares de modelación y equipamiento para mediciones en terreno.

+ INFORMACIÓN:
serviciosacusticos@volcan.cl;
www.volcan.cl/acustica

INGENIERIA + MONTAJE + MANTENCIÓN

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

ELECTRICIDAD + CLIMATIZACIÓN + CONTROL CENTRALIZADO + COMUNICACIONES + SEGURIDAD

FLEISCHMANN

- Montajes eléctricos
- Mantenimiento
- Cableado estructurado
- Ingeniería - Asesorías
- Seguridad
- Eficiencia energética
- Green building
- Automatización
- Control de iluminación
- Domótica
- Inspección
- Climatización

www.fleischmann.cl

Asegurando Continuidad en Operaciones Estratégicas

RESTRICCIÓN SÍSMICA PARA EQUIPAMIENTO MECÁNICO

La continuidad de operaciones no tiene por qué quedar al azar, ni menos ser tema sólo después de una catástrofe, cuando las consecuencias y pérdidas se materializaron. Inadmisible en Chile, país sísmico, este aspecto prácticamente no es considerado al desarrollar un proyecto siendo que debería incluirse desde los inicios.

La realidad es que al momento de construir, sólo nos preocupamos de evitar que las estructuras no colapsen o se dañen gravemente ante un terremoto. Y aunque fundamental, esto es insuficiente si consideramos relevante asegurar la continuidad, o inmediata recuperación, de las operaciones post terremoto.

La normativa local vigente (NCh433 Of.96) evalúa las fuerzas sobre elementos de anclaje de equipos, pero no considera aquellos que incorporan aisladores de vibración, ni la necesidad de incluir restrictores sísmicos, lo que quedó reflejado en la gran cantidad de equipos que no resistieron el terremoto de febrero recién pasado, desplazándose de su ubicación original, con diversas consecuencias asociadas.

En Silentium sabemos asegurar la continuidad de operaciones en instalaciones estratégicas y podemos indicarle qué elementos necesita un equipo y cómo instalarlos para contar con un diseño sismo-resistente. Además, proveemos los elementos adecuados que permiten garantizar técnicamente el resultado. A continuación, algunas indicaciones:

Para generar un diseño sismo-resistente en equipamiento mecánico se debe recurrir a normas internacionales, como IBC (International Building Code), que definen parámetros para determinar si existe la necesidad de incorporar medidas de control sísmico. En términos generales, un sistema de restricción sísmica integral contempla los siguientes aspectos:

1. Factores de aceleración aplicables a Chile

2. Altura del edificio y ubicación de los equipos en su interior

(primer piso vs. último piso)

3. Tipo de equipo y distribución de cargas

4. Fuerzas que se ejercen sobre los elementos que anclan los soportes restrictores

5. Certificación de las fuerzas que soportan los elementos de restricción sísmica, por parte de un organismo independiente.

Existen diferentes formas de implementar un sistema con restricción sísmica:

a) Equipos: a través de aisladores de vibración que incorporan restricción sísmica, o agregando restrictores sísmicos independientes.

b) Ductos, cañerías y equipos colgados: mediante cables con elementos de sujeción certificados para arrostramiento longitudinal y transversal.

LAS VENTAJAS

Con la incorporación de un diseño apropiado –y certificado– de restricción sísmica para equipos, preferentemente al inicio de un proyecto, se obtiene un seguro de continuidad de operaciones que entrega importantes beneficios:

1. Costos de Equipos: se evitan costos de reparación o reposición de equipos dañados y conexiones asociadas a estos equipos, junto con nuevos costos de re-instalación del equipamiento.

2. Costos de No Operar: se evitan costos de paralización del edificio, asegurando la rápida recuperación de los niveles de producción para el caso de plantas, o de la atención de público en edificios comerciales o gubernamentales.

3. Riesgos de Personas: en



edificaciones con alta afluencia de público evita poner en riesgo la vida de las personas, ya que se asegura las condiciones para realizar evacuaciones efectivas, no se corren riesgos de obstrucción de vías de escape por la caída de equipos, ni caen equipos sobre personas.

4. Operaciones Críticas: Se pueden mantener operativas instalaciones críticas para enfrentar catástrofes como hospitales, estaciones de bomberos, servicios básicos, agencias gubernamentales, comunicaciones, entre otras.

Caso Edificio Oficinas, El Golf, marzo 2010: los equipos mecánicos de este edificio fueron sometidos a fuerzas muy similares, sin embargo, mostraron importantes diferencias en su comportamiento post-terremoto.

1. Buen diseño sísmico para Chiller (piso 22): adecuada selección del aislador de vibración, restricción sísmica incorporada, certificada, y correcto montaje aseguraron continuidad en la operación del equipo.

2. Mal diseño sísmico para Manejadoras de Aire (piso 23): aislamiento de vibraciones sin restricción sísmica significó desplazamiento del equipo, inoperatividad temporal e inutilización del aislador de vibración.

silentium[®]
_ingeniería del silencio

_Control de ruido
_Control de vibraciones
_Restricción sísmica para equipos

www.silentium.cl

Soluciones Garantizadas
Representante exclusivo de Mason Industries, USA

TERREMOTO CHILE EN MOVIMIENTO

■ El terremoto ocurrido el 27 de febrero y sus constantes réplicas, nos recuerdan con crudeza que somos el país más sísmico del planeta. La tragedia provocó víctimas y daños materiales. Además, impuso una dura prueba a las edificaciones y su resistencia. ■ En medio de la vorágine informativa y las múltiples emergencias, prestigiosos expertos del mundo científico y del sector construcción se detienen para rescatar los principales conceptos y las enseñanzas de cara al futuro. Revista BIT presenta una cobertura especial de este nuevo Chile en movimiento.

EQUIPO EDITORIAL BIT

2 MINUTOS Y 45 SEGUNDOS.

Una eternidad. En ese lapso Chile cambió, y para siempre. El movimiento telúrico ocurrido a las 3:34 de la madrugada del 27 de febrero afectó a cerca del 80% de la población del país sacudiendo a las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío y La Araucanía. Hay numerosos aspectos que queremos y debemos conocer. Partamos desde el principio. ¿Cómo se produjo? La capa rocosa externa de la Tierra conocida como litósfera terrestre está formada por grandes placas que flotan y se desplazan lentamente. La tectónica explica que el fenómeno de los desplazamientos continentales sucede hace centenares de millones de años debido a la convección (transferencia de calor) global que ocurre en la capa de la tierra que se encuentra debajo de la litósfera, llamada astenósfera. Las grandes placas de la corteza, algunas de las cuales corresponden a los continentes y otras a fondos marinos, interactúan de diversas formas. Una de éstas se da cuando dos de ellas convergen y los bordes en contacto sufren un proceso de destrucción que consiste en la penetración de una placa bajo la otra, que se le denomina subducción. En Chile, la placa oceánica de Nazca desciende bajo la placa Sudamericana, sobre la cual está asentado nuestro país. Entonces es el brusco movimiento relativo de estas placas, lo que origina la mayoría de los sismos en nuestro país. El terremoto del 27 de febrero fue causado por una falla inversa producto de la subducción de la placa de Nazca por debajo de la Sudamericana (ver in-

fografía). En otras palabras, "en el punto de contacto entre ambas placas, denominado falla, se acumula energía, que está asociada al aumento paulatino de tensiones y deformaciones. El evento sísmico se produce entonces cuando de manera repentina y espontánea se libera esa energía generando ondas sísmicas", explica Sergio Barrientos, director científico del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile. La expresión superficial de esta falla (donde convergen las placas), en el caso de Chile, está representada por la fosa, la que se encuentra a una distancia variable entre 110 y 150 km de la costa y tiene alrededor de 6.000 m de profundidad en la región central de Chile. El hipocentro, es decir, el lugar donde se generó la onda sísmica, se ubicó a 35 km de profundidad. El epicentro, en tanto, que es la proyección del hipocentro en la superficie, se ubicó en el mar, frente a las localidades de Curanipe y Cobquecura, a 150 kilómetros al noroeste de Concepción, en la VII Región.

ONDAS SÍSMICAS

Cuando ocurre la falla parte de la energía se libera en forma de ondas que se propagan por la corteza terrestre a altas velocidades, provocando la destrucción de las construcciones. En distintos puntos de la falla se generan aleatoriamente varios tipos de ondas, las que van sufriendo transformaciones a medida que viajan por la tierra. Las principales ondas sísmicas son las ondas longitudinales (P), las transversales (S) y las superficiales. Las ondas P, similares a las ondas acústicas, se propagan en el mismo sentido que la vibración de las



1. Franja de algas coralinas del grupo *lithothamnium* blanqueadas, usada como marcador del levantamiento cosísmico de la costa.
2. Franja de algas rojizas y blanqueadas en el área de Arauco.
3. Franja de algas blanqueadas en la costa emergida de Lebu.
4. Barco varado por el alzamiento de la costa en esta última zona.

partículas y por su velocidad (entre 5 y 6,5 km/seg en Chile continental) llegan primero a la superficie. Las ondas S se propagan perpendicularmente al sentido de la vibración de las partículas atravesando solamente los cuerpos sólidos. Viajan más lento que las P (entre 3,5 y 4,3 km/seg) y normalmente corresponden al inicio del movimiento fuerte del sismo. En tanto las ondas superficiales, las más lentas, son producto de la interacción entre las ondas P y S a lo largo de la superficie de la tierra. Revisando el comportamiento de las ondas, se pueden comparar los distintos terremotos que se han producido en nuestro país, señala Sergio Barrientos. "El de 1985, que tuvo alrededor de 150 km de ruptura (desplazamiento de las placas), fue incapaz de generar ondas de períodos ultra largos porque no tuvo el largo de ruptura suficiente. En cambio las ondas que se generaron en 1960, donde hubo una ruptura de 900 km, alcanzaron períodos muy prolongados que provocaron numerosas ondas superficiales. En el reciente terremoto también se generaron ondas de período largo, además se observó la formación de ondas S que por ser de corte, son muy dañinas para los edificios", explica el profesional.

MAGNITUD E INTENSIDAD

El reciente sismo, el segundo más grande del país y uno de los cinco más fuertes registrado

por el hombre mediante sismómetros, alcanzó una magnitud de 8,8° en la escala de Richter, valor que mide el tamaño del terremoto y la energía liberada. "Para medir la magnitud multiplicamos tres factores: el largo, el ancho y el desplazamiento en la falla. En este caso se consideran 400 km de largo de ruptura por 150 km de ancho, con un orden de 10 m de desplazamiento, lo que resulta en 8,8° de magnitud en la escala Richter, aunque científicamente ésta se llama escala de momento sísmico", explica Sergio Barrientos. Este resultado se determina haciendo uso de los registros de sismógrafos situados alrededor del mundo. Un grado más en la escala de Richter significa un aumento del orden de 30 veces en la energía liberada. La intensidad, por otra parte, es la medida de los efectos producidos por un sismo y está representada en la escala de Mercalli, constituida por doce grados. A diferencia de la magnitud (que es una sola cifra), a cada lugar se le puede asignar una intensidad de acuerdo a los daños observados. Por esto se puede decir, por ejemplo, que Santiago tuvo una intensidad VIII, siendo incorrecto hablar de 8° Richter. Este terremoto fue del tal magnitud que según científicos de la estadounidense NASA (National Aeronautics and Space Administration), el movimiento telúrico produjo un cambio en la rotación del planeta haciendo el día más corto en 1,26 microsegundos, además se

inclinó el eje terrestre en 2,7 milisegundos de arco, lo que equivale a 8 centímetros.

PREDICCIONES CIENTÍFICAS

En el hipocentro de este terremoto las placas convergían a 7 cm por año y se trataba de un evento esperado por un grupo de sismólogos chilenos y europeos. "En 2002 publicamos un paper donde caracterizábamos la zona de Concepción como una laguna sísmica, es decir, como un lugar cuyas condiciones físicas indicaban que se había acumulado energía que no se liberaba desde 1835. En 2007 y 2009 fuimos al detalle y cuantificamos que se trataría de un sismo de magnitud 8,5", expresa Jaime Campos, Doctor en Sismología del Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Una situación similar se ha caracterizado en las regiones de Arica y Antofagasta donde se han producido terremotos en 1995 y 2007, pero que han liberado sólo parcialmente una gran acumulación de energía telúrica, indica el especialista. Los sismólogos reafirman la idea que los grandes terremotos se repiten casi siempre en los mismos lugares y tienen características y efectos similares.

RÉPLICAS

Independiente de la cantidad de años que pasen, entre un terremoto y otro ocurrido en una misma zona se completa un ciclo sísmico, formado por la acumulación de energía (pre-sísmico), ruptura sobre la falla y liberación de la energía (cosísmico) y el ajuste final acompañado de réplicas (postsísmico). "La denominada ley de Omori, dice cuánto tiempo después de ocurrido un terremoto habrá réplicas. En el caso de un sismo 8,8 se trata de 6 meses por lo menos. Desde el punto de vista observacional no hay ninguna diferencia entre una réplica y un terremoto, sólo se definen así los movimientos que ocurren después

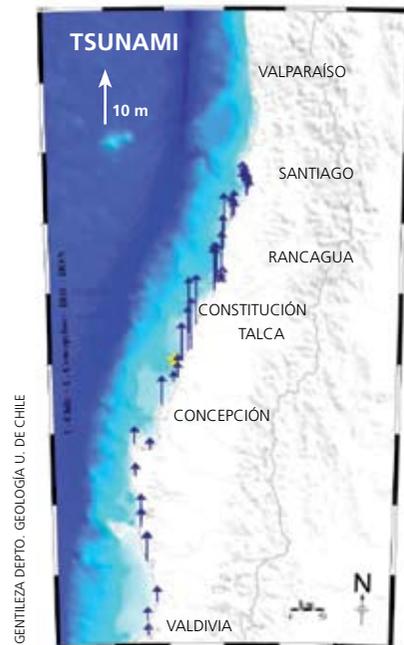
de un gran sismo. En algunos casos, como ocurrió en 1960, la réplica fue más grande que el propio terremoto. Tras el ocurrido en febrero esperábamos una gran réplica que se encuentre entre 7,5 y 8 grados de magnitud, pero no se ha producido”, explica Raúl Madariaga, ingeniero civil estructural y sismólogo, que actualmente trabaja en la Escuela Normal Superior de París, Francia. Hasta el cierre de esta edición se habían registrado cerca de 400 réplicas y sin lugar a dudas Chile seguirá en movimiento.

Pero el terremoto no fue lo único que sucedió esa madrugada. Un tsunami dejó cuantiosas pérdidas humanas y materiales.

TSUNAMI: IMPACTO PROFUNDO

En los 20 minutos posteriores al terremoto y hasta dos horas después, se produjo un tsunami que afectó fuertemente las costas de las regiones VI, VII, VIII y IX, y en menor medida aquellas de las regiones de Valdivia y Valparaíso. Tal como el terremoto mismo, dependiendo de su distancia a la zona de ruptura

del terremoto, el maremoto produjo olas de distintas amplitudes. Según los especialistas, las mayores alturas del tsunami, corregidas respecto de la situación de las mareas al momento de su ocurrencia, se observaron inmediatamente al norte del epicentro del terremoto, en el área de Loanco y Pelluhue, en donde alcanzaron hasta 14 m, disminuyendo progresivamente hacia el norte hasta valores del orden de 2,5 m al sur de Valparaíso. Hacia el sur, éstas disminuyeron rápidamente hasta 4-2 m en la costa cercana a Cobquecura, incrementándose, localmente, hasta 6-8 m en las zonas de Dichato-Talcahuano y Tirúa-Puerto Saavedra. “Los testigos consultados coinciden en que los tiempos de llegada del oleaje variaron entre 15 a 25 minutos en las zonas más cercanas al epicentro, hasta 30 a 60 minutos en las áreas más lejanas. Un segundo oleaje parece haber afectado la costa de las regiones VII-IX”, indica Gabriel Vargas, profesor asociado del Departamento de Geología de la Universidad de Chile.



Mapa de la distribución de la altura máxima alcanzada por el tsunami observado en terreno y corregida al momento de la ocurrencia del fenómeno.



Losas Prefabricadas de Hormigón Armado



Trazado de redes eléctricas y sanitarias



Solución para cajas eléctricas



Hormigonado



Fondo de losa

Lago Riñihue 02193, San Bernardo - Fono 854 5798
www.tralix.cl - tralix@tralix.cl

La verdadera teja en los techos de Chile




Trayectoria y Garantía





diseño y colores según elección





consulte asesoría técnica e instalación

Luis Thayer Ojeda 0115 of 405, Providencia
 Fono: 233 7260 - fax: 234 9772
ventas@grauaglomerados.cl
www.grauaglomerados.cl

VISIÓN CÁMARA

La Cámara Chilena de la Construcción (CChC) entregó su opinión sobre los efectos en la construcción que produjo el terremoto analizado en el artículo principal. “Dadas las características del terremoto, el quinto más grande del mundo, creemos que la construcción tuvo un comportamiento adecuado. De lo contrario, estaríamos ante muchísimas más víctimas fatales directamente producto del sismo. Hay que agregar que en un terremoto como éste, resulta inevitable que se produzcan daños. Incluso la norma los permite, porque lo que se busca evitar es que la estructura del edificio colapse. Y los edificios que colapsaron fueron casos muy excepcionales que, en todo caso, lamentamos profundamente”, señaló Lorenzo Constans, presidente de la CChC.

El dirigente gremial aporta cifras. “Estamos esperando el catastro oficial del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, pero

según los datos recopilados por nuestro Comité Inmobiliario, en la zona afectada se construyeron desde 1985 hasta el 2009 alrededor de 10.000 edificios habitacionales, de los cuales cerca de 10 podrían ser demolidos a consecuencia del terremoto. O sea, el 0,1% de los edificios construidos en los últimos 25 años presentan daños irreparables como consecuencia de un terremoto de 8,8 grados de magnitud”, agrega Constans.

Por otra parte, el Edificio de la Cámara Chilena de la Construcción cuenta con 12 acelerógrafos, ubicados en distintos puntos de su estructura desde los subterráneos hasta el piso 20, siendo un caso pionero en el país. Tras una extensa y detallada evaluación, las cifras arrojadas por estos equipos permitirán conocer el comportamiento del edificio y obtener interesantes conclusiones para el futuro.

Los tsunamis son ondas oceánicas extremadamente largas generadas, la mayoría de las veces, por sismos de magnitud superior a los 7° Richter, que ocurren bajo o cerca del piso oceánico, en aguas someras (cercanas a la costa), o por una violenta perturbación del fondo marino. “La magnitud del terremoto está relacionada con la magnitud de la ruptura. Así, cuando se trata de terremotos de subducción, es menos probable que movimientos menores a 7° Richter sean generadores de tsunamis. En cambio, terremotos mayores provocan rupturas grandes, en las que amplias porciones del suelo marino pueden verse afectadas, pudiendo generar tsunamis importantes”, prosigue Vargas.

Un terremoto con epicentro en el mar, como es el caso del 27 de Febrero de 2010, obliga a que el agua del mar también se mueva. “Cuando se produce un terremoto, el fondo marino sube, generando inestabilidad y produciendo una onda llamada tsunami o de agua poco profunda”, comenta el sismólogo Raúl Madariaga. Un maremoto o tsunami posee dos partes: la onda que se propaga mar afuera y viaja a unos 700 km/hora, y la onda que se propaga hacia el interior que viaja más lentamente, ya que la velocidad de la onda de tsunami depende de la topografía del fondo oceánico (ver infografía).

LAS OLAS

Dependiendo de la perturbación en el fondo marino, será la amplitud de la onda de tsunami que se propagará y eso a su vez condicionará, junto con la batimetría o forma del fondo marino aledaño a la costa y la geomorfología o forma de la costa, el impacto del mar sobre la costa. A medida que las ondas provocadas por el terremoto se aproximan al litoral, sus características cambian. En el mar profundo el tsunami viaja rápidamente, con una velocidad que puede exceder los 700 km/h, pero al aproximarse a la costa las ondas reducen su velocidad y se propagan a 150 km/h promedio. Cuando viaja en el mar profundo, hablamos de una masa de agua de gran longitud de onda, de gran distancia entre cresta y cresta pero que, al impactar, debido a la menor profundidad del fondo marino, cambia su forma, perdiendo longitud de onda y velocidad, y ganando en altura (ver infografía). “No es simplemente una ola que se precipita a la costa, sino una gran masa de agua que en ciertas zonas costeras, alcanzó los 14 m de altura, inundando e impactando la playa, de ahí su poder destructivo”, señala Madariaga.

Dependiendo de la forma de la playa, es el ingreso de las olas. Por ejemplo, en los extremos puntiagudos de la costa, las ondas del maremoto chocan contra los acantilados y por lo tanto ingresan poco en el continente,

en cambio en las playas, por tratarse de zonas bajas, ingresan en forma de lenguas de agua. “Mientras en las puntas el ingreso del mar puede ser de hasta decenas de metros, en las zonas bajas de la playa alcanza cientos de metros”, resume Vargas. Otro fenómeno. Cuando la playa es de débil pendiente, la mayoría de las veces la ola llega inicialmente con una reducción de amplitud (ola reventada), luego se recoge (técnicamente se llama resaca, pero habitualmente se conoce como el fenómeno de “recogimiento del mar”), pero detrás vienen ondas de gran amplitud, de ahí su poder destructivo.

EFFECTOS DESTRUCTORES

Según la geomorfología de la costa, son los efectos destructores que deja el tsunami. Veamos. El agua cuando inunda la costa, arrasa con lo que encuentra a su paso, hablamos tanto de vida animal como vegetal y desplaza playas y suelos no consolidados. Efectos destructores que plantean importantes desafíos a futuro, como la construcción de edificaciones en los suelos afectados y el énfasis en la regulación del Borde Costero. A nivel geológico, deja marcas notorias en la superficie. En el caso del fenómeno del 27 de febrero pasado, expertos desplegados en terreno, hicieron una medición cuantitativa abordada a partir de la observación de biomarcadores específicos, complementada con observaciones cualitativas de algas y moluscos característicos de la zona intermareal, además de observaciones geomorfológicas de la costa, determinando los siguientes daños:

■ **DEFORMACIÓN COSTERA:** Una de las consecuencias más graves fue la deformación de la costa. Durante un terremoto como el del Maule, la placa de Nazca se desplaza varios metros por debajo de la Sudamericana, generando una gran deformación de la costa chilena, no sólo de dirección horizontal hacia el mar, sino también verticalmente, ocasionando extensos desniveles en las zonas costeras, tales como hundimiento y alzamiento. En apenas tres minutos de duración aproximada del terremoto, “observamos que en algunas puntas, como en el caso de Topocalma, la costa subió del orden de 30 cm, en Pichilemu de 10 a 20 cm, en la península de Arauco, en el sector de Lavapiés, subió más de 1 m y en Lebu entre 1,5 a 2 m”, detalla Vargas. Primero ocurre un movimiento rápido de la costa, conocido como “cosísmico”, es decir, una



Marcas de vegetación peinada en zonas afectadas por el tsunami.

respuesta o deformación del continente ante el terremoto. Más tarde, durante varios meses o años el continente trata de recuperar su posición original o pre terremoto, lo que se llama "relajación post sísmica". ¿Se pueden revertir completamente los efectos del terremoto? "En el terremoto de Antofagasta observamos que el área sur de la península de Mejillones se alzó hasta 80 cm, y tras seis meses el terreno comenzó a bajar un poco hacia su posición pre terremoto", comenta Vargas.

■ **EROSIÓN:** El tsunami causa erosión a lo largo de toda la costa afectada, pero el nivel de afectación dependerá en gran medida del tipo de suelo de la costa. Como resultado de la erosión pueden verse afectadas carreteras y construcciones costeras, debido al socavamiento de las bases que sostienen a las estructuras, provocando inclinación de las mismas. La erosión costera también trae como consecuencia un cambio anómalo en la línea de la costa, afectando la cartografía oficial de los países. "Del fondo marino la ola arrastra piedras y arena, pero lo más destructivo es la resaca, ya que cuando se recoge el mar, se producen corrientes que redistribuyen el material y causan mucha erosión en la playa, cambiando su fisonomía", señala Vargas. La inundación, al ingresar o debido a la resaca, también arrasa con la vegetación o la deja "peinada", dependiendo de la fuerza con que llega el agua.

■ **LICUEFACCIÓN:** Otro de los fenómenos detectados en los suelos de la zona es la Licuefacción (más información en artículo Mecánica de Suelos). "Este fenómeno es peligroso ya que puede afectar las bases de las construcciones. Cuando ocurre un terremoto, las oscilaciones sucesivas producidas por las ondas sísmicas hacen que los materiales del suelo se debiliten y, por ejemplo, la arena tiende a fluir y escapar hacia zonas de menor presión. Este fenómeno lo vimos en el sector de Navidad y La Boca, y en general en la costa", comenta Vargas. La licuefacción se asocia a asentamientos diferenciales del suelo, por lo

que en algunas áreas hace que el suelo baje y en otras, la arena escape por grietas, produciendo diferencias que se pueden traspasar a la estructura y definitivamente dañarla.

CONCLUSIONES Y APRENDIZAJE

Diferentes especialistas expresan las lecciones que se obtienen tras el terremoto:

1. INSTRUMENTOS E INVESTIGADORES CHILENOS:

Los sismólogos coinciden en que un aspecto que dejó en evidencia este terremoto es la falta de instrumentos de medición que ayuden, no sólo a realizar estudios posteriores sino que a entregar alertas tempranas. Actualmente se cuenta con una red sismológica con presencia sólo en algunas regiones y con instrumentos que son inadecuados para registrar terremotos de gran magnitud como el del Maule. "A esto se debe sumar una preocupación en la formación de investigadores que transformen los datos en conocimiento y esto toma por lo menos 10 años", enfatiza el sismólogo de la Universidad de Chile Jaime Campos.

2. RED DE COMUNICACIÓN ROBUSTA:

"Para entregar información oportuna sobre el epicentro, la magnitud, la ubicación y la generación de un tsunami es necesario tener instrumentos que funcionen en base a una red de comunicación robusta que no dependa de la electricidad ni de Internet, ya que esos servicios dejan de funcionar una vez ocurrido el terremoto", explica el sismólogo Raúl Madariaga.

3. **FUTURAS DECISIONES:** Es importante, dicen los especialistas, considerar la gravedad de los peligros naturales que enfrenta el país, ya que van a seguir ocurriendo. "Nuestra gran falla como científicos ha sido no ser perseverantes con los ministerios y con las personas que toman las decisiones. A futuro se deberá decidir dónde construir teniendo en cuenta los peligros naturales a los que estamos expuestos", concluye el sismólogo de la Universidad de Chile Sergio Barrientos. ■

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



- ▶ Ahorro de hasta un 70% en consumo de gas.
- ▶ Evaluación y desarrollo de proyectos.
- ▶ Instalaciones industriales y domiciliarias.

 **JUNKERS**
Grupo Bosch

www.junkers.cl
e-mail: proyectos.junkers@cl.bosch.com
Fono: (2) 782 0200 - Fax: (2) 782 0300

MECÁNICA DE SUELOS

UN ESTUDIO DE BASE

■ Actualmente el estudio de mecánica de suelos no se establece como obligatorio en la normativa vigente. Tras el terremoto y mientras se realizan diversas investigaciones sobre lo ocurrido en este ámbito, destacados profesionales explican a revista Bit las claves que incluyen estos análisis del terreno. ■ También hay lecciones para aprender.

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN

DE UNA U OTRA FORMA, todas las obras se apoyan sobre el suelo. Por ello, la importancia de su estudio, considerando especialmente un terremoto, cuyas ondas sísmicas se transmiten justamente por este medio. Pero, ¿en qué consiste exactamente un estudio de mecánica de suelos? “Todo parte con el encargo de un mandante o constructora. Ellos entregan la información sobre el proyecto y su ubicación. En base a esto, el mecánico de suelos o ingeniero geotécnico dimensiona la exploración del suelo considerando el número de pisos del edificio y subterráneos, si corresponde, además analiza el lugar donde se emplazará el proyecto”, dice Marcelo Vargas, mecánico de suelos de la empresa Geocav. La exploración puede hacerse a través de calicatas, que son excavaciones de profundidad variable (normalmente no mayores a 5 m, aunque pueden llegar a más

de 25 metros) y que permiten la inspección directa del suelo; o a través de sondajes, que son perforaciones verticales de pequeño diámetro, pero de gran profundidad, y que se utilizan para obtener muestras. “Con las muestras de suelo obtenidas de calicatas y sondajes se realizan ensayos de laboratorio. Éstos complementan la información de terreno obteniéndose parámetros de resistencia y esfuerzo-deformación de los estratos de interés. Con esta información se plantea el modelo geomecánico de análisis, en el que frecuentemente intervienen también otros aspectos como la formación geológica del suelo y resultados de estudios anteriores realizados en la misma zona”, explica Horacio Musante Hinrichsen, ingeniero de la empresa Geofun. “Además de la exploración del sitio específico, el profesional debe investigar la existencia de quebradas, ríos o esteros en las cercanías, además de los usos anteriores del terreno como relleno o explotación de materiales”, agrega Lucy Magaña, ingenie-



GENTILEZA PEDRO ORTIGOSA

Se observa el colapso por desplazamiento lateral del suelo por licuefacción ocurrida tras el terremoto del 27 de febrero.

ro civil estructural, con amplia experiencia en mecánica de suelos.

Según los resultados que arrojen estos estudios, los especialistas entregan recomendaciones sobre la profundidad en que se debe fundar, el tipo de fundación, las tensiones admisibles y los asentamientos asociados. Es importante, dice Pedro Ortigosa, ingeniero civil y socio fundador de Petrus Ingenieros, que las exploraciones y los ensayos de laboratorio sean suficientes para caracterizar el tipo de suelo. Esta clasificación se encuentra especificada en la norma para el diseño sísmico de edificios NCh433Of.96 y también en el Manual de Carreteras, estableciendo los siguientes tipos:

- 1) Roca.
- 2) Gravas o arenas compactas.
- 3) Arenas o gravas sueltas o medianamente densas.
- 4) Suelos blandos o muy sueltos.

El proceso finaliza en un informe de mecánica de suelos, que contiene todos los antecedentes necesarios para el diseño de los elementos que tiene relación con la estabilidad de las estructuras o partes de las estructuras en contacto con el suelo y la determinación de la clasificación sísmica del suelo. Con estos antecedentes el ingeniero desarrollará el cálculo estructural.

SIEMPRE

Los especialistas coinciden en que, aunque no es obligatorio por ley, salvo que lo exija el mandante o se establezca en las bases de licitación, generalmente los estudios de mecánica de suelo se hacen. "Yo diría que en Santiago un 90% de las edificaciones ha realizado el estudio. El 10% restante no lo ha hecho

porque no existe la asignación de presupuesto para este ítem o porque el mecánico de suelos confía en el tipo de terreno y decide hacer solamente la recepción de excavaciones", dice Pedro Ortigosa. La cifra baja en regiones, agrega Héctor Ventura, ingeniero experto en mecánica de suelos, "donde, según mis estimaciones, el 50% de los edificios de más de 5 pisos lo realiza".

Los especialistas coinciden en que este estudio debiera realizarse en el 100% de los casos, incluidos los terrenos para viviendas, ya que todos, incluso los que están contiguos, pueden comportarse diferente, sobre todo cuando se trata de suelos finos. Cuando se realizan los estudios, hoy queda a criterio de cada profesional, la cantidad y profundidad de las exploraciones, además de los parámetros que incluye en su informe.

INDISPENSABLE

El 4 de febrero de 2009, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo declaró como norma oficial la NCh1508Of.2008 sobre "Geotecnia – Estudio de Mecánica de suelos", una iniciativa del Instituto de la Construcción, que busca regular la emisión del informe de mecánica de suelos estableciendo los requisitos mínimos que debe contener éste para un proyecto o una obra de ingeniería. Como aún no se ha incorporado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), esta normativa no es obligatoria, sin embargo es de gran utilidad, explican los especialistas, para determinar los aspectos indispensables que debe contener este estudio. "El informe final que entrega el mecánico de suelos deberá indicar por ejemplo, el alcance, es decir para qué proyecto es válido; el trabajo de campo que se hizo (ya sea exploraciones o sondajes), los ensayos de laboratorio, además de una descripción geotécnica de lo que se encontró en el suelo y los parámetros de diseño y datos que utilizó", explica Héctor Ventura. El informe también deberá incluir, dicen los especialistas, las recomendaciones de diseño, es decir el tipo de fundación y las tensiones estáticas y sísmicas. Adicionalmente

FERNANDO PRIETO WORMALD



ASESORIAS PRIGAN

INSPECCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS



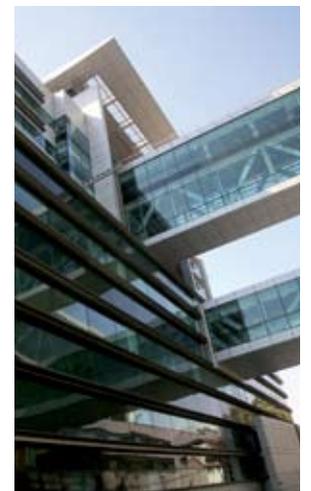
Somos una empresa de asesorías, gerenciamiento de proyectos e inspecciones técnicas de construcción.

100% EXPERTOS



Estamos orientados a la solución integral de las necesidades de empresas y particulares respecto de cómo abordar el problema que se les presenta cuando tienen que construir, modificar o ampliar sus oficinas, industrias, clínicas, centros comerciales o conjuntos habitacionales.

SALUD 43%



EDUCACIONAL 13%



HABITACIONAL 13%



RECREACIONAL 12%



OFICINAS 9%



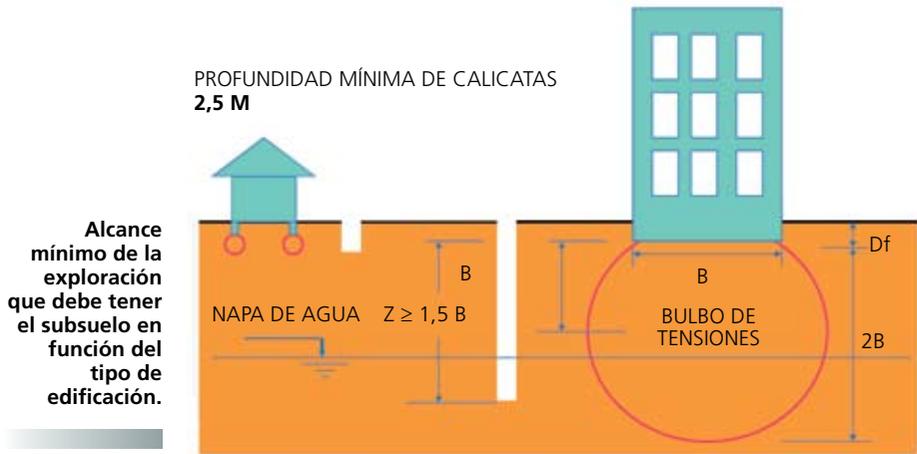
INDUSTRIAL 5%



OTROS 5%

asesorias@prigan.cl

www.prigan.cl



incluirá las condiciones que tendrán la ejecución de las obras relacionadas con el suelo, tales como el sistema de compactación y cómo se deprimirán las napas, si correspondiese el caso. Pero con esto no termina, el mecánico de suelos realizará un seguimiento geotécnico, que finaliza con la recepción de las excavaciones. En esta fase deberá comprobar que sus recomendaciones fueron cumplidas tal como se especificaron en su informe.

En el caso de los puentes y estructuras desniveladas, el Manual de Carreteras desde el 2001 establece los niveles de exploración mínimos o recomendables.

LOS EFECTOS

Los especialistas destacan los efectos que puede producir un terremoto en el suelo y que puede afectar las edificaciones:

1. Licuefacción. Este fenómeno puede ocurrir en arenas sueltas, en arenas con limos no plásticos o con napas de agua relativamente superficiales. Al enfrentar un sismo, estos suelos se comportan como líquidos hundiéndose lo que está sobre ellos durante la vibración. Este proceso se genera en situaciones en que la presión de los poros es tan elevada que las partículas pierden totalmente su resistencia al corte y por lo tanto la capacidad

portante del terreno. “Con posterioridad al terremoto de 1985 se concluyó a través de sondajes que los deslizamientos producidos en terraplenes de acceso a pasos sobre y bajo desnivel se produjeron por lentes de arena suelta bajo napa freática encapsulada por suelo fino, que perdieron rigidez, se licuaron y por lo tanto la superficie de falla se fue por la zona más débil”, detalla Pedro Ortigosa, quien agrega que para determinar la ocurrencia de la licuefacción se deben hacer exploraciones, además de buscar efectos secundarios que den indicios de que esto sucedió.

2. Amplificación sísmica. Las ondas sísmicas viajan desde la roca hacia la superficie. Al atravesar los diferentes estratos de suelo, la amplitud y frecuencia del movimiento es modificado, filtrándose las frecuencias más altas y amplificando las más bajas que son las más destructoras para las estructuras. Este fenómeno es conocido como amplificación sísmica y puede modificar substancialmente el movimiento de la superficie del suelo entre puntos relativamente cercanos con diferente tipología de estratos de suelo, explica Horacio Musante. “Es lo mismo que ocurre por ejemplo con una gelatina, si la mueves un poco en su parte inferior, su parte superior se mueve mucho más. Y esto depende del tipo de suelo, mientras más blando, más amplificación”, dice Ventura.

3. Densificación. Las arenas sueltas o medianamente densas tienden a compactarse (densificarse) durante un sismo, produciendo asentamientos o giros en las edificaciones que se apoyan en ella y esto hay que considerarlo en los estudios, complementa Héctor Ventura.

CONCLUSIONES: EL APRENDIZAJE

Los especialistas en mecánica de suelo también sacan algunas lecciones, tras el terremoto del 27 de febrero:

1. Sismo diferente: “Si se compara este terremoto con el ocurrido en 1985 se observa

un cambio grande en el comportamiento del suelo, por ejemplo en terraplenes. En el 85 casi no hubo levantamientos de suelo a cierta distancia al pie del terraplén, ahora se ve cómo se formaron montículos. Y esto se podría haber dado por la diferencia en los períodos de las ondas, los que en este caso fueron más largos, el sismo fue de mayor duración y con aceleraciones máximas más altas. También puede haber pasado que el período de vibración de la estructura se haya sintonizado con la ondas de períodos largos, potenciándose, sin embargo estas son hipótesis que se corroborarán una vez que terminen las investigaciones”, explica Pedro Ortigosa.

2. Revisiones: Los especialistas coinciden en que es importante que exista una revisión de la mecánica de suelos tal como ocurre con el cálculo estructural.

3. Rellenos: Después de un terremoto la gente tiende a hacer rellenos con los escombros y después de años esos mismos terrenos se utilizan para construir, por lo que habrá que tener precaución con este tema, ya que el suelo natural estará a 3 m o más y para fundar habrá que atravesarlo, lo que aumenta considerablemente los costos, explica Héctor Ventura.

4. Normativas: El estudio de mecánica de suelos en todos los casos debe entregar la clasificación sísmica del suelo conforme a la NCh433Of.96, indicando al ingeniero estructural, qué sismo debe considerar en el diseño. “Esta es la información más importante y la que puede implicar el éxito o fracaso del proyecto y no puede quedar en manos inexpertas. Es fundamental que los ingenieros estructurales y revisores estructurales exijan que el estudio de suelos que se les entrega cumpla con la NCh1508Of.2008. No basta con solicitar a algún laboratorio que haga un estudio”, enfatiza Manuel Ruz, Ingeniero Civil de Ruz y Vukasic Ltda. quien agrega que apremia que la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones establezca la obligatoriedad de un estudio de mecánica de suelos que cumpla con la NCh1508Of.2008, dado que este estudio tiene vital importancia para la estabilidad de las construcciones y los esfuerzos sísmicos para los que se debe diseñar una estructura. Finalmente, Lucy Magaña señala que también es fundamental que se revise la clasificación de suelos que hace la NCh433Of.96, ya que “todo estaría indicando que habría una discontinuidad en esta tipificación”. ■



Formación de volcán de arena por licuefacción del suelo producida tras el terremoto.

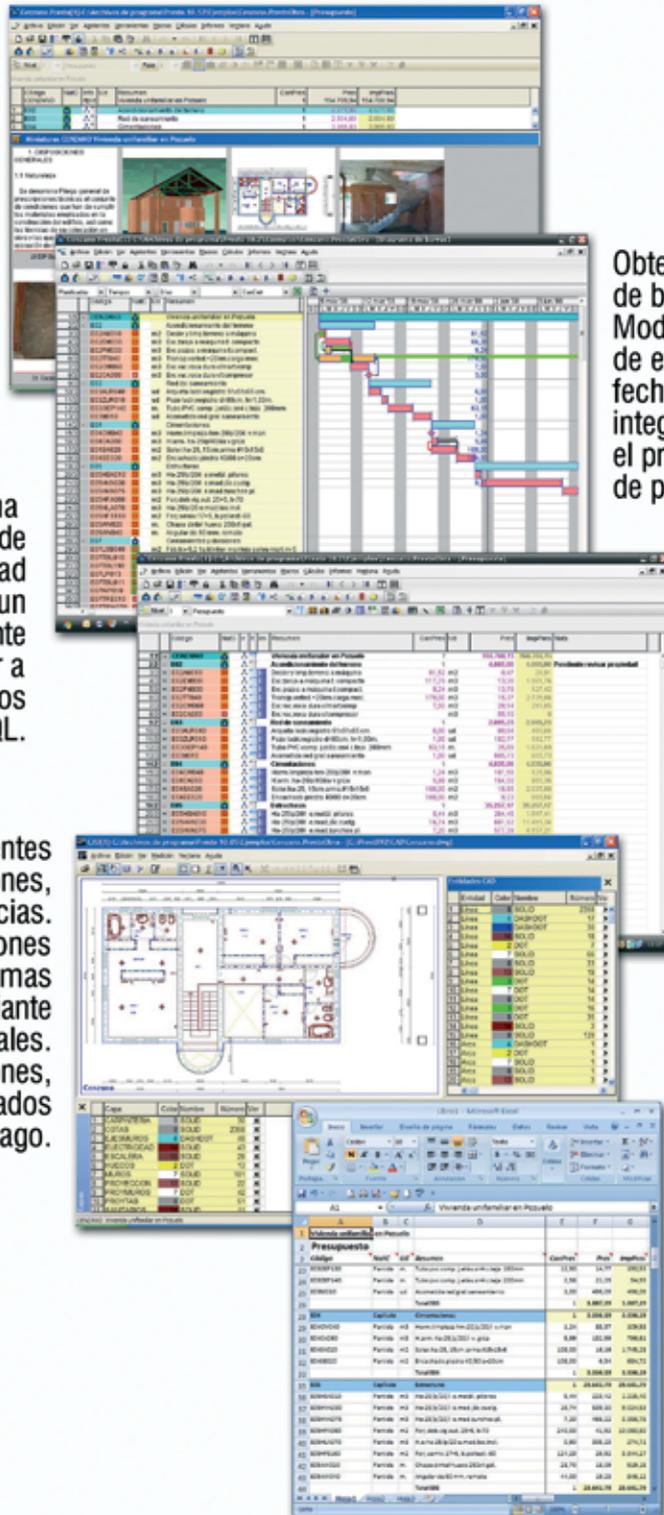
Para conocer los costos del proyecto antes, durante y después del Presupuesto



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

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

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



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

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

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



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

CINTAC

Viviendas para la reconstrucción de Chile

El terremoto del 27 de febrero trajo consigo grandes oportunidades. Chile está en movimiento con la reconstrucción y Cintac no se queda atrás. La empresa, líder en productos de acero, dio a conocer una solución de vivienda permanente, cuya principal característica es su ampliación de 19,1 a 54 m cuadrados. Toda una innovación.

El país se pone en marcha, la reconstrucción comenzó. Cintac, empresa líder del mercado con una oferta única en perfiles, estructuras prefabricadas, cubiertas, y revestimientos para la construcción habitacional, industrial e infraestructura vial, también se adapta a este nuevo momento del país, a través de una novedosa oferta de productos, entregando una solución completa de vivienda permanente, desde su fabricación, y capacitación en terreno para su instalación.

Así, y en base a su línea Metalcon, que agrupa perfiles galvanizados, estructuras y cubiertas de acero, desarrolló una solución de vivienda permanente para superar la emergencia, y cuya principal característica es la posibilidad de ampliarse de 19,1 m² a 57,3 m cuadrados. Sumada a la calidad de los productos de revestimientos y cubiertas en acero prepintado, de larga vida útil.

Para lograrlo, la empresa fundada en 1956 cuenta con una exitosa experiencia, siendo avalada por sus 15 años en el

mercado con el producto Metalcon, con 13 millones de m² construidos con este sistema, que permite la prefabricación con estándares y velocidades no alcanzadas con otros productos en el país.

DESARROLLOS ÚNICOS

En base a una estructura de acero galvanizado, que permite rigidez, alta durabilidad y muy buen comportamiento frente a los sismos, esta eficiente alternativa habitacional se presenta como una excelente solución. "Se trata de viviendas con estructura de acero galvanizado Metalcon en todo el perímetro y la cubierta, la solución tiene buen comportamiento frente a los sismos. Las casas poseen una estructura de piso de perfiles de acero galvanizado con placa estructural de 15 mm y revestida con paneles de acero pintado. Considera dos ventanas simples de 1.00 x 1.00 metros", indica Pedro Pablo Olivera, gerente comercial de Cintac.



Primer proyecto de vivienda aislada en Quirihue, VIII Región. Se trata de una casa de 21 m² con paneles aislados Isopol.



Primer proyecto de vivienda Metalcon en Caleta Tubul, a 20 km de Arauco. Consiste en un sistema habitacional de 19,1 m², ampliable a 54 m².

Orientada a la reconstrucción del país, la solución se desarrolló gracias a que la empresa cuenta con abundante conocimiento técnico del producto y del mercado habitacional. A esto se suma la entrega y compromiso del personal de la compañía. Además, Cintac posee una planta de fabricación de estructuras con capacidad para realizar viviendas en serie, hecho que responde a la necesidad de urgencia de muchas familias que perdieron sus viviendas, tras el terremoto y posterior tsunami.

De esta manera, las primeras familias beneficiadas con el proyecto vivienda Metalcon pertenecen a la caleta de Tubul, a unos 20 km de Arauco. En la actualidad se está emplazando una primera población de viviendas que bordearán las 110 unidades. El primer piloto y formación de monitores se realizó (en la semana del 12 de abril).

Adicionalmente, "Cintac posee la capacidad de fabricar viviendas en base a paneles aislados metal-metal con centro de poliestireno. Son viviendas construidas con paneles aislados en muros y techos. La casa mide 21 m² y cuenta con tres ventanas de 0,91 x 1,08 metros, puerta de acceso y una división interior", comenta Olivera. Para este proyecto, en el pueblo de Quirihue, VIII Región, ya se instalaron las primeras 15 casas (en la semana del 12 de abril). Más de 60 voluntarios de la Caja de Compensación Los Héroes fueron capacitados en terreno por la empresa para que continúen con el proyecto a futuro.

ENSEÑANZAS Y DESAFÍOS

La construcción se mueve. Para Cintac, los desafíos y enseñanzas que deja el terremoto son interesantes:

1. Había que desarrollar una casa de rápida fabricación y bajo costo, pero que fuese transportable en Kit y de fácil instalación. "Una vez que levantamos la primera casa piloto, empezamos a trabajar en el despacho de este producto, y lo que logramos fue un kit de vivienda prefabricada, que se entrega completo, en el cual se colocan todos los paneles metálicos, las cubiertas, fieltro, puertas, ventanas, para pos-

teriormente ser montado con grúa sobre camión y despachado", señala Olivera. Cada vivienda contiene 19 ítems entre partes y complementos, y se pueden armar en un día con tres personas.

2. Otro reto. Construir una solución que integrara otras materialidades y accesorios como ventanas, planchas de OSB y puertas. "Nos preguntamos cómo a través de esta oferta podíamos construir una solución de emergencia. La construcción no sólo implicaba fabricar dicha solución con paneles en Metalcon, sino que además había que integrar las cubiertas y revestimientos, y otros materiales como ventanas, puertas, OSB en el piso, materiales que como empresa no eran parte de nuestro negocio habitual", relata Olivera.

3. Armar una fábrica de casas prefabricadas. Adaptar un proceso industrial de detalle en una empresa cuya cultura es la fabricación de productos estándares y masivos. Las nuevas viviendas significaron mucho más que levantar pilotos. Y así lo explica Olivera: "Significó habilitar una planta, reclutar gente, y absorber el know how de cómo fabricar estos paneles". Adicionalmente, se generó un manual de instrucciones de descarga del kit y un manual de instalación, de manera que la gente capacitada pudiese levantar viviendas en trece sencillos pasos y con altos estándares de seguridad.

4. Formar monitores en terreno, de las mismas zonas afectadas, que posteriormente continuarán la labor a futuro. "A Tubul y Quirihue se envió personal de Cintac para capacitar monitores en terreno, experiencia similar a lo que realiza Un Techo para Chile con las viviendas sociales, y dejando un oficio idealmente permanente para estos monitores", expresa Olivera.

La reconstrucción está en marcha y Cintac dice presente con dos proyectos de viviendas. El objetivo apunta a la velocidad y a la capacidad de aumentar la productividad. "Nuestro propósito es fabricar viviendas lo más rápidamente posible y llegar a producir unos 50 kits de emergencia por día", comenta Olivera. Calidad y eficiencia se unen para reconstruir Chile.

CÁLCULO SÍSMICO DE EDIFICIOS CONSTRUCCIONES A PRUEBA

■ Destacados especialistas explican a Revista BIT los principales aspectos considerados en la normativa para el cálculo sísmico de edificios y detallan las enseñanzas que dejó el terremoto. ■ También se develan los puntos críticos que todo cálculo estructural debe contemplar y las variables involucradas en el diseño de estructuras. Las construcciones y una dura prueba.

EQUIPO EDITORIAL BIT

LAS CONSTRUCCIONES enfrentaron una dura prueba. Claro, un sismo extremadamente severo no acontece todos los días. Indudablemente, el ocurrido en febrero entregará datos valiosos que servirán para avanzar en ingeniería y perfeccionar la norma.

Empezamos con la normativa. Al recorrer la historia sísmica de nuestro país, se ve claramente cómo los terremotos más destructivos impulsaron cambios en el marco legal vigente. Sólo algunos ejemplos: el terremoto de Talca de 1928 motivó acciones que culminaron en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y la norma NCh433Of.96 recogió las enseñanzas del terremoto de 1985. Los profesionales coinciden en que ésta no será la excepción. Los estudios comienzan a arrojar las primeras conclusiones, que aunque preliminares, permiten vislumbrar los cambios que vienen. No nos adelantemos y partamos con las normas relacionadas al diseño que se encuentran vigentes.

Existen normativas para el diseño sísmico de edificios (NCh433 Of.96), para las estructuras e instalaciones industriales (NCh2369 Of.2003), para los aislados sísmicamente (NCh2745 Of.2003) y para el Hormigón Armado (NCh430Of.2007). En esta oportunidad nos enfocaremos sólo en la NCh433 que establece cuáles son los esfuerzos que debe resistir un edificio. Los especialistas explican que la filosofía del diseño sísmico se resume en el capítulo 5.1 que define los principios e hipótesis básicos y donde se señala que "esta norma aplicada en conjunto con las normas de diseño específicas para cada material (...) está orientada a lograr estructuras que resistan sin daños movimientos sísmicos de intensidad



GENTILEZA SYS INGENIEROS CONSULTORES LTDA.



■ Según los expertos, en este terremoto, se han visto fallas por compresión o tracción. Al comprimirse el hormigón, si no está suficientemente confinado mediante estribos o zunchos, el hormigón falla y las barras verticales se pandean y doblan, y cuando viene el movimiento hacia el lado contrario, se estiran y se cortan.



moderada; limiten los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad y aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa". Esta norma también establece requisitos mínimos para el diseño sísmico de edificios de acuerdo al área en que serán construidos y al uso que se dará a la estructura. "Es así como divide a Chile en tres zonas de riesgo y en cada una fija las sollicitaciones con las cuales hay que dimensionar el edificio", dice Marcial Baeza, presidente de la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica (Achisina). En las zonas costeras –desde el Norte Grande hasta Puerto Montt y el Estrecho de Magallanes– obliga a una mayor exigencia en los cálculos. Para la zona central se establece una exigencia intermedia. Para la zona cordillerana –emplazada desde el altiplano hasta Tierra del Fuego– se contempla una menor exigencia. Esta disposición legal además establece una clasificación de los edificios de acuerdo a su destino, siendo los de categoría A, los edificios gubernamentales o de utilidad pública, los B, los edificios de valor cultural, los C, los destinados a la habitación privada y los D, las construcciones aisladas o provisionales no destinadas a habitación.

Respecto de los elementos secundarios, definidos como los elementos permanentes que no forman parte de la estructura, pero que son afectados por sus movimientos y eventualmente interactúan con ella como tabiques divisorios, cielos falsos, luminarias y ventanales (en esta última clasificación los especialistas también incluyen a los muros cortina. Más información en artículo Muros Cortina, Especial Terremoto Chile 2010), la norma señala "aspectos generales, como por ejemplo, que éstos deben quedar separados de la estructura pero a la vez tomados de ella para que no se vuelquen", expresa el ingeniero civil estructural Alfonso Larraín, presidente de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales de Chile (AICE).

CÁLCULO ESTRUCTURAL

A través de su historia, el país se ha visto afectado por terremotos de distinta magnitud. El último fue devastador en la zona cen-



GENTILEZA SYS INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

tro-sur, poniendo a prueba, una vez más, a las construcciones. Un punto clave: el cálculo estructural.

En Chile, el cálculo estructural de viviendas y edificios está regulado por la norma NCh433 Of.96 (Diseño Sísmico de Edificios). La OGUC establece la obligatoriedad que ciertas edificaciones¹ deberán ejecutarse conforme a un proyecto de cálculo estructural, elaborado y suscrito por un ingeniero civil o arquitecto. Además, la Ley N° 19.748 exige la revisión del proyecto de cálculo estructural por un profesional externo o Revisor Estructural, inscrito en el Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, que rige desde julio de 2003, bajo la administración del Instituto de la Construcción (IC)", indica Rodrigo Mujica, past president de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales (AICE) y actual director. Así, se requiere un revisor estructural en los siguientes casos:

- a) Edificios de uso público.
- b) Conjuntos de vivienda cuya construcción hubiese sido contratada por los servicios de Vivienda y Urbanización.
- c) Edificios que deban mantenerse en operación ante situaciones de emergencia, tales como hospitales, cuarteles de bomberos, cuarteles policiales, edificaciones destinadas a centros de control de empresas de servicios energéticos y sanitarios y emisoras de telecomunicaciones.
- d) Edificios cuyo cálculo estructural esté basado en normas extranjeras, las cuales deberán ser declaradas al momento de solicitar el permiso.
- e) Conjuntos de viviendas sociales de tres o más pisos.

■ Los ganchos de los estribos se deben colocar doblados en 135°, hacia el interior del hormigón. Si no están bien puestos, éstos se desprenden y es posible que un edificio se caiga sólo por este detalle. En otros casos, como en la foto, se muestra la inexistencia del estribo inferior.

f) Conjuntos de viviendas de tres o más pisos que no sean sociales.

g) Edificios de tres o más pisos cuyo destino sea uso exclusivo de oficinas privadas.

DISEÑO SÍSMICO

Las interrogantes se multiplican en el último tiempo. Una de las más comunes: ¿hasta qué grado Richter se diseña? La respuesta: "No diseñamos en grados Richter, porque esta escala mide la energía general disipada en el terremoto. Como las ondas llegan en distinta frecuencia, los daños no sólo dependen de la energía liberada, también de la longitud de ondas, de la profundidad del foco, de la distancia de éste hacia el lugar donde se produjeron los daños o si fue un pulso fuerte o un movimiento oscilatorio", señala Alfonso Larraín. Entonces, ¿bajo qué parámetros se diseña? "Dentro de la norma 433 (descrita anteriormente) tenemos el Espectro de Aceleraciones, que dependen del período de oscilación de cada estructura. Esa variable es la que usamos para diseñar", comenta Larraín. A pesar que la norma señala que se debe trabajar entre 0,1 g y 0,3 g (es decir, entre un 10% a un 30% de las aceleraciones de gravedad), en un diseño sísmico no basta con aplicar esos valores. Si bien se analiza un modelo con las aceleraciones aplicadas a la estructura, hay mucho más en juego. Entramos a las variables sísmicas consideradas en el cálculo. Veamos de qué se tratan.

VARIABLES SÍSMICAS

Los edificios deben ser diseñados y construidos para resistir la aceleración que ocurre durante un terremoto. De esta forma, los edificios altos y estructuras como puentes, deberán diseñarse de manera que las vibraciones derivadas de los sismos sean amortiguadas. Veamos. La aceleración es una cantidad vectorial. Esto significa que contiene un número (su magnitud) y una dirección específica. Un objeto se dice que se está acelerando, si su tasa de cambio de velocidad aumenta o disminuye en un período de tiempo y/o si la dirección de su movimiento está cambiando. Cuando ocurre el terremoto, se liberan varios tipos de ondas (más información artículo pági-



■ Tras el terremoto, los revestimientos de algunos edificios resultaron seriamente dañados, como se aprecia en la imagen.

na 18) que viajan a través del suelo llegando hasta los edificios. En otras palabras, son los desplazamientos los que producen grietas (daños).

Según los especialistas, en este terremoto las aceleraciones se vieron incrementadas para períodos mayores que 0.5 s, lo que trajo como secuela que los edificios altos fuesen los más afectados. En un terremoto severo, como lo fue éste, se transmiten a través del suelo distintos tipos de ondas, de longitud de onda y períodos variables. El evento siendo muy grande, más de 500 km a lo largo de la costa de Chile Central, produjo ondas muy largas, que llegaron a tener hasta 300 segundos de período,

causando la vibración del mar y su posterior tsunami. Otro tipo de ondas son las de "período largo e intermedio" que tienen períodos entre 1 y 100 segundos. Estas ondas que se propagan muy bien en Chile afectan a las grandes estructuras como represas, grandes puentes, las estructuras de las autopistas, y los edificios altos, estos últimos con períodos entre 1 y 10 segundos. Luego están las ondas de alta frecuencia o de "período corto", entre 1 y 10 Hertz, que producen la destrucción en el interior de las casas, estructuras de adobe y pequeños edificios. En Chile estas ondas de alta frecuencia se atenúan con la propagación y son muy fuertes cerca de la zona de ruptura del terremoto, en este caso, entre Arauco y Valparaíso. Para entenderlo: Un terremoto severo produce todas esas ondas con mayor amplitud que uno pequeño. "Como ingenieros nos interesan las ondas que van de 1 a 10 Hertz para edificios pequeños y las de 1 y 10 segundos para edificios altos", señala Larraín. De esta manera, la descripción de las distintas ondas generadas por el terremoto es lo que se conoce como espectro sísmico.

Llegamos a la vibración. Todo objeto tiene un período normal (tiempo en que una estructura tarda en pasar por el mismo punto durante una oscilación) de vibración. Ésta tiene el mismo período independiente de donde se esté, lo que cambia es su amplitud. En el caso de los edificios, éstos funcionan como un péndulo invertido. La forma de la vibración hace que la mayoría de los edificios en Santiago, en su parte superior, oscilen casi con la misma amplitud, de manera de lograr ciertos modos de vibración menos graves. "La norma impone, como límite, que el edificio se mueva un 500avo de su altura entre piso", explica Larraín.

Otro ejemplo. "En zonas como California, China o Turquía, donde los terremotos son muy superficiales, las ondas producidas se propagan esencialmente como ondas superficiales, ondas canalizadas cerca de la superficie. En Chile, donde los terremotos son más profundos (cerca de 30 a 35 km para Maule) las ondas dominantes son las ondas de corte u ondas S. La estructura del suelo bajo Chile transmite muy eficazmente las ondas S que producen oscilaciones tanto laterales como verticales en las estructuras", señala el sismólogo e ingeniero civil estructural, Raúl Madariaga. Así, en un sismo, se produce una ruptura de placas que genera ondas S y ondas superficiales que hacen vibrar el suelo. Las ondas superficiales viajan por la superficie y pro-

En base a las enseñanzas que dejó este terremoto, los profesionales del sector ya hacen sus recomendaciones referentes al marco legal. "Tal como se ha hecho en otros países, propongo que se hagan normas de emergencia o transición, de manera que la reconstrucción considere las enseñanzas que hemos sacado de este terremoto", enfatiza Juan Carlos de la Llera. Una sugerencia ante el largo proceso y revisiones que demanda la promulgación de una ley. Sin ir más lejos, la ac-

tual normativa demoró aproximadamente 10 años en ser promulgada.

En tanto, Alfonso Larraín sugiere medidas concretas: "Junto a un grupo de ingenieros estructurales planteamos que todos los edificios sean calculados como si se encontraran en zonas costeras, que es lo más exigente que estipula la actual normativa. De esta manera quedarán más protegidos. Por otra parte sugerimos confinar

PROPUESTAS

todos los muros de manera de mejorar su comportamiento de compresión, además de no considerar esfuerzos últimos mayores de compresión a 35% de la capacidad del área de hormigón en los muros, para que de esta manera tengan capacidad de deformación (ductilidad) en un sismo". Esto lo comenzará a aplicar cada profesional de manera voluntaria en su oficina, explica Larraín, sin embargo la idea es que estos temas sean

sometidos a consulta pública para incorporarlos en una nueva normativa sísmica.

La Cámara de la Construcción por su parte, creó una comisión especial que está analizando y estudiando los antecedentes para proponer caminos de acción. "Una eventual modificación de la norma debe ser resultado de los análisis técnicos multidisciplinarios que se hagan y no de conclusiones apresuradas", expresa el presidente de la CChC, Lorenzo Constans.

ducen oscilaciones horizontales en el terreno. "Pero si la ruptura es extensa y relativamente profunda como lo fue ésta, se originan vibraciones o aceleraciones verticales (ondas S)", prosigue Larraín. Ante la diversidad de variables que inciden en el diseño sísmico, no se puede determinar el espectro de aceleraciones de forma tajante. "Estamos tratando de establecer un espectro más apropiado para Chile, y este terremoto aportará datos claves para revisar la norma, elevar algunas exigencias y reducir otras", expresa Larraín.

PUNTOS CLAVES

En todo cálculo se hace una simulación de la estructura, se aplican las cargas y miden las solicitaciones, es decir, los esfuerzos que debe contener cada pilar y viga y dónde deberán aplicarse los refuerzos necesarios para obtener un edificio estable. Los cálculos finales se traducen en planos y se comienza a construir.

¿Fallas esperables? "Ante un terremoto severo, lo que no puede ocurrir es el colapso de la estructura, se debe cuidar que no se produzca la rotura por compresión en pilares del

primer piso, ni en muros de niveles iniciales", afirma Alfonso Larraín. Un dato más. "Si un dintel o una viga de conexión fallaron en forma parcial, esto no significará el colapso total", detalla Rodolfo Saragoni, ingeniero civil, past president de la Asociación Iberoamericana de Ingeniería Sísmica y profesor de Diseño Sísmico de Estructuras de la Universidad de Chile. Con estos argumentos, los expertos señalan los puntos clave del cálculo estructural.

1. Elementos comprimidos: Los muros o pilares en los primeros pisos o muros sobre dos pilares, son estructuras que están expuestas a grandes esfuerzos de compresión, por lo que el hormigón debe quedar muy bien confinado para garantizar un buen comportamiento sísmico. ¿Qué significó en la práctica? Justamente una de las fallas detectadas fueron los estribos de confinamiento. "Generalmente los muros presentan fallas diagonales, por esfuerzos de cizallamiento, pero en este sismo hemos visto muchas fallas por compresión o tracción. Al comprimirse el hormigón, si éste no está suficientemente confinado mediante estribos o zunchos, el hormigón falla y las ba-

SIMBOLOGÍA DE UNIDADES

HERTZ (Hz):
Medida de frecuencia de ondas. Número de ciclos por segundo. Unidad: 1/segundo.

SEGUNDO (S):
Unidad de tiempo.

PERIODO (T):
Es el tiempo de una oscilación de un movimiento (tiempo que demora en dos pasadas consecutivas por un mismo punto) y se mide en segundos.

UNIDAD DE ACELERACIÓN:
Es el aumento de velocidad regular que sufre un objeto, equivalente a 1m/segundo cada segundo. Es igual a (m/seg²).

rras verticales se pandean y doblan, y cuando viene el movimiento hacia el lado contrario, se estiran y se cortan", señala Mauricio Sarrazin, académico de la Universidad de Chile y director de la International Association of Earthquake Engineering. Pero hay más. "Los ganchos de los estribos se deben colocar doblados en 135°, hacia el interior del hormigón, no a 90° como se observa a veces en la práctica. Si no están bien puestos, éstos se desprenden y es posible que un edificio se caiga sólo por este detalle", continúa el experto.

www.protelec.cl

No se quede sin energía... Piense en Protelec

Módulo de Sincronismo COMAP, para aplicación con red-generador, y paralelo entre generadores.

- Grupos Electrónicos Diesel de 15 a 2000 KVA
- Servicio Técnico Multimarca
- Automatización y Sincronismo

Garantía de hasta 5 años, equipos en stock, garantía de mejor precio/calidad, tecnología digital.

PROTELEC S.A. • El Roble 1009 Recoleta • Santiago / Fono: (56-2) 621 0170 • Fax: (56-2) 621 6324
e-mail: info@protelec.cl
www.protelec.cl

■ Para los especialistas es fundamental que las normativas sean más específicas acerca de los elementos secundarios.

En la imagen se observa la caída de cielos falsos tras el terremoto.



2. Aceleraciones: Aparentemente, los valores que especifica la actual norma sísmica quedaron subdimensionados. “Habrá que analizar las aceleraciones en ciertos períodos, donde definitivamente superaron la norma”, señala Rodrigo Mujica. El capítulo de aceleraciones indica que, dependiendo del período propio de cada edificio, su tipo de edificación, del suelo, y de la zona donde se construye, se deben aplicar ciertas solicitudes o esfuerzos sísmicos. “Dependiendo del tipo de suelo, aumentan las aceleraciones y los esfuerzos, factores que con este sismo aparentemente quedaron cortos. Por tanto, también habrá que revisar el efecto de los suelos, ya que entre el suelo tipo 2 y el tipo 3 las diferencias son importantes en circunstancia que la diferencia entre un suelo tipo 2 o 3 no es discontinua y muchas veces en el límite es discrecional”, indica Mujica (más información en artículo de Mecánica de Suelos). Además probablemente habrá que aumentar las solicitudes en el caso de suelos blandos.

3. Fallas en cargas axiales: Cuando un muro concentra abundante carga axial, es decir, esfuerzo vertical, en un terremoto queda más expuesto. “En la práctica, se deberá revisar la construcción de muros demasiado angostos (20 cm) en los primeros pisos”, dice Larraín.

LAS ENSEÑANZAS

A dos meses de ocurrido el terremoto, diferentes especialistas chilenos, acompañados por una gran cantidad de profesionales extranjeros, comienzan a sacar las primeras lecciones sobre lo ocurrido. A continuación, algunos de los temas que se analizan:

EN NORMATIVA:

1. Aceleraciones verticales: La NCh433 Of.96 no contempla la aceleración vertical, aludiendo solamente a precauciones respecto de voladizos y parapetos, dice Alfonso Larraín. En este mismo aspecto, el académico de la Universidad Católica y experto en sistemas de reducción de vibraciones Juan Carlos de la Llera, agrega: “Los valores de los espectros que se observaron, es decir, las fuerzas y los desplazamientos con los que se diseñan, son insuficientes para un rango de estructuras entre 1 y 3 segundos en edificios altos, lo que deberá ser contemplado en las nuevas normativas”.

2. Cargas axiales: La norma no especifica restricciones especiales para la compresión por cargas verticales que caen sobre los muros, dicen los especialistas. “En algunas ocasiones se construyen edificios de 20 pisos con muros de 20 cm en los primeros pisos. Con los nuevos antecedentes, será mejor tomar resguardo haciendo muros más anchos, de

manera que la carga axial por unidad de área del muro sea más chica”, explica Alfonso Larraín. “Hay normas como el eurocódigo que tiene restricciones sobre esa carga axial y esto es lo que se debería incorporar ahora en Chile”, complementa De la Llera.

3. Elementos secundarios: Para el académico de la Universidad de Chile, Mauricio Sarrazin, es fundamental que las normativas sean más específicas acerca de los elementos secundarios. “En la NCh433 Of.96 se abordan indirectamente los elementos secundarios al controlar las deformaciones, ya que se supone que con eso se evita el daño. Esto deberá ser perfeccionado ya que estos elementos son cada vez más importantes, llegando en algunos casos, a ser más costosos que las estructuras”, afirma el profesional. Y Alfonso Larraín aporta cifras, “Se ha observado que aproximadamente un 70% de los daños se ha dado en estos elementos no estructurales, quedando algunos edificios inoperativos por esta causa”. Las normativas entonces deberán contemplar un mayor control sobre éstos, por ejemplo asegurando que los planos de tabiquería sean visados por un ingeniero estructural, propone el especialista. En este mismo contexto, Rodolfo Saragoni pregunta: “¿Por qué el Metro siguió funcionando y el Aeropuerto de Santiago no?”. El mismo profesional responde: “Por las diferencias de criterios que se usaron. El aeropuerto fue diseñado para que la estructura protegiera vidas, en cambio el Metro fue pensado para que, además, tuviera una continuidad de funcionamiento y este último es el concepto que deberá empezar a prevalecer, sobre todo en los espacios importantes como escuelas y hospitales”.

4. Intensidad: Finalmente los especialistas señalan que sería importante que la normativa detallara qué es lo que se considera sismos de intensidad moderada, mediana y excepcionalmente severa. Marcial Baeza explica por qué la actual normativa no lo define: “No hemos sido capaces entre sismólogos e ingenieros de definir qué significa un sismo moderado o severo. Y esto deberá ser corregido con el objetivo de tener un mecanismo científico-técnico que precise este aspecto”. Consultado sobre esto, el director científico del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile, Sergio Barrientos, contesta lo siguiente: “Con los ingenieros tenemos muy buena relación y tomo el guante para que definamos esta vaguedad. De todas maneras no tenemos dudas de que éste fue un sismo excepcionalmente severo”, concluye.

ACCESIBILIDAD A LAS NORMAS

El Instituto Nacional de Normalización (INN) es el organismo técnico que tiene como principales líneas de trabajo, el estudio y elaboración de las normas chilenas (NCh). En materia de construcción, cuenta con más de 500 normas vigentes, las que pueden ser adquiridas a través de su sitio web, o consultadas directamente en el Instituto. Para que un profesional de construcción pueda acceder a las normativas sísmicas, entre otras, el INN, las comercializa a un promedio de \$14 mil, cada una. Toda norma técnica está protegida por la norma de propiedad intelectual. Por tal motivo, su adquisición debe ser realizada a través de los organismos de normalización facultados para ello, por ejemplo, ISO, IEC, INN, IRAM u otros. Paralelamente, se pueden consultar en la Biblioteca de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

FUTURAS NORMATIVAS

Antes de que ocurriera el terremoto del 27 de febrero, la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica preparó una actualización de la NCh433 Of.96. "La idea era sacarla durante el año 2010, pero con lo ocurrido, podría tomar más tiempo ya que se deben incorporar las experiencias surgidas y los nuevos conocimientos", dice Marcial Baeza, presidente de Achisina. Paralelo a esto, esta institución inició el estudio de una nueva norma sísmica a través de la adaptación en Chile de la norma estadounidense ASCE 7, que reemplazaría a la NCh433 Of.96, "además, formó un comité que prepara una norma sobre el uso de disipadores de energía en edificios", expresa Mauricio Sarrazin.

En otros ámbitos, el Instituto de la Construcción (IC) trabaja hace un par de años en la elaboración de normas chilenas oficiales que aportarán en este ámbito. Su primer fruto fue la NCh1508 Of.2008 sobre Geotecnia y estudios de mecánica de suelo, la que actualmente se encuentra en proceso de incorporación a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) de manera que su aplicación tenga carácter obligatorio. "Adicionalmente se preparó la Norma Geotecnia, Excavaciones, Entibaciones y socializados que actualmente se encuentra en la etapa de aprobación por parte del Consejo Nacional de Normalización y se trabaja en el anteproyecto de Norma Geotecnia: Empujes de Suelos Sísmicos y Estáticos", relata Carmen Abarca, secretaria ejecutiva del IC. Finalmente también está en anteproyecto una norma sobre las consideraciones que debe cumplir un proyecto de ingeniería para obras nuevas o para recuperación, reparación o modificación de obras existentes.

www.iconstruccion.cl

EN CÁLCULO ESTRUCTURAL:

1. Revisión técnica de estructuras: La Asociación de Ingenieros Estructurales estudia una propuesta para constituir una Revisión Técnica de Estructuras. "Existe una Inspección Técnica de Obras (ITO) con profesionales muy conocedores de construcción, coordinación, terminaciones, entre otros aspectos. Sin embargo, la mayoría de las veces no son especialistas en estructuras. En la práctica, que un proyecto tuviese un inspector estructural, significaría menos errores en obra", dice Larraín. Asimismo, los especialistas concuerdan en revisar y redefinir el rol de la ITO en la inspección de calidad de un proyecto.

2. Cambios en la especialización: Actualmente, el cálculo estructural lo pueden realizar ingenieros civiles y arquitectos. Sin embargo, los especialistas consideran que las ramas de la ingeniería son muy diversas, y no cualquier ingeniero posee las habilidades técnicas para realizarlo. "El desafío lo tienen las universidades, las que deberían entregar un título específico en Estructuras", dice Rodrigo Mujica.

3. Interpretación de variables: El computador es una herramienta informática clave. Pero, desde el punto de vista de la ingeniería, los profesionales jóvenes se confían en las variables que entrega un programa computacional, y cada vez interpretan menos los resultados físicos posibles, dicen los especialistas consultados. Estos datos debieran ser parámetros para el diseño estructural, pero el trabajo mental corresponde al ingeniero.

4. Volúmenes simples: De aplicarse más resguardos en el diseño sísmico en viviendas y edificios, claramente los costos subirían. Pero atención, no se trata de pensar "este terremoto fue 8,8° en la escala Richter y en vez de calcular para ese valor, calculamos para un terremoto de 8,9°", sentencia Alfonso Larraín. No es tan simple, ya que "no se trata de ponerle más acero a la estructura o de construir muros más gruesos, el camino es hacer diseños de estructuras más simples, que sepamos de antemano cómo se van a comportar", concluye. ■

1. Se exceptúan de la obligación de contar con proyecto de cálculo estructural, las edificaciones cuya superficie sea menor de 100 m², las obras menores y las edificaciones de las clases C, D, E y F, cuya carga de ocupación sea inferior a 20 personas, siempre que en la solicitud de permiso de edificación el propietario deje constancia que la obra se ejecutará conforme a las disposiciones del Capítulo 6 de este mismo Título", se lee en decreto 115, 6 de Mayo de 2002, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

ARTÍCULOS RELACIONADOS

Revista BIT, a lo largo de sus 17 años de trayectoria como publicación técnica, ha sumado valiosos artículos respecto a terremotos, diseño sísmico y normativa, contribuyendo para que los profesionales de la construcción estén informados de las últimas tendencias de la industria.

- "Construcción sismorresistente. Desarrollo en movimiento". Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág. 14.
- "Tocopilla. Levántate y anda". Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 20.
- "Obras tras el Terremoto de Valdivia. Operación Riñihue". Revista BIT N° 57, Noviembre de 2007, pág. 82.
- "Terremoto en Iquique. Lecciones en movimiento". Revista BIT N° 45, Noviembre de 2005, pág. 14.
- "Norma de Aislamiento Sísmico. Sismos bajo control". Revista BIT N° 36, Mayo de 2004, pág. 36.



Todo para la construcción

- Látex Constructora
- Látex Elastomérico
- Marmolinas y Marmolástico
- Sellante Acrílico
- Pastas de Muro
- Esmalte Sintético
- Esmalte al Agua
- Oleo Pinta Fácil



TAJAMAR



AISLACIÓN Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA

CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE

■ Tras el terremoto que afectó recientemente a nuestro país, se multiplica el interés por conocer más de sistemas especiales que disminuyen los efectos de los sismos en las estructuras. Entre ellos se encuentran los aisladores y los disipadores de energía. ■ La construcción sismorresistente dice presente.

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

El edificio Andalucía, corresponde a un proyecto experimental que cuenta con aisladores de goma.

AISLAMIENTO sísmico y disipación de energía, son dos conceptos que comenzaron a sonar con más frecuencia, luego de ocurrido el terremoto del 27 de febrero. A solicitud de los lectores, entregamos un completo resumen con lo mejor de BiT en esta materia y una interesante actualización con los principales expertos del país. Hay definiciones, características y ejemplos concretos.

AISLAMIENTO SÍSMICO

El principio fundamental del aislamiento sísmico consiste en un desplazamiento de la frecuencia fundamental de la estructura des-

de un valor alto, donde los sismos tienen gran contenido energético, a un valor bajo, donde carecen de energía. Así el aislador actúa como un filtro del movimiento sísmico horizontal, que no deja pasar la energía hacia la estructura que se encuentra sobre él. Existen numerosos dispositivos de los cuales los aisladores friccionales y elastoméricos con o sin núcleo de plomo son los más conocidos y utilizados. Ambos se instalan individualmente o junto a otros dispositivos como amortiguadores. A continuación mencionamos algunas de las edificaciones nacionales que cuentan con este sistema:

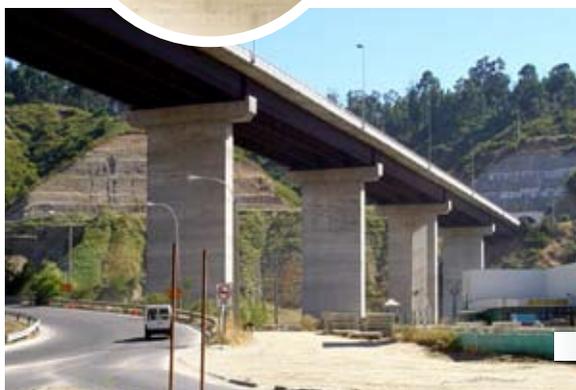
■ **Edificio Andalucía (1992):** El primer proyecto chileno aislado sísmicamente, fue el edificio de 4 pisos de la comunidad Andalu-





PUENTE MARGA MARGA

El Puente Marga Marga de Viña del Mar fue el primero con aislación sísmica en Chile. Además, es uno de los pocos casos (junto con el edificio Andalucía y la línea 5 del Metro) en que se cuenta con registros sísmicos del terremoto, que es la base para cualquier estudio. En este caso hay 24 sensores ubicados en diferentes puntos como en el suelo, las cepas, los estribos y el tablero, los cuales funcionaron durante el sismo entregando una información muy valiosa para los futuros cálculos estructurales.



GENTILEZA MAURICIO SARRAZIN

cia, ubicado en la comuna de Santiago. Éste cuenta con aisladores de goma de tipo cilíndrico de 30 cm de diámetro y con láminas de acero de 2 mm de espesor. La iniciativa corresponde a un proyecto experimental del Ministerio de Vivienda y la Universidad de Chile, que dispuso en el edificio, 4 equipos digitales SSA-2 para realizar estudios. Las mediciones también se captan en una edificación vecina sin aislamiento sísmico. "Tras el terremoto comparamos los registros del edificio aislado, tanto los del suelo en dirección transversal, vertical y longitudinal y los del techo en las mismas direcciones, con lo registrado en el edificio vecino (no aislado sísmicamente), observando que la magnitud de aceleraciones de este último aumentaron en 5 veces, lo que significa que el sistema funcionó tal como se había pensado", relata Mauricio Sarrazin, académico de la Universidad de Chile y promotor de esta iniciativa, quien agrega que, contrario a lo que ocurre habitualmente en los edificios, en la estructura aislada los registros horizontales del techo son menores que los del suelo.

■ **Otras iniciativas con aislación sísmica en Chile:** El equipo de trabajo de la Universidad Católica, liderado por el profesor Juan Carlos de la Llera, ha trabajado

en varios otros proyectos aislados sísmicamente como la Clínica San Carlos de Apoquindo (52 aisladores elastoméricos, 22 de ellos con núcleo de plomo); el edificio San Agustín de la Universidad Católica (53 aisladores); el Hospital Militar de La Reina (164 aisladores elastoméricos); el edificio prefabricado de la empresa VULCO S.A.; y dos edificios de consultas de la Asociación Chilena de Seguridad, uno en Santiago (con 23 aisladores elastoméricos y 9 friccionales) y otro en Viña del Mar. Entre otros proyectos aislados en el país se encuentran: los estanques del terminal de regasificación GNL Quintero (diseñados para resistir sismos de ocurrencia uno cada 2.470 años y equipados cada uno con 260 aisladores sísmicos pendulares con el fin de minimizar el oleaje al interior del estanque durante un sismo de gran intensidad. El montaje estuvo a cargo de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales). Se suman también el puente Amolanas (equipado con apoyos deslizantes y amortiguadores viscosos) y las líneas 4 y 5 del Metro de Santiago, sostenidas sobre apoyos elastoméricos para que los rieles, después de ocurrido un terremoto, queden alineados y continúe la operación a las pocas horas (el diseño sísmico fue realizado por CADE-IDEPE con la asesoría de S y S Ingenieros Consultores).

SISTEMAS DE DRENAJE



- ZANJAS DE INFILTRACIÓN
- POZOS ABSORBENTES
- ESTANQUES DE ACUMULACIÓN
- 90% DE POROSIDAD
- 38 ton/m² DE RESISTENCIA
- 300 m³ POR CAMIÓN
- DRENAJE SOBRE LOSAS DE HORMIGÓN
- REDUCCIÓN DE PATIOS DUROS
- PAVIMENTOS VERDES



www.sistemasgeotecnicos.cl

MUROS DE CONTENCIÓN



- MUROS TEM O MSE ANTISISMICOS
- SISTEMA PREFABRICADO
- NO UTILIZA ACERO
- TERMINACIÓN ESTÉTICA
- BLOQUES DE COLORES
- RAMPAS DE ACCESO
- ESTRIBOS DE PUENTES



www.sistemasgeotecnicos.cl - geoemin@emin.cl
Fono (56-2) 299 8001 - Fax (56-2) 206 6468

Vivienda ubicada en Chicureo y que posee aislación sísmica. Esta incluye aisladores sísmicos (1) y apoyos deslizantes (2).



1



2

■ **Muelle para contenedores del puerto de Coronel (2009):**

Ubicado en la VIII Región, a 30 km de Concepción, el muelle sur de Coronel fue diseñado por la empresa Sirve S.A. (PUC), quienes entregaron una solución sísmica innovadora para el diseño de un muelle para el atraque de buques porta-contenedores, que es resistida mediante pilotes verticales y pilotes inclinados aislados sísmicamente. Éstos últimos forman mesas sobre las cuales se disponen cuatro aisladores sísmicos. En total se instalaron 96 sobre 24 mesas independientes. Los aisladores de tipo elastoméricos con núcleo de plomo miden 70 cm de diámetro y 24 cm de altura. Para estos dispositivos se utilizaron 27 capas de goma de 6 mm y 25 láminas de acero de 3 milímetros. De visita en la zona, tras el terremoto del 27 de febrero, el académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Standford, Eduardo Miranda, comenta lo siguiente: "Observé y medí que en la parte aislada del muelle hubo un desplazamiento de 24 cm, lo que es bastante. Esto se produjo porque el muelle contiguo, que no está aislado sísmicamente, chocó

con éste. De todas formas, el muelle siguió funcionando", asegura el académico. Lo único que sucedió, dice Miranda, es que una de las grúas que estaba cargando un contenedor en el momento que ocurrió el terremoto, tuvo un problema con uno de sus cables. "En todos los sismos de esta magnitud las grúas de 80 ton se descarrilan y tienen problemas y un puerto que queda sin grúas deja de funcionar teniendo pérdidas millonarias. El muelle de Coronel es un caso llamativo para analizar, ya que es un proyecto que logró continuidad de operación con una solución única usando pilotes verticales en paralelo con aisladores", concluye el profesional.

■ **Vivienda aislada sísmicamente (2009):**

En el sector de Chicureo, la empresa Constructora Pilasi y Cía S.A. construyó una vivienda unifamiliar que cuenta con aislación sísmica. El proyecto estuvo a cargo de all* (Arquitectos Lagos y Luders), en conjunto con la empresa de ingeniería Sirve S.A. La losa de

la casa está apoyada en elementos tipo bielas y en dos aisladores sísmicos de 42 cm de diámetro y 24 cm de altura desarrollados por la empresa Vulco S.A. Sobre los apoyos se ejecuta la losa de hormigón armado, la que se montó en obra en base a elementos prefabricados de hormigón, vigas, nudos y losas. "Nuestra casa prototipo se comportó perfecto frente al sismo del 27 de febrero en una zona donde el terremoto causó varios daños en las viviendas", asegura a Revista BiT, Sebastián Luders, de la oficina de arquitectos all* y dueño de la vivienda.

El aislamiento sísmico cubre el rango de estructuras de baja a mediana altura (máximo 12 pisos) y una gama importante de estructuras civiles como puentes y muelles. Para estructuras de edificación, civiles o industriales más altas y preferentemente flexibles se utilizan los sistemas de disipación de energía.

DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Los disipadores apuntan a absorber por distintos medios la energía vibratoria introducida a la estructura por el movimiento sísmico. Hay distintas formas como la fluencia de metales, la fricción, la disipación viscosa y viscoelástica. En las estructuras, los disipadores son colocados entre dos puntos que sufren una deformación relativa, aprovechándola para realizar un trabajo mecánico. La disipación de energía en estos sistemas reduce la acumulación de la demanda sobre la estruc-



El muelle para contenedores del puerto de Coronel cuenta con 96 aisladores sísmicos.



GENTILEZA PROW ALDUNATE Y VÁSQUEZ



En el edificio Parque Araucano, dos amortiguadores de masa sintonizada, cuelgan de la estructura mediante tensores, cuyos períodos de oscilación se ajustan.

COMPARACIÓN

Tal como ocurrió en el edificio de la Comunidad Andalucía, hay dos casos adicionales donde se pudo observar y comparar el comportamiento de dos estructuras similares y cercanas, una de ellas aislada sísmicamente y la otra no. Se trata de la Clínica UC San Carlos de Apoquindo y el Hospital Militar. "En ambos casos, los edificios contiguos, que no estaban aislados, estructuralmente no tuvieron inconvenientes, sin embargo, tuvieron daños de contenidos mucho mayores que los sectores aislados sísmicamente", explica Juan Carlos de la Llera, académico de la Pontificia Universidad Católica de Chile, a cargo de los sistemas de aislación de ambos proyectos. En futuras ediciones se profundizará en este tema, al igual que en la aplicación de protección sísmica en edificios existentes.

tura debido a efectos de resonancia, protegiéndola del daño sísmico. A continuación, algunos casos concretos:

■ **Edificio Parque Araucano (2006):** El proyecto incorpora 2 amortiguadores de masa sintonizada (AMS o TMD en inglés) que consisten en un sistema pasivo de disipación de energía que funciona mediante una masa inercial conectada a la estructura en un punto determinado. Se denomina masa sintonizada, porque su frecuencia coincide con la fundamental del edificio. Con esta sintonía se consigue un efecto dinámico de reducción de las deformaciones relativas del edificio. Esto se

logra porque la masa se opone al movimiento del edificio y lo contrarresta parcialmente. Como son dos masas, ambas controlan otro fenómeno que es el de torsión. El edificio no solamente toma la vibración en una dirección sino que además se tuerce. Las dos masas se potencian y controlan dos tipos de movimientos: el de traslación y el de rotación respecto de un eje vertical. En el primero las dos funcionan sincrónicamente, y en el segundo actúan de forma opuesta, neutralizándose para reducir esta rotación. En el edificio Parque Araucano, las dos masas (ambas ubicadas en el piso 21), cuelgan de la estructura mediante

BIT 72 MAYO 2010 ■ 39

¡NUEVAS LINEAS!

¡Vea Innovación en Edifica 2010!

Stand 24-2 y 24-3

EcO₂O
NIBSA
ECOLÓGICO

ISO 9001



CALIDAD Y RESPALDO



Glit
TECNICISTAS AGUAS

Soluciones **TecnoAgua**

- Fabricación CE

Antincrustante Caldera-Calefón Equipo Ablandador Agua

viEGA

Sistema **ProPress**

- Fabricación Alemana
- 25 Años de uso en Europa
- Garantía 50 Años
- Ahorro de Tiempo
- Versatilidad
- Producto Seguro



SLOAN

Sistemas **Control Agua**

- Fabricación USA
- Fluxómetros wc y Urinario
- Garantía 10 Años
- Ahorro de Agua
- Producto Seguro

Tel.: 489 8100 - ventas@nibsa.com www.nibsa.com



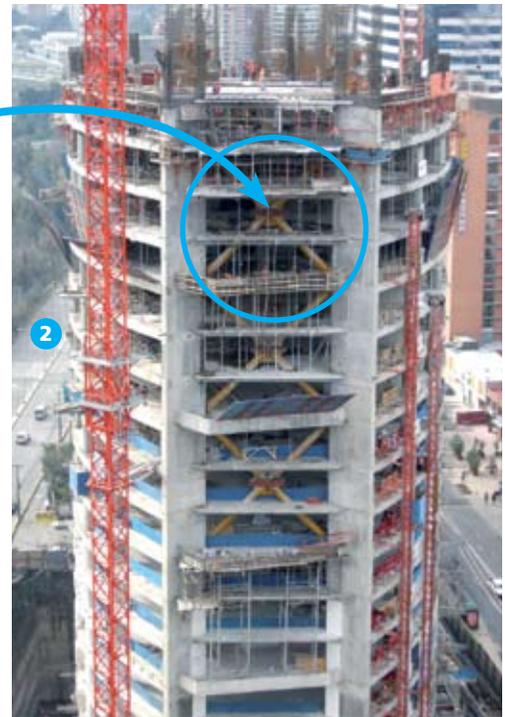
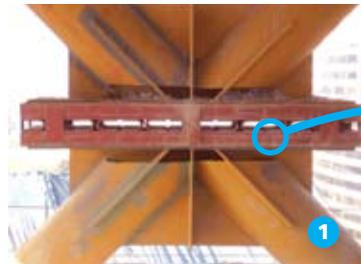
NORMATIVA

Desde el 2003 existe la Norma Chilena de Aislación Sísmica (NCh2750f.2003). Para la disipación de energía en tanto, la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica (Achisina), prepara un texto que cubrirá esta materia. “El capítulo sobre disipadores se ha ido modificando y simplificando y hoy tenemos listo el primer borrador”, explica Mauricio Sarrazin, académico de la Universidad de Chile y coordinador de esta iniciativa, quien agrega que estas normativas serán fundamentales para impulsar la protección sísmica, un tema que será cada vez más importante ya que evita que se afecten los contenidos y los elementos secundarios de las edificaciones.

1. Detalle de los disipadores de Titanium La Portada. Éstos se instalaron en el encuentro entre dos diagonales que abarcan 3 pisos de altura.

2. Etapa de construcción del edificio Titanium La Portada, rascacielos que cuenta con 25 disipadores de energía.

3. Estado actual de los dispositivos. Los especialistas aseguran que no es necesario cambiarlos tras el terremoto del 27 de febrero.



tensores, cuyos períodos de oscilación se ajustan. La iniciativa estuvo impulsada por las empresas Sirve S.A., VMB Ingeniería Estructural, la Constructora Ignacio Hurtado y la empresa Inmobiliaria Proyecta Desarrollo y Gestión. “Nuestra oficina está ubicada en este edificio, por lo que pudimos observar y comprobar que tras el terremoto, la masa sintonizada funcionó tal como estaba previsto que funcionara”, relata Juan Carlos de la Llera, académico de la Pontificia Universidad Católica de Chile y experto en modelamiento estructural y sistemas de reducción de vibraciones.

■ **Titanium La Portada (2009):** El rascacielos de 52 pisos y 194 m de altura incorpora en total 25 disipadores de energía. 13 de ellos están ubicados en el sector que da hacia el poniente y 12 disipadores en el eje oriente. Se instalaron individualmente en el encuentro entre dos diagonales que abarcan tres pisos de altura, conformando 7 módulos en la dirección del arriostre y 2 módulos en la dirección perpendicular. También se instaló una serie de disipadores en dirección longitudinal del edificio en el sector del núcleo, en la caja de elevadores. El objetivo de estos disipadores es reducir la demanda de deformación y esfuerzos, mediante el aumento del amortiguamiento estructural. Estos dispositivos

fueron desarrollados y ensayados en la Universidad Católica y propuestos por la empresa Sirve S.A, quienes trabajaron junto al ingeniero Alfonso Larraín, profesional a cargo del cálculo estructural de Titanium y quien asegura que tras el terremoto, el edificio se comportó de acuerdo a lo proyectado y respondiendo positivamente. “Titanium la Portada cuenta con un núcleo de muros importantes en toda la zona de los ascensores y la caja escala, lo que lo hace ser una estructura especialmente sólida. Además, el contar con amortiguadores sirvió para que las deformaciones fueran menores y por lo tanto los elementos secundarios no sufrieran daños”, explica Larraín.

Los especialistas aseguran que tras el terremoto y aunque todavía faltan algunas investigaciones, las edificaciones que cuentan con estos sistemas de protección sísmica se com-

portaron de acuerdo a los esperado. “En el caso de los aisladores sísmicos protegen las estructuras reduciendo su vibración lateral en valores del orden de 6 a 8 veces. Con disipadores, las reducciones varían típicamente entre un 30 y un 50%, reduciendo sustancialmente los incursiones inelásticas (daño) de la estructura”, explica Juan Carlos de la Llera. Para el ingeniero civil estructural, Rodrigo Mujica, este sismo impulsará con más fuerza una segunda generación de edificaciones. “Tenemos que ser capaces de construir edificios que eviten las incomodidades y los costos que significan los terremotos y para eso los sistemas de amortiguación y disipación constituyen una alternativa que se va a ir introduciendo y será de menor costo”. Se trata de una tendencia mundial, concuerdan los especialistas, que reforzada por los acontecimientos, se moverá y fuerte. ■

LE DAMOS BASE A TUS PROYECTOS

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

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



ANTOLIN CISTERNAS Y CIA S.A.

PRESENTES EN LA CONSTRUCCIÓN, ENERGÍA Y MINERÍA



SOSTENIMIENTO DE TALUDES



CAMIONES ALJIBE



EXCAVACIONES ABIERTAS EN ROCA



MINERÍA SUBTERRÁNEA

OBRAS

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

ARRIENDOS

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

CHILE Y AMERICA: POR UN FUTURO MEJOR

SEMANA DE LA CONSTRUCCION 2010



11 - 15 MAYO

- Asamblea General de Socios CChC
- Seminario Innovación y Desastres Naturales
- Seminario Innovación Competitiva
- Seminario Innovación Financiera
- Desayuno de Empresarios de la Construcción de América
- Ferias Edifica - Expo Hormigón ICH 2010
- Charlas y Demostraciones Técnicas
- 5to. Encuentro Construcción Universidad
- Cena de la Construcción de América
- Concierto de Conmemoración Bicentenario de Chile
FIIC - 50 años Construyendo América



www.semanadelaconstruccion.cl
Información e Inscripción: (02) 7146111 / cchc@publmail.com

Auspician





Soluciones y aspectos relevantes para una techumbre moderna

Una mirada de expertos

TEJAS DE CHENA: LÍDER EN SOLUCIONES DE CUBIERTAS

Tejas de Chena, empresa perteneciente al Grupo Pizarreño -líder en la industria de materiales de construcción- está dedicada a la fabricación y comercialización de tejas desde 1981, alcanzando un claro liderazgo en el mercado y un importante posicionamiento en las grandes empresas constructoras.

La fabricación de tejas de hormigón se rige bajo un estricto sistema de control de calidad, utilizando tecnología de última generación, un moderno sistema de control de procesos y una rigurosa selección de las mejores materias primas, asegurando así la más alta y homogénea calidad en sus productos (NCh 2010 y NCh 2040 1 y 2), haciendo de esta teja un elemento resistente, impermeable e incombustible. Conocidas también como las “tejas de chena”, éstas son elaboradas en tres distintos formatos: Colonial, Europa y Altiplana, abarcando una

amplia gama de diseños y tonalidades que las hace compatibles con los más diversos estilos arquitectónicos.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DE UNA CUBIERTA

Es importante considerar diversos aspectos al momento de estudiar y ver alternativas en la elección de la cubierta, es así como las techumbres son fundamentales en cualquier vivienda, ya que colaboran con la estructura, belleza y protección de la construcción, además, son relevantes en la seguridad y comodidad del hogar, lo que influye directamente en la calidad de vida de las personas.

Existen diversos aspectos tanto técnicos, físicos como estéticos al hacer la elección de una techumbre, tales como:

- Fácil Instalación
- Variedad de diseños y formatos
- Impermeabilidad
- Incombustibilidad
- Resistencia a la flexión
- Solución que ayude a una apropiada ventilación
- Baja conductividad térmica
- Alta aislación acústica

TEJAS DE HORMIGÓN: UNA EXCELENTE ALTERNATIVA PARA UN MEJOR CONFORT EN LA VIVIENDA

Con el objetivo de entregar al mercado una alternativa acorde a las necesidades de una techumbre moderna, se han realizado distintos ensayos respecto a la teja de hormigón en diversos laboratorios como IDIEM y DICTUC, alcanzando favorables resultados en dichas pruebas.

Los ensayos han arrojado que la teja de hormigón, en sus 3 formatos, es impermeable, de muy baja absorción de agua y de gran resistencia a la flexión (DICTUC. Certificado N° 450034, 457648 y 457649). Por otro lado, su fácil y rápida instalación en conjunto con su eficiente transmisión de cargas por toda la cobertura, hacen que esta solución sea altamente utilizada en la construcción.

El sistema de ensamblaje no es menor. Cumpliendo con la condición de amarre entre las costaneras y la teja de forma óptima, es un sistema práctico que a la vez permite la ventilación por el sector de las cumbreras, traslapos y tapan-

canes, generando que las masas de aire ingresen, circulen y salgan del entretecho con mayor fluidez y sin ningún tipo de inconveniente, evitando la hermeticidad de la vivienda.

Aspectos importantes como la baja conductividad térmica de la teja de hormigón (IDIEM. Certificado de Ensaye N° 166.349) hacen altamente atractiva a ésta como solución para una techumbre.

Por otra parte, la incombustibilidad de la teja es otra gran ventaja. Un estudio a cargo del IDIEM arrojó resultados positivos. La solución cumplió con su función estructural, no hubo emisión de gases inflamables y ésta se mantuvo estanca hasta el fin del ensayo. La temperatura máxima admisible de 200 °C en la cara no expuesta al fuego se produjo a los 28 minutos, en ese instante la temperatura promedio era de 112°C. La resistencia al fuego fue de 28 minutos obteniendo con esto la clasificación F15 a 2 minutos de obtener la clasificación F30. (IDIEM. Certificado de Ensaye N° 544.109 SHA 720 / RF / 2009)

Frente a este panorama, la teja de hormigón es una excelente solución para las techumbres, ya que logra hacer más agradable y segura la estancia en el interior de la vivienda, aportando al confort de las personas.



INSTRUMENTO DE CALIFICACIÓN SÍSMICA

PERFIL BIO-SÍSMICO DE EDIFICIOS



■ La Revista BiT publica nuevamente este artículo del prestigioso Ingeniero Civil Tomás Guendelman, cuya aparición original corresponde a la Edición N° 17 de marzo de 2000. Esta decisión se basa en que tras el terremoto ocurrido el 27 de febrero que afectó la zona centro – sur del país, actualmente destacados profesionales recomiendan utilizar los parámetros establecidos en este trabajo para preevaluar el riesgo sísmico en edificaciones.

■ Además, tras autorizar esta nueva publicación, Tomás Guendelman agregó interesantes antecedentes que entregan luces sobre las futuras investigaciones que se realizarán con motivo del reciente cataclismo que afectó al país. Un artículo de alto interés que refleja, una vez más, que el contenido de Revista BiT no pierde vigencia, convirtiéndose en la Revista de la Construcción absolutamente coleccionable.

A PARTIR de una muestra estadística de 585 edificios reales construidos en el país, se determinan valores y rangos confiables de 13 indicadores sísmicos que se sugiere emplear como referentes para calificar nuevos proyectos. La naturaleza de la muestra, que se observa en la figura N°1, permite evaluar edificios de hasta 40 pisos.

¿Por qué nace la necesidad de esta investigación? Simple, nace como consecuencia de los fenómenos atribuibles a los acelerados cambios tecnológicos de los últimos 30 años, que han tenido un importante efecto en los procedimientos de análisis y diseño de edificios de hormigón armado, observándose un significativo aumento en el uso de software estructural y sísmico en las oficinas de proyectos. Paradójicamente, este indiscutible avance se asocia a una pérdida de comprensión del comportamiento de la estructura resistente, debido a las dificultades de globalizar resultados a partir de deformaciones y tensiones calculadas en numerosas fibras, de múltiples secciones, para cada miembro de la estructura. Si a esto se suma el significativo volumen de información necesario para el empleo de tales procedimientos, será fácil comprender que existe un amplio margen para errores humanos, de difícil detección e indiscutible gravedad.

TOMÁS GUENDELMAN B.
MARIO GUENDELMAN
JORGE LINDENBERG
INGENIEROS CIVILES

En términos prácticos, se observa con temor cómo la experiencia acumulada pierde terreno frente a la destreza computacional. Una visión muy interesante. Michael Pregnoff, en entrevista concedida en 1996 a Stanley Scott, para la serie "Connections: The EERI Oral History Series", señala que "un ingeniero joven, sin experiencia, normalmente cree que mientras más complejo sea el modelo teórico que utilice, los resultados estarán más próximos a la verdad".

Tradicionalmente, el diseño sísmico de edificios es la consecuencia de un proceso interactivo que se inicia con un prediseño, continúa con un análisis normativo y concluye con la verificación del prediseño inicial. Pero no es todo. Resulta necesario tener presente que la responsabilidad del ingeniero estructural no está acotada al sólo cumplimiento de las disposiciones normativas, siendo necesario revisar el efecto de otros factores que pudieran ser críticos en el diseño. Sólo a modo de ejemplo, no pueden quedar ausentes del análisis las siguientes consideraciones especiales:

- Detección de mecanismos potenciales de falla (Vulnerabilidad Sísmica).
- Evaluación de las debilidades de la estructuración del edificio (Peligrosidad Estructural).
- Situaciones de exposición sísmica de la estructura durante el proceso de construcción.
- Grado de acoplamiento entre las direcciones de análisis.



FIGURA 1. CASOS DE ESTUDIO



■ Redundancia y requerimientos de ductilidad y direcciones sísmicas alternativas.

El estudio formal de alguno de estos factores pudiera requerir el empleo de modelos teóricos sofisticados, que incorporen capacidades no lineales y que exijan la realización de análisis de respuesta con registros de aceleraciones. Sin embargo, es posible que en numerosos casos sea factible calificar, y no sólo cuantificar, los resultados de un análisis, mediante el empleo de la experiencia acumulada y el buen criterio.

El análisis del Perfil Bio-Sísmico puede conducir, en forma simple, a detectar deficiencias de la estructura resistente y definir eventuales correcciones. También, puede recomendar estudios complementarios de mayor rigor analítico, pero limitando tales casos a aquellas situaciones que realmente sean necesarias. La elección de indicadores y los rangos considerados satisfactorios, podrán modificarse según la experiencia del ingeniero estructural que realiza el análisis y diseño de un edificio. Una aclaración importante. Se observa que algunos indicadores están relacionados entre sí, sin embargo no se han eliminado porque pueden detectar, con diferente sensibilidad, diversos problemas de estructuración.

1. INDICADORES DE RIGIDEZ

■ **Cuociente Altura Total/Período primer modo Traslacional:** Este índice, con di-

mensiones de velocidad, ha sido considerado como un mejor estimador de la rigidez del edificio en comparación con otras proposiciones de uso frecuente. La figura N° 2 ilustra la dependencia que se observa en la práctica chilena, entre la altura total H del edificio y el período del primer modo traslacional T , observándose una fuerte concentración de los valores en torno a una recta que pasa por el origen, de pendiente comprendida entre 50 y 60 m/seg. En términos generales, es posible señalar que valores de H/T entre 20 y 40 m/seg identifican los edificios flexibles; entre 40 y 70, los de rigidez normal; y sobre 70, hasta un máximo de 150, a los rígidos. Valores inferiores a 20 m/seg indican que la estructura es muy flexible y que, probablemente, presentará problemas de cumplimiento de las disposiciones de desplazamiento que fijan las normas de análisis y diseño sísmico. En el otro extremo, se considera que valores superiores a 150 m/seg corresponden a estructuras con excesiva rigidez lateral.

■ **Efecto P- Δ :** Se propone medir este efecto a través del cuociente entre el momento flector basal ($MP-\Delta$) generado por los productos acumulados de los pesos de cada piso por sus respectivos desplazamientos laterales, y el momento volcante basal (M_b) debido a la acción sísmica. Se estima que los valores para los que este efecto puede ser ignorado están comprendidos

 **Masonite®**
The Beautiful Door.®

¿Qué pasa cuando abres una puerta Masonite?



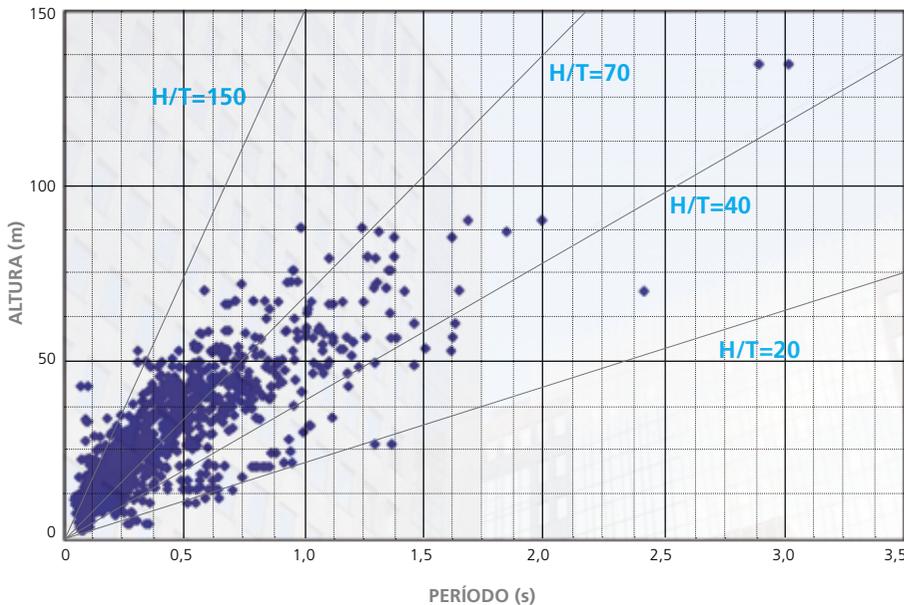
SERIES
ÁNGELES™

www.masonite.cl

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012
Planta: 56 (43) 404 400
e-mail: puertas@masonite.cl



FIGURA 2. PERÍODO FUNDAMENTAL



entre 0.00 y 0.05, rango ampliamente satisfecho por los edificios de la muestra.

■ **Desplazamiento del nivel superior:**

Este parámetro no está explícitamente restringido por la normativa sísmica vigente, sino indirectamente, en el párrafo 5.9, a través del control sobre los máximos desplazamientos relativos. La evaluación de este indicador, para la muestra estadística de este estudio, señala que, para edificios flexibles, sus valores se sitúan entre 1 y 2 por mil de la altura total H del edificio, y que para rigideces normales, (H/T del orden de 50 m/seg), se concentran en torno a 0.5 por mil, que se conjuga adecuadamente con el criterio de calificación de rigideces señalado anteriormente, haciendo recomendable que, para evitar rigideces excesivas, este parámetro no esté por debajo de 0.2 por mil.

■ **Máximos desplazamientos de entrepisos:** La limitación de desplazamientos de entrepiso constituye uno de los aspectos más importantes de la norma chilena NCh433. Of96, expresadas en el párrafo 5.9. El subpárrafo 5.9.2 limita los desplazamientos entre centros de gravedad a 2 por mil de la altura de entrepiso y el subpárrafo 5.9.3 limita el desplazamiento incremental, de cualquier punto en la planta del edificio con respecto al de los centros de masa, a 1 por mil de dicha altura. El análisis de los resultados para la muestra de este estudio permite sugerir, en forma similar a lo señalado para el desplazamiento del nivel superior, que para evitar ex-

cesiva rigidez, los desplazamientos de entrepiso, medidos en los centros de gravedad, no tengan valores inferiores a 0.2 por mil. Los desplazamientos adicionales en cualquier punto de la planta no están sujetos a esta restricción, debido a que dependen de los giros de las plantas en torno a un eje vertical, valores que, deseablemente, deben ser bajos.

2. INDICADORES DE ACOPLAMIENTO

Existe consenso en recomendar un razonable alejamiento entre los períodos vibratorios con predominio traslacional, en dos direcciones perpendiculares, y rotacional con respecto a un eje vertical. Numerosas investigaciones han demostrado que este fenómeno, muchas veces denominado sintonía modal, puede provocar fuertes amplificaciones dinámicas de la respuesta, comparadas con los efectos que originaría un análisis de tipo estático.

Una de las formas de controlarlo consiste en lograr estructuraciones que separen los modos fundamentales de manera tal que el cociente entre períodos fundamentales se aleje de la unidad, en alrededor de un 20%. La sola consignación del cociente de períodos es insuficiente para calificar el grado de acoplamiento que presenta un edificio, debiendo registrarse también los efectos que tal sintonía provoca. Desde el punto de vista del acoplamiento rotacional, se mide la relación entre la masa equivalente rotacional acoplada

y la excentricidad dinámica (momento torsor basal dividido por el esfuerzo de corte basal). La primera de estas variables se expresa como una fracción de la masa equivalente traslacional directa y la segunda como una fracción del radio de giro de la planta. Del mismo modo, para evaluar los efectos del acoplamiento traslacional, se registra la estadística del cociente de masas equivalentes traslacionales, acoplada y directa. Además, los efectos debidos al acoplamiento traslacional, también se presentan a través de las relaciones de esfuerzos de corte acoplados y directos y de los momentos volcantes acoplados y directos.

3. INDICADORES DE REDUNDANCIA ESTRUCTURAL Y DEMANDA DE DUCTILIDAD

■ **Número de elementos relevantes en la resistencia sísmica:** Este indicador se utiliza para medir la Redundancia Estructural, parámetro que permite calificar la capacidad de redistribución de esfuerzos de la estructura, particularmente importante en la medida que la sollicitación la lleva a incursionar en el rango no lineal. Tal situación puede producirse en el momento en que algunos miembros alcanzan sus límites elásticos y otros comienzan a tomar parte de la sollicitación, o aumentan su compromiso en la distribución global de esfuerzos. Las ventajas de la redundancia para proporcionar reservas de resistencia, principalmente en el caso sísmico, son reconocidas en toda la literatura y códigos sísmicos, principalmente las Normas ANSI de cargas y el informe ATC 3, que ha inspirado la filosofía de las principales normas sísmicas modernas. Recientemente, el informe ATC 19 ha recogido sendas proposiciones de Bertero y de Whittaker para incorporar el concepto de Factor de Redundancia, que debería emplearse para reducir el Factor de Modificación de Respuesta, penalizando a las estructuras con menos de 4 líneas resistentes verticales.

■ **Factor de Reducción Espectral Efectivo (R**):** La resistencia a la acción sísmica que se suministra a una estructura puede hacer que ésta se aleje de un comportamiento elástico, lo que sólo puede analizarse mediante un procedimiento de respuesta en el tiempo aplicado a un modelo no-lineal. La dificultad analítica que impone un análisis de esta naturaleza ha originado el desarrollo, de aceptación mundial, del concepto de Factor de Modificación de Respuesta, "R", que se asocia a la determinación de un factor de reducción de la acción sísmica, con el objeto de

RESUMEN PRÁCTICO

EL PERFIL BÍO-SÍSMICO consiste en una metodología de calificación sísmica de edificios de hormigón armado a través de la evaluación de Indicadores, que se comparan con valores considerados satisfactorios.

ESTE SISTEMA PERMITE detectar deficiencias de la estructura resistente y definir eventuales correcciones. Además, puede recomendar estudios complementarios de mayor rigor analítico, en aquellos casos que realmente son necesarios.

* La investigación, nacida en 1997, surge porque el avance en software estructural y sísmico en las oficinas de proyectos, se asocia a una pérdida de comprensión del comportamiento de la estructura resistente en globalidad.

AL PUNTO ANTERIOR, se suma el significativo aumento del volumen de información necesario para el empleo de estas tecnologías. En conclusión se genera un amplio margen para errores humanos.

LA RESPONSABILIDAD del ingeniero estructural no está acotada al sólo cumplimiento de las disposiciones normativas, debe revisar el efecto de otros factores críticos como:

■ Detección de mecanismos potenciales de falla (Vulnerabilidad Sísmica).

■ Evaluación de las debilidades de la estructuración del edificio (Peligrosidad Estructural).

■ Situaciones de exposición sísmica de la estructura durante el proceso de construcción.

■ Grado de acoplamiento entre las direcciones de análisis.

LA MUESTRA ESTADÍSTICA de esta investigación se basa en 585 edificios reales construidos en el país, se determinaron valores y rangos confiables de 13 indicadores sísmicos que se sugiere emplear como referentes para calificar nuevos proyectos. Estos indicadores se agrupan en tres categorías: de Rigidez, de Acoplamiento y de Redundancia Estructural y Demanda de Ductilidad, cubriendo así los diferentes aspectos considerados relevantes para una adecuada apreciación de las bondades y defectos de una estructura.

generar un sismo de diseño, susceptible de analizar mediante el empleo de un modelo lineal. ATC 19 recomienda que R sea igual al producto de tres componentes: Rm (Factor de Ductilidad), Rs (Factor de Resistencia) y Rr (Factor de Redundancia).

Los valores de diseño que establece la norma chilena, se deben obtener de un análisis sísmico dinámico, con un espectro elástico reducido por el factor R*, función del Factor de Modificación de Respuesta y del período de mayor masa traslacional equivalente, en la dirección de análisis. Estos resultados deben posteriormente modificarse, amplificándolos si el corte basal resultara inferior al corte basal mínimo, o reduciéndolos, si fuese superior al corte basal máximo, lo que permite definir un Factor de Reducción Espectral Efectivo R**. Los valores estadísticos de este indicador muestran que, en general, R** está por debajo de 7, con una alta concentración en torno a 4. Se sugiere que, para valores de R** comprendidos entre 3 y 7, se complemente el análisis de norma con procedimientos no lineales aproxima-

mados tipo "push-over" y que para valores superiores a 7, sea imprescindible utilizar técnicas más refinadas.

APLICACIÓN DEL MODELO

Previo a la publicación de este trabajo, los autores efectuaron una marcha blanca del procedimiento en aproximadamente 500 edificios, que permitió calibrar valores y rangos normales de los indicadores sísmicos, en conformidad con la práctica chilena. Posteriormente a la publicación, el procedimiento ha sido empleado permanentemente, con útiles resultados. Con el fin de ilustrar la forma de aplicación del procedimiento, se presenta la planilla de la figura adjunta, que ilustra el caso de un edificio de 17 pisos. En ella se consignan los valores numéricos de los 13 indicadores sísmicos, para acciones independientes en dos direcciones (denominadas x e y), y en forma gráfica, sobre una matriz preimpresa de rangos aceptables. Este edificio cumple con las disposiciones normativas, pero exhibe un inconveniente nivel de acoplamiento entre la torsión y la traslación se-



MAPEO DE HORMIGON

Sistema CX11 de imagenes radar



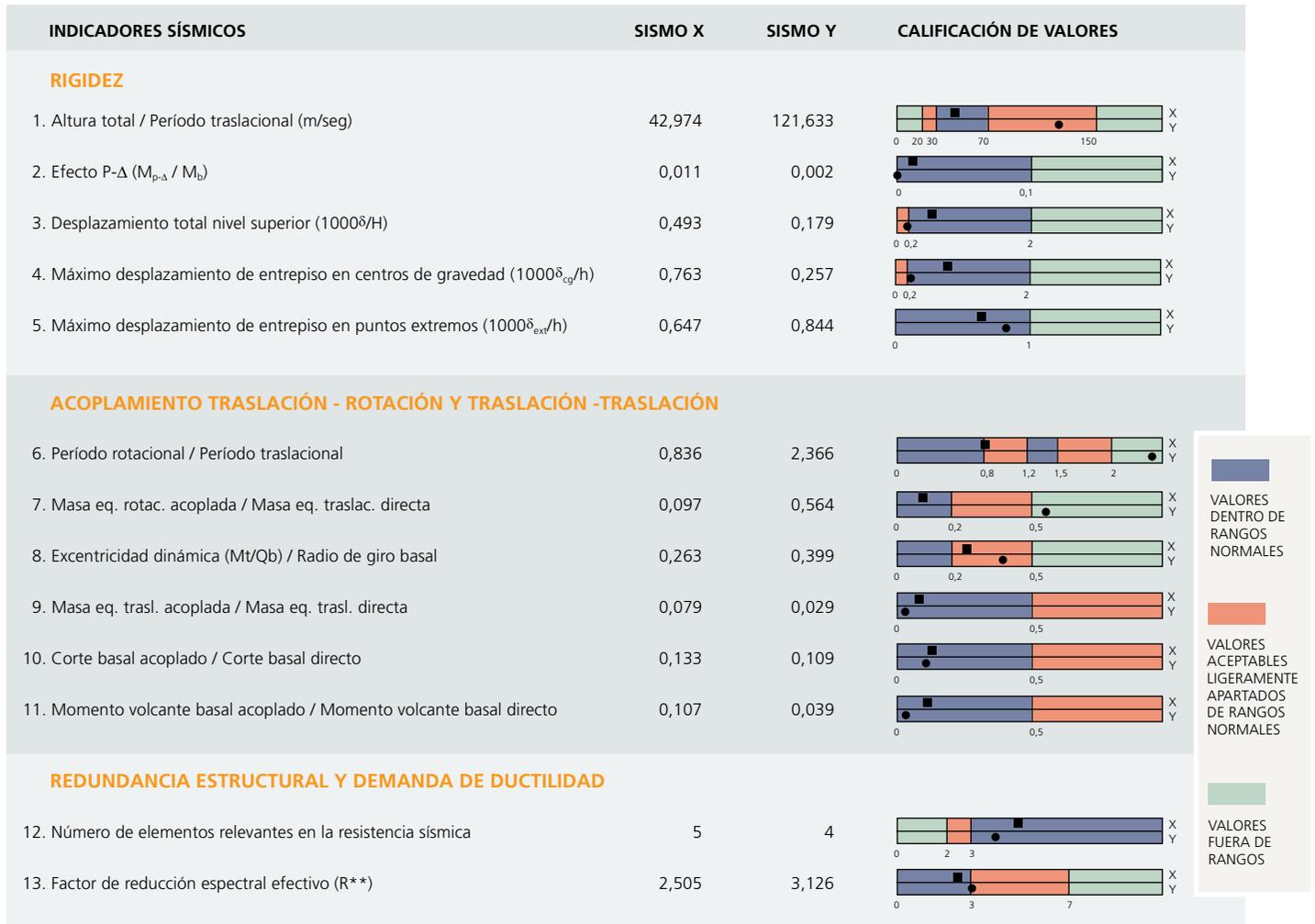
Aplicaciones:

- Paredes
- Suelos
- Columnas
- Balcones



Cerrito 228 Piso 3 Oficina "A" (C1010FF)
Ciudad Autonoma de Buenos Aires - Argentina
(+54)(11) 4382-8745 / (+54)(11) 4382-0456
www.rade.com.ar - info@rade.com.ar

FIGURA 3. PERFIL BIO-SÍSMICO: EDIFICIO 17 PISOS



gún “y”, cuya corrección es factible si la detección es oportuna.

TERREMOTO CHILE 2010

El satisfactorio comportamiento que experimentaron los edificios chilenos en el sismo de marzo de 1985, motivó una investigación orientada a la búsqueda de aquellos factores, cualitativos y cuantitativos, que rescataran las bondades de las tan elogiadas características del “Edificio Chileno”. Este calificativo fue dado por autoridades internacionales que mostraron sorpresa al observar la mínima cuantía de daños y pérdidas de vida en los eventos sísmicos ocurridos en el país. A partir de ello, utilizando la base de datos disponibles a la fecha, nació el procedimiento “Perfil Bio-Sísmico de Edificios”, presentado en 1997.

En la última década, este procedimiento ha logrado afianzarse y transformarse en un eficiente y confiable instrumento de calificación estructural, porque a través de sus diversos

indicadores detecta oportunamente errores o debilidades poco transparentes en el diseño de edificios. Consecuentemente, con el significativo incremento experimentado en el parque inmobiliario en estos años, la base de datos ha crecido enormemente, con la construcción de numerosos edificios que superan las alturas existentes hasta 1997, en general limitadas a 30 pisos.

Uno de los aspectos que ya se ha cubierto será presentado en el X Congreso Chileno de Sismología Ingeniería Antisísmica (antes denominadas “Jornadas”) con el título “Perfil Bio-Sísmico de Rascacielos”, perteneciente a los mismos autores más la incorporación del ingeniero Ricardo Henoch. En este trabajo se realiza una evaluación de indicadores de seis edificios de gran altura: dos grandes rascacielos emplazados en China (Torre Jin Mao, de 88 pisos, Shanghai, y Central Plaza, de 78 pisos, Hong Kong), uno en Taiwán (Taipéi 101, de 101 pisos, Taipéi), uno en Malasia (Torres

Petronas, de 88 pisos, en Kuala Lumpur), y dos proyectos en Santiago, Costanera Center de 70 pisos y edificio Titanium de 52 pisos. La conclusión más importante de este trabajo la constituye la confirmación de la validez de los indicadores propuestos en el estudio original, para los mismos rangos que, en su ocasión se pensó que sólo tenían confiabilidad comprobada para alturas menores.

Para el futuro inmediato se pretende realizar una tercera fase de esta serie de investigaciones, mediante la aplicación del procedimiento de calificación a edificios que permanecieron sanos o que sufrieron daños, a raíz del sismo del 27 de febrero de 2010. ■

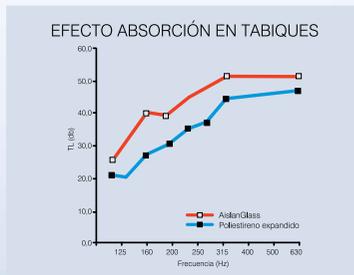
(*) El artículo constituye un extracto del trabajo “Perfil bio-sísmico de edificios”, perteneciente a los ingenieros civiles Tomás Guendelman, Mario Guendelman y Jorge Lindenberg. El documento completo se publicó en Memorias de las VII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica y Primer Congreso Iberoamericano de Ingeniería Sísmica, celebrado en la ciudad de La Serena en noviembre 1997.

NUEVO SERVICIO ACÚSTICO VOLCÁN®: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ELEGIR DÓNDE Y QUÉ ESCUCHAR.



Volcán® expertos en soluciones constructivas, anuncia la creación de su nueva Área Acústica, ofreciendo el Servicio de Asesorías y Soporte Acústico. Contamos con avanzados Equipos y Software de Medición que sumados a nuestros experimentados profesionales e innovadores productos, le facilitará la creación de espacios acústicamente optimizados.

Cualquiera sea la etapa en que se encuentre su proyecto, contáctenos.



Consulte por nuestros productos y soluciones específicas para el acondicionamiento acústico de viviendas, oficinas, hoteles, cines, instalaciones industriales, edificios educacionales y todo tipo de proyectos:

- AislánGlass® Panel Losa
- AislánGlass® Rollo
- AislánGlass® Caños Premoldeados
- AislánGlass® DuctoPanel
- Aislán® AislánRoll
- Aislán® Caños Premoldeados
- Sonoglass® Panel
- SonoGlass® Cine
- SonoGlass® Baffles
- SonoGlass® Cielo Blanco
- SonoGlass® Banda Acústica
- Cielos Modulares CieloGlass®
- Cielos Modulares Casoprano®
- Cielos Modulares Cenit®

Para mayor información sobre
nuestros servicios y soluciones acústicas,
escribanos a: serviciosacusticos@volcan.cl

o visite:
www.volcan.cl/acustica

ÁREA ACÚSTICA

 **VOLCAN®**
Experto en Soluciones Constructivas

BASF Construction Chemicals

Sistema de Refuerzo Estructural MBrace®

El pasado terremoto que afectó la zona central de nuestro país nos ha obligado a estar a la altura de las necesidades de reparación y refuerzo estructural de las obras dañadas.

BASF Construction Chemicals, provee el sistema compuesto de Refuerzo Estructural MBrace®, un sistema de refuerzo FRP (polímero reforzado con fibras) de adhesión externa que ha sido desarrollado para reforzar estructuras de hormigón y mampostería ya existentes. Calidad idónea para responder a las necesidades que dejó la catástrofe que afectara al país el 27 de febrero.

La línea de refuerzo estructural MBrace® incluye, entre otros:

- Sistemas base fibra de carbono de grado aeroespacial en formato de láminas flexibles: Mbrace® CF 130 y 160
- Sistemas base fibra de carbono de grado aeroespacial en formato de laminados MBrace® S&P laminates y de barras de aplicación externa MBar®
- Sistemas base fibra de vidrio EG 900

Todos los productos de la línea MBrace® están diseñados para incrementar la resistencia y el desempeño de los elementos estructurales de puentes, edificios, silos, túneles, y otras estructuras que requieran refuerzo por reparaciones, aumento de solicitaciones por cambio de uso, adaptación a nuevos códigos de edificación y otros contextos.

En cuanto al método de aplicación, los sistemas MBrace® se instalan adheridos externamente a la superficie mediante resinas poliméricas especiales. Los sistemas MBrace® destacan por ser extremadamente livianos, 600 g/m² aproximadamente, y por lo mismo, de instalación rápida y simple. Por otro lado, no alteran la apariencia y pueden usarse para refuerzo de estructuras de formas complejas o de acceso limitado.

LAS APLICACIONES

Mejora de las capacidades de soporte de carga de estructuras de hormigón

- Aumento de la resistencia a flexión y corte de vigas, losas y



muros de hormigón

- Aumento de la capacidad de silos, tuberías y túneles de hormigón

Reestablecimiento de la capacidad de estructuras de hormigón deterioradas

- Reemplazo del acero de refuerzo corroído
- Reemplazo de tendones postensados dañados
- Confinamiento de reparaciones de hormigón

Corrección de errores de diseño o de construcción

- Reemplazo de aceros de refuerzo faltantes

Reforzamiento para protección antisísmica

- Mejora de la resistencia y ductilidad de las columnas de hormigón
- Confinamiento y resistencia adicionales a las conexiones de hormigón
- Reducción de riesgos de fallas a cortante frágiles de vigas y muros de hormigón

APLICACIONES EN CHILE

Existen una variada gama de aplicaciones en obras de infraestructura, puentes, silos, edificios comerciales, institucionales y de vivienda, así como estadios y estructuras en áreas mineras. Consulte con nuestros especialistas.

CONTACTO:

veronica.latorre@basf.com

Fono: (56 2) 799 43 00

www.southamerica.basf-cc.com

*BASF Construction Chemicals es una empresa que forma parte del grupo BASF que provee soluciones a la industria de la construcción en áreas de aditivos, pisos industriales, impermeabilización, fachadas EIFS, construcción subterránea y sistemas de reparación y refuerzo estructural. Somos reconocidos por nuestra experiencia, soporte técnico y por la responsabilidad de nuestras soluciones.

Aislapol S.A.

Aportando calidad de vida

**aisla[®]
pol**

■ BASF Group

Una de las mayores expectativas de la familia es el logro de la vivienda propia, o de un refugio adecuado en épocas de emergencia, junto con ello lograr un clima hogareño que implique el disfrute del 100% de la propiedad. Sin embargo, es notorio ver que principalmente en el período de invierno la familia se ve segregada a la utilización de solo parte de la vivienda, o que la solución construida no contribuya a la preservación de las condiciones mínimas de habitabilidad, esto debido, entre otras cosas, a la nula o baja calidad de la aislación térmica.

La carencia de una adecuada aislación térmica propicia el aumento de enfermedades invernales, el crecimiento del gasto en calefacción y el desarrollo de patologías en la vivienda, tales como, condensación, humedad y hongos, para minimizar estos riesgos Aislapol ofrece productos diferenciados, capaces de configurar soluciones constructivas consolidadas, de alto desempeño térmico y aporte estético.

El Aislapol, es un material orgánico, rígido, liviano, fácil de aplicar, transportar e instalar. Puede ser aplicado tanto en superficies absorbentes como en las que no lo son y es posible trabajarlo mecánicamente (puede ser aserrado, cortado, perforado, cepillado, lijado, elastificado, atornillado, adherido, entre otros). Esta versatilidad permite resolver múltiples singularidades en construcción.

Además de estas características, se puede señalar que el Aislapol es estable dimensionalmente, prácticamente impermeable y también dimensionable métricamente en los espesores y medidas según el requerimiento, y tanto o más importante es que mantiene su capacidad de aislamiento térmico en el tiempo.



APLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN

- Aislamiento térmico de diversos elementos constructivos (envolvente, complejos de techumbre, muros y pisos)
- Aislación para losas radiantes
- Hormigones y rellenos livianos
- Aislación acústica de ruidos de impacto en estructuras de entrepiso (pisos flotantes sobre EPS elastificado).
- Absorción de vibraciones
- Paneles prefabricados diversos para su uso en viviendas y en la industria frigorífica u otro.
- Piezas y moldes para materializar formas y complementar obras de moldaje.
- Complemento de materiales para alivianar estructuras, como por ejemplo, bovedillas, encofrados perdidos y otros.
- En aplicaciones geotécnicas, soporte de carreteras y conformación de terraplenes livianos para la reducción de asentamientos y tensiones de empuje en los estribos de puentes, viaductos y obras afines.

VENTAJAS

Los productos Aislapol prácticamente no absorben humedad, calificando para ser utilizados en regiones y en recintos con altos porcentajes de ésta.

EQUIVALENCIAS DE RESISTENCIA TÉRMICA

5 cm de Aislapol (10 kg/m³) equivalen térmicamente a:

15 cm	Papel
16 cm	Madera pino seco
28 cm	Yeso cartón
40 cm	Hormigón celular
53 cm	Ladrillo máquina
58 cm	Ladrillo fiscal
140 cm	Vidrio plano
190 cm	Hormigón
271 cm	Rocas porosas
407 cm	Rocas compactas

Datos de cálculo con acuerdo a NCh 853

Son dimensionalmente estables, es decir, no pierden espesor frente a sollicitaciones mecánicas producidas durante el transporte, la instalación o la mantención.

Son versátiles, lo cual posibilita resolver múltiples singularidades propias de la construcción.

Poseen gran resistencia físico mecánica, lo que posibilita utilizarlos como relleno estructural en obras civiles u otras aplicaciones similares.

CONTACTO

Ivan.alarcon@basf.com
Fono: (56 2) 6407070
www.aislapol.cl



MUROS CORTINA PRUEBA DE SEGURIDAD



■ En la mira por su riesgo latente ante un sismo severo, según los expertos entrevistados por Revista BiT los muros cortina pasaron la dura prueba impuesta por el terremoto del 27 de febrero de 8,8 ° en la escala Richter.

■ La receta: la ingeniería y exigentes pruebas de laboratorio a que son sometidos en determinados casos. Una prueba de seguridad.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

S I HABLAMOS DE GRANDES cataclismos de la humanidad, Chile se encuentra en los primeros lugares. Esta realidad llevó a preguntarse por años cómo se comportarían los muros cortina, que revisten las fachadas del 70% de los edificios de la capital, ante un terremoto como el del 27 de febrero. La primera conclusión: "Pasaron la prueba", coinciden los expertos.

Definidos como "una fachada integral liviana consistente en una estructura metálica portante en la que se insertan paños vidriados o paneles opacos que, conjuntamente, logran cerrar exteriormente un edificio" (*), los muros cortina se han extendido en el país, constituyéndose en un elemento con presencia casi obligada en edificios de oficinas, comerciales, industriales e institucionales. Antes del terremoto, la interrogante se centraba en la posibilidad que enormes trozos de vidrio salieran despedidos de los vanos precipitándose a la calle. No fue así. "Se comportaron bien, en general no hubo desprendimiento de los cristales ni grandes roturas de vidrios, salvo en ciertos casos de Ciudad Empresarial, donde hubo daños no atribuibles al muro cortina", comenta Guillermo Silva, gerente gene-

ral de la Asociación Gremial Chilena del Vidrio y del Aluminio (ACHIVAL).

¿La explicación? "Se logró comprobar con este terremoto que los muros cortina tienen una base alta de ingeniería. El buen comportamiento, por ejemplo en el sector de Nueva Las Condes, se relaciona directamente con los análisis previos en laboratorio y ensayos certificados en probetas a tamaño real", indica Luis Corvalán, arquitecto de LCV Arquitectura. Una prueba de seguridad en las alturas.

ALTA INGENIERÍA

Se debe tener en cuenta que para un óptimo comportamiento del muro cortina, uno de los principales aspectos a considerar es el desarrollo de la ingeniería. Es decir, total coordinación con la ingeniería estructural del edificio para considerar las elasticidades y la deformación esperada.

El primer efecto a que son sometidos los muros cortina en el desarrollo de su ingeniería son los esfuerzos de deformación propia del edificio en que se instala, y naturalmente a los esfuerzos dinámicos en una sollicitación sísmica la cual incluye aceleraciones en todos los planos de su estructura. Esto se traduce en que de alguna forma se toma el vidrio y el sistema completo diseñado, se hace vibrar,



provocando una sollicitación muy menor en todo caso, en comparación con el cálculo de viento. Por ejemplo, un sismo produce aceleraciones verticales del orden de 0,3 g y 0,2 g (aceleración de gravedad) en los pisos superiores. Un módulo de muro cortina estándar pesa alrededor de 150 kg. Esto significa que, durante un sismo, la fuerza a la que será sometido variará entre 30 y 45 kg (más información en artículo de Normativa y Cálculo Estructural, Especial Terremoto Chile 2010).

Sin embargo, el muro cortina por efecto de viento se calcula para presiones de acuerdo a la norma, dependiendo de la altura del edificio, ubicación y diseño, y en ciertas zonas que tienen consideraciones especiales como las esquinas. Por ello, “los valores de presiones para los cuales se diseña el muro cortina por viento en Santiago son superiores a 100 kilos por m cuadrado. Esto significa que para que el edificio alcance esas aceleraciones debiera tener más de 2 g, y probablemente con 0,5 g, superiores a la sollicitación de la estructura primaria al que se ancla con lo que se puede concluir que la falla podría ser de la estructura del edificio antes que la del muro cortina. Por ello, la condición de diseño para la resistencia del vidrio está calculada con exceso para efectos del sismo, por el alto estándar exigido para soportar el viento”, comenta Luis Corvalán.

El segundo efecto del sismo resulta más complejo porque se relaciona con la deformación propia del edificio. Si la fuerza actúa en el plano perpendicular al vidrio, éste se comporta de manera muy flexible y puede deformarse bastante sin dañarse. Sin embargo, cuando la fuerza actúa en el plano del vidrio, deben existir mecanismos que no transmitan cargas al vidrio, como adherencias mediante sistemas con silicona o dejando holguras, como en el



ENSAYO A ESCALA REAL DE UN MÓDULO DE MURO CORTINA DEL EDIFICIO PARQUE ARAUCANO

Para la simulación del sismo de diseño se seleccionó el terremoto del 3 de marzo de 1985 en la zona central (al que se asignó el coeficiente 1.0). Luego se ensayó con movimientos amplificados por un factor 1.2, correspondientes al sismo de Valdivia del 22 de mayo de 1960, al que se llamó "sismo máximo creíble".



GENTILEZA LCV ARQUITECTURA

caso de los sistemas encapsulados. De lo contrario, se corre el riesgo de que el cristal tome carga y se quiebre, ya que no es capaz de resistir el movimiento del edificio, equivalente a miles de toneladas. "Se trata de evitar en el muro cortina, que cuando el edificio se deforma en el plano del vidrio, el cristal no esté sometido a estas tensiones, no lo arrastre, sino que cuente con las debidas dilataciones y elementos que absorban esas deformaciones", comenta Corvalán.

Y dependiendo del diseño, toda tipología los considera. Por ejemplo, la silicona estructural. "El cordón de silicona se calcula para la deformación máxima que presente el edificio. Normalmente en las siliconas los coeficientes de

seguridad son enormes. Es decir, si un vidrio es soportado con silicona estructural y el edificio se deformara más veces de lo previsto, tampoco se rompería ni cortaría el cinturón de silicona", comenta Fernando Varela, del área comercial de Accura Systems Chile. Entonces, la estructura se deforma y el vidrio permanece en posición. En el caso que sean sistemas con perfiles de aluminio, se diseñan para que éste pueda absorber las deformaciones del aluminio sin transmitir carga al vidrio. De esta manera, el vidrio se desliza dentro del aluminio, evitando su contacto con elementos metálicos durante la deformación en el sis-

OTROS COMPONENTES

Si bien quedó demostrado que los muros cortina pasaron la prueba frente al sismo, no obstante otros componentes que son parte de las edificaciones no tuvieron resultados similares. Los especialistas concuerdan en que a futuro se debieran tomar los resguardos necesarios, realizando, por ejemplo, ensayos a escala real del comportamiento sísmico de elementos como cielos falsos, ascensores, boilers, sistemas de climatización, entre otros. Asimismo, revisar el comportamiento de las puertas, ya que estas se trancan por deformaciones de las estructuras. En próximas ediciones se investigará el comportamiento y las recomendaciones prácticas de estos y otros componentes.



mo.

Hay que hacer un trabajo riguroso. "Si se coloca demasiado ajustado y el marco se deforma, el vidrio chocará contra la estructura y finalmente se quebrará. En general, los vidrios quebrados que hemos visto se deben a que los marcos se deformaron más allá de la norma, o bien no contaban con las dilataciones necesarias. Y esto ocurre porque no siempre se aplican criterios de ingeniería y diseño para cada sistema", acota Varela.

ANÁLISIS Y COMPORTAMIENTO

Resulta interesante profundizar en dos edificios ubicados en Nueva Las Condes y Vitacura, cuyos muros cortinas tuvieron un correcto comportamiento según los expertos.

■ **Parque Araucano:** El muro cortina del edificio Parque Araucano impuso un alto nivel de exigencia en el diseño, y obligó a desarrollar innovaciones. Para hacer frente a este requerimiento, la empresa TTA efectuó un análisis de los estudios de sismos en el mundo y sus consecuencias en muros cortina. Se focalizó esta investigación en Japón y California, donde se han producido fuertes movimientos telúricos. Con el objetivo de probar y conocer el comportamiento real del muro cortina y los cristales en una construcción, cuando éste se somete a aceleraciones y deformaciones tridimensionales producto de un terremoto, se decidió ejecutar por primera vez en Chile un ensayo sísmico dinámico en un muro cortina a escala real, patrocinado por el mandante de la obra, Proyecto Gestión. Para lograrlo, se construyó una estructura de acero que simula fielmente los bordes de la obra gruesa y sobre esta estructura se instalaron 4 módulos pertenecientes a la esquina más solicitada del edificio, de 60° del vértice norponiente. En el laboratorio de DICTUC se instaló este modelo en el equipo de simulación, una mesa vibradora MOOG de 6 grados de libertad. Este simulador, proveería los movimientos a la estructura de la que colgaba el muro cortina. Para la simulación del sismo de diseño se seleccionó el

mo. Hay que hacer un trabajo riguroso. "Si se coloca demasiado ajustado y el marco se deforma, el vidrio chocará contra la estructura y finalmente se quebrará. En general, los vidrios quebrados que hemos visto se deben a que los marcos se deformaron más allá de la norma, o bien no contaban con las dilataciones necesarias. Y esto ocurre porque no siempre se aplican criterios de ingeniería y diseño para cada sistema", acota Varela.

MURO CORTINA EN EDIFICIO TITANIUM

Se descargan los módulos mediante una ventosa eléctrica. Una vez listas las fijaciones, se procede a izar el módulo.



A diferencia de los muros cortina con marco o vidrio pegado, la técnica "Spider" comprende una serie de fijaciones denominadas "arañas". En el edificio que aparece en la foto se muestra que este sistema resultó sin daños tras el terremoto.

terremoto del 3 de marzo de 1985 en la zona central (al que se asignó el coeficiente 1.0). Los movimientos de losas asociados corresponden a 12,5 mm y 33,7 mm en las direcciones X e Y. Luego se ensayó con movimientos amplificados por un factor 1.2, correspondientes al sismo de Valdivia del 22 de mayo de 1960, al que se llamó "sismo máximo creíble".

El resultado fue positivo. Se cumplió con lo esperado en la etapa de diseño, no se registraron roturas de cristales ni deformaciones permanentes de los elementos metálicos, aún con el factor de amplificación de 1,5 veces el sismo de diseño exigido, y también con el factor 3.0

de amplificación (equivalente a cerca de 100 mm de desplazamiento entre losas en la dirección Y). "Tras el terremoto del 27 de febrero, hubo un saldo positivo porque no se quebró ningún vidrio de los muros cortina, ni tampoco hubo deformaciones en los elementos de aluminio", comenta Corvalán.

■ **Titanium La Portada:** El rascacielos chileno fue uno de los primeros en Chile en utilizar un túnel de viento, para modelar y evaluar su desempeño, lo que ha permitido calcular las presiones que debe enfrentar el muro cortina y otros elementos estructurales de importancia. El sistema utilizado permite hacer fren-

te a presiones de viento extraordinariamente altas, superiores a lo que se acostumbraba en Chile. Esto se debe, principalmente, a la altura del edificio, que lo expone a cotas con alta corriente de aire. La forma ovalada de la torre, reduce las zonas en donde se produce mayor succión, sin embargo a 190 m de altura las presiones seguirán siendo considerables. Para tener una idea, lo normal son 160 kg-f/m², en algunas zonas del edificio se diseñó y dimensionó sobrepasando los 400 kg-f/m cuadrados.

TAREAS PENDIENTES

Son varias. Según concluyen los expertos, los ensayos futuros debieran ir en la línea de este último sismo, o combinaciones de sismos. Por ejemplo, integrar el terremoto de Valdivia, de 9,5° Richter que cambió la geografía de la ciudad, con el del 27 de febrero pasado, debido a que este último tuvo aceleraciones verticales más allá del sismo de diseño. "La aceleración vertical es de 0.2 g y éste llegó a 0.5 g y a 1.2 g en algunos registros, lo que se supone generó

BIT 72 MAYO 2010 ■ 55

tecnología innovación



fonos 351 9000 - 229 7272
contacto@glasstech.cl

www.glasstech.cl

Diseño y vanguardia con

GLASSTECH
UN MUNDO EN CRISTALES Y ALUMINIOS



Vidrio de seguridad termolaminado aplicado en una zona de riesgo como un cajero automático. En este caso la norma se cumple debido a que si bien el vidrio se trizó, éste permaneció en su marco.



el colapso de ciertas estructuras, es decir, el movimiento vertical pero incrementado. Esta variable se debe incorporar en futuros análisis, tanto en muros cortina como en otros materiales interiores y por cierto la estructura primaria”, señala Corvalán.

Otro aspecto que podría incidir indirectamente en las pieles de los edificios ante un sismo destructor de grandes desplazamientos y aceleraciones, son todos los sistemas interiores no regulados y que impactan en los cristales, esto es: cielos falsos pesados, mobiliarios, ductos y equipos de climatización, tabiques sueltos o grandes elementos que se desplazan hasta los bordes de las plantas. Varios ejemplos en Ciudad Empresarial y en el aeropuerto de Santiago dan cuenta de este fenómeno. “Debemos regular el diseño y prever como arquitectos de la obra la interacción entre sistemas. No hay otro profesional que esté más capacitado que el arquitecto del proyecto para deducir el daño potencial. Es una tarea a nivel de ense-

ñanza y formación del arquitecto desde la Universidad”, indica Luis Corvalán.

Si bien pasaron la prueba, los expertos concluyen en que hay ciertas variables a mejorar. Primero: La dilatación. Por lo general en la dilatación, o lo que se estima que hay de movimiento relativo entre un piso y otro, según la norma es de 1,5 centímetros. Que un pilar se deforme 1,5 cm es muchísimo, si bien no se alcanza a romper, sí se habla de una gran deformación. “Eso es lo que dice la norma, pero lo que hacemos es diseñarlos con el calculista para una deformación de 3 cm relativos entre un piso y otro. Y esa es una buena práctica, la dilatación más allá de la norma, para lograr la deformación real, la deformación que entrega el edificio, de acuerdo al análisis de su período y de su modo de vibración”, indica Varela.

Otra variable a considerar es el montaje. Hacer pruebas de arranque cuando se trate de un nuevo sistema de muro cortina, por ejemplo en la combinación de muros curvos con

SIN NORMATIVA

En Chile no hay una norma específica para muros cortina. La Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (OGUC) sólo establece las condiciones de seguridad que debe cumplir el muro cortina frente al fuego, pero no sobre la calidad de los cristales. Y justamente la preocupación de la Achival radica en que más del 70% de los edificios de la capital portan muro cortina con vidrio crudo, es decir, corrientes, los que frente a las vibraciones de un temblor se desastillan. Hay opiniones disímiles. “Las aceleraciones están controladas por la presión de viento, por lo que el sismo no sería problema, y las deformaciones que podrían afectar al muro cortina por un terremoto, están controladas por los mecanismos de tolerancias. Esto quedó demostrado con el sismo del 27 de febrero. En el caso de las viviendas, el cristal de seguridad se justifica más, sobre todo en terrazas y en zonas en donde juegan los niños”, explica Varela.

Lo que sí sería un gran avance, es la posibilidad de tener criterios de diseño en elementos interiores como mamparas, donde sí hubo problemas. No obstante, el uso de cristales de seguridad en muros cortina tiene otras ventajas, tales como riesgos de choques o caída de materiales sobre ellos.

planos, y el chequeo y análisis de los anclajes.

Se demostró que los muros cortina representan una solución válida de recubrimiento de fachadas en zonas sísmicas, si son diseñados, fabricados, y montados adecuadamente. Una prueba de seguridad. ■

www.achival.cl; www.accurasystems.net;
www.lirquen.cl; www.lcvarquitectura.com

(*) Definición del Manual “Recomendaciones técnicas para el diseño, fabricación, instalación y mantención de muros cortina”. Desarrollado por el Grupo Técnico de Muros Cortina y editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción. Año 2006.

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Vidrios, cristales y muro cortina. Diseño y confort en las alturas. Revista Bit N° 65, Marzo de 2009, pág. 64.
- Instalación de muro cortina. Total transparencia. Revista Bit N° 65, Marzo de 2009, pág. 44.
- Muros cortina. Desafíos en el aire. Revista Bit N° 51, Noviembre de 2006, pág. 14.

■ EN SÍNTESIS

Ingeniería aplicada del más alto estándar demostró que los muros cortina son una alternativa segura frente a un sismo severo, como el ocurrido el 27 de febrero pasado. Los expertos concuerdan en que, tras el movimiento telúrico, se pueden mejorar las dilataciones de la estructura, más allá de lo que indica la norma. La seguridad está en el cielo.

VIDRIOS DE SEGURIDAD

Si bien existe la norma NCh 135 que determina el uso de vidrios de seguridad, no es obligatoria ya que no figura en la OGUC. “Entre otras variables, señala que en áreas de riesgos se debe construir con vidrios de seguridad, especificando áreas de riesgo como ventanas de piso a cielo, balcones, lucarnas, vidriado horizontal, entre otras superficies”, indica Mónica Budge, jefe de productos especiales de Vidrios Lirquén. “Nuestra propuesta es que la norma pase a ser parte integrante de la OGUC, es decir, que los vidrios de seguridad se coloquen, obligatoriamente, en las áreas de riesgo de una edificación. Por ejemplo, en las ventanas de un departamento con un antepecho de altura adecuada éstos no siempre son necesarios, salvo en el baño, dependiendo de la altura de la ventana, pero sí, indica, que hay que colocarlo en un lugar de alto tráfico, en una clínica por ejemplo, donde el vidrio llega hasta el piso.”, comenta Silva de Achival.

La Asociación estudia una propuesta que contempla que todos los vidrios de seguridad sean certificados por organismos reconocidos, como IDIEM, DICTUC, entre otros. Al margen de las especificaciones de cada fabricante, las empresas asociadas a la Achival, que fabrican vidrios de seguridad, están en un proceso de certificación con el IDIEM, para todos sus productos de seguridad. Lo mismo se pretende lograr en un futuro próximo, con los termopaneles (DVH o doble vidriado hermético).

MeC



Escuela de Construcción Civil
MAGÍSTER EN CONSTRUCCIÓN

El Magíster en Construcción, MeC, es el programa de postgrado y especialización de la Escuela de Construcción Civil. El MeC entrega una formación en aspectos avanzados de la construcción desarrollando un pensamiento crítico, creativo e independiente que le permita a su egresado desempeñarse exitosamente en las actividades propias de su área, así como en docencia e investigación.

Requisitos: Se requiere un grado académico de licenciado o título equivalente en las áreas de la construcción, arquitectura, ingeniería o industrias. O en otra área, previa aprobación del Comité de Postgrado.

Duración: Según la carga de trabajo académico semestral de cada alumno y las convalidaciones, el programa puede durar entre dos y cuatro semestres, en horario vespertino.

Fechas: Las postulaciones para el primer semestre (período académico marzo-julio) se realizan entre octubre y diciembre del año anterior. Las postulaciones para el segundo semestre (período académico agosto-diciembre) se realizan entre mayo y julio del mismo año.



Informaciones

Los interesados deben contactarse con la Escuela de Construcción Civil UC

Av. Vicuña Mackenna 4860

Fonos: 3547228 - 354 4565 - 354 4912

Mail: magisterenconstruccion@uc.cl

Web: www.mec.uc.cl

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

SEGURIDAD

EN DEMOLICIONES

MUTUAL
DE SEGURIDAD



■ Tras superar la emergencia originada por el terremoto del 27 de febrero, viene la reconstrucción. Sin embargo, existe una etapa intermedia igual de urgente: la demolición de los recintos cuyas condiciones estructurales no aseguren la habitabilidad o representen un riesgo para las personas. ■ Aquí, las sugerencias en prevención de riesgos para que esta faena se complete con seguridad.

ANTES DEL INICIO de las faenas de demolición, se deben planificar los trabajos a efectuar para definir con anterioridad las medidas de control que permitan mantener la seguridad y salud de todos quienes desempeñen labores al interior de la obra, así como también de la comunidad. En este aspecto se recomienda:

Reconocimiento visual "in situ": para determinar las características de la construcción, de estructuras colindantes y toda la zona influenciada por la demolición.

Estudio de ingeniería: antes del inicio de cualquier trabajo, se debe contar con el estudio de la estructura afectada realizado por un profesional competente, quien inspeccionará detalladamente el lugar para evaluar su condición general y prevenir cualquier colapso imprevisto.

Contar con los planos: previo al comienzo de las faenas es necesario contar con los planos de la antigua construcción (cálculo e instalaciones) con el fin de evitar daños en redes de agua, gas y electricidad. Asimismo, estos servicios deben ser suspendidos desde las fuentes de alimentación externas a la propiedad por personal especializado.

Plan de trabajo: se deberá elaborar un plan de trabajo adecuado a la operación y que considere:

- Procedimiento y secuencia de la demolición
- Solicitud de permisos y autorizaciones
- Medidas de advertencia y protección de transeúntes
- Prevención de accidentes durante las faenas



La demolición de muros sólo puede iniciarse una vez que se hayan eliminado las cargas que gravitan sobre éstos. En caso de estructuras que se encuentran inestables, se deberán apuntalar.



- Desratización y desinfección

Procedimientos de trabajo: debido al alto riesgo que encierran las tareas, resulta indispensable la existencia de procedimientos específicos de trabajo. Para ello es necesario en primer lugar realizar un reconocimiento de la estructura que se demolerá y sus alrededores. En función de las condiciones de la obra, se efectuarán los procedimientos en los que se indiquen las medidas preventivas y el modo correcto de ejecutar los trabajos.

Informar riesgos: Se debe capacitar a los trabajadores que participen en las faenas sobre los principales riesgos que se presentan en las demoliciones, procedimientos de trabajo y elementos de protección personal a utilizar.

Espacios de almacenamiento: con apoyo de los planos de la edificación, se debe definir los sectores en los cuales será alma-

cenado provisoriamente el material de desecho. Se debe procurar no cargar los muros aledaños con residuos. Tampoco se debe acumularlos en pisos por el peligro de sobrecarga.

REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS

Tomadas las medidas de seguridad previamente definidas en la etapa de planificación, se iniciarán las labores de remoción de muros

y elementos estructurales. Atención, porque la demolición de muros sólo puede iniciarse una vez que se hayan eliminado las cargas que gravitan sobre éstos. A continuación, algunas recomendaciones:

Refuerzos: en caso de estructuras que se encuentren inestables o parcialmente demolidas, antes de comenzar con los trabajos se debe apuntalar.

Remoción de elementos no estructurales: una vez que se haya verificado la suspensión de suministro de electricidad, agua, gas y otros, se retirarán los elementos no estructurales como puertas, ventanas y vidrios. Luego, será el turno de los elementos estructurales.

Protección de vanos: Toda pasada en las losas entre un piso y otro, deben protegerse con estructuras rígidas que eviten las caídas de personas u objetos a pisos inferiores.

DEMOLICIÓN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Dependiendo del estudio efectuado por el profesional competente, los daños de la estructura y del método de demolición a emplear, las recomendaciones para la remoción de elementos estructurales puede variar. Sin embargo de acuerdo a la norma NCh 347: Construcción – Disposiciones de Seguridad en Demolición, las recomendaciones generales son las siguientes:

Remoción de estructuras: El sentido de avance en la demolición es partiendo por la parte superior de la estructura hacia los pisos inferiores. Se debe demoler por secciones, procurando que éstas sean estables e independientes del resto de la estructura, salvo en demoliciones con explosivos.

Vigas de hormigón armado: deben asegurarse mediante cables o alzaprimas, antes de cortar las armaduras mediante oxicorte en el siguiente orden: bajo la viga en un extremo, posteriormente la armadura superior en el mismo extremo. Hay que agregar que actualmente también se emplea maquinaria de corte de hormigón y enfierradura. Proseguir con la armadura superior en el extremo opuesto. Luego bajar la viga hasta dejarla apoyada en el suelo y finalizar cortando la armadura inferior del extremo restante.

Losas de hormigón armado: se debe demoler cortando en franjas paralelas a la enfierradura principal.

Pilares y muros de hormigón armado: antes de comenzar a demoler se debe asegurar el pilar con apoyo de un cable de sujeción y uno de tracción, para posteriormente cortar



Es fundamental realizar un reconocimiento de la estructura que se demolerá y sus alrededores. Las medidas preventivas se indicarán en función de las condiciones de la obra.



la enfierradura de la base y provocar el volcamiento tirando del cable de tracción. La estructura debe demolerse una vez que se encuentre estable en el piso. En el caso de muros de hormigón, el procedimiento es el mismo con la salvedad, que deben ser divididos en segmentos de 2 m de largo para efec-

tuar en cada uno de los segmentos el mismo procedimiento.

ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS

Adicional a las zonas que se establecerán por piso para colocar el material de la demolición, se establecerá un punto de acopio general, en el cual se descargarán todos los desechos. El sector de acopio general tendrá acceso restringido, no permitiéndose el acceso cuando se ocupen los ductos. En esta etapa se recomienda:

Ductos de descarga: se debe contar con un sistema de ductos de descarga de material de escombros, evitando lanzar restos de material libremente hacia el exterior del edificio. Éste será de materialidad tal que resista el paso de desechos.

Señalización: el sector de descarga de desechos será señalado claramente, cercando el perímetro en un radio mínimo de 2 m, en el cual no se permitirá el acceso de trabajadores. Cuando se requiera utilizar esta área para el carguío del material, se suspenderán todas las faenas de desecho de materiales a través de los ductos.

Mitigación de polvo en suspensión: Se recomienda incorporar las medidas necesarias para mitigar la incorporación de polvo en suspensión al medioambiente. Para ello se sugiere la humectación en las faenas de demolición, utilización de pantallas anti-viento y el encarpado de camiones y lavado de ruedas al momento de su retiro.

LA MAQUINARIA

Maquinaria de apoyo como martillos hidráulicos, retroexcavadoras, entre otros, son utilizados tanto para las faenas de demolición de estructuras, como para labores de retiro de escombros. Se tendrá especial cuidado



MÁS SEGURIDAD

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL MÍNIMOS:

todos los trabajadores al interior de faenas de demolición deben hacer uso de calzado de seguridad, casco, guantes, antiparras y mascarilla para el polvo.

PROTECCIÓN ANTICAÍDAS:

en el caso de faenas que expongan a trabajadores a riesgos de caídas de distinto nivel, se

debe utilizar como sistema anticaídas arnés de seguridad tipo paracaídas, el cual debe estar unido a la respectiva línea de vida. Protección auditiva: los trabajadores que utilicen maquinarias que los expongan a ruido, así como los trabajadores en su entorno inmediato deben utilizar protección auditiva.

ILUMINACIÓN: todas las zonas de trabajo como los

pasillos de circulación, deben iluminarse suficientemente para el tránsito seguro de personas y transporte de materiales.

CONDICIONES CLIMÁTICAS:

en caso que las condiciones climáticas interfieran en el seguro desarrollo de las labores, ya sea por vientos fuertes, lluvias, nieve, u otro, las faenas deberán suspenderse.



Se deberá tener especial cuidado con el manejo de las maquinarias para no generar accidentes por uso inapropiado.

en demolición de estructuras como en retiro de escombros, se deben establecer zonas de trabajo delimitadas claramente para evitar el ingreso de personal. En el caso de demolición, se considerará una zona de seguridad alrededor de la máquina superior a 3 m el radio de giro de su brazo. Asimismo, cuando se realice demolición de muros, se delimitará un área de seguridad donde no se permitirá la realización de trabajos en el lado opuesto del muro con un mínimo de 1,5 veces la proyección de caída del muro en cuestión. Cuando la maquinaria se emplee en faenas de retiro de desecho, como las retroexcavadoras y camiones tolva, se delimitará un mínimo de 2 m medidos desde la zona contraria a la cual se está efectuando la carga del material de desecho. ■

para no generar accidentes por uso inapropiado, considerando las siguientes recomendaciones:

Operador capacitado: el operador de la maquinaria debe ser apto para estas faenas, contando con capacitación y certificación por parte del proveedor de la maquinaria.

Alarmas: toda maquinaria debe contar con bocina, alarma de retroceso y luces. Estos elementos resultan indispensables al momento de advertir a los trabajadores del movimiento y funcionamiento de la maquinaria. Tanto las alarmas, como todos los sistemas

que componen la maquinaria (mangueras, abrazaderas, cables y conexiones eléctricas) deben ser revisados periódicamente (idealmente a diario) por personal capacitado.

Señalero: el sector de trabajos con maquinaria debe contar con el apoyo de un señalero calificado. Es necesario el uso de indumentaria de alta visibilidad (chaqueta reflectante) así como señales estandarizadas (paletas) que indiquen los movimientos a seguir. El operador de la maquinaria debe tener visible al señalero en todo momento.

Delimitación del sector de trabajo: Tanto

NOTA

Dado que esta actividad presenta riesgos de exposición a sílice, se deberán considerar medidas específicas para controlar la exposición de los trabajadores (más información Revista BiT 71, página 50, www.revistabit.cl).

www.asfalchile.cl

Calidad que supera las mayores exigencias

Algunos de nuestros productos son:

- Membranas asfálticas
- Membranas EPDM
- Membranas TPO
- Poliuretanos para losas transitables
- Poliuretanos modificados con asfalto
- Sistema Roof Garden (cubiertas vegetales)
- Cementicios
- Y mucho más...

Representante en Chile de:

Avda. Pedro de Valdivia 2319, Providencia, Santiago - Chile
Tel.: (56-2) 799 8799 Fax: (56-2) 371 5101
Para mayor información: asistenciatecnica@asfalchilemobil.cl
www.asfalchile.cl

PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CIVILES

DETENCIONES SUPERAN EL 50%



■ El tiempo productivo en obras civiles y de montaje no supera el 40%. Tal cual, a pesar de los avances en gestión y tecnologías, queda un amplio campo para elevar la eficiencia en terreno. ■ Aquí, una radiografía de la productividad del sector y algunas claves para el mejoramiento continuo. Las mediciones corresponden al Servicio CALIBRE, perteneciente a la CDT.

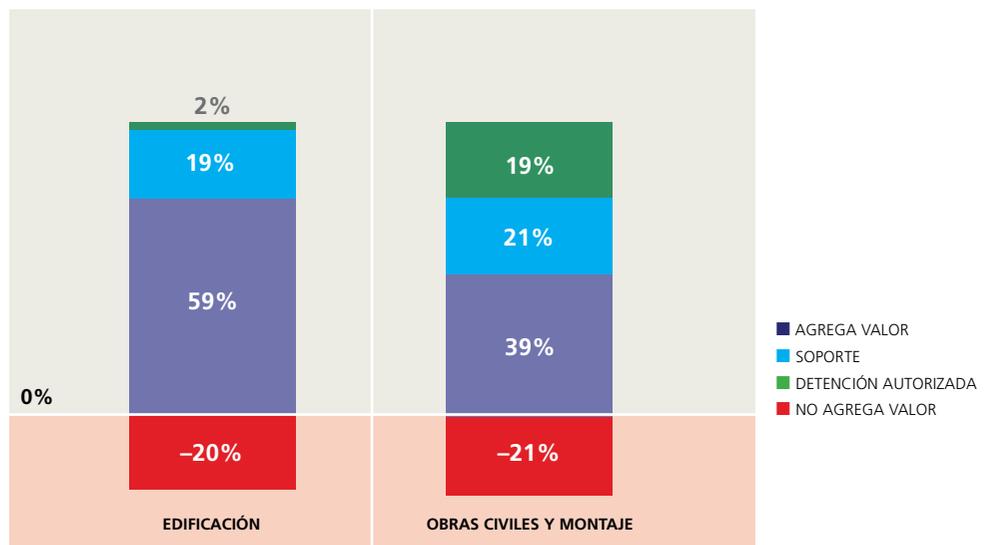
UN LLAMADO de atención. Si bien la industria de la construcción registra una constante evolución en los últimos años, en materia de productividad se podría hacer más, mucho más. Los datos. Los proyectos de obras civiles y montaje emplean en promedio menos del 40% del tiempo en actividades productivas. Sí, menos del 40%. Las detenciones autorizadas sumadas a los tiempos que no agregan valor alcanzan el 58% del tiempo total. Pero vamos por partes, porque en edificación, tanto en altura como en extensión, las cosas se ven mejor. El tiempo que agrega valor (tiempo productivo materia-

lizando avance) llega a 59%, mientras que las actividades de soporte son 19% y el tiempo perdido 20%. Esta realidad contrasta con proyectos de Montaje Pesado y Obras Civiles, donde el tiempo que agrega valor disminuye drásticamente a 39%, mientras que los niveles de tiempos de soporte y que no agregan valor se mantienen alrededor de las mismas cifras obtenidas en edificación (21% ambos), según se observa en el Gráfico 1.

Entre las razones para explicar la baja productividad, destaca el alto tiempo relacionado con detenciones autorizadas (19%) para faenas de montaje industrial. ¿Por qué? Por la alta incidencia de los traslados a los frentes de trabajo, las actividades de inicio y fin de

FRANCISCO GARCÍA M.
JEFE DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO CDT

GRÁFICO 1
NIVELES DE ACTIVIDAD ACUMULADOS SERVICIO CALIBRE
EDIFICACIÓN vs OBRAS CIVILES Y MONTAJE





SIERRAS CORTADORAS DE HORMIGÓN



SOLUCIONES PARA EL CORTE DE HORMIGÓN

FONO: 490 8100 / FAX: 490 8101

San Martín de Porres 11.121
Parque Industrial Puerta Sur
San Bernardo

www.leis.cl

EL TERMÓMETRO DE LA PRODUCTIVIDAD

El área de servicios CALIBRE lleva más de siete años evaluando proyectos constructivos de toda índole, en términos de aprovechamiento del tiempo, productividad y causas de ineficiencia, y a la fecha cuenta con más de 750.000 Horas Hombre (HH) controladas en cerca de 150 proyectos de los sectores construcción, infraestructura y minería, de más de 50 empresas constructoras y mandantes, posicionándose como una herramienta efectiva de evaluación y mejoramiento continuo. En el último periodo el Servicio CALIBRE ha focalizado gran parte de sus iniciativas en los grandes proyectos de infraestructura y desarrollos mineros, donde la eficiencia en los procesos tiene una elevada incidencia. Estos proyectos conllevan la coordinación de gran cantidad de recursos humanos, materiales y equipos, comúnmente en lugares aislados, donde dichos recursos multiplican su valor, siendo por ende el aprovechamiento de los mismos vital para el éxito del proyecto en términos de costo y plazo. En esta línea dada la marcada falencia en labores de coordinación entre especialidades y planificación de corto plazo detectada en estos grandes proyectos, el Área de Servicios CALIBRE ha desarrollado un servicio dedicado al apoyo en la planificación operativa, que ya cuenta con exitosos resultados en proyectos de gran relevancia, lo que refleja el continuo esfuerzo del Área por generar soluciones y servicios acordes con las necesidades del sector.

jornada, actividades relacionadas con seguridad y bloqueos.

Otro aspecto. El tiempo de soporte es considerablemente alto en este segmento por largos transportes de materiales y las labores de aseo. Este tipo de actividades si bien son consideradas a la hora de analizar los proyectos, comúnmente no son debidamente estimadas y cuantificadas. Así, se afecta el resultado final del proyecto. ¿Cómo superar este escenario? Entre las medidas para mitigar y controlar estas desviaciones destaca la coordinación, planificación y el apoyo de maquinaria.

Además, hay que revisar la gestión profesional. Veamos. Los tiempos que no agregan valor se originan por un conjunto de razones que se agrupan en problemas derivados de Coordinación de Actividades (38%), Supervisión (23%), Metodologías de trabajo (22%) y Abastecimiento de materiales (14%). Estas causas tienen directa relación con falencias



en planificación operacional que se realiza en faena diaria y semanalmente, como aparece en el Gráfico 2.

LAS MEJORAS

No hay que desesperar, porque el uso de la herramienta CALIBRE permite detectar las problemáticas y convertirlas en oportunidades de mejoramiento. Y esto está avalado por aplicaciones concretas por más de siete años. Es más, los registros demuestran que más del 80% de las pérdidas de tiempo se originan por dificultades o situaciones controlables, dentro del alcance de acciones de mejoramiento que se implementadas directamente en los procesos productivos por la administración de cada proyecto (Gráfico 3).

Una de las mayores oportunidades de mejoramiento se relaciona con la reducción de las detenciones autorizadas. Este tipo de labores reducen la cantidad de tiempo que los trabajadores están en el frente de trabajo afectando severamente a las metas del pro-



GRÁFICO 2

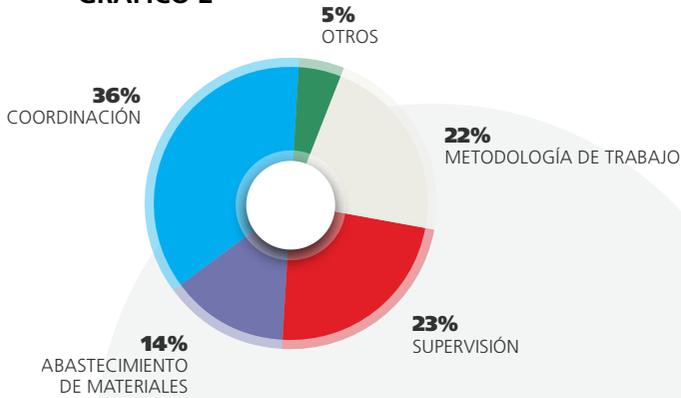
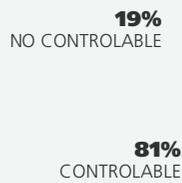
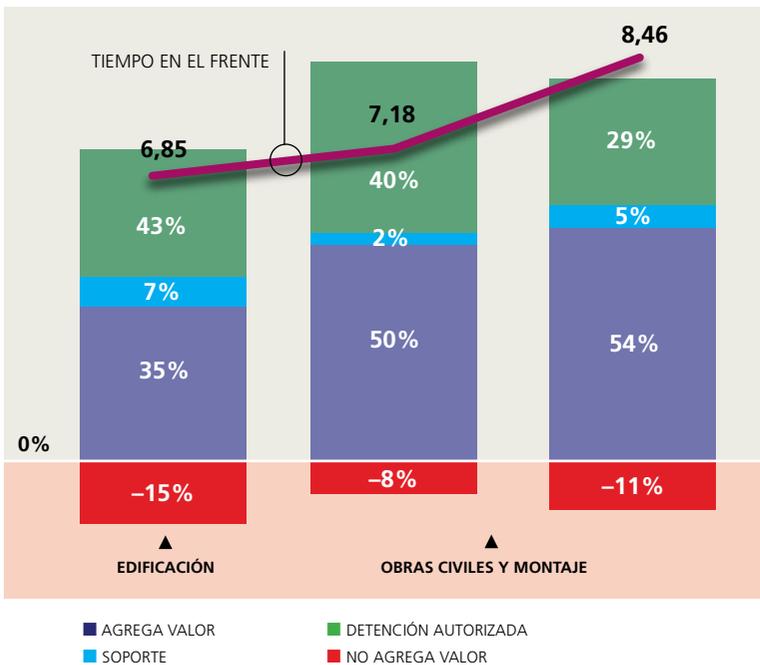


GRÁFICO 3



**RESULTADOS DE APLICACIÓN DE CALIBRE
PROYECTO MINERÍA SUBTERRÁNEA**



yecto. En relación a esto se ha registrado, en la realización de proyectos mineros subterráneos, que en jornadas de 12 horas, menos de 7 horas corresponden a tiempo efectivo en el frente.

El registro de hitos con la herramienta CALIBRE y la aplicación progresiva de medidas para minimizar las detenciones autorizadas generó una reducción de éstas de un 43% al 29%, lo cual redundó en un aumento del tiempo de la jornada disponible en el frente para realizar actividades productivas de más de 1,6 horas, lo cual a su vez se tradujo en un incremento en las actividades que agregan valor del 35% al 54%. Sólo un ejemplo de la relevancia que pueden tener labores de evaluación y mejoramiento continuo de procesos, más aún en proyectos de gran envergadura como los proyectos mineros.

A lo largo de los últimos años en Chile ha tomado gran relevancia el impulso económico asociado a la implementación de nuevos desarrollos mineros y la ampliación de los actuales. Este tipo de iniciativas tienen relacionada la puesta en marcha de grandes proyectos de obras civiles, de infraestructura y de montaje industrial. Estas obras no se limitan a las plantas de procesamiento minero, sino a centrales termoeléctricas, plantas desaladoras e incluso obras portuarias, todas ellas al servicio de los mencionados desarrollos mineros. En este ámbito hay grandes oportunidades de mejoramiento, y herramientas capaces de detectar dichas oportunidades y convertirlas en mejoras sustanciales. ■

www.calibre.cl

Soluciones



Confiables y Eficientes

en Tuberías Corrugadas de HDPE



Aguas Lluvias



Alcantarillado

Alcantarillas de Caminos



Fácil y Rápida Instalación

Unión Mecánica sin Pegamento ni soldadura

Alta Resistencia Estructural

Gran Durabilidad • Bajo Peso

Planta Santiago: Panamericana Norte 20.500 - Lampa Fono: (56-2) 413 0001 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: infochile@tigre-ads.com

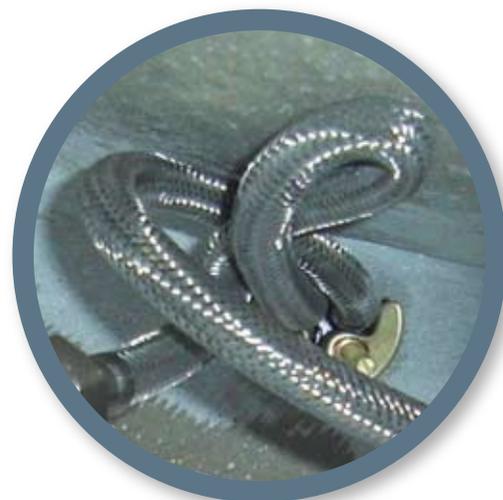
www.tigre-ads.com

- Los profesionales de inmobiliarias y constructoras indican que uno de los reclamos de post venta más recurrente se relaciona con los conectores flexibles que forman parte de los lavatorios o lavaplatos.
- A continuación, se muestran los principales inconvenientes que presentan y cómo evitarlos. Los errores están a la vista.

TUBERÍAS FLEXIBLES LOS ERRORES

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

"TODO FLUYE" era el título del reportaje sobre instalación de griferías publicado en Revista BIT en enero de 2010 y que despertó nuevas inquietudes de los lectores. Las principales: ¿Cuáles son los mayores inconvenientes que surgen específicamente con los flexibles y cómo se pueden evitar? Las respuestas las buscamos en los especialistas, quienes explican que justamente se trata de uno de los temas más recurrentes en los reclamos de post venta. Pero partamos desde el principio. Los conectores flexibles, que son los encargados de transportar el agua fría y caliente desde la toma de agua hacia las griferías, están conformados por un tubo de EPDM (elastómero resistente a altas temperaturas y presión) revestido con una cubierta o malla metálica exterior que forma un tejido. Esta malla es de acero inoxidable y es lo que finalmente se observa. Este flexible, como comúnmente se le denomina, está equipado en sus extremos con dispositivos mecánicos de conexión fijos o móviles, no desmontables y que se utilizan para la instalación mediante roscas. Antes de que llegaran a nuestro país, el agua era transportada a través de cañerías rígidas que, para su instalación, requería soldaduras. Hoy, se ha reducido la complejidad y el número de piezas, las que van conectadas roscando sus extremos, resultando en una instalación rápida y sin mayores complejidades. Pese a esto, surgen errores que afectan la calidad y duración de estos componentes, los que una vez que fallan, producen molestias y pérdidas económicas para los habitantes de las viviendas, para las empresas proveedoras y también para las constructoras e inmobiliarias. Las responsabilidades son compartidas.



1. ESTRANGULAMIENTO

Los proveedores indican que en ocasiones las constructoras dejan muy poco espacio para la instalación del flexible produciéndose un estrangulamiento. Esto también se puede observar cuando se hacen nudos en los flexibles o se dejan quebrados, no por falta de espacio sino que por incorrecta instalación.

Conozca nuestros
NUEVOS productos...

NOVAGRIF

GRIFERIA

STRETTO

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

MAS CALIDAD · MAS DISEÑO · MAS SERVICIOS



CALIDAD AL ALCANCE DE TODOS!

Nueva línea de monomandos para la vivienda económica.
Cierre cerámico de 35 mm, mango de ducha 1 función,
flexible de PVC de 150 cm., soporte móvil.

Garantía 5 años



NEW STANDARD

GARANTÍA 15 AÑOS EN GRIFERIA

MOSSINI CRUZ

FLEXIBLES TECHNOFLEX
10 años de garantía extendida

Trenzado de vinilo reforzado

novagrif@mosaico.cl
Fono: (02) 731 7626

ventas@stretto.cl
Fono: (02) 731 7600

by MOSAICO



2. PTFE

Los flexibles no deben instalarse con PTFE (teflón) ya que las tuercas llevan un sello de ajuste propio. Los especialistas dicen que esto generalmente ocurre por desinformación o simplemente por mala costumbre de los instaladores. Este error común se soluciona con una adecuada capacitación y una rigurosa supervisión.

RECOMENDACIONES GENERALES

- 1 Evitar que los flexibles de agua queden doblados o deformados. De esta manera el agua fluirá sin obstrucciones, favoreciendo la vida útil de las tuberías.
- 2 Los proveedores recomiendan realizar un cambio de flexibles de agua cada 5 años.
- 3 Bajo ninguna circunstancia utilizar ácido muriático, ácido clorhídrico, soda cáustica u otro limpiador abrasivo para limpiar los flexibles. Éstos químicos provocan deterioros irreparables.



3. HERRAMIENTAS

Se observan las marcas de una herramienta en una tuerca de flexible, diseñada para ser instalada y ajustada manualmente. Al instalar esta tuerca con herramientas, señalan los especialistas, se provoca un torque excesivo, por lo que ésta queda instalada bajo presión, lo que provoca su rotura en un corto plazo.

4. CONTAMINACIÓN POR ÁCIDO MURIÁTICO

La contaminación de los flexibles puede darse en obra, luego de realizada la instalación, ya que en ocasiones, explican los profesionales encargados de supervisar esta faena, se utiliza ácido muriático para los procesos de limpieza, producto químico que corroe las hebras de la malla y ataca también el tubo interior de EPDM. Queda absolutamente prohibido el uso de este compuesto para realizar limpiezas cerca de los flexibles.



5. CONTAMINACIÓN POR CLOROS

Según los estudios realizados por las empresas proveedoras, se observa habitualmente, que los flexibles presentan fallas por corrosión posteriores a la instalación, debido a que han sido contaminados por cloruros o algún producto de limpieza formulado en base a cloro. Lo que ocurre es un fenómeno denominado corrosión por picaduras, proceso de corrosión localizada que daña profundamente las hebras de acero inoxidable debilitando el material hasta destruirlo completamente. Así, la malla de acero inoxidable comienza a presentar picaduras como si recibiera pinchazos de un alfiler. También puede ocurrir que en la instalación de la grifería no se logre realizar el sello entre la grifería y la cubierta, lo que provocará el escurrimiento de líquidos dañinos, los que se decantarán en el flexible, generando contaminación que debilita la malla, la que termina por colapsar exponiendo el tubo de EPDM a la presión de la red y como consecuencia la ruptura del flexible. La recomendación entonces está en alejar lo más posible de los flexibles el cloro y otros productos de limpieza que lo contengan. Por otro lado, los especialistas han desarrollado soluciones para atacar la problemática en su raíz, como un conector flexible provisto de malla de vinilo reforzado capaz de resistir el ataque de cloruros o ácido muriático y que además por su materialidad, presenta mayor flexibilidad para absorber el rigor de la instalación.



6. VAPORES

Los flexibles también resultan dañados por el efecto de los vapores que emanan de los productos que se guardan dentro de lavaplatos o lavamanos, como por ejemplo perfumes, aerosoles, etc. Este ataque es más lento, pero de igual forma debe evitarse.

**INFORMACIÓN
Y FOTOGRAFÍAS
GENTILEZA
STRETTO*

BIT 72 MAYO 2010 ■ 69



TEKA

TEKA presente en Chile desde 1982 afianza su consolidación, con su nuevo edificio corporativo y esta presente en EDIFICA 2010 Stand 50-B. Visitenos.

Nuevas instalaciones:
Av. El Retiro Parque Los Maitenes N° 1237
Parque de Negocios ENEA - Pudahuel - Santiago. Fono: 438 6000
www.teka.cl

¡Olvídate de las fugas!

10 años
Garantía

BRIDA flexible

 **coflex**

- ✓ Sello hermético que evita el retorno de gases, malos olores y filtraciones
- ✓ Ayuda a corregir desfasamientos
- ✓ No requiere cuello de cera
- ✓ Sólida fijación al piso

Patente en EUA No. 7,188,376
Patente en México No. 255,976
Patentes en trámite en otros países

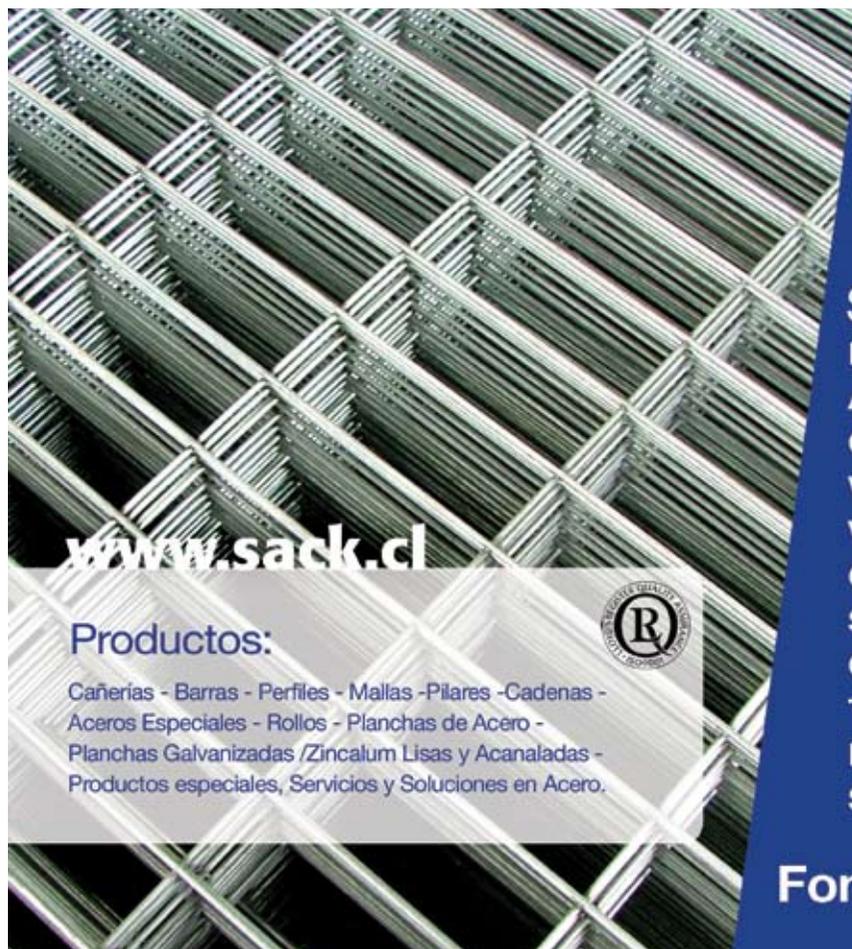


La Brida Flexible Coflex® es...
¡La **NUEVA** forma
de instalar tu **SANITARIO!**

Representante: Ingrid Ramos
Sucre 2580 Oficina 06
Cel: (56 9) 9041-0837 Tel: (56 2) 785-9522
Ñuñoa, Santiago de Chile
iramosg@coflex.com.mx



 **coflex**
innovación
en plomería



www.sack.cl

Productos:

Cañerías - Barras - Perfiles - Mallas - Pilares - Cadenas -
Aceros Especiales - Rollos - Planchas de Acero -
Planchas Galvanizadas / Zincalum Lisas y Acanaladas -
Productos especiales, Servicios y Soluciones en Acero.



 **SACK**
Todo un mundo en Acero

Sucursales:

Iquique: (57) 519262

Antofagasta: (55) 428070

Coquimbo: (51) 313 838

Viña del Mar: (32) 288 46 23

Valparaíso: (32) 265 54 00

Quilpué: (32) 256 57 47

San Felipe: (34) 535 384

Concepción: (41) 291 01 05

Temuco: (45) 911 592

Puerto Montt: (65) 351 578

Santiago: (2) 441 57 00 / 441 00 52

FonoSack: 600 586 57 00

REVIT® MEP PARA BIM, PERMITE EXPERIMENTAR EL MEJOR SISTEMA DE DISEÑO.

REVIT® ARCHITECTURAL PARA BIM, PERMITE QUE SU DISEÑO SEA MÁS INTUITIVO.

REVIT® STRUCTURAL PARA BIM, PERMITE CAPTURAR PRECISIÓN EN CADA NIVEL.



Las soluciones de software de modelado de información para la edificación (Building Information Modeling o BIM) de Autodesk introducen una nueva forma de trabajar basada en la creación y el uso de información coherente y coordinada, lo que permite una toma de decisiones más rápida, una mejor documentación y la posibilidad de predecir las prestaciones incluso antes de empezar a excavar.



Distribuidor en Chile de Autodesk
CAD@tecnoglobal.cl
(56 2) 685 8500 / 685 8595

Comgrap
General Flores 171
Providencia, Santiago
56 2 5929000
www.comgrap.cl

Computer Design (CDC)
Los Conquistadores 2134
Providencia, Santiago
56 2 3354101
www.computerdesign.cl

Microgeo
Camino del cerro 5154
Huechuraba
56 2 6580800
www.microgeo.cl

Cynersis
Seminario 78
Providencia, Santiago
56 2 2045040
www.cynersis.cl

Espex
Av. Prieto Norte 502
Temuco
56 45 911911
www.espex.cl

Autodesk®
Authorized Value Added Reseller

- En los últimos años las fachadas ventiladas han evolucionado. Se utilizan sistemas de instalación estandarizados y se incorporan nuevos materiales. ■ Especialistas detallan el paso a paso que se debe seguir para lograr que este revestimiento, también denominado segunda piel, logre sus principales objetivos: ahorrar energía, prolongar la vida útil de la envolvente de la edificación y aportar estéticamente. La clave: lograr un ajuste perfecto.

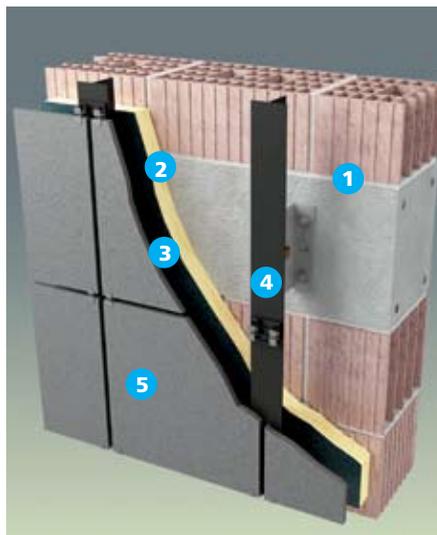
INSTALACIÓN DE FACHADAS VENTILADAS

AJUSTE PERFECTO

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

FIBROCEMENTO PIZARREÑO
OBRA ALMAZARA OLISUR - ARQUITECTO GUILLERMO HEVIA
FOTO CRISTOBAL PALMA

LAS VENTAJAS de los sistemas de fachada ventilada (FV) son variadas. Se trata de un revestimiento que promete otorgar a las edificaciones una apariencia renovada, prolongado a la vez la vida útil de la envolvente y aportando una solución que ahorra energía. Para esto, la FV está compuesta de un revestimiento exterior que se estructura en base a elementos soportantes interiores conformados por una subestructura sostenida mediante fijaciones y anclajes. Así, se genera entre el revestimiento y la zona portante un espacio donde el aire puede circular relativamente libre, por convección, evaporando el agua que pudiese haber penetrado o condensado, protegiendo de esta forma el aislamiento térmico (ver esquema de composición de una fachada ventilada). Este sistema constructivo en verano retarda el traspaso de calor al interior de la



ESQUEMA DE COMPOSICIÓN DE UNA FACHADA VENTILADA

1. Sustrato base.
2. Aislante térmico.
3. Cámara de aire confinado.
4. Sistema de fijación.
5. Placa de revestimiento.

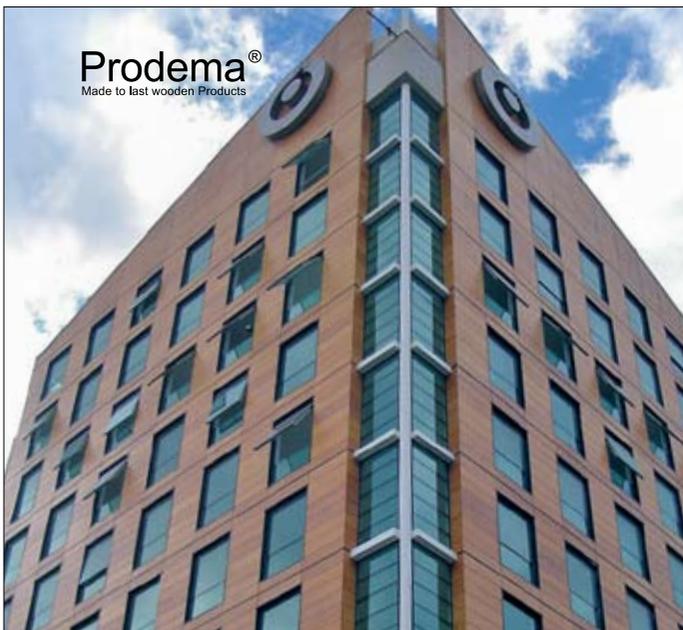
del sustrato base y de los materiales que componen la FV. En este caso tomamos como ejemplo la instalación de una fachada que considera placas de fibrocemento como revestimiento exterior.

1. FAENAS PREVIAS

Antes de realizar la instalación de las fachadas ventiladas, se deberá contar con los planos de montaje y detalle específicos para la faena. En éstos aparecerán desde los anclajes hasta la instalación y los sellos del revestimiento. Luego se hará un control de los materiales que componen la FV, confirmando que cumplen con las especificaciones técnicas. Antes de la instalación de las fijaciones,

edificación y lo retiene en los meses de invierno. Pero nada de esto se concreta sin una correcta instalación, explican los especialistas. Sobre todo, en este último tiempo donde se han incorporado estructuraciones con acero galvanizado y revestimientos con nuevos colores, calidades y materialidades como el metal y la madera.

Paso a paso, detallamos la secuencia de instalación. Ésta puede variar dependiendo



Prodema®
Made to last wooden Products

Obra: Edificio Los Héroes Puerto Montt
Arquitectos: Murtinho y Asociados Arquitectos
Producto: Revestimiento Proxima



NBK | ARCHITECTURAL TERRACOTTA

Obra: Edificio C4, Clínica Las Condes
Arquitectos: Infante, Vial, Ihnen Arquitectos Ltda. - IVI Arquitectos.
Producto: Revestimiento Cerámico NBK, Cielo 100V y Cielo Armstrong VL Clean Room.

Hunter Douglas pionero en la innovación y tecnología para fachadas ventiladas, presenta dos destacados ejemplos de edificios construidos en Chile utilizando sus productos. El edificio Los Héroes, construido en Puerto Montt, utiliza una fachada ventilada de madera, con una aplicación de paneles Proxima de Prodema, logrando además, una mayor calidez como resultado final. También, para el nuevo edificio de urgencia de la Clínica Las Condes, se escogió trabajar con un revestimiento cerámico como fachada ventilada, con comprobados resultados estéticos y antisísmicos.

HunterDouglas®

FACHADAS



INSTALACIÓN DE FACHADA VENTILADA CON SISTEMA VISIBLE

1. Después de marcar sobre la fachada las posiciones de los elementos se procede a la perforación y la fijación de las abrazaderas mediante tacos mecánicos o químicos.
2. A continuación se colocan los montantes verticales y después se alinean y aploman. Luego de realizar las perforaciones se introducen los remaches.
3. Se fija el material aislante mediante tacos.
4. Una vez establecida con exactitud la altura desde la que se comienza, se fijan los clips base.
5. Se inserta a presión el perfil de goma EPDM en la ranura del perfil montante.
6. Se apoya el panel sobre el clip base y se fija mediante clips de fuga.
7. Se coloca el distanciador sobre el clip de fuga. Se realiza un orificio y se bloquea el remache.
8. Se repite la operación para efectuar la cobertura total.

GENTILEZA DUOMO

que corresponden al primer paso, deben estar terminadas completamente las labores relacionadas con el sustrato o elemento que recibe la estructura de revestimiento, ya sea las cabezas de losa o los hormigones, además deben estar resueltas las ventanas, incluyendo sus marcos.

2. INSTALACIÓN DE FIJACIONES Y ESTRUCTURA METÁLICA

La instalación de la FV, se inicia fijando los anclajes al sustrato base, en general muros de hormigón armado o estructuras metálicas. Para esto se perfora el sustrato con una broca. En las perforaciones se instalan los pernos de expansión, utilizando un martillo hasta dejarlos en su posición. Posteriormente se fija el anclaje regulable al perno mediante el apriete de su tuerca, hasta que éste se expanda en su interior.

Posteriormente, y con la ayuda de un nivel de mano, se fijan los perfiles montantes a los anclajes regulables, mediante tornillos a ambos lados de las aletas de dicho anclaje (ver recuadro sistema estructural). La subestructura de soporte y nivelación, se aploma usando la movilidad de dichos anclajes.

3. AISLACIÓN

La aislación se fijará a la estructura con especial cuidado para no dejar puentes térmicos.

Ésta, podrá ser de poliestireno, lana mineral, vidrio u otro material que tenga la densidad y espesores necesarios para cumplir los requerimientos de resistencia térmica de acuerdo a la clasificación zonal en donde se encuentre la edificación. Para su fijación en sustratos de albañilería u hormigón, se utilizarán rosetas de fijación mecánica. Este elemento mantiene la placa de fibrocemento en su posición y permite distribuir la carga generada por el tornillo o perno de anclaje sin deformarlo excesivamente y así alterar su espesor. Adicionalmente, el área de las rosetas, aumenta el factor de seguridad a cargas de succión generadas por el viento y evita el volcamiento de éstas. Para que la aislación pueda ser asentada sobre la pared original, deberá realizarse un corte sobre ella con un cuchillo cortador en aquellas partes coincidentes con los ángulos de fijación. La aislación se instalará ya sea con orientación vertical u horizontal y podrá ir pegada a los perfiles o atornillada; con orificios a la vista; o con tornillos decorativos o escondidos.

4. REVESTIMIENTO

Los revestimientos exteriores corresponden a la imagen arquitectónica que tendrá la FV. La cámara de aire que debe quedar entre el panel exterior y la aislación térmica, es la que provee la convección de aire que seca y ven-

tila la fachada. Además de placas de fibrocemento, se utilizan cerámicas, metales y maderas.

5. TERMINACIÓN

A) Para placas de fibrocemento de alta densidad (1.75gr/cm³) el proceso de instalación concluye con lo siguiente: Las rejillas de drenaje o ventilación se instalan en la parte inferior del panel de acuerdo a la modulación de los montantes, cubriendo la totalidad del panel en su largo. Una vez que las superficies de las planchas están limpias y secas se aplican los pegamentos en forma longitudinal sobre la estructura metálica. Luego, se instalan las planchas correspondientes al módulo en el cual se está trabajando, procurando mantener una presión constante para asegurar que éstas queden bien adheridas a la estructura metálica o al sustrato, según sea el caso. Para este tipo de placas, no es necesario dar ningún tipo de terminación más allá de realizar una limpieza exhaustiva.

B) Para placas de fibrocemento de mediana densidad (1,25gr/cm³) el proceso de instalación comprende lo siguiente: Se fija la placa de fibrocemento a la estructura metálica soportante, utilizando una fijación escondida. La fijación debe quedar pasada, a lo menos, 6 hilos después de la estructura metálica. Ésta quedará escondida utilizando un sello

SISTEMA ESTRUCTURAL

Para recibir el revestimiento de la fachada ventilada, el sistema estructural esta conformado principalmente por:

1. ANCLAJE REGULABLE

Permiten la fijación de los perfiles de soporte a la estructura, además facilitan la corrección de cualquier error en el alineamiento vertical u horizontal de la estructura portante.

2. ANCLAJES DE FIJACIÓN

Fijan los ángulos de fijación a la estructura de soporte. Éstos serán diseñados de tal manera que soporten adecuadamente las cargas impuestas y sean compatibles con los materiales de la estructura de soporte y los montantes.

3. MONTANTES

Se utilizan perfiles de acero galvanizado o de aluminio para otorgar un soporte adecuado a las cargas impuestas.

4. REJILLA INFERIOR DE DRENAJE

Permite la ventilación por convección de la parte posterior de la fachada y el drenaje del agua condensada y de aquella que ingresó durante períodos de lluvia al interior de la cavidad. A su vez, evita el ingreso de animales y otros elementos que pudieran obstruir la ventilación al interior de la fachada.

elástico del tipo acrílico pintable para exteriores. Una vez finalizado el proceso de instalación de las placas se procederá a pintar la superficie, con algún color de acuerdo al proyecto de arquitectura. Previo al sellado de la cantería, se procede a instalar sobre la estructura metálica soportante, en ambos sentidos de la cantería y en todo su largo, un cordón plano de respaldo de contacto simple para recibir el sello de cantería (que puede ser espuma de PVC, cinta extruída o poliéstereno expandido). Posterior a la aplicación de la terminación superficial (pintura) del revestimiento exterior, y una vez transcurrido el tiempo de secado, se procede al sellado de las canterías. Primero se protege cuidadosamente la zona aledaña a la cantería y luego se sellan las canterías, utilizando sello de silicona climático o poliuretano. Finalmente, se realiza una limpieza general del revestimiento, para eliminar todo vestigio de polvo y/o manchas, producto de la manipulación e instalación de las placas de fibrocemento, siguiendo las instrucciones de limpieza del proveedor de pintura.

El responsable final de esta instalación, ex-

BIT 72 MAYO 2010 ■ 75

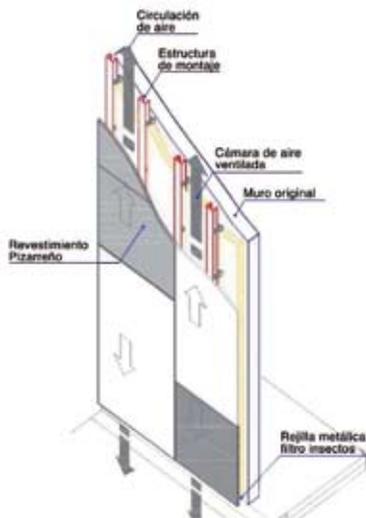


75
años

Fachadas Ventiladas

Mejor resistencia térmica y a la humedad

- Disminuye transmitancia térmica (40% sin aislación, 300% con aislación)
- Protege estructura a cambios de temperatura, mejora aislamiento acústico, controla humedad en el muro.
- Facilita la renovación de fachadas.



EDIFICIO OFICINAS AGUNSA



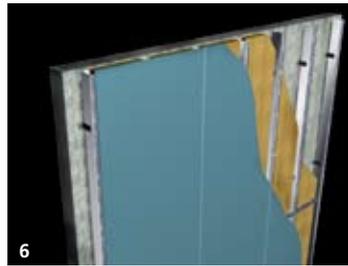
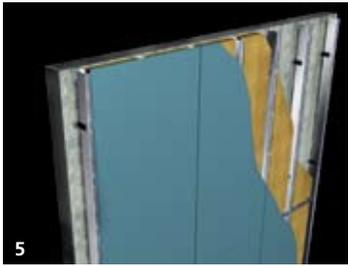
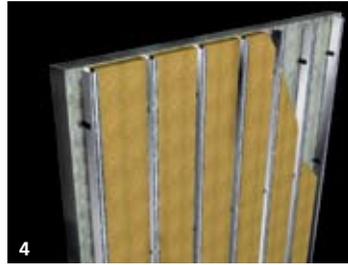
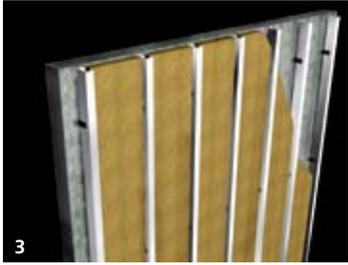
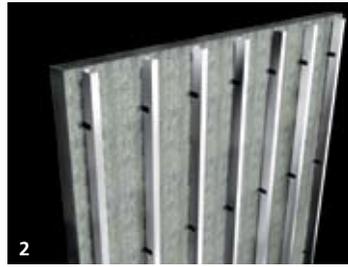
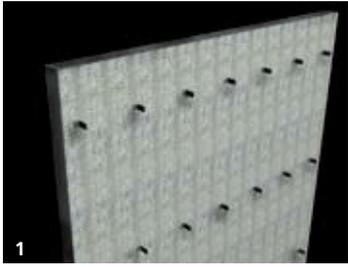
PLANTA OLISUR MARCHIHUE



EDIFICIO COMERCIAL REX

Productos

Pictura.
Siding.
Natura.
Etercolor.
Eterplac.
Permanit Ranurado.
Permanit Altos Espesores.



INSTALACIÓN DE FV CON REVESTIMIENTO DE PLACAS DE FIBROCEMENTO

- 1. ANCLAJES.** Instalación de anclaje regulable o escuadra de acero galvanizada para la separación de la estructura al muro existente y conformación de cámara de aire.
- 2. ESTRUCTURA.** Instalación de la estructura metálica y de las fijaciones.
- 3. AISLACIÓN.** Instalación de lana mineral.
- 4. FIJACIONES.** Se aplica imprimante para estructura metálica soportante. Luego un imprimante para placas de fibrocemento y una cinta sellante preformada. Para terminar se aplica adhesivo estructural.
- 5. MONTAJE DE PLACAS.** Fijación de placa de Fibrocemento de alta densidad.
- 6. SELLADO DE CANTERÍAS.** Se enmascaran los bordes de placa con cinta adhesiva y luego se sellan las canterías con silicona climática neutra.

GENTILEZA PIZARREÑO

plican los especialistas, será el instalador de la fachada, por lo que se debe tener especial cuidado en contar con mano de obra calificada y subcontratistas que puedan dar un soporte técnico adecuado, entregando un proyecto de ingeniería para fabricación y montaje de la fachada. Los desafíos que se enfrentan no son menores.

DESAFÍOS

Los especialistas explican que los mayores desafíos en la instalación de fachadas venti-

ladas están relacionados con las mediciones previas para la corrección de niveles y plomos, así como también a la correcta ejecución de los vanos de las ventanas. Estos marcos perimetrales, que unen la primera y segunda piel del edificio, deben tener un comportamiento estanco, por lo que es indispensable una correcta aplicación de sellos atmosféricos y evitar las contrapendientes hacia el interior del edificio. Debe lograrse un elemento continuo de fachada para obtener la ventilación interior por convección. No ha-

cer sellos entre placas elimina totalmente dicho efecto.

Estos sistemas además, requieren de mano de obra calificada y certificada por los fabricantes. Por otro lado, los revestimientos son delicados, por lo que deberán ser tratados con mucho cuidado. En este sentido, debe considerarse un adecuado manejo de la logística ya que la mayoría de los revestimientos son importados. Un error en un anclaje, fijación de estructura soportante o dilatación, no será evidenciado luego de tener la fachada ventilada terminada, esto hace indispensable que el instalador y/o la constructora tengan un sistema de control de calidad para cada una de las faenas de la fachada. Sólo de esta manera se logrará un ajuste perfecto. ■

COLABORADORES

- Cecilia Larraín, jefe técnico comercial, Pizarreño.
- Isabel Becker, arquitecto, Duomo.
- José Luis López, gerente de proyectos y especificaciones, Hunter Douglas.
- Iván Montenegro, director CG Chile.

ARTÍCULO RELACIONADO

- "Fachadas ventiladas en edificios. Una nueva piel". Revista BIT N° 70. Enero 2010, pág. 38.

■ EN SÍNTESIS

La instalación de una fachada ventilada se inicia fijando los anclajes al sustrato. Luego se instala la subestructura de soporte y nivelación, aplomándose y usando la movilidad de los anclajes. Finalmente se instala la aislación y el revestimiento. Es clave realizar las pruebas y mediciones, previas a la instalación. Éstas van desde una medición de plomos y niveles para la colocación de perfiles de soporte, hasta ensayos térmicos, acústicos y sísmicos.

RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Los especialistas explican que para tener éxito en el resultado final de una fachada ventilada, es fundamental que en la etapa de proyecto se cuente con la asesoría del fabricante. Esto influirá en la correcta elección del tipo de fachada a instalar, además de visualizar las posibles dificultades que se pueden presentar en la instalación. Es clave también realizar las pruebas y mediciones, previas a la instalación. Éstas van desde una medición de plomos y niveles para la colocación de perfiles de soporte, hasta ensayos térmicos, acústicos y sísmicos. Es fundamental también que la subestructura esté protegida contra la corrosión, independiente del material o sistema utilizado. Además, los elementos de anclaje para el montaje sobre el sustrato deben estar dimensionados de acuerdo a la presión de viento del lugar, junto a los requerimientos estáticos. Finalmente, el montaje debe ser capaz de absorber cualquier dilatación térmica y cambio dimensional del material propio de la estructura soportante.

¡Somos especialistas en Fachadas Ventiladas!

CG Chile Ltda. tiene 5 años diseñando fachadas en **Alucobond**. Se han realizado proyectos innovadores destacados en publicaciones internacionales, es el caso del Domo en Talcahuano y el Cosmocentro Apumanque en Santiago.

En la actualidad Petrobras ha especificado Alucobond como material de terminación en su nueva imagen corporativa para todas las estaciones de servicio del país.

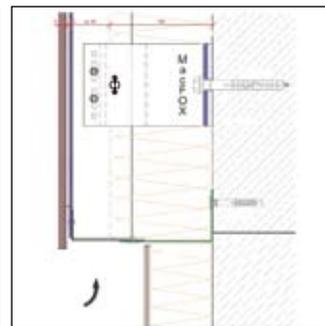
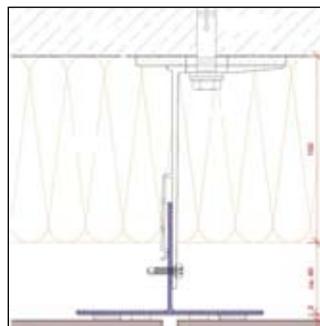
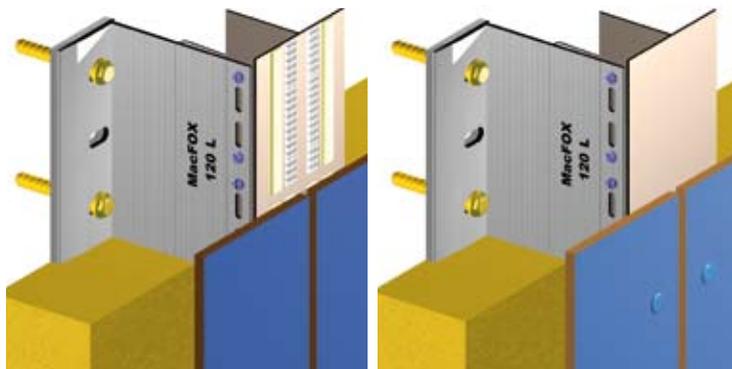
Consecuente al avance de la tecnología y la tendencia mundial por lo sustentable, hemos incorporado a la línea de productos para revestimientos un nuevo material al mercado nacional, **FUNDERMAX**, placas de alta calidad especiales para Fachadas Ventiladas y barandas de balcones. Son paneles fabricados con láminas de celulosa a alta presión denominados HPL, de extrema dureza y especial eficiencia a la intemperie, con una atractiva y amplia gama de colores de acabados decorativos. Los formatos disponibles con ancho de 1300 y 1850 y largos de 2800 y 4100 mm, otorgan cuatro tamaños que cubren las necesidades de cualquier requerimiento en espesores de 6 a 15 mm.

Es de importancia señalar que **FUNDERMAX** se puede limpiar con Acetona lo que permite eliminar Grafitti sin dejar mancha ni deterioro.

Existe también una línea para aplicaciones interiores orientada al área educacional y muy especialmente a recintos hospitalarios por sus características de facilidad de limpieza, cero mantención y asepsia exigida, destacando revestimientos de muros, tabiques casetas de baños y vestidores.

Como complemento hemos incorporado los productos **EuroFox**, sistema de anclaje para ejecutar Fachadas Ventiladas, siendo una estructura de aluminio de gran durabilidad que permite aplomar y soportar diferentes tipos de materiales tales como:

- Alucobond
- Fundermax
- Acero
- Cerámicas
- Porcelanato
- Granitos y otros



UN NUEVO MATERIAL PARA
FACHADAS VENTILADAS Y SISTEMAS
LLEGA DE AUSTRIA AL PAIS

FUNDERMAX

Placas estratificadas de alta presión,
con una protección especial frente a todo
tipo de agresiones, especialmente creada
para revestimientos exteriores e interiores

MAXIMO
PODER CUBRIDOR



LATEXCUBRIENTE TOTALDELOXON

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

SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN WATT STOPPER

Green buildings...green solutions



- Ahorro de energía hasta un 50% en iluminación
- Permite de sumar puntos para la certificación LEED
- Control centralizado y flexible a través de un PC en red
- Armonía entre la luz natural e iluminación controlada

Sensores de ocupación, fotosensores y tableros de control centralizado de iluminación, para un uso eficiente de la luz en zonas y aplicaciones programadas.

www.legrandgroup.cl



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

 **legrand**[®]



**HITO
TECNOLÓGICO**

■ Un hito de la ingeniería se levanta en el norte del país. Es el Embalse Santa Juana, de 117,30 m de altura, que en octubre pasado fue galardonado por ser el primer proyecto en el mundo de presa CFRD fundado sobre rellenos aluviales de gran espesor, dado que los embalses precedentes se habían fundado en rocas en todo su contorno. A 15 años de su construcción, Revista BIT repasa los secretos tecnológicos que lo hicieron famoso. Es la innovación aguas arriba. Una presa de tecnología.

EMBALSE SANTA JUANA

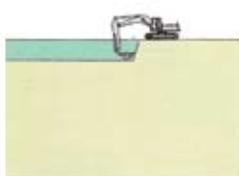
PRESA DE TECNOLOGÍA

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

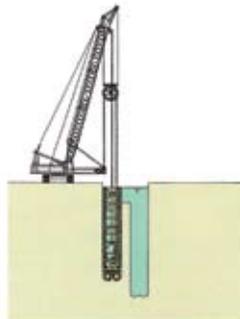


LIBRO EMBALSE SANTA JUANA

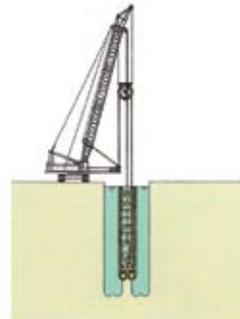
SECUENCIA CONSTRUCTIVA PARED MOLDEADA



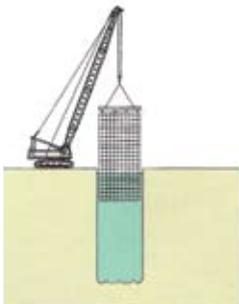
1. Se realiza una preexcavación.



2. Excavación del primer tramo compuesto por una zanja principal. Alternadamente se excava una segunda franja.



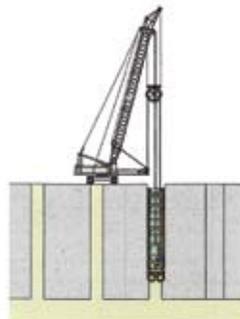
3. Excavación de la tercera zanja que completa el primer tramo de pared moldeada.



4. Instalación de la armadura.



5. Hormigonado del primer tramo de pared moldeada.



6. Excavación del segundo tramo. Se repite el procedimiento anterior.

FICHA TÉCNICA

EMBALSE SANTA JUANA

UBICACIÓN: 20 km al Oriente de Vallenar, Huasco, III Región

MANDANTE: MOP, Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)

PROYECTISTA: MN Ingenieros Ltda.

CONSTRUCTORA: Agroman Ltda., España

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 1991-1995

CAPACIDAD: 160 millones de m³

para el riego de 12 mil hectáreas

COSTO APROXIMADO: US\$ 35 millones

CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA

TIPO: Gravas compactadas con pantalla de hormigón (CFGD)

COTA CORONACIÓN: 653,40 MSNN

LONGITUD CORONACIÓN: 390 m

ALTURA MURO: 117,30 m

TALUD AGUAS ABAJO: 1,6/1

TALUD AGUAS ARRIBA: 1,5/1

VOLUMEN MURO: 2.700.000 m³

SUPERFICIE PANTALLA: 39 mil m²

EN LA HOYA del río Huasco (III Región), 20 km aguas arriba de Vallenar, está el embalse Santa Juana, obra de regulación interanual que acumula 160 millones de m³, y pionera en su tipo, por ser una presa de gravas arenosas compactadas, con pantalla de hormigón en la cara aguas arriba (CFGD o Concrete Face Gravel Fill Dam), una variante de las CFRD (Concrete Face Rock Fill Dam), de amplio uso en todo el mundo. Siendo premiada en octubre pasado por la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD), como el hito más importante del siglo en represas CFRD o de enrocados.

Una presa de enrocados, cuando es aplicable, tiene un costo 40 a 50% menos que el de una presa de otro tipo. Sin embargo, en los ríos chilenos no se podían usar porque, internacionalmente, sólo se habían construido en sitios en que la roca estaba a la vista en todo el perímetro de la pared aguas arriba de la presa. Los ríos chilenos

tienen en el fondo del valle una cubierta de suelos de espesores importantes, en el caso de Santa Juana unos 40 m de espesor. “En forma precursora para esta presa se ideó combinarla con una pantalla de hormigón vertical, denominada Pared Moldeada. Es la primera construida en Chile con tales características”, recuerda Jorge Egan, quien fuera el inspector fiscal de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), mandante del proyecto.

“Este tipo de presas son alternativas a las zonificadas, en que la impermeabilización se compone de un núcleo de suelos arcillosos ubicado en el centro”, detalla Luis Pinilla, Consultor de MN Ingenieros, firma proyectista del embalse galardonada por ello en China. Antes de Santa Juana, la mayor parte de los embalses nacionales se construían como presas zonificadas (es el caso de Paloma, Colbún, Machicura, Melado, Convento Viejo, entre otras). Después de Santa Juana, este innovador diseño, CFRD con pared moldeada, se extendió a grandes obras de riego como Puclaro y El Bato. Pero hay más. La so-



GENTILEZA MIN INGENIEROS

CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE HORMIGÓN EN PRESA CFRD*

1. Hecha la compactación, se coloca un emplantillado sobre el terreno.
2. Colocación de la armadura.
3. Hormigonado de las losas y faena de moldaje deslizante de abajo hacia arriba.
4. Vista panorámica de la pantalla de hormigón.

*Estas fotos son genéricas del proceso constructivo y no corresponden al Embalse Santa Juana.

lución ha sido aplicada en todo el mundo, en China, por ejemplo, ya se han construido más de 15 presas. Entremos a la innovación aguas arriba, a esta presa de tecnología.

PARED MOLDEADA

Empezamos de abajo hacia arriba. En las presas chilenas, desde Convento Viejo (MOP) y Colbún en los años 80 se ha aplicado en nuestras presas las "paredes moldeadas". Veamos de qué se trata. En la zona donde se construyeron estas presas existe roca en ambas riberas del río, mientras que en el fondo del valle en espesores de 40 a 80 m, se encuentran gravas. El primer desafío en Santa Juana fue la construcción de la pared moldeada. Para represar, había que evitar la fuga del agua y para lograr interceptarla, ante la imposibilidad de excavar bajo la napa hasta profundidades tan importantes, se tenía que,

como alternativa, impermeabilizar in situ los suelos existentes, con tratamientos (inyecciones) sumamente lentos y caros. Esto llevó a los mandantes a aplicar la técnica francesa llamada "Pared Moldeada".

Consiste en un muro vertical de hormigón de reducido espesor (0,8 a 1,2 m) que forma una cortina impermeable hasta la roca y que se ejecuta a todo lo ancho del valle. Con la aplicación de lodo bentonítico, que permite excavaciones verticales de pequeño espesor que alcanzan grandes profundidades", señala Pinilla. Tras estudios, se comprobó que la excavación de la pared se haría hasta los 40 m de profundidad (punto donde se encontró roca, gravas y arena compactadas) y a 80 cm de espesor, a todo lo largo de la presa.

Entremos a la secuencia constructiva de la pared moldeada. Había que ejecutar una zanja angosta y profunda que se excavaba a

todo lo largo de la fundación de la presa en tramos o paneles limitados a unos 7 m de longitud (compuesto cada uno a su vez de tres subpaneles o pases de excavación de aproximadamente 2,4 m que se excavan alternadamente y que se rellenan luego con hormigón (ver esquema Secuencia Constructiva Pared Moldeada). "La zanja se ejecuta con maquinaria que posee en sus extremos elementos especiales de corte que excavan el terreno a toda la altura de la pared (40 m en este proyecto o hasta alcanzar el fondo de roca). Para mantener la estabilidad de la excavación y evitar derrumbes se aplicaba lodo bentonítico, a medida que se excavaba hasta la profundidad requerida. Como el lodo tiene propiedades especiales y una presión mayor que la del agua del fondo del río, éste impide que el agua ingrese, conservan-

do así las paredes excavadas sin que éstas se derrumben”, comenta Egan.

Terminada la excavación del primer panel de zanja, y una vez se llegaba a la profundidad requerida, se hacía un reconocimiento geométrico de manera que la excavación fuese verticalmente perfecta, dentro de las tolerancias. “Mientras se excava la segunda zanja, y previa colocación de armadura, en la primera se hacía llegar, por intermedio de tuberías, hormigón, que a su vez desplazaba el lodo hacia la superficie. El mismo procedimiento se repetía con las zanjas posteriores”, cuenta Egan. Una vez que el hormigón, por la presión, salía hacia la superficie, a su vez desplazaba el lodo, éste último era bombeado a pozos recuperadores donde se purificaba, para luego ser reinyectado en la siguiente zanja.

El hormigón saliente venía contaminado con lodo bentonítico. Ese hormigón superficial era removido. “De esta forma, la pared moldeada funciona como un diafragma que confina e impermeabiliza todo el sistema”, apunta Pinilla.

SEGURIDAD ANTE SISMOS

Este tipo de presa es una de las más seguras que existen, ya que las filtraciones en la pantalla de hormigón, no producen el colapso de la estructura. “El terremoto de Wenchuan, de 8,0° Richter, ocurrido el 12 de mayo de 2008 en China, tuvo su epicentro a 17 km de la CFRD Zipingpu, de 156 m de alto. Si bien se midieron aceleraciones horizontales en el coronamiento sobre 2 g, sólo se presentaron daños menores en la pantalla y en el muro del coronamiento”, detalla Luis Pinilla.

En Santa Juana, la pantalla de hormigón se construyó en fajas de unos 15 metros de ancho y toda la altura de la presa, entre cada faja, se colocaron juntas de dilatación de cobre, las que funcionan con un fuelle de manera que sean elásticas. Si fallan estas juntas o la pantalla de hormigón, una segunda barrera de protección la proporcionan los rellenos mismos que limitan las filtraciones por la secuencia de materiales que van desde granulometrías finas hasta las más gruesas en forma gradual. Como dato adicional, en los diseños de presas se evalúa el riesgo sísmico y se verifica su estabilidad ante los sismos máximos creíbles.

CUERPO DE LA PRESA

Subimos aguas arriba. El segundo desafío. El cuerpo del embalse está constituido por un prisma de gravas compactadas, cuya cara aguas arriba se recubre con un pavimento grueso de hormigón armado “concrete face”. El prisma se construye en base a distintos rellenos extraídos del mismo río, pero de diversa granulometría. “Se estableció una

zona de yacimiento aguas arriba del área que se iba a represar, de donde se sacaron materiales. Casi la totalidad se coloca sin requerir tratamiento pero con una enérgica compactación”, señala Egan. Según el espesor de las capas al compactar se separaron en denominaciones estratégicas desde la 2A a la 3C, es decir, desde los más finos hasta los más gruesos, de manera que el primero fuese el filtro

BIT 72 MAYO 2010 ■ 83

42 años diseñando e inspeccionando grandes obras de ingeniería asísmica

PIONEROS EN PRESAS CFRD

- EMBALSES
- CANALES Y OBRAS DE CONDUCCIÓN
- MANEJO DE RELAVES
- TÚNELES Y EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

PRINCIPALES EMBALSES

- Los Leones (División Andina Codelco)
- El Melado (ENDESA Chile)
- Ovejería (División Andina Codelco)
- Colihues (División el Teniente Codelco)
- Carén (División el Teniente Codelco)
- Santa Juana (Dirección Obras Hidráulicas MOP)
- Corrales (Dirección Obras Hidráulicas MOP)
- Puclaro (Dirección Obras Hidráulicas MOP)
- El Bato (Dirección Obras Hidráulicas MOP)

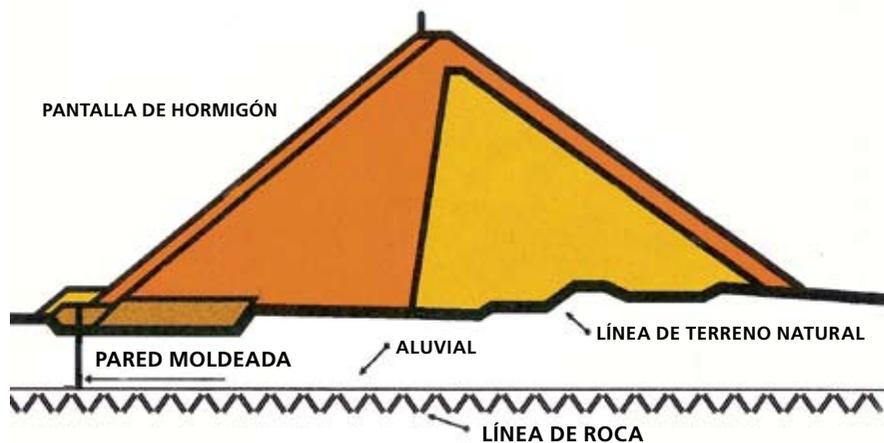
MN M. NENADOVICH
INGENIEROS



MIGUEL NENADOVICH Y CÍA. LTDA.

Teléfono 4965900 - Fax 4965911 - Marchant Pereira 650, Providencia

SECCIÓN TIPO DE UNA PRESA CFRD



LIBRO EMBALSE SANTA JUANA

del que venía a continuación, frente a un eventual fenómeno de filtración. Primero una capa de poco espesor de fluvial cuyo tamaño máximo fue de 1,5 pulgadas, luego un espesor pequeño de fluvial de 6 pulgadas. “El grueso de la presa lo constituyen materiales fluviales con bloques de hasta 60 cm, que son bolones más grandes”, señala Egan. Cada relleno se compactaba con pasadas de rodillos vibratorios hasta lograr que los fluviales alcanzaran densidades elevadas.

Previa a la colocación definitiva del relleno, se hicieron terraplenes de prueba. De acuerdo a la especificación de los materiales, y en base a estudios de frecuencia de vibración, entre otros, se sacaron muestras de estos terraplenes para confirmar, tanto la permeabilidad requerida, como densidad y resistencia, entre otras variables. Tras los ensayos, se dispusieron por capas, desde las más finas a las más gruesas, formando el cuerpo del embalse, desde el pie de la presa

hacia arriba. Una faena más. A medida que se compacta, hacia ambos lados de la presa, las orillas van quedando irregulares, ya que en los bordes las maquinarias no logran realizar la compactación adecuada próxima al talud. “En Santa Juana el cuerpo de la presa se construyó con sobre ancho, de manera que una vez compactado, el material sobrante se cortó con equipos especiales”, expresa Egan.

Llegamos a la cara de concreto. La losa de hormigón o pantalla que cubre el talud, se construye por el lado soportante del embalse de agua. La secuencia es la siguiente. Primero. En la cara del talud compactado se coloca un emplentillado pobre. En Santa Juana se regó con asfalto líquido para eliminar el polvo en suspensión. Hecho esto, se colocaban las armaduras en base a mallas de acero y luego se hormigonaba la pantalla, que tenía 30 cm de espesor. “Fue una faena compleja. Desde arriba de la presa hacia

abajo, camiones hormigoneros descargaban el hormigón a través de canoas. De abajo hacia arriba desplazaba un moldaje deslizante mediante huinches.

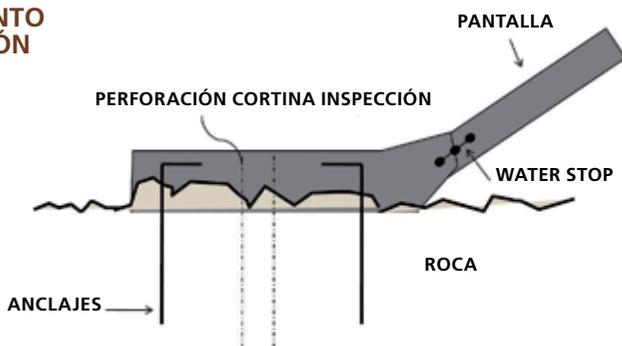
PLINTO

Llegamos al tercer reto, que se ejecuta en conjunto o previo a los rellenos de presa. Por el perímetro de aguas arriba de la presa, entre la roca y la pantalla, se coloca un hormigón llamado Plinto, dispuesto a todo lo largo bordeando la losa. “El plinto es el elemento de hormigón que se une a la roca y que permite alojar un elemento impermeable (Water Stop o lámina de estanqueidad) que sella la unión de la pantalla de hormigón con la roca. De este modo, la unión de la pantalla a la roca está articulada”, señala Pinilla. El plinto además sirve como cubierta para respaldar trabajos de inyección a presión de lechada de cemento en la roca para impermeabilizarla. Estas inyecciones sellan las grietas de la roca con lo que evitan que el agua filtre por debajo. Las inyecciones ocupan perforaciones profundas, de hasta 40 m, por las cuales se inyecta lechada que llega hasta la roca, a fin de otorgarle mayor resistencia y, ante la eventualidad de que existan huecos, éstos se rellenan”, prosigue Luis Pinilla. Finalmente, entre la losa y el plinto, se colocó una lámina de estanqueidad o Water Stop, que es una junta elástica para el movimiento.

A 15 años de su construcción, el embalse Santa Juana no sólo riega más de 12 mil hectáreas de terrenos agrícolas, hoy en día alimenta una mini central hidroeléctrica que aprovecha los caudales descargados para el riego y generación eléctrica. Un hito de ingeniería. Una presa de tecnología. ■

www.doh.gob.cl

DETALLE DEL PLINTO Y DE LA INYECCIÓN DE LA LECHADA EN LA ROCA



GENTILEZA MIN INGENIEROS

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Embalse en Valle del Elqui. Las claves de Puclaro”. Revista BIT N° 38, Septiembre de 2004, pág. 42.
- “Innovación en Embalse de Riego. Presa inflexible de goma”. Revista BIT N° 34, Enero de 2004, pág. 53.

EN SÍNTESIS

En 1995 la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP inauguró la Presa Santa Juana en el río Huasco. De 117,4 m de alto, se construyó sobre los fluviales del fondo del valle y se combinó la pantalla de la presa con una pared moldeada. Esta combinación francesa se aplicó por primera vez en presas de este tipo. Una gran innovación.

Geotecnia y Obras civiles

Seguridad
Innovación
Creatividad
Experiencia

P
PERSONAL
CALIFICADO

M
MAQUINARIA
ESPECIALIZADA

ISO 9001
GESTIÓN DE
CALIDAD

OHSAS 18001
GESTIÓN DE
SR&O



SOLETANCHE BACHY
TECNOLOGIA SUSTENTABLE

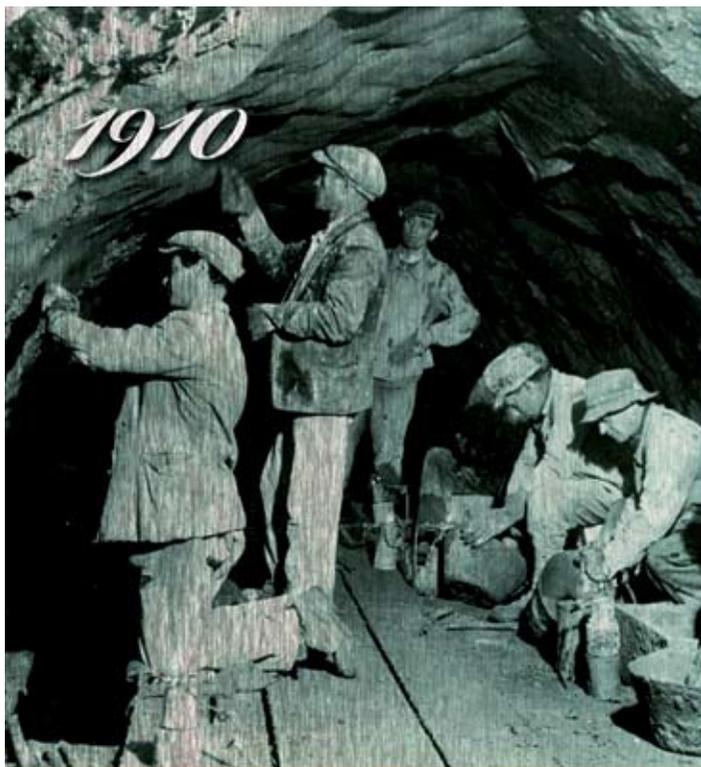
Contamos con una completa línea de procesos y metodologías geotécnicas especializadas con procedimientos y tecnologías de punta, desarrollada por una red mundial de ejecutivos e ingenieros de más de 60 nacionalidades, cuyas obras se encuentran alrededor de todo el mundo.



UNA EMPRESA DE  **SOLETANCHE FREYSSINET**

Url.: www.soletanche-bachy.cl

Dir.: Av. Cerrillos 980, Cerrillos, Chile | Casilla 122 | Tel.: (56 2) 589 9000 | Fax: (56 2) 5849001 | E-mail: sbc@soletanche-bachy.cl



www.sika.cl

Innovation & Consistency since 1910



Encuentros CDT 2010



- ▶ **AGOSTO**
4º ENCUENTRO MANDANTE CONTRATISTA
- ▶ **08 DE SEPTIEMBRE**
6º ENCUENTRO PROFESIONALES DE OBRA
- ▶ **19 DE OCTUBRE**
6º ENCUENTRO INTERNACIONAL CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE
- ▶ **17 DE NOVIEMBRE**
3er ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN

Más información en www.cdt.cl y eventos@cdt.cl

Venta y alquiler de sistemas de moldajes

**Moldajes Alsina: un equipo humano en constante innovación
comprometido con el servicio a sus clientes**



OBRA DESARENADOR AZUFRE
HIDROELECTRICA LA HIGUERA



Moldajes Alsina Ltda.

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

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

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



Moldajes Alsina Ltda.

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

DESARROLLOS EN ANDAMIOS

MÁS ALTO

■ Lograr una instalación rápida, con menor cantidad de implementos en obra y alta seguridad, marcan la tendencia en andamios y sus complementos. Las novedades vienen de la mano con las nuevas alturas y geometrías que destacan en los proyectos de construcción de nuestro país. ■ Ahora se exigen sistemas seguros, funcionales y compactos. Los andamios van más alto.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

LOS NUEVOS desarrollos en andamios, así como sus complementos, apuntan a fortalecer la eficiencia en obra. Las tres claves son: seguridad, compatibilidad con múltiples sistemas y ser cada vez más livianos y compactos.

Según los especialistas, la base del andamio sigue siendo la misma. Así, los nuevos desafíos se enfocan en mejoras puntuales, como mayor seguridad en las alturas, mejor rendimiento para montaje y transporte de un piso a otro, así como su aplicabilidad a distintos proyectos, desde la minería hasta edificios con las más diversas fachadas. Los andamios y sus complementos suben alto. Muy alto.

SISTEMA PARA PASARELAS

El sistema Truss es un complemento del clásico sistema Allround (AR, andamio multidireccional) de Layher. "En base a elementos adicionales, la capacidad de carga del Sistema AR aumenta lo suficiente como para lograr pasarelas peatonales de hasta 30 m de luz y estructuras de soporte para grandes

cargas", señala Nicolás Tordecilla, gerente del área industrial de Layher. El sistema se basa en marcos estructurales horizontales, con perfiles cerrados tubulares, verticales macizos y elementos diagonales en base a cables que trabajan a tracción. Para los apoyos, se ocupan elementos AR de alta resistencia, conectados con vigas Layher de perfil doble T. El sistema está disponible en las modulaciones de 2,07 m y 2,57 m, con la cuña AR que se conecta a verticales en los costados de los postes.

La pasarela se puede configurar con plataformas de acero o con el sistema Layher EV (sistema con diversas modulaciones y elementos para la formación de escenarios, tribunas o una combinación de ambos) y complementar con sistema de cubiertas. La pasarela se apoya en elementos AR de alta resistencia con vigas especialmente diseñadas, configuración que permite el armado en el suelo para luego montar la estructura con grúa. El resultado son pasarelas con una capacidad de carga de hasta 150 kg/m cuadrados. El producto estará disponible en Chile a partir de mayo.

GENTILEZA ULMA

Con el sistema Truss se pueden obtener pasarelas de hasta 30 m de luz libre, con una capacidad de carga de hasta 150 kg/m cuadrados.



GENTILEZA LAYHER



GENTILEZA INPROMAS

PLATAFORMA CREMALLERA

La plataforma elevadora por cremallera Altimax de Inpromas, permite ejecutar trabajos en fachada, tanto en proyectos nuevos, como en rehabilitación de obras antiguas. Su versatilidad y rapidez de montaje, debido a su construcción modular, le permite abarcar hasta 3.0 m de fachada y cargar hasta 3.700 kilos, más cinco personas sobre la plataforma de trabajo. Sus mástiles de sección cuadrada le proporcionan mayor resistencia a la torsión, ventaja considerable al utilizar la máquina con un solo mástil. Como monomástil la plataforma de trabajo puede cubrir 10 m horizontales de fachada y como bimástil hasta 30 m, acoplando módulos de 1,5 metros. "En ambos casos el equipo alcanza hasta 120 m de altura, agregando módulos de mástil también de 1,5 m desde la plataforma", comenta Hernán Busquets, subgerente comercial de Inpromas.

Un sistema estándar de prolongaciones telescópicas permite aumentar el ancho de la superficie de trabajo desde 1,4 hasta 2,3 metros. Introduce un grado de seguridad para trabajar en altura. Este desarrollo consta en una plataforma fija, capaz de remontar por torres que poseen cremalleras, alcanzan-

do grandes alturas.

Sus principales ventajas son: velocidad de desplazamiento, gracias a sus motores eléctricos trifásicos, supervisión sobre el área de trabajo, pudiendo el constructor observar el avance de la obra, montaje rápido y limpio, supervisión directa de la mano de obra que utiliza el equipo y minimiza la utilización de espacios en terreno, no obstruyendo accesos. Altimax, fabricada en Chile en más de un 50%, está certificada contra sismos al realizar un rediseño de sus torres que son las que soportan todo el peso del sistema, hasta 10 toneladas.

ANDAMIO MODULAR

El andamio Modex de Harsco Infraestructura es un sistema modular y versátil. Los postes verticales -elementos que transmiten cargas hacia los apoyos a nivel de piso- son fabricados en base a tubos de andamio de 4,8 cm de diámetro, equipados con discos de unión soldados en intervalos de 50 cm en la altura. Cada uno de estos discos de unión permite

En términos de andamios motorizados, como la plataforma cremallera, la tendencia es a mejorar la seguridad en los equipos y proporcionar soluciones especiales para prácticamente cualquier forma arquitectónica de fachadas.

un máximo de 8 conexiones simultáneas, tanto en dirección horizontal como diagonal. Los elementos horizontales son de diferente longitud. Es posible construir plantas ortogonales y de ángulos inclinados. Las longitudes estándar de los elementos horizontales son: 0,74 m, 0,82 m, 0,90 m, 1,01 m, 1,13 m, 1,25 m, 1,50 m, 1,80 m, 2 m, 2,5 m, 3 m y 4 metros. Con estas longitudes pueden armarse andamios de trabajo, protección, especiales o de soporte a labores de moldaje.

Su diseño modular permite la construcción de torres de escaleras, plataformas, tribunas para espectadores, plataformas de trabajo de gran superficie, carros móviles y faenas de alzaprimado inclusive. Cada uno de los tubos horizontales y diagonales vienen equipados en sus extremos con pasadores que permiten una fijación rápida, segura y fácil al disco de unión de los postes verticales. Las diagonales verticales que dan la rigidez lateral a la estructuración cubren los anchos estándar antes mencionados y alturas fijas de 2 metros. Piezas complementarias como consolas de ensan-

BIT 72 MAYO 2010 ■ 89

INPROMAS
INGENIERIA



En momentos difíciles siempre es bueno contar con un apoyo

APROVECHE NUESTRA CAMPAÑA CON PRECIOS REDUCIDOS DE EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURA, TANTO EN ARRIENDO COMO EN VENTA.

"SOLO PARA ASISTENTES A EDIFICA QUE SOLICITEN COTIZACION EN NUESTRO STAND".

Visítenos en **EDIFICA 2010** en el Stand 58-8, lo estaremos esperando.



Plataformas de Cremallera
(hasta 30 mts de ancho y 120 mts de altura)



Andamios Colgantes

www.inpromas.cl

www.altimax.cl

GENTILEZA HARSCO INFRAESTRUCTURA



1



2

1. El andamio Modex, por su versatilidad y diseño modular, permite la construcción de torres de escaleras, plataformas, tribunas para espectadores, entre otras variedades.
2. Gancho izado que permite el levante con grúa de un conjunto de andamios.
3. El andamio multidireccional es un sistema que se adecua a distintas arquitecturas. Dentro de su funcionalidad, destaca su utilización en estructuras en voladizo, en base a una viga de apoyo.

GENTILEZA ULMA

che, plataformas, limones y gradas permiten realizar diversidad de aplicaciones.

ANDAMIO EN VOLADO AMD

Es un sistema de andamiaje de rápido montaje, muy seguro y de gran capacidad de carga. Su estructura está diseñada con tubos verticales que permiten la unión por arrastre de tubos horizontales en cualquier posición, facilitando la adaptación para cualquier geometría. "El sistema destaca por la capacidad que tiene de levantar plataformas continuas de trabajo. Da la opción de ser montado no sólo desde el suelo sino también por secciones del edificio, es decir, si se tiene un edificio de 25 pisos, y se montan andamios de a cinco pisos, tengo solamente cinco posturas y un quinto de las piezas del andamio en obra, de manera de treparlo a medida que avanza la construcción", señala Jaime Domínguez, gerente comercial de Andamios DOM.

Esto es posible por el diseño de una viga especial denominada VC-200 que otorga además otras soluciones u opciones de montaje. Por ejemplo, al sumar una viga VC-200, permite montar un túnel peatonal con un ancho libre de 2 m, así también, una zona de seguridad contra la caída de objetos y/o escombros o simplemente en montajes donde no es posible el apoyo al suelo. "Esta solución permite utilizar completamente el andamio presente en obra, sin tener equipo inutilizado u ocioso en los pisos inferiores, en los que ya no se está trabajando, lo que se traduce finalmente en menores costos y por lo tanto en una solución comercial y técnicamente muy atractiva", indica Domínguez.

ELEMENTOS AUXILIARES

Los complementos o elementos auxiliares que conforman un andamio, son casi tan im-



3

GENTILEZA DOM

portantes como las mismas plataformas. Su innovación está dada por la compatibilidad con distintos sistemas, entregando a la vez seguridad al montajista y un mayor rendimiento en obra.

■ **Gancho izado:** Es un complemento funcional para los sistemas de andamio Dorpa (andamio de marco) y Brio (andamio multidireccional), que comercializa la empresa ULMA. Se trata de un gancho izado, que permite el levante con grúa de un conjunto de andamios. "Se acopla al sistema, pudiendo colocar tres o cuatro ganchos, y levantando con la grúa el andamio completo, sin necesidad de desarmarlo y volverlo a armar", señala Antonio Oyarce, jefe de proyectos de ULMA Chile. El gancho contiene dos abrazaderas dispuestas con pernos que se sueltan y se sujetan al marco del andamio (sistema Dorpa), o al pie vertical (si es sistema multidireccional). Se aprietan, quedando el sistema listo para ser izado. Dependiendo de la cantidad de módulos que se requieran izar, viene con una argolla o una anilla que se coloca a la

eslinga de la grúa y ésta lo levanta. Cada uno resiste 1.000 kilos, por sus características se pueden colocar cuatro ganchos, soportando 4.000 kilos de izaje. La eslinga debe colocarse en una posición de 45°. Es de acero galvanizado y su peso es de 2,8 kg. Este elemento llegará a Chile durante los próximos meses.

■ **Rodapiés de composite:** Consiste en un elemento de protección de 15 cm de altura que impide la caída de objetos desde el nivel de plataforma. Formado por un perfil de composite de color amarillo y negro, que en sus extremos lleva remachados los enganches de acero correspondientes. El composite es clase M II según norma UNE 23727, lo que lo hace seguro frente a la inflamabilidad, propagación de la combustión y autoextinción. Asimismo, cumple con la norma F1, respecto a la toxicidad de los humos de la combustión. El composite incorpora un núcleo que contiene material termoplástico reciclado y caucho reciclado triturado. El producto está disponible en dimensiones de 0,7, 1,5, 2, 2,5 y 3 metros.

Este plástico le confiere una característica especial. La mayoría de los rodapiés son de madera, material que, con el tiempo y la acción de la lluvia y humedad, tiende a torcerse si no tiene la protección de recubrimiento adecuado, en cambio este plástico es duro y rígido, funcionando para zonas extremas. "Estamos trayendo este elemento, que está en proceso de prueba. Por ahora está disponible en tamaño de 3 m, donde la madera sufre mayor deformación", expresa Oyarce.

■ **Barandilla y pies de seguridad:** Son elementos de seguridad para el montajista, utilizados durante el montaje y desmontaje del andamio. Cuando el montador debe subir al nivel superior, dispondrá de una barandilla o larguero de seguridad provisional. Una vez haya colocado el resto de elementos de ese nivel, podrá colocar la barandilla de protección



◀ Rodapiés hecho a base de un plástico llamado composite, que evita la torsión ante la acción de la lluvia y humedad, otorgándole mayor vida útil.



◀ Baranda de seguridad utilizada para abordar un nuevo piso.

mentos no se quedan abajo. Al contrario, suben cada vez más alto. ■

www.layher.cl; www.inpromas.cl;
www.harsco-i.cl; www.ulma-c.cl;
www.dom.cl

definitiva. El larguero o barandilla está constituido por un tubo amarillo exterior de aluminio de 42x3 mm en amarillo y un tubo negro de acero de 30x3 mm negro, que aportan la extensibilidad suficiente para el montaje.

En tanto, el pie de seguridad está formado por un tubo cuadrado de 30x2 mm con dos bulones de 18 mm en su parte inferior, que se fijan en los dos discos superiores del nivel de trabajo y dos enganches en su parte superior que quedan a 500 y 1000 mm del nivel superior. Está pintado en negro y amarillo

para distinguirlo. "El operador o montajista, desde el nivel inferior, levanta estos pies, los engancha en el nivel donde está el operario, manteniendo una baranda auxiliar. Es decir, el operario puede subir, teniendo la baranda puesta, arma el andamio, coloca las barandas definitivas, y puede sacar la baranda provisional, este elemento ya está en uso hace unos meses con excelentes resultados", apunta Oyarce.

Nuevos desarrollos promueven las edificaciones en altura. Los andamios y sus comple-

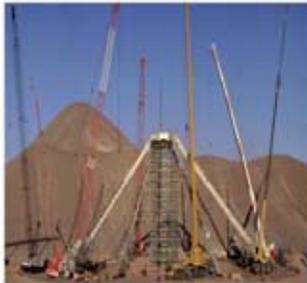
ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Instalación de Andamios. Expertos en montaje". Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág. 46.
- "Novedades en Andamios. Una escalera al cielo". Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 72.

■ EN SÍNTESIS

El andamio es un elemento imprescindible en obras de construcción. Así, los nuevos desarrollos se caracterizan por ser fáciles de instalar, de alta seguridad y compatibles con diferentes sistemas de plataformas.

BIT 72 MAYO 2010 ■ 91



Torre Soportación
Octógono, Minera Gaby



Casino
San Francisco de Mostazal



Puente Cachapoal



Pasarela
Ruta San Martín



Sistema Peri UP Rosett
Andamio Multidireccional



Sistema Peri UP 70/100
Andamio Fachada



Sistema Peri Rosett Flex
Andamio Industrial



Sistema Peri LGS
Pasarelas

La solución de Andamios PERI para cualquier trabajo

PERI CHILE Ltda.
Santiago
Fono: 444 6000
Peri.chile@peri.cl

PERI Centro Costa
Viña del Mar
Fono/Fax: 32-687713
peri.centrocosta@peri.cl

PERI Norte
Antofagasta
Fono: 55-216193
peri.norte@peri.cl

PERI Sur
Concepción
Fono: 41-2310808
peri.sur@peri.cl

PERI

Ingeniería
Encofrados
Andamios

www.peri.cl



Unidad de Negocios Ingeniería & Construcción
"Agregando valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial"

*Estamos presentes en los rubros de:
Retail, Edificios de Infraestructura, Centros de Salud, Hoteles y Casinos, Educativa, Infraestructura Vial.*



Proyecto Costanera Center, RM.



Estaciones de Metro, RM.



Gran Casino de Copiapó.



Hotel Park Lake, Villarrica.



Estadio Chinchipe, Puerto Montt.



Clínica Las Condes.

Nuestros Servicios:
Construcción de Obras Civiles • Infraestructura • Proyectos EPC



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



www.salfacorp.com



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



MAC

MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

PLANIFICACIÓN ADMINISTRACIÓN
NEGOCIOS ARQUITECTURA
INMOBILIARIA INGENIERÍA

**INTEGRAMOS CONOCIMIENTO
PARA CONSTRUIR NUEVOS MUNDOS**

POSTULACIÓN 2010

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

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

Más información en:
Mail: coordinacionmac@cchc.cl
Teléfono: 3547035 – 3763375

www.macuc.cl

TIGRE
Instaló Tigre, está tranquilo.



FUSIÓN TIGRE DETRÁS DE TUS PAREDES ESTÁ PASANDO ALGO.



Fusión Tigre la línea más completa del mercado en polipropileno.

POLIPROPILENO RANDOM TIPO 3 PARA AGUA CALIENTE Y FRÍA.

Fusión Tigre es el sistema de conducción de agua de polipropileno con **Garantía Tigre**. Dentro de su amplia gama de conexiones, de 20 mm a 90 mm, encontrará la máxima resistencia y calidad para su obra. Sus propiedades de resistencia impiden que el sarro y la corrosión acorten su vida útil. Con **Fusión Tigre** instale rápido y seguro.

TIGRE CHILE S.A.
Teléfono: 444 3900
Fax: 444 3995
www.tigre.cl



ACCESORIOS



NOVEDAD

COPLA PARA
CONSTRUCCIÓN
EN SECO



■ Un hotel, una torre de oficinas y 46 departamentos que descansan sobre tres pisos de retail, un centro de convenciones y nueve subterráneos, son sólo algunas de las particularidades de este edificio de uso múltiple ubicado en el barrio El Golf, el primero con estas imponentes dimensiones en nuestro país.

■ Tecnología de uso mixto.

EDIFICIO
ISIDORA
3000

TECNOLOGÍA MIXTA

PEDRO PABLO
RETAMAL P.
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA INMOBILIARIA TERRITORIA

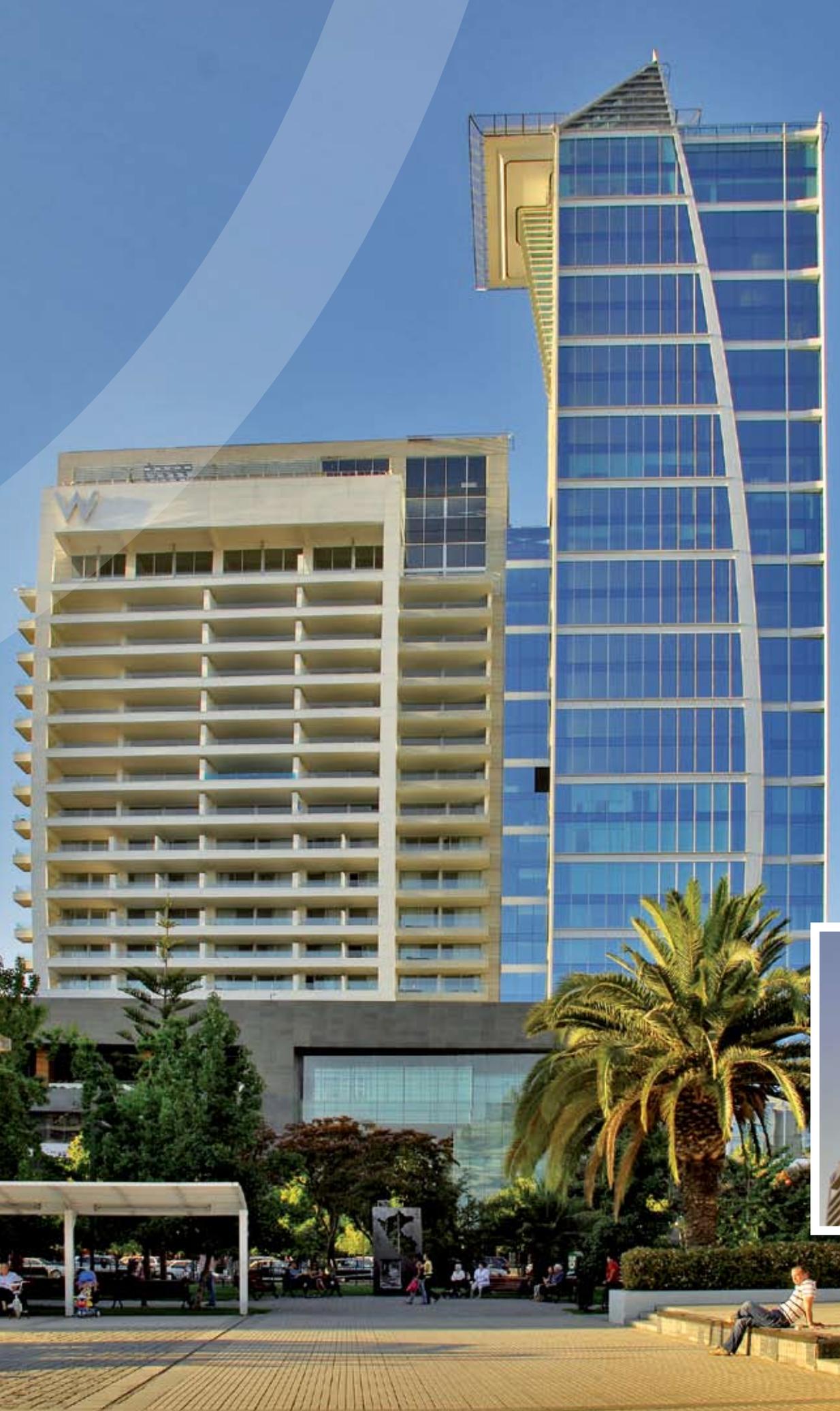
UNA APUESTA ÚNICA en el país se levanta en el corazón del barrio El Golf. Se trata del edificio Isidora 3000, proyecto de 105 mil m², de 31 pisos y nueve subterráneos que responden al concepto de "mix use". Simple, la estructura completa tiene múltiples usos para el público, concepto muy atractivo en términos prácticos, pero que también implicó complejos desafíos constructivos y técnicos.

Su estructura alberga 800 estacionamientos en un área de 40 mil m², ubicados entre los niveles -9 y -4; una sala de convenciones de 35 mil m², con capacidad para 1.100 personas y un área de retail de 6.500 m² distribuidos entre los pisos -1, 2 y 3.

En términos generales, el edificio constituye una estructura de hormigón con losas postensadas cuyo nú-

cleo lo conforman muros de hormigón y pilares en planta, que descansan sobre una losa de fundación de hormigón de 2,2 m de espesor y de 12 m por 14 m en planta. Los pilares se fundan sobre zapatas aisladas que varían de 1 m a 2,4 m de altura, y de 2,5 por 2,5 m a 6,5 por 6,5 m en planta. Asimismo, el plan estructural contempló murallas de concreto de 30 y 80 cm de ancho en el núcleo, mientras que las columnas estructurales del perímetro son de 45 por 160 cm y 90 por 90 centímetros.

La primera innovación de este gigante está bajo tierra: nueve plantas bajo cota cero y 32 m de profundidad que marcaron el inicio de esta tecnología mixta. En el 2006 Revista BIT bajó al centro de la tierra para conocer la excavación de las fundaciones, las que superaron los 37 m con pilas del orden de los 38 m bajo el nivel de calle. Un dato, en ese momento fue el subterráneo más profundo de Santiago. Un hito, sin dudas. En 2010, es-



FICHA TÉCNICA

ISIDORA 3000

MANDANTE:

Inmobiliaria Territoria

ARQUITECTURA:

Gary Handel Architects,
Plannea Arquitectura,
Seggiaro Arquitectos y
Asociados, ADN
Arquitectura y Diseño.

CONSTRUCTORA:

Echeverría Izquierdo S.A.

CÁLCULO ESTRUCTURAL:

René Lagos y Asociados

MECÁNICA DE SUELOS:

Issa Kort

SUPERFICIE TOTAL:

105.000 m²

INVERSIÓN APROXIMADA:

US\$ 100 millones

DEPENDENCIAS

Oficinas: 12.400 m²

Hotel: 14.100 m²

Departamentos: 6.500 m²

Retail: 6.500 m²

Sport Club: 1.900 m²

Centro de Convenciones:

3.500 m²

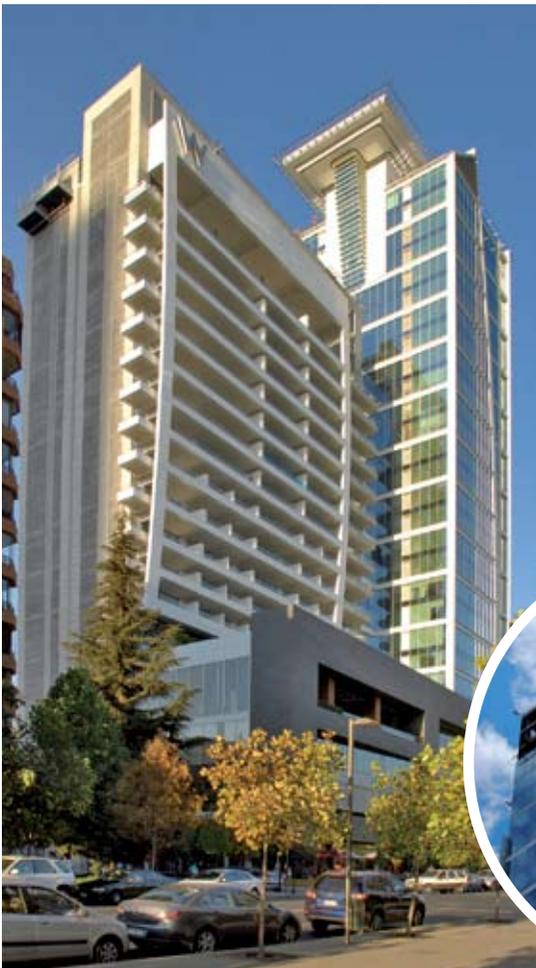
Subterráneos: 40.000 m²

Pisos Torre principal: 30

Subterráneos: 9

Ascensores: 27





GENTILEZA
INMOBILIARIA TERRITORIA

Los 31 pisos de la torre mayor y los 19 de la torre menor, contemplan 27 ascensores que definen las circulaciones verticales del edificio y los diversos núcleos del sector del hotel y los departamentos.

calamos hacia las alturas para mostrar las novedades pisos arriba que presenta esta tecnología mixta.

CIRCULACIONES VERTICALES

A simple vista, se observa que se trata de dos torres separadas. Las apariencias engañan. Ambos volúmenes son parte de una única estructura que se diferencia en su arquitectura por tener distintas alturas y, principalmente, porque ambas tienen revestimientos diferenciados. La torre más alta tiene un muro cortina de cristal, mientras que la más baja cuenta con un revestimiento de piedra colombiana y panel de aluminio. Inicialmente se intentó construir dos edificios que tuvieran una junta de dilatación, de manera de levantar una torre de oficinas y otra para el hotel y departamentos. “Esto generaba que la distancia entre ambas torres fuera de unos 20 cm, ya que esta estructura se eleva a unos 100 m y la separación en estos casos debe ser de 1/500 de la altura total. En la práctica se verían como dos edificios, pero no se po-

día atravesar de una torre a otra”, detalla René Lagos, gerente general de René Lagos y Asociados.

Por lo tanto, la opción final consistió en hacer una sola estructura. A partir del piso 4° y hasta el 11°, se ubica el Hotel W con 196 habitaciones, en suma 16 mil m² que abarcan de manera transversal ambas torres. Entre el nivel 12° y el 31° están las oficinas, ubicadas en el edificio más alto, ocupando casi 11.500 m². Los 46 departamentos se encuentran en la torre más baja, llegando hasta el piso 19°.

Uno de los desafíos más interesantes que implicó la distribución de cada área, fue la resolución de las circulaciones verticales. “Como los departamentos y las oficinas comparten varios niveles del edificio, y más abajo de éstos se encuentra el hotel, los usuarios de cada una de éstas áreas no debían mezclarse. Por ello, decidimos hacer 27 ascensores en distintos niveles y sectores del edificio”, señala Rodrigo Domínguez, arquitecto de Plannea, empresa encargada del diseño

grueso del edificio.

En la práctica, no todo podía estar en el primer piso, por lo tanto, hubo que distribuir los espacios de manera eficiente atendiendo las distintas necesidades. Por ejemplo, el hotel tiene un diminuto hall de entrada en el primer piso, donde se encuentra un recepcionista que dirige a los pasajeros hasta los ascensores que van al 4° piso, lugar en el que se encuentra el acceso principal del hotel W, concepto que los norteamericanos llaman sky lobby.

Sigamos en este viaje. Son 27 ascensores. Sí, 27. Esta cantidad tuvo como objetivo no mezclar los distintos usuarios del edificio. Normalmente, en una construcción de uso único se aprovechan los núcleos de circulación verticales (ascensores y escaleras) para encerrarlos en muros para que asuman toda la carga sísmica (o cargas laterales). En el caso de Isidora 3000 fue distinto. No había continuidad vertical en todos los niveles debido a que ambas torres no sólo tenían distintas alturas, sino que también albergaban elementos diversos. Por ejemplo, el hotel era común a ambas estructuras, sin embargo, los departamentos sólo estaban en la torre menor y las oficinas únicamente en la más alta.

“En la torre más baja habían alturas discontinuas, es decir, núcleos que sólo existían en algunos pisos, que luego desaparecían en otros. No teníamos la posibilidad de hacer núcleos ordenados, que fueran de arriba has-

ta abajo, presentes en toda la altura”, relata Marianne Küpfer, ingeniera civil y socia de la oficina de René Lagos.

¿Qué se hizo? Los muros estructurales que se necesitaban fueron ubicados en el núcleo de ascensores del sector de oficinas, donde está la torre más alta. “Allí sí había una continuidad desde el suelo hasta el piso más alto y la aprovechamos. En el otro sector, el de la torre más baja, hay muros que desaparecen luego de algunos pisos. En esos casos, había que transferir esas cargas a través de las losas hacia otro muro, por lo que se generan transferencias horizontales, a través del suelo, de manera que las cargas recorran un trayecto más largo”, explica René Lagos.

CALLES PRIVADAS

La construcción no fue sencilla. El trabajo en terreno demandó retos. Varios. Su ubicación en el barrio El Golf, trajo una exigencia adicional en cuanto al comercio y residentes, obligando a ser extremadamente rigurosos en los horarios de trabajo. “Hubo programa-

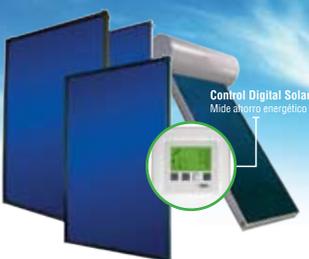
ción para las faenas más bulliciosas, como demoliciones y perforaciones, se capacitó a los trabajadores para que redujeran al mínimo el ruido de sus actividades, se aislaron los equipos más ruidosos y se planificó la llegada de los camiones”, comenta Leonardo Benetti, ingeniero de Echeverría Izquierdo, a cargo de la construcción del proyecto.

Llegamos a uno de los desafíos principales. Dentro de la obra el espacio era muy reducido para la descarga diaria de las 65 a 80 t de material, para la llegada de grúas y camiones y para el inicio del bombeo. Se resolvió con la creación de un pequeño callejón con una entrada para vehículos de gran envergadura por el lado de Isidora Goyenechea. Así, a las horas punta, en que había demasiados requerimientos, la programación de llegada y salida de los camiones era rigurosa, dejando ciertos desfases entre unos y otros. Complejo si se considera que diariamente entraban aproximadamente entre 25 y 30 camiones. “En el espacio cabían justo dos camiones, lo que nos daba un ran-

go de acción mínimo si es que un vehículo llegaba muy adelantado o retrasado. Era toda una coordinación de horarios que hicimos con los contratistas”, detalla Benetti. Inevitable resulta recordar la logística aplicada para retirar la tierra durante la excavación masiva. El inconveniente estuvo dado en que la rampa para el ingreso de camiones abarcó más de la mitad de la superficie a cavar. Y a poco andar, esto era inaplicable. Se buscó otro método, “importando” una solución minera. ¿Cómo? Se instaló una cinta transportadora con una tolva en cada extremo, anclada a las pilas del perímetro. A través de ésta se trasladaba la tierra hasta el nivel de calle en donde se cargan los camiones. La solución funcionó a la perfección. Una experiencia exitosa, digna de imitar. “En Chile los edificios cada vez son más profundos, con importantes superficies bajo cota cero. Entonces, sacar la tierra es todo un problema, siendo la cinta transportadora una solución interesante”, señaló René Lagos en aquella oportunidad.

Eficiencia Energética

La mejor tecnología del mercado para ahorrar







Energía Solar Térmica
Calderas de Condensación
Termostatos Programables
Bombas de Calor
Calderas de Biomasa



ASESORÍA / SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA








Venta a través de Instaladores - Distribuidores

Casa Matriz: Panamericana Norte Nº 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres Nº 380 - La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101
Sucursal Concepción: Camino a Penco Nº 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 229 3400 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.



CONSTRUCCIÓN DEL SUBTERRÁNEO

1. Para seguridad de los trabajadores y rapidez de la faena, las pilas de entibación se construyeron en dos hileras con un desfase de 0,85 centímetros. Se aprecia la magnitud de la excavación total, 32 metros.
2. Avance de la construcción de los 9 subterráneos (mayo 2006).
3. Para retirar la tierra se recurrió a una cinta transportadora anclada a las pilas de entibación, solución extraída de la industria minera.

Volviendo al edificio ejecutado, éste posee una calle privada que se habitó por detrás de las torres, nuevamente con el fin de no entorpecer el tráfico por Isidora Goyenechea. Este acceso conecta Augusto Leguía y Carmencita y es de uso exclusivo para tránsito de clientes, por lo que todo tipo de mudanzas de departamentos y oficinas, y llegadas de vehículos, se hacen por esa zona. En tanto, los vehículos de proveedores y servicios ingresan al recinto

por una rampa exclusiva que lleva hasta el nivel -1 ubicada por Augusto Leguía, a continuación de la calle privada.

EL ATRIO

Uno de los elementos más llamativos en este megaproyecto se observa en el atrio de vidrio ubicado en la entrada del edificio. Su peso es de 103 t, su altura es cercana a los 20 m, y está formado por módulos de cristal templado.

Se trata de una estructura única en Chile que requirió de grandes esfuerzos en montaje, coordinación y el cumplimiento de altos parámetros de seguridad. Así, el edificio cuenta con un atrio interior que es como el corazón de toda la estructura y que lo identifica, "por lo tanto, nuestra idea fue que ese espacio interior se reflejara al público exterior, ya que la ubicación de Isidora 3000 es muy privilegiada al estar frente a la plaza Perú", expresa Domínguez.

El concepto del atrio fue hacerlo transparente hacia el exterior, por eso no tiene ningún apoyo en perfiles horizontales o verticales. ¿Cómo se unieron todas estas piezas? "El muro cortina del atrio se forró con una membrana compuesta de módulos de cristal templado, cuyas piezas usan uniones o soportes de acero inoxidable (arañas), que cuentan con un mecanismo rotulado que aguanta la superficie vidriada", comenta Benetti. Este sistema es más limpio que los tradicionales mullions horizontales, y además, otorgan la flexibilidad necesaria para trabajar como una membrana que absorba cargas externas, los efectos del viento o sismos.

Otro de los desafíos interesantes fue definir cómo se apoyaría este gigantesco atrio en el frontis del edificio. Se le sostuvo con cables de acero inoxidable que miden una pulgada

CENTRO DE CONVENCIONES

Otro de los desafíos de este proyecto fue el centro de convenciones, ubicado en los niveles -1 y -2, para el que se necesitaba una sala donde albergar a 1.100 personas en el salón principal, más 8 salones de reuniones, servicios, Vip drop off (concepto único en Chile de custodia y mantenimiento de autos) y cocina. La dificultad en este caso, radicaba en cómo hacer que la losa del techo soportara el peso de miles de toneladas sin contar con pilares que la sostuvieran. Para solucionarlo, se ideó que la losa postensada que se encuentra arriba del centro de convenciones se sostuviera con seis vigas postensadas de 1,20 m de ancho por 1,80 m de alto, con una luz de 22 metros. Así quedaba un espacio libre para el salón de 50 m de largo x 22 m de ancho, sin pilares. Eso sostiene la carga del área de retail, un restaurante, y hasta el piso 4°.

Según comenta Antonio González, gerente técnico de VSL Chile, empresa proyectista y ejecutora del postensado, "el mayor desafío fue compatibilizar la cantidad de tendones con la geometría necesaria, ya que se tienen vigas hasta con 100 cables con sistema no adherente, por lo que fue necesario estudiar cuidadosamente el trazado de cada uno de éstos. Además, la cantidad de postensado permite obtener deformaciones a largo plazo menores a 15 mm para vigas de vanos superiores a 20 m, lo que sería imposible de conseguir con cualquier tipo de construcción convencional".

COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Tras el terremoto ocurrido el 27 de febrero pasado, en términos operativos el comportamiento del edificio fue adecuado. "Toda la inversión en estructura e infraestructura se ha comportado mejor de lo esperado, todos los inconvenientes de operación que se han presentado, han sido exclusivamente para resguardar la seguridad de los usuarios", comenta Jorge González, gerente general de Inmobiliaria Territoria.

Para resguardar el efecto contra sismos, se cumplió con la norma sísmica (NCh 433 Of.96. Más información en Especial Terremoto 2010) y con la de diseño estructural de edificios; cargas permanentes y sobrecargas de uso (NCh 1537 Of.86). "La legislación chilena es bastante exigente al respecto y afortunadamente sólo se quebraron algunos cristales del muro cortina (más información en Especial Terremoto 2010) del primer piso producto de la caída de unas vigas de hormigón del edificio contiguo. En general el edificio se comportó muy bien", puntualizó el arquitecto Rodrigo Domínguez.



GENTILEZA RENE LAGOS Y ASOCIADOS

El gran atrio del edificio no tiene perfiles metálicos y lleva cables tensados de acero inoxidable que miden una pulgada y media, con una tensión de diez toneladas en los extremos del atrio. Esto se hizo para entregar una visión limpia a los usuarios y transeúntes.

y media, con una tensión de 10 toneladas. Esta presión es soportada por tres gigantescas vigas de hormigón de 200 t dispuestas tanto en la parte superior e inferior del acceso. La primera está en el cielo del 4º piso, tiene 1 m de ancho, 3,7 m de y 30 m de largo. Una segunda se ubica en el cielo del primer subterráneo (80 x 140 cm) y la tercera en el cielo del segundo subterráneo (80 x 90 cm). Todas llevan cable postensado en su interior para ayudar a controlar las deformaciones. Los esfuerzos se toman solo con armadura tradicional (barras de acero). Estas dos últimas son vigas de luces más cortas, debido a que tienen pilares que las sostienen entremedio, a diferencia de la viga superior.

¿Cómo se logró todo esto? La empresa Peri importó el moldaje desde Alemania y tuvo que diseñar un andamiaje que soportara la carga de una viga de por lo menos 4.100 kg por cada metro lineal, y que se pudiera hormigonar a 20 metros de altura. El sistema comenzaba en el nivel 0 y se completaba con unas torretas en que se soportaba esta gran plataforma que per-

mitía que se subiera la gente con bombas que vaciaban de hormigón las vigas.

Este proyecto expone por primera vez en suelo latinoamericano el concepto de uso múltiple o "mix use" en un edificio. Una tendencia por la que se apuesta en las principales ciudades del mundo y que representa un estilo de vida contemporáneo, sofisticado y exclusivo. 31 pisos de pura tecnología, de tecnología mixta. ■

www.isidora3000.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Subterráneo edificio Territoria 3000. El centro de la tierra", Revista BIT N° 49, Julio de 2006, pág. 28.

■ EN SÍNTESIS

Isidora 3000 se trata de un edificio de lujo, cuyo uso múltiple implicó desafíos constructivos e innovaciones nunca antes vistas en nuestro país, como el imponente atrio de la entrada. En paralelo, cada detalle y elemento fueron diseñados pensando en la comodidad de los clientes y usuarios y en la correcta interacción con el entorno y la ciudad.



APOYOS • IZAJES • JUNTAS
LOSAS • MUROS VSOL
PAVIMENTOS • POSTENSADOS

CREANDO
SOLUCIONES
JUNTO A USTED



VSL Sistemas Especiales
de Construcción S.A.

Rosario Norte 530, piso 7
Las Condes, Santiago, Chile
Fono: (56 2) 571 6701
secretaria@vslchile.cl

www.vsl.com

Telecomunicaciones sin límites



En la búsqueda constante de nuevas tecnologías...

En la entrega de soluciones para las radiocomunicaciones, hasta en los rincones más lejanos del país...

En el desarrollo de soluciones en beneficio de la comunidad...

Gallyas, telecomunicaciones sin límites.

Traiganos su radio y hacemos su mantención preventiva sin costo*

*Sólo para empresas del rubro construcción.
Máximo 10 equipos por cliente.
La mantención preventiva en Servicio Técnico Gallyas no incluye reemplazo de repuestos y accesorios.
Promoción válida hasta el 30.06.10 presentando este cupón en cualquier Servicio Técnico de Gallyas del país.

Gallyas

TELECOMUNICACIONES

SANTIAGO TEL.: (2) 369 4060 / IQUIQUE TEL.: (57) 417 285
ANTOFAGASTA TEL.: (55) 283 235 / VIÑA DEL MAR TEL.: (32) 268 9606
CONCEPCION TEL.: (41) 273 0300



Expertos en Construcción

Compresores estacionarios Abac/Alup y Compresores Portátiles Sullair, Generadores Pramac, Bombas de Diafragma Versmatic y Equipos e Insumos de Perforación P&V y Halco.

Cobertura nacional
Talleres para realizar servicio técnico
Contratos de mantención para equipos

Casa Matriz: San Eugenio 463, Nuñoa, Santiago. Tel: (56-2) 498 9100 Fax: (56-2) 239 2066 ventassantiago@simma.cl

CALAMA
Av. Balmaceda 3961
Fono: (55) 33 26 43
Fax: (55) 33 14 79
calama@simma.cl

ANTOFAGASTA
Ónix 195 (Barrio Industrial)
Fono: (55) 27 38 38
Fax: (55) 27 38 30
antofagasta@simma.cl

COPIAPO
Plaza Comercio N°26
Fonos: (52) 21 24 42
Fax: (52) 21 39 72
copiapo@simma.cl

CONCEPCIÓN
Alonso de Ojeda 554
Loteo Las Arucas
Fonos: (41) 242 15 39
Fax: (41) 242 15 41
concepcion@simma.cl

PUERTO MONTT
Diego de Almagro Norte 1516
Parque Industrial Cardonal
Fono: (65) 31 14 36
Fax: (65) 31 14 30
pmontt@simma.cl

CONTACTOS ZONALES
LA SERENA: 07-709 5880 / VIÑA DEL MAR: 09-709 5853 / RANCAGUA: 09-549 4739 / TEMUCO: 06-1526551 / OSORNO: 08-464 7532 / PUNTA ARENAS: 08-825 8023

SIMMA

Expertos en tu mundo

www.simma.cl

CANALETAS PARA PISO

Tráfico Peatonal

- Plazas
- Colegios
- Boulevards
- Terrazas



Tráfico Pesado

- Centros de distribución
- Minería
- Maquinaria
- Autopistas



Tráfico Vehicular

- Entradas de viviendas
- Industria
- Locales comerciales
- Estacionamientos particulares



Altura Reducida

- Especialmente diseñadas para bordes de piscina



* Rejillas disponibles en PVC, acero galvanizado, fierro fundido y acero inoxidable
* Fabricado de acuerdo a la norma europea EN 1433

CUBOS DREN

- Sistema de drenaje de aguas lluvias, que reemplaza a los bolones tradicionales.
- La mayor capacidad de acumulación de agua, permite instalaciones más pequeñas y acotadas.
- Fabricado en polipropileno reciclado, con capacidad de carga vertical de 40 T/m2. Sistema modular que no requiere armado previo.
- Aplicaciones en zanjas de drenajes, parques, jardines, autopistas, estadios, obras civiles, obras de edificación, entre otros.
- Sistema único de ensamblaje, que hace más eficiente el transporte y bodegaje



Productos al servicio de grandes proyectos



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

- La torre destaca por su fachada compuesta por terrazas ondulantes que cambian de forma en sus 82 pisos, a los que se suman seis niveles subterráneos. Sin embargo, ostenta varios méritos adicionales como ser el décimo edificio más alto de Chicago (250 m) y poseer la segunda terraza jardín más extensa de esta ciudad, con 7.430 m².
- Hubo que sortear sinuosos desafíos.

GERALDINE
ORMAZÁBAL N.
PERIODISTA REVISTA BIT

GENTILEZA STEVE HALL AT HEDRICH BLESSING

AQUA TOWER DE CHICAGO

DESAFÍOS ONDULANTES

FICHA TÉCNICA

AQUA TOWER DE CHICAGO

DIRECCIÓN: 225 Norte, Columbus Drive.

CIUDAD: Chicago

ESTADO: Illinois

PAÍS: Estados Unidos

MANDANTE: Magellan Development

USO: Estacionamientos, locales comerciales y oficinas, hotel, departamentos, condominios y penthouse.

DISEÑO: Studio/Gang/Architects

ARQUITECTO FIRMANTE: Loewenberg Architects Group/NNP Residential LLC.

CONTRATISTA GENERAL: McHugh Construction

INGENIERO ESTRUCTURAL: Magnusson Klemencic Associates

INGENIERO CIVIL: IE Consultants, Inc.

INGENIERO MECÁNICO: Advance Mechanical Systems, Inc.

PLOMERÍA: Abbott Industries, Inc.

INGENIERO ELECTRICISTA: Gurtz Electric

PROTECCIÓN ANTI-FUEGO: Northstar Fire Protection/ McDaniel Fire Systems

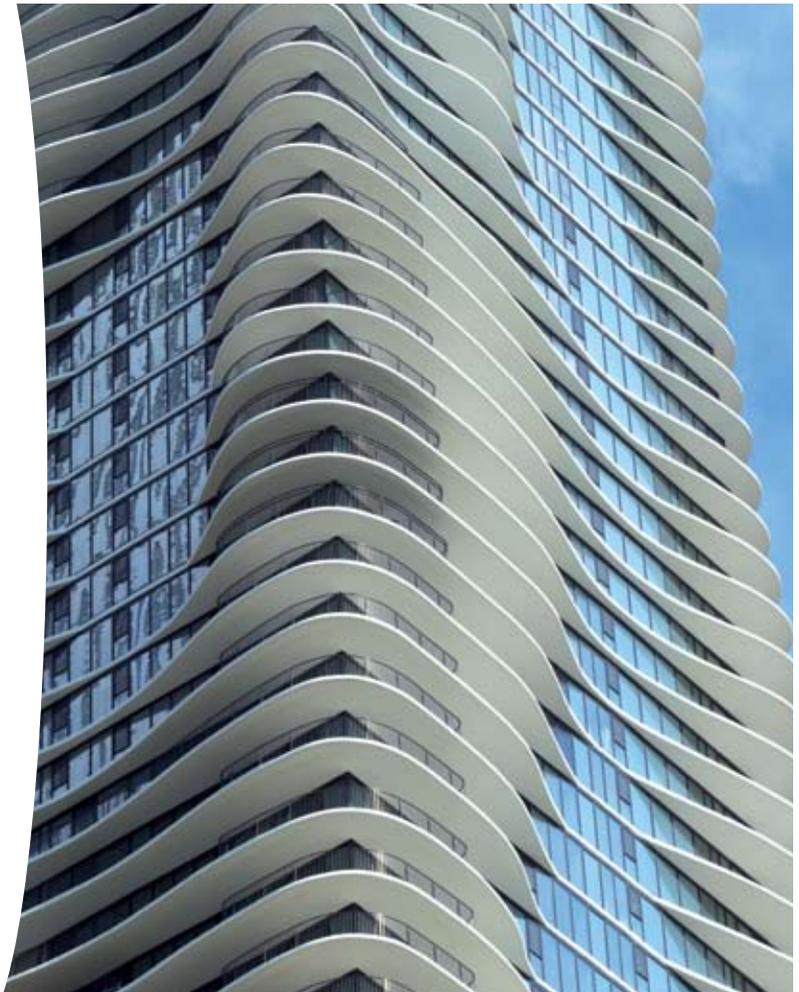
FECHA DE INICIO: Marzo 2007

FECHA DE TÉRMINO: Enero 2010

COSTO ESTIMADO DE CONSTRUCCIÓN:

US\$ 300 millones

COSTO TOTAL: US\$ 475 millones



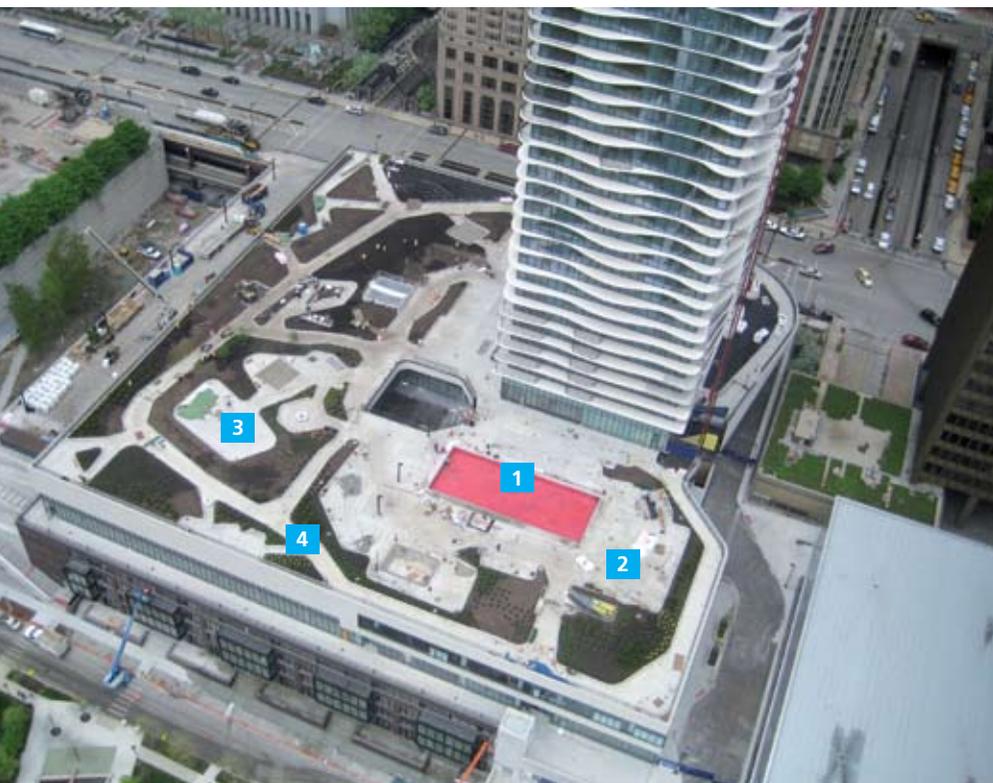
GENTILEZA STEVE HALL AT HEDRICH BLESSING

LA TORRE AQUA NO ESTÁ SOLA, junto con otros 21 edificios se sitúa alrededor del parque Lakeshore East. Se trata de un gigante de uso mixto con una dinámica fachada que enfrentó el desafío de integrarse al parque, a la avenida Columbus Drive –que la alberga en el número 225– y con dos niveles subterráneos de autopistas. Nada fácil. Es más, la ciudad de Chicago posee una amplia red de túneles subterráneos abandonados, utilizados antiguamente para la circulación de bienes y correspondencia. Un reto para las fundaciones que se superó rellenando con hormigón los túneles. Por otro lado, hacia fines de 1800, el lugar se utilizaba para carga y descarga de barcos. Este puerto contaba con gran cantidad de postes de madera en sus cimentaciones, los que fueron encontrados a 45 m de profundidad y removidos para llevar adelante la ejecución de la torre.

Los preparativos resultaron necesarios antes de las cimentaciones utilizadas habitualmente para suelos blandos. Sintéticamente, la modalidad aplicada consiste en pilotes que alcanzan gran profundidad, donde se apoya una losa de hormigón para soportar uniformemente el peso de la estructura. ¿Las cifras? La obra empleó un total de 300 pilotes, de los cuales 60 se localizan bajo la torre. Estos últimos son los más profundos y de mayor diámetro, con 45 m de profundidad hasta alcanzar el subsuelo rocoso y 3 m de diámetro. La losa flotante posee 2,1 m de espesor y descansa sobre los pilotes para en conjunto soportar el edificio (foto en página siguiente).

En los estacionamientos se recurrió a losas postensadas y en los entresijos de la base (correspondiente a los dos primeros niveles destinados para uso comercial y oficinas) se observa losas compuestas por una capa de hormigón de 8 cm de espesor y sobre láminas metálicas corrugadas de 9 centímetros.

Un dato interesante se observa en nueve viviendas integradas a este podio, y a los niveles de estacionamiento, conocidas como town houses. Se trata de unidades de tres pisos que tienen acceso directo e independiente al parque Lakeshore East. Además, el complejo Aqua posee dos salones de baile, uno ubicado en la base y otro anexo a un edificio vecino, el hotel Swissotel.



LA TERRAZA JARDÍN INCLUYE, ENTRE OTROS:

- 1.** Piscina **2.** Cabañas y asadores **3.** Área para yoga **4.** Pista atlética

Subiendo por la estructura, las losas de la torre son de hormigón con muros para soportar el esfuerzo de corte en los pisos inferiores y en el penthouse. En estas últimas, el reto principal consistió en mantener el bombeo del hormigón constante considerando que las faenas se encontraban 300 metros más abajo. Sin embargo, por medio de compensaciones se mantuvo la presión necesaria para transportar el material y remediar la pérdida de agua y aire en la mezcla dada la gran distancia a recorrer.

A pesar de los retos, “la torre se construyó en tiempo récord para los estándares de Chicago, un piso completo terminado cada tres días”, señala Mauricio Sánchez, arquitecto colombiano que forma parte del equipo Studio Gang, oficina que diseñó la obra. El plazo reducido cobra mayor valor si se considera que los balcones de la torre son monolíticos con el piso de los departamentos, y del mismo material (hormigón). Además, los refuerzos de acero también forman parte de este conjunto. Por ello, los andamios y el sistema de moldaje no podían ser soportados por los balcones aún frescos. Entonces, “se usaron

‘mesas volantes’ construidas en aluminio y madera contrachapada, las cuales se sostienen repartiendo la carga en las columnas sin interferir con los entrepisos”, comenta el arquitecto (foto página siguiente).

LAS TERRAZAS

Salimos a los balcones. “La torre Aqua se diseñó para capturar vistas directas y particulares, a monumentos específicos de la ciudad, que de otra manera serían inasequibles. La vía para conseguir las fue por medio de terrazas que se extienden más allá de la cara exterior de la estructura”, dice el profesional. El efecto de balcones ondulantes se logra cambiando piso a piso la forma de las terrazas. De hecho, las losas tienen una pendiente constante en su parte exterior y su espesor varía de acuerdo con la profundidad del balcón. El espesor máximo es de 22 cm y en el caso de los más amplios la losa es de sólo 10 centímetros. Las terrazas cubren todo el edificio y delinean una topografía comparada, habitualmente, con las piedras erosionadas típicas de ‘Los Grandes Lagos’ de agua dulce, ubicados en la frontera entre Estados Unidos



El cabezal de un pilar es fundamental en el proceso constructivo del sistema, generalmente son de hormigón armado, contienen una cuchilla vertical y una lámina de acero sólidamente anclada.

y Canadá. “La forma específica de cada terraza considera la máxima protección solar y su tipo de uso. El resultado es una torre especialmente adaptada al lugar, cuya fachada habitada facilita que sus residentes se relacionen íntimamente con la ciudad”, agrega el arquitecto.

Además de proveer las vistas exclusivas, otro de los propósitos principales de los balcones consiste en reducir el efecto del calor en verano y minimizar el tamaño de los equipos de aire acondicionado. Por ello, los voladizos máximos alcanzan los 2,1m, 2,4m y 2,7m, dependiendo de la fachada. Sin em-

El parque Lakeshore East está unido a la parte alta de la avenida Columbus por medio de una escalera espiral de hormigón.



GENTILEZA STUDIO GANG ARCHITECTS

El cielo falso del primer piso está compuesto por tablillas de aluminio (paraline system).



Las piezas del sistema de moldaje aplicado se reutilizan y se reinstalan con la ayuda de una grúa ubicada en el piso siguiente.



bargo, una serie de balcones ubicados al sur alcanzan los 3,6 m mediante la aplicación de vigas invertidas.

Con tal trascendencia de balcones, no se pueden obviar las barandas. Éstas siguen la curvatura de la losa y suman en total aproximadamente 8 kilómetros lineales. ¿Otras consideraciones importantes de las terrazas? Para el movimiento de materiales a través de ascensor, durante el diseño se designó un área donde la ondulación de los balcones es mínima para permitir un fácil acceso a este equipo. Por otra parte, todos los balcones están diseñados para ser usados por una persona con limitaciones físicas y la posición de las puertas corredizas está determinada para accionarlas desde una silla de ruedas.

LAS INNOVACIONES

Pero los desafíos arquitectónicos y las innovaciones no se quedan sólo en la fachada. Algunos ejemplos. El cielo falso del primer piso de la base está compuesto por tablillas de aluminio (paraline system) instaladas mediante sujeciones rotatorias que permiten la doble curvatura del plano. Ésta es la aplicación más grande de este sistema en Chicago, y la única exterior con doble curvatura.

Los equipos de limpieza de ventanas fueron diseñados especialmente por una firma canadiense para responder a la forma del edificio. Se ajustó el ancho de los andamios para que entraran entre los balcones, su distancia respecto de la fachada se puede regu-

lar mecánicamente y para asegurarlos se incorporaron sujeciones especiales en las losas durante el hormigonado.

Más datos. La torre contiene seis tipos de vidrio: transparente, tinturado (hacia el oeste), opaco, translúcido, reflectivo (hacia el sur y el este) e impreso con patrones cerámicos. Precisamente, este último tipo hizo merecedor a Studio Gang del premio PETA Proggy. ¿Por qué? Por el uso de vidrio que reduce la colisión de pájaros en la fachada correspondiente a las ventanas de las viviendas ubicadas en la base. Además, todas las piezas de vidrio tienen revestimiento Low-E, de baja emisividad, para mejorar su capacidad de aislación y contribuir a disminuir los efectos de la radiación solar.

<p>FUNDACIONES ESPECIALES ESTRATOS</p> <p>Anclajes Postensados Micropilotes Shotcrete Soil Nailing Inyecciones Pernos Auto-Perforantes Pilotes</p>  <p>ESTRATOS Tratamientos Especiales del Terreno S.A.</p>		<p>Ejecución de pilotes de gran diámetro</p>  <p>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 www.estratos-fundaciones.cl</p>
--	--	--

Las town houses se ubican entre las dos escalas públicas y ocultan los niveles de estacionamiento debajo de Columbus Drive. Las fachadas son en ladrillo de manchas oscuras con alto contenido de partículas de manganeso y mortero negro en las juntas, lo que brinda un aspecto metálico dependiendo de la posición del sol.



GENTILEZA STUDIO GANG ARCHITECTS



GENTILEZA STEVE HALL AT HEDRICH BLESSING

OTROS ATRACTIVOS

El tercer nivel del podio ofrece a Chicago la segunda terraza jardín más extensa en la ciudad, con 7.430 m². Siguiendo uno de los típicos sandwich para sistemas de techos verdes, este colchón natural se conforma de 20 centímetros de material orgánico sobre una membrana de filtrado, una drenante y paneles rígidos de aislamiento térmico. Así, se da vida a una superficie corrugada útil para mantener una porción del agua. Todo esto, descansa sobre una capa para detener el crecimiento de las raíces y una membrana impermeable.

En este espacio se incluyen piscinas con

722 m², pista atlética de 885 m², jardín zen, área para yoga, quioscos, cabañas, asadores, área para fogatas, gimnasio y sala de cine, entre otros. En total, 2.787 m² destinados a eventos. Pero además de ser un amplio espacio de esparcimiento, la terraza jardín reduce el efecto "isla de calor urbano" porque disminuye la re-emisión de calor solar a los edificios. Por otra parte, la capa de tierra provee de aislamiento de masa térmica, que mantiene las temperaturas en las unidades de aire y los calentadores a un nivel más uniforme. El jardín también reduce el costo del tratamiento de las aguas lluvias debido a que la mayo-

ría es absorbida por la vegetación y distintas especies de aves e insectos usan el jardín como su hábitat.

Hay más, la torre Aqua considera una serie de iniciativas de arquitectura sustentable (ver recuadro), cualidades que se suman a importantes galardones como el premio Emporis 2010 como Edificio del año y un American Architecture Award por el Museo de Arquitectura y Diseño de Chicago.

No podía ser menos para una torre que forma parte del complejo urbano Lakeshore East, de 113.311 m² y unas 5.000 residencias. Un edificio novedoso y ondulante, muy ondulante. ■

<http://www.studiogang.net>

ARQUITECTURA SUSTENTABLE

- Uso de estructuras postensadas para reducir el volumen de hormigón.
- Balcones para proveer sombra y reducir equipos de aire acondicionado.
- Voladizos mayores hacia el Sur y Oeste (fachadas más afectadas por el sol en verano).
- Revestimiento Low E (para baja emisividad) en todas las ventanas.
- Uso de vidrio tintado o reflectivo para incrementar el coeficiente de sombra en las áreas donde los balcones presentan baja protección.
- Uso de colores claros en los balcones para reducir el efecto "isla de calor urbano".
- La torre excede holgadamente los requerimientos mínimos de aire y luz natural.
- La cubierta del podio es una amplia terraza jardín, con más del 60% cubierto de vegetación.
- Las ventanas de las viviendas tienen patrones cerámicos para disminuir las colisiones de pájaros.
- El diseño de la iluminación exterior siguió los requerimientos LEED (certificación que legitima las características de eficiencia y sustentabilidad de una edificación).

EN SÍNTESIS

Aqua es una torre sinuosa que sorteó interesantes desafíos para integrarse a su entorno. Por un lado, está el ambiente náutico con el río Chicago y el lago Michigan al cual le responde con una fachada de balcones ondulantes, muy singular. Y por otro, figuran los desafíos constructivos para preparar las fundaciones de un edificio de 82 pisos con 6 niveles subterráneos, hormigonar en altura y fundir losas monolíticas con sus respectivas terrazas a un ritmo de tres días, solo por mencionar algunos. Todo esto, sumando aportes sustentables y batiendo varios récords a nivel de ciudad.

Vivir el progreso.

Grúas LTM Móviles de Liebherr.

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



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

LIEBHERR

El Grupo

EVENTOS NACIONALES



14 MAYO

12/15 MAYO

AGOSTO

8 SEPTIEMBRE

19 OCTUBRE

MAYO

SEMANA DE LA CONSTRUCCIÓN 11 AL 15 DE MAYO

Octava versión del evento más importante del sector construcción.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO: www.cchc.cl

V ENCUENTRO CONSTRUCCIÓN UNIVERSIDAD

14 DE MAYO

En el marco de la Semana de la Construcción. Evento que analiza la integración entre el mundo académico y profesional.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO:

www.construccion-universidad.cl

EXPO HORMIGÓN

12 AL 15 DE MAYO

En el marco de la Semana de la Construcción, el lema de la feria será "Soluciones Tecnológicas Concretas".

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO: www.exphormigon.cl

EXPO EDIFICA

12 AL 15 DE MAYO

Feria que se llevará a efecto dentro de la Semana de la Construcción, destinada a mostrar tecnologías y servicios aplicados al sector.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO: www.edifica.cl

CONGRESO CHILENO DE SISMOLOGÍA E INGENIERÍA ANTISÍSMICA

24 AL 27 DE MAYO

Se celebrará el 50º aniversario del terremoto de Valdivia de 1960, entre otras actividades.

LUGAR: Santiago.

CONTACTO: www.achisina2010.uchile.cl

JUNIO

WIM 2010

09 AL 11 DE JUNIO

Segundo congreso internacional para el uso sustentable del agua en los procesos minero-metalúrgicos.

LUGAR: Hotel Sheraton, Santiago.

CONTACTO: www.wim2010.com

MININ

23 AL 25 DE JUNIO

IV Conferencia Internacional de Innovación en Minería.

LUGAR: Hotel Sheraton, Santiago.

CONTACTO:

www.minin2010.com/evento_2010

AGOSTO

IV ENCUENTRO MANDANTE CONTRATISTA

AGOSTO

Conferencia que aborda la relación entre mandantes y constructoras.

LUGAR: Por confirmar.

CONTACTO: www.cdt.cl

SEPTIEMBRE

VI ENCUENTRO PROFESIONALES DE OBRA: PRO-OBRA

08 DE SEPTIEMBRE

Evento orientado al perfeccionamiento de los profesionales de obra.

LUGAR: Club Manquehue

CONTACTO: www.pro-obra.cl



OCTUBRE

VI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

19 DE OCTUBRE

Eficiencia energética y construcción sustentable en Chile.

LUGAR: Club Manquehue

CONTACTO: www.construccion-sustentable.cl

NOVIEMBRE

TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN

17 DE NOVIEMBRE

Tercer Seminario de Innovación.

LUGAR: Casa Piedra.

CONTACTO: www.cdt.cl



STRUCTURALIA Y LA ESCUELA DE NEGOCIOS ESPAÑOLA EOI

LANZAN
EN LATINOAMÉRICA
SU EXECUTIVE MBA
INTERNACIONAL PARA
EL SECTOR
CONSTRUCCIÓN
E INFRAESTRUCTURAS

Este proporciona una visión global y actual de la gestión de todo tipo de organizaciones. Este MBA se ha consolidado desde el año 2004 como un referente en la formación de directivos y ejecutivos del sector construcción e infraestructuras en España, siendo reconocido y altamente valorado por importantes multinacionales y habiendo formado ya a más de 300 directivos en España.

Orientado a ejecutivos con experiencia profesional de al menos dos años y con titulación superior universitaria, este MBA comprende una Fase Online de aprendizaje (16 semanas, 300 horas); una Fase Presencial (tres semanas, 150 horas) que incluye estancia en Madrid, en el Campus Los Peñascales de EOI; y el Proyecto Final (20 semanas, 200 horas).

Para más información se puede escribir a capacitacionlatam@structuralia.com o llamar a 56-2-9536430 en Santiago de Chile desde donde se canalizan las matriculas para toda Latinoamérica.

EVENTOS INTERNACIONALES

01 DE MAYO AL 31 DE OCTUBRE / EXPO SHANGAI

Evento que albergará durante seis meses una Exposición Universal en la que participará Chile con un atractivo pabellón. El slogan será "Better City, Better Life".

LUGAR: Shangai, China. / **CONTACTO:** <http://en.expo2010.cn>; www.expo2010chile.cl



JUNIO



BATIMAT EXPOVIVIENDA 01 AL 05 DE JUNIO

Feria de nuevas tendencias y servicios de la industria de la construcción.

LUGAR: Buenos Aires, Argentina.

CONTACTO: www.batev.com.ar

AGOSTO



CONCRETE SHOW 25 AL 27 DE AGOSTO

Feria internacional de innovaciones en tecnologías de la construcción.

LUGAR: São Paulo, Brasil.

CONTACTO: www.concreteshow.com.br

SEPTIEMBRE



EQUIPO MINING 2010 17 AL 20 DE SEPTIEMBRE

Expo mundial de equipos para la minería y procesos.

LUGAR: Belo Horizonte, Brasil.

CONTACTO: www.equipomining.com.br

MAYO



INSTALMAT 12 AL 15 DE MAYO

Feria internacional de instalaciones.

LUGAR: Recinto Gran Vía, Barcelona, España. / **CONTACTO:** www.instalmat.es



WINDPOWER 23 AL 26 DE MAYO

Conferencia y exhibición de la Asociación Americana de Energía Eólica.

LUGAR: Dallas, Texas, Estados Unidos.

CONTACTO: <http://2010.windpowerexpo.org>



CERSAIE 28 DE SEPTIEMBRE AL 02 DE OCTUBRE

XXVII edición de la feria internacional de la cerámica y del baño.

LUGAR: Bologna, Italia.

CONTACTO: www.cersaie.com

LUGAR: Expo Centro NASREC, Gauteng, Sudáfrica.

CONTACTO: www.specialised.com/exhibits/electramining/introduction.htm



FEMATEC 06 AL 09 DE OCTUBRE

XVIII feria internacional de materiales y tecnologías para la construcción.

LUGAR: Buenos Aires, Argentina.

CONTACTO: www.fematec.com.ar

OCTUBRE



ELECTRA MINING AFRICA 04 AL 08 DE OCTUBRE

Feria de la industria minera con los últimos desarrollos en tecnología, tendencias, productos y servicios.



K 2010 27 DE OCTUBRE AL 03 DE NOVIEMBRE

Feria mundial del plástico y el caucho.

LUGAR: Düsseldorf, Alemania.

CONTACTO: www.k-online.de

BIT 72 MAYO 2010 ■ 109

Calidad
a toda prueba.

Morteros de Reparaciones Presec

Porque son eficientes y fáciles de usar, para reparaciones siempre prefiera productos Presec.



www.melon.cl

melon
MORTEROS

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



www.sismologia.cl

Sitio del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile donde no sólo se registran diariamente de los sismos y réplicas que acontecen a lo largo del país, también se da cuenta de la investigación que realiza esta institución a través de la descarga de informes técnicos tanto para profesionales como para estudiantes. En esta edición lea en página 18, el "Especial Terremoto Chile 2010", con numerosos temas de interés a propósito del pasado terremoto del 27 de febrero.

www.studiogang.net

Sitio de la oficina de arquitectura Studio Gang, que diseñó la famosa Aqua Tower de Chicago. Destaca por su fachada compuesta por terrazas ondulantes que cambian de ubicación y forman sus 82 pisos, a los que se suman seis niveles subterráneos. Además, es el décimo edificio más alto del mundo (250 m) y posee la segunda terraza jardín más extensa de esta ciudad con 7.430 m cuadrados. Lea un completo reportaje en página 102.



www.isidora3000.cl

Un concepto urbano único en el barrio Golf. De eso se trata el proyecto Isidora 3000. Un hotel, una torre de oficinas y 46 departamentos que descansan sobre tres pisos de retail, un centro de convenciones y nueve subterráneos, son sólo algunas de las particularidades de este edificio de uso múltiple. En el sitio se pueden ver fotos del avance de la obra hasta la actualidad, así como recorrer sus diferentes plantas. Reportaje en página 94.

www.expo2010chile.cl



El 1 de mayo se inauguró la Expo Shanghai 2010, y en el evento, Chile está representado con un pabellón propio de gran diseño arquitectónico. El contexto de la feria internacional es el nivel de urbanización que se proyecta para el año 2010, donde se estima que un 55% de la población mundial vivirá en ciudades. El sitio cuenta con una galería fotográfica del proceso constructivo del pabellón nacional.

www.usgbc.org

Sitio del Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos (USGBC), que desarrolló el sistema LEED, con más de 5 mil edificios y 700 millones de m² construidos en Estados Unidos y otros 15 países, testificando las bondades medio ambientales, de protección a las personas y a la comunidad, que ha impulsado las ventas de viviendas y edificios de oficinas, hoteles, hospitales y malls.



Bomanite
CHILE S.A.

ESPECIFIQUE HORMIGONES TEXTURADOS
EXIJA ENDURECEDORES Y DESMOLDANTES BOMANITE

- Confiera mayor resistencia a sus pavimentos
- Mejora la relación Precio/Calidad
- Agregue color y diseño
- Optimice sus tiempos de instalación
- Genere radieres monolíticos
- Olvídese de los stock por reposición
- Resistencia en pavimentos peatonal y vehiculares
- Evite continuos problemas de mantención

*Interesante gama de colores.
*Productos de formulación 100% Americana.

Bomanite Chile S.A.
web: www.bomanite.cl www.bomanite.com f. 02 233 73 90

-Asesorece con nosotros para soluciones de pavimentos
email: info@bomanite.cl

LIBRO NARANJO. GUÍA PRÁCTICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA

Coaniquem y Btcino Chile.

Santiago, Chile. Año 2008. 151 pp.

Segunda edición de este libro que incluye una completa guía de la instalación y uso de equipamiento eléctrico dentro del hogar, lo que permite evitar el riesgo de accidentes y una mejor utilización de la electricidad.



MANUAL DE REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS EN USO

Editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).

Año 2010, 116 pp.

Segunda versión del Manual de Aislación Térmica. Este nuevo documento técnico editado por la CDT, aborda las diversas soluciones constructivas de aislación, casos reales de reacondicionamiento, además entrega recomendaciones para un mejor uso y mantenimiento de las viviendas. Esta guía se realizó en conjunto con el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) del Ministerio de Energía más un grupo técnico de 11 empresas del sector.



REVISTA SUSTENTABIT Nº 4

Editada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).

Marzo 2010, 40 pp.

En esta edición, el artículo principal aborda la problemática de los residuos en la construcción. Otros reportajes destacados son: la depuración y reutilización de aguas grises, la energía solar y las diversas aplicaciones para agua caliente sanitaria, calefacción y electricidad, entre otras temáticas.

anwo.cl

Todo bajo control

testo 875 y testo 881

Los nuevos héroes en termografía profesional con una magnífica NETD de 50 y 80 mK.

Recupere rápidamente su inversión con las cámaras termográficas testo.

Prevenga daños y ahorre dinero detectando fallas en redes eléctricas, rodamientos, fugas de agua, efectividad de aislamiento.

Óptimo rendimiento e imágenes de alta resolución con la resolución térmica de menos 50 mK.

Análisis rápido y fácilmente comprensibles con cámara digital incorporada, Software de análisis IRSoft y TwinPix que permite juntar la imagen real con el resultado de la termografía.

550°C

NETD < 50 mK

TwinPix

testo

MADE IN GERMANY

ANWO

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

ISO 9001

calidad

ISO 14001

medio ambiente

OHSAS 18001

seguridad & salud en el trabajo

Casa Matriz: Panamericana Norte Nº 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres Nº 380 - La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101
Sucursal Concepción: Camino a Penco Nº 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 229 3400 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.

EN CHILE CONTAMOS CON PARA VOLVER A



Arica - Antofagasta - La Serena - Ovalle - Viña del Mar -

LA **FUERZA** DE UN BUFALO PONERNOS DE PIE!



LLEVANDO A CHILE A LO MAS ALTO



Las barras para hormigón CAP, son garantía de resistencia y confianza, siendo especialmente apropiadas para grandes proyectos en altura.



CAP