

DAÑO SÍSMICO

LEVANTANDO ESTRUCTURAS

■ A poco más de cuatro meses del sismo de 8,8° Richter, Chile se pone de pie. Los esfuerzos se concentran en la reparación y refuerzo de las estructuras dañadas, en su mayoría edificios en altura, obras carreteras como puentes y pasarelas y en menor proporción en viviendas. La tarea es titánica. ■ Pero hay técnicas para lograrlo. Lo primero es definir un Proyecto de Refuerzo Estructural que tome en cuenta las causas de los daños. Asimismo hay temas normativos que es necesario conocer. También se analizan las diversas tecnologías para recuperar el hormigón y la albañilería.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



E **L PAÍS SE MUEVE.** La reconstrucción está en marcha. Atención, un porcentaje importante de estructuras dañadas, tanto de hormigón, albañilería y grandes obras carreteras, iniciaron su etapa de recuperación. Pero, ¿qué encierra este término? Revista BiT lo devela y muestra las principales técnicas de recuperación de estructuras. Las normativas asociadas no se quedan atrás. El país se levanta.

En Chile no hay una norma de reparación. Lo que sí existe es el Anexo A de "Daño Sísmico y Recuperación Estructural", dentro de la norma de Diseño Sísmico de Edificios NCh433of.96, que entrega disposiciones destinadas a fijar criterios y procedimientos para "a) evaluar el daño producido en la estructura resistente de edificios como consecuencia de un sismo; y b) orientar la recuperación estructural tanto de edificios dañados por un sismo como de edificios potencialmente inseguros frente a un movimiento sísmico futuro". "Para evaluar la importancia del daño estructural, se debe tener presente que la norma

NCh 433 fija el siguiente criterio de diseño estructural: sismos leves (sin daños), sismos moderados (daños) y sismos fuertes (no colapso, ver más información en Figura 1). Es por tanto normal que un sismo fuerte provoque gran cantidad de daños en las construcciones", señala Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de SIRVE S.A. El mismo Anexo A, señala que la Recuperación se puede lograr modificando algunos de los siguientes parámetros: "resistencia, rigidez, ductilidad (amortiguamiento), masa y sistema de fundaciones", (ver Figura 2).

La NCh 433 en su Anexo A define dos procedimientos de Recuperación Estructural: "la "Reparación", cuando a una estructura dañada se le restituye al menos su capacidad resistente original. Y el "Refuerzo", cuando a una estructura dañada o sin daño se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original", no obstante, para Lüders "y a pesar que en la norma 433 aparece así, más bien hablaría de un 'nivel de seguridad sísmico' mayor que el original".



La Basílica del Salvador es hoy el ícono de las huellas que dejó el terremoto de 1985 y que en la actualidad se mantiene en pie mediante apuntalamientos por todo su perímetro.

FIGURA 1. NCH 433.OF 1996. "DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS"

ART. 5.1.1 DICE: "EL DISEÑO DEBE ESTAR ORIENTADO A LOGRAR EL SIGUIENTE COMPORTAMIENTO":

INTENSIDAD DEL SISMO	DAÑOS EN LA ESTRUCTURA
MODERADA	Sin daño
MEDIANA	Daños menores
SEVERA	Daños mayores, sin colapso

Nota: Los tres niveles de intensidad y de daño no se definen en forma explícita. El estado del arte de la disciplina no lo permite.



El refuerzo de una estructura no necesariamente significa incrementar su resistencia. Significa modificar cualquier parámetro de la estructura que permita pasar a una estructura sísmicamente segura. Existen varias posibilidades, como se muestra en la Figura 2. Por ejemplo, si se hace un refuerzo en la estructura de manera de aumentar su resistencia y rigidez, eventualmente no se gana nada", comenta Carl Lüders. El terremoto no es igual a aplicar una fuerza externa de la estructura, sino que es un movimiento impuesto a ella. "Debido a la inercia de la estructura, ésta tiende a oponerse a dicho movimiento, generando así la sollicitación sísmica. En la medida que la estructura permita ceder al movimiento que le trata de imponer el sismo, se reduce la sollicitación sísmica", señala Carl Lüders. En ese sentido, reforzar y flexibilizar o reforzar e incrementar la ductilidad de la estructura, pueden ser alternativas de recuperación estructural eficientes como se muestra en la Figura 2. La masa. El terremoto desarrolla una energía, valor que se traduce como masa por aceleración y eso a su vez masa por desplazamiento. En otras palabras, la aceleración la pone el terremoto, la masa la pone la estructura y el desplazamiento lo limita la norma. Así, a mayor masa, mayor fuerza sufre la estructura. En resumen, "es necesario saber qué es lo que se quiere lograr con la recuperación, para conseguir que una estructura pase de ser insegura a segura", apunta Lüders.

A partir de los análisis in situ realizados a las distintas estructuras dañadas por el terremoto del 27 de febrero, la interrogante que hoy involucra a los profesionales se centra en qué decisión tomar, ¿reparar o reforzar? "Primero hay que definir si se va a restablecer la condición original de la estructura, lo que significa que si se produce otro sismo de igual intensidad, ocurrirá lo mismo, o si se hará un refuerzo. Para ello hay que informar

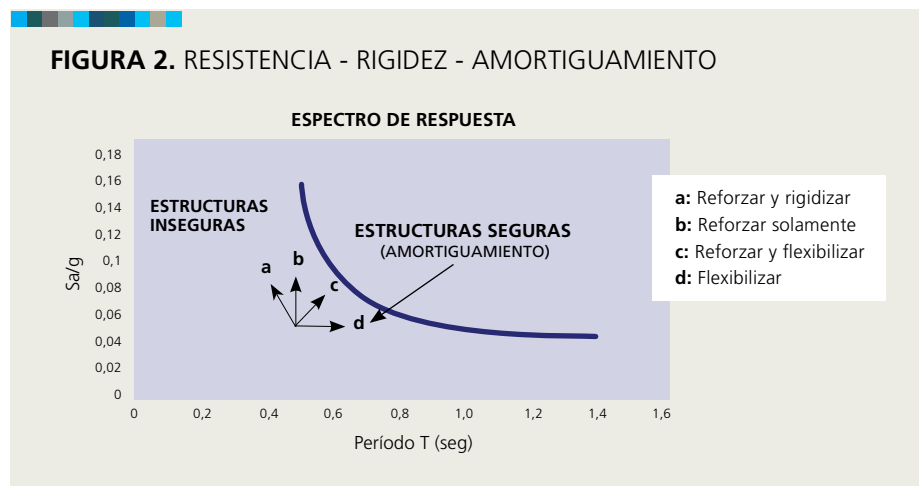
al usuario o dueño del inmueble, si se va a restablecer la condición presísmica (reparación) o se le hará un upgrade o retrofit a la estructura (refuerzo)", señala Fernando Yáñez, director de IDIEM de la Universidad de Chile.

Como "la reparación no mejora la respuesta de la estructura, si no que la deja en su condición pre-sismo, es ahí donde entra el refuerzo, que en la práctica significa, por ejemplo, hacer los muros más gruesos y más resistentes, poner muros nuevos en la estructura, eliminar partes de la estructura, quitarle irregularidades, si es muy asimétrica, darle simetría, entre otros ítems. Se espera que la estructura reforzada responda distinto y normalmente mejor", destaca Hernán Santa María, profesor de ingeniería civil del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Pero no es tan sencillo. La norma no especifica qué se entiende por "...se modifican las características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original...", entonces, la incertidumbre

pasa por definir ¿cuál es ese nivel de seguridad que se debe dar a la estructura reforzada?. "En la práctica, si el edificio estaba bien diseñado, quiere decir que cumplía con la norma vigente, y si se repara, se le vuelven a restituir sus propiedades presísmicas, entonces ¿por qué reforzar? Por otro lado, aunque cumpla con la norma la estructura se dañó, y es evidente que ha perdido parte de su geometría, por lo que hay que reforzarla", expresa Fernando Yáñez. "Si se decide la vía del refuerzo, se deberá establecer bajo qué criterios se diseña. ¿Con la norma de diseño sísmico vigente, con fuerzas de diseño más grandes, por ejemplo, un 25% mayores que las originales, o con las fuerzas medidas en este último terremoto?", se pregunta Santa María.

¿Qué es lo que está pasando en la actualidad?, "que se están haciendo reparaciones y refuerzos, pero los profesionales encargados no están seguros si las técnicas aplicadas sirven para el tipo de falla que presenta la estructura", señala Juan Pablo Covarrubias, director ejecutivo de Litoral Ingeniería Ltda.

FIGURA 2. RESISTENCIA - RIGIDEZ - AMORTIGUAMIENTO





CÓMO CONTENER LA ALEGRÍA DE 80 MIL PERSONAS DURANTE 90 MINUTOS.



En Melón nos apasiona entregar soluciones para obtener mejores resultados. Por eso ser parte del estadio es nuestra manera de compartir la emoción con miles de chilenos.

100
AÑOS



DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

UNA DE LAS ETAPAS previas al Proyecto de Recuperación, “es la de determinar cuándo se debe demoler una estructura y cuándo es factible recuperarla”, postula Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH). Existen criterios consensuados.

■ **PRIMERO.** Hay demoliciones que deben hacerse de forma inmediata, llamadas demoliciones locales, esto es, cuando existen elementos con fallas que dejan la estructura inestable, como por ejemplo, un muro inclinado o una losa colgando. “Algunas veces demoler localmente conlleva a demoler completamente. Y ésa es una decisión que debe tomarse rápido, en el caso de edificios altos es más extraño que ello ocurra pero, por ejemplo, para casas de adobe probablemente habrá que tomar acciones con premura, en especial si hay riesgo por muros inclinados”, indica Santa María.

■ **SEGUNDO.** Está la posibilidad de declarar el inmueble con “riesgo inminente”

ante una réplica fuerte. En tal caso habrá que hacer una evaluación preliminar, y luego una más detallada que debiera definir si el edificio está en riesgo de colapso y si hay peligro para los edificios aledaños.

■ **TERCERO.** Otro criterio “es determinar si hubo descensos importantes de losas, como ocurrió en ciertos edificios, o cotejar la cantidad de muros o estructuras verticales y laterales, de manera que si más del 50% de ellas están dañadas, hay un claro riesgo de colapso, señala Santa María. Si éste es el caso, como primera acción se deberá estabilizar la estructura en base a alzaprimsas. Si el edificio está inclinado, es posible manejar opciones de restituirlo a su condición original o vertical.



los daños; d) nivel de seguridad sísmica de la recuperación estructural; e) criterios básicos de diseño; f) soluciones de reparación y de refuerzo; g) planos generales y de detalles; h) especificaciones técnicas y constructivas; i) nivel de inspección de obras y j) aprobación del revisor del proyecto de acuerdo con lo establecido en subpárrafo A.3.1 (...).”

A falta de una normativa específica de reparación, y pese a que la norma 433 no precisa lo que requiere un proyecto de esta envergadura, los expertos consultados por Revista BIT definieron al menos cuatro parámetros que todo Proyecto de este tipo debería contemplar, independiente del tipo de materialidad que se requiera restablecer. Estos son:

1. RECONOCIMIENTO DE DAÑOS Y EVALUACIÓN:

Lo primero es hacer un levantamiento de las debilidades de la estructura. Debe ser realizado, en lo ideal, por un profesional o institución externa a quienes la proyectaron. “La razón pasa por un problema de vínculo, donde muchas veces se puede perder objetividad. Se requiere de un diagnóstico correcto y para lograrlo, debe hacerlo un profesional objetivo, que no esté condicionado por ser el proyectista original de la obra”, apunta Yáñez. Es un reconocimiento ocular y básico en términos de reconocer si las fallas son estructurales o no. “En este mapeo preliminar, se debe partir por los subterráneos, muros y uniones de elementos”, señala Jorge Montegu, consultor del ICH. Un tema central en el levantamiento será verificar si la edificación cumplía con la norma vigente, para llegar a la naturaleza del problema, e idealmente evaluar la situación en base a los registros obtenidos del terremoto.

2. **DIAGNÓSTICO:** Hecho el levantamiento preliminar, lo segundo es desarrollar un catastro de los daños, por pisos, sectores y elementos, para encontrar la causa de la falla. Si hay daños que se repiten en la estructura, puede revelar la existencia de una falla congénita o generalizada de la calidad de la construcción. Este diagnóstico debe concluir si el problema es de diseño o de ejecución. “Si va por el lado del diseño, lo mejor será reforzar, mientras que si hay un problema de construcción, se puede reparar localmente”,

Ahora sí, entramos al Proyecto de Recuperación Estructural.

PROYECTO DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL

Factores como daños, deterioros, vulnerabilidad potencial o efectiva ante agentes mecánicos, físicos o químicos, aumento de solicitaciones, cambio de uso estructural, actualización de códigos y normativas, errores de diseño y construcción, entre otros, crean

la necesidad de desarrollar un Proyecto de Recuperación Estructural.

Si bien la norma 433, en su Anexo A enumera lo que todo proyecto de recuperación debiera contemplar, no lo profundiza, señalando que “el proyecto de recuperación estructural debe incluir los siguientes antecedentes: a) catastro detallado de daños en los elementos componentes de la estructura resistente; b) estimación del grado del daño; c) determinación de las causas y justificación de

Falla de corte de dinteles de acoplamiento.



GENTILEZA SIRVE S.A.

Reparación y refuerzo estructural del Puente Rodrigo de Bastidas (Villarrica) en base a fibra de carbono, entre otras técnicas. Se decidió su actualización sísmica, tras cumplir su vida útil y haber sido sometido a exigencias mayores que las asociadas a su diseño original, debido a que recibió el tránsito desviado desde la ruta 5 a causa del colapso del puente ubicado sobre el río Toltén en el año 1996.



GENTILEZA SIKA

anota Montegu. Esto es importante de manera de definir más adelante si lo que necesita la estructura es una "reparación" o un "refuerzo". Entre las tipologías de fallas que se repiten en los edificios con daños están:

■ **Deterioro superficial:** Cuando se daña el recubrimiento de la armadura, pero no afecta mucho su profundidad. La extensión varía, de pequeña a intensa.

■ **Discontinuidad local y profunda:** Donde eventualmente está cortado un elemento, o con cierto alcance pudiendo llegar a la armadura.

■ **Fisuras y grietas:** Hay cierto consenso

en que menores a 0,5 mm se tratan de fisuras y superior a eso se definen como grietas. Sin embargo, para Juan Pablo Covarrubias, "las palabras fisuras y grietas son sinónimos y no se distinguen por grueso. Se puede decir que las fisuras hasta 0,5 mm son aceptables y sobre este grueso deben estudiarse caso a caso".

■ **Fractura de un elemento:** Corresponde a una o varias fallas ya mencionadas, manifestándose con intensidad y cortando o deformando la armadura original.

3. PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN:

Con el catastro, el profesional está en posición de definir soluciones locales para cada caso. Cuando hay compromiso de la geometría de la estructura, necesariamente se deberá reforzar, es decir, mejorar las condiciones en que estaba el edificio o hacerle un "Retrofit o Upgrade". Dependiendo de la técnica elegida, hay una metodología y una selección de materiales, estos últimos pueden ir desde los más superficiales a los más complejos, es

anwo.cl

550°C
NETD < 50 mK
TwinPix

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.

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

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 un Proyecto de Recuperación primero se debe identificar las fallas que constituyen daños estructurales importantes y las menos relevantes.

- 1-2. Barras a la vista y pandeadas.
- 3. Falla en flexo-compresión de muros delgados.



decir, desde la reparación de grietas en base a maquillaje superficial, inyección epóxica, hasta refuerzos estructurales con fibra de carbono. “En este punto se deben realizar nuevos análisis porque independiente de la técnica usada, estamos frente a una nueva estructura, y habrá que evaluar qué pasaría con ese nuevo edificio ante un terremoto severo”, comenta Hernán Santa María.

4. CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN: Durante y después de la ejecución de la recuperación estructural, se debe velar por la revisión de los procedimientos, verificar el origen y calidad de los materiales, la certificación de los proveedores, eventuales ensayos de laboratorio, así como pruebas en sitio y de carga, entre otras medidas de calidad y supervisión.

CONCLUSIONES Y ENSEÑANZAS

Los especialistas exponen sus conclusiones y recogen nuevas lecciones a propósito del terremoto del 27 de febrero.

EN REPARACIÓN Y REFUERZO

■ **Recuperación estructural:** Dentro de toda recuperación, hay que diferenciar dos conceptos. El primero es la “Reparación”, que es



dejar la estructura como era originalmente, es decir, devolverle su condición presísmica. Si tuvo daños estructurales, mayores a los esperados según el criterio de diseño sísmico que establece la norma NCh433of.96, una reparación no basta, debiendo ser reforzada, cuando a una estructura dañada o sin daño se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original.

■ **Proyecto de recuperación:** El experto que realice el proyecto de recuperación debe hacer un levantamiento de los daños, de manera de concluir cuál fue la causa. Hay tipologías de fallas que se repiten y que entregan ciertas luces, por ejemplo, “una grieta o fisura puede afectar el monolitismo de un elemento, si se tiene una grieta en la unión de un pilar con una viga que corta ese sector, hay que preocuparse. Si hay una grieta en un



GENTILEZA SIRVE S.A.

muro de albañilería a 45° por esfuerzo de corte, está afectando la continuidad de ese elemento”, comenta Jorge Montegu. Hay que tener claro lo siguiente. “No siempre hay que reparar mediante inyección las fisuras a 45° u otras. Estudios señalan que una fisura de 0,6 mm tiene un traspaso de carga del 90% con infinitos ciclos de carga. ACI 318 considera la estructura fisurada con un aporte de traspaso de carga de 70% en su diseño. Por esta razón, fisuras de menos de 0,5 mm de grosor no requieren inyección, sino sólo reparación estética. Ahora, si la fisura está en zonas comprimidas, como bordes de muros, deben revisarse”, señala Covarrubias.

■ **Decisión estructural:** “La estructura puede haber sufrido cierto nivel de daño,



Otro de los daños observados en este terremoto fueron las fallas de corte de columnas cortas.



EDIFICIOS Y NORMAS

UN TERRENO INTERMEDIO Y, hasta ahora incierto según los especialistas, es el de la rehabilitación, que se aplica para aquellos edificios fuera de norma, como es el caso de las construcciones patrimoniales. "Rehabilitar, aunque no necesariamente, significa dejar el inmueble actualizado de acuerdo a la normativa de análisis y diseño vigente. En muchos casos eso será imposible de lograr. Lo que se puede y debe aspirar es que el inmueble rehabilitado cumpla con el criterio de diseño sísmico. Es decir, "sin daños frente a sismos leves, daños menores frente a sismos moderados y evitar el colapso frente a sismos intensos", dice Carl Lüders. Para lograr este objetivo, dichas estructuras podrían "reforzarse con materiales y técnicas modernas (como fibras de carbono, cables de postensado, aislación sísmica y disipación de energía), sin alterar su apariencia (arquitectura), agrega Lüders. Un ejemplo: "Si hubiese que rehabilitar sísmicamente el Palacio de La Moneda, para que cumpla con las normas actualmente vigentes en Chile, sería imposible, habría que construirlo de nuevo. Si se le restituye su condición primitiva, más o menos con los mismos materiales, volverá a tener daños", señala Yáñez.

El tema de las construcciones patrimoniales se arrastra desde el terremoto del 85, el ejemplo más claro es la Basílica del Salvador, que hasta hoy se mantiene en pie con apuntalamientos por todo su perímetro. "Los edificios patrimoniales en adobe o en albañilería simple también están fuera de norma. Y para ellos se debería hacer un proyecto especial, de manera de dejarlos en condiciones de seguridad sísmica equivalente a las normas actuales", expresa Augusto Holmberg.



pero sin que se haya comprometido su capacidad resistente. En ese caso, lo que se necesita son reparaciones menores. O puede haber perdido resistencia, por ejemplo, el corte de barras en los extremos de un muro, y se requeriría de una reparación mayor para devolverle su condición inicial", comenta Augusto Holmberg.

EN NORMATIVA

■ **Norma de reparación o protocolos:** Si bien no hay consenso entre los especialistas consultados, se deslizan ideas preliminares. Para Augusto Holmberg, si bien no es "partidario de una norma de reparación, sí tenemos que ponernos de acuerdo en algunos protocolos de evaluación de estructuras y reparación de ellas. Tal como se ha estado trabajando para unificar normas de estudios de Mecánica

de Suelos, debieran existir por lo menos protocolos para la evaluación estructural de edificios. Esto a manera de guía, de tal forma que exista un consenso de cómo enfrentar la reparación de cualquier tipo de estructura". Para Hernán Santa María en tanto, "primero habrá que salir de la etapa de la reparación, y luego pensar en una norma u otro estatuto específico que aborde el problema de guiar a los especialistas en la toma de decisiones en un proyecto de refuerzo estructural".

■ **Edificios fuera de norma:** Para ellos, el término que se aplica es el de "Rehabilitación", que es reforzar estructuras que no cumplen con las normativas vigentes. "La mayoría de las estructuras patrimoniales y algunos edificios antiguos que no sufrieron daño, no cumplen con el confinamiento. Ponerlas al día implica hacerles una intervención mayor", indica Hernán Santa María.

Chile se levanta. Se comienzan a recuperar las obras dañadas. Entramos a las técnicas de reparación y refuerzo estructural en Hormigón y Albañilería. ■

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

Ferrocemento

Viviendas industrializadas definitivas en hormigón

La tecnología de construcción de estructuras en ferrocemento se encuentra ampliamente desarrollada en el mundo, sin embargo, en nuestro país este sistema se empezó a utilizar sólo en los últimos 15 años, convirtiéndose en una real alternativa para la construcción de viviendas debido a que permite crear soluciones de vivienda sismoresistentes de alto estándar, con plazos de ejecución y costos muy por debajo de los sistemas convencionales.

El sistema desarrollado por Cementos Bío Bío en conjunto con la Universidad del Bío Bío, consiste en muros compuestos por 2 paneles de hormigón armado cuyas dimensiones son 55 a 60 cm de ancho, 2,43 a 2,48 m de alto y 2,5 cm de espesor. Cada panel posee en su interior nervaduras, lo que además de conferirle propiedades estructurales, permite generar cámaras de aire e incluso incorporar aislantes térmicos y barreras de vapor, lo que mejora su desempeño higro-térmico, cumpliendo todas las exigencias establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Debido a las dimensiones de cada panel, para su manipulación y montaje no se requiere maquinaria, solo basta con 2 operarios, además que su peso no sobrepasa los 100 kg.

En relación a la velocidad de construcción de

este sistema, una cuadrilla puede construir una vivienda de 50 m² en un periodo que fluctúa entre 15 y 20 días.

Sistema Validado

Si bien el sistema fue validado por medio de una serie de ensayos efectuados en laboratorios de las principales universidades del país, su desempeño en servicio fue puesto a prueba durante el sismo del pasado 27 de febrero. En esa oportunidad, cerca de 200 viviendas construidas en las regiones VII, VIII y Metropolitana, tuvieron un comportamiento excepcional. Esto se verificó por medio de una inspección a las viviendas, donde se comprobó que éstas no presentaron daños de ningún tipo.

El Sistema Constructivo

El sistema es muy similar a las soluciones de vivienda convencionales, requiere de un sobrecimiento perfectamente nivelado, sobre el que se montan los paneles generando la envolvente de la vivienda.

Debido a las nervaduras que poseen los paneles, el encuentro entre cuatro paneles genera una cavidad de 10 cm por 10 cm, la que al momento del montaje se transforma en un pilar por lo que se deben colocar tensores (enfierra-



Detalle de tratamiento de puente térmico



dura de 8 mm de diámetro) para posteriormente hormigonar con un hormigón grado H20.

Asimismo, en el coronamiento de los paneles, se forma una cavidad que permite colocar enfierradura con el fin de generar una cadena, la que se hormigona en conjunto con los pilares de modo de conferir monolitismo a la solución de vivienda.

En el caso de viviendas de 2 pisos, es posible utilizar losetas prefabricadas o soluciones convencionales, como por ejemplo en madera.

Debido a la excelente terminación superficial de los paneles, es posible tener viviendas con paneles a la vista o aplicar directamente sobre ellos pintura. Si se desea tener una solución de alto estándar, se pueden tratar las uniones entre los paneles, para luego aplicar pintura u otro revestimiento.

Comportamiento higro-térmico

Debido al diseño de mezcla del hormigón empleado en la confección de los paneles, estos tienen un excelente comportamiento ante la humedad, incluso ante solicitudes de lluvia con viento.

Las soluciones de viviendas en ferrocemento poseen un alto confort térmico. En primer lugar, permiten colocar aislante térmico, con el fin de cumplir las exigencias de transmitancia térmica, en función de la zona climática en que se emplace la vivienda. Este sistema considera minimizar los puentes térmicos, permitiendo obtener transmitancias térmicas inferiores a $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Por otra parte, por ser una solución en base a hormigón, posee alta inercia térmica, lo que permite atenuar las oscilaciones de temperatura al interior de los recintos, manteniendo condiciones de confort y contribuyendo al ahorro energético. El ahorro de energía es de un 60% comparado con una vivienda tradicional.

NO DA LO MISMO

un alambre que un **Alambre 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.



Colegio
Santa Marta
Ñuñoa



Aislación Sísmica en Edificio Prefabricado
Oficinas Vulco
San Bernardo

AISLACIÓN SÍSMICA y DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

TENSOCRET | Mellado y Cía. Ltda



Martín Mellado Díaz
Socio Fundador
Gerente General

No sólo las estructuras sufren los embates de un gran terremoto; en gran medida lo sufrimos traumáticamente las propias personas, perdiendo nuestros enseres, padeciendo situaciones que alteran nuestra psiquis, perdiendo incluso la vida. **Es por eso que estamos llevando a la práctica estos dos conceptos aportados por la ingeniería estructural en beneficio de los usuarios: la aislación sísmica y la disipación de energía, ofreciendo la oportunidad de incorporar aisladores o disipadores a nuestros sistemas constructivos en hormigón armado y pretensado** que no sólo protegen las estructuras, sino que fundamentalmente cuidan al ser humano, su psiquis, sus enseres y también aseguran la continuidad de operaciones de actividades vitales en el campo hospitalario, educacional, vial, industrial, comercial y estratégico.

El año 2005 ya construimos el primer edificio prefabricado en hormigón armado sobre aisladores elastoméricos, las oficinas de la industria VULCO en San Bernardo, cuyo comportamiento en el reciente terremoto fue óptimo. Actualmente estamos iniciando la construcción de un edificio habitacional de

ocho niveles en la rivera del lago Villarrica, también con una **estructura de hormigón armado prefabricado sobre aisladores elastoméricos**. De igual modo, estamos en el proceso de desarrollo de la ingeniería estructural para lo que será en la comuna de San Bernardo, el primer colegio en Chile construido con una estructura prefabricada aislada sísmicamente.

También, dentro de dos meses, comenzaremos la construcción de una **nave industrial, prefabricada en hormigón armado y pretensado, utilizando disipadores de energía** y cuyas oficinas de cuatro niveles se posarán sobre aisladores elastoméricos; será el primer edificio industrial-comercial con estas características en el mercado que aseguran la continuidad de sus operaciones, sin daño estructural, luego de un gran terremoto.

TENSOCRET, avanza en el perfeccionamiento de sus clásicos sistemas prefabricados en hormigón armado y pretensado, ofreciendo la incorporación de aisladores sísmicos para edificios de pisos y disipadores de energía para naves industriales.

Foto
Centro de Distribución
Flexcenter, 1ª y 3ª etapa
Lo Boza



TENSOCRET

Mellado y Cía. Ltda