

- Un sistema mixto de aisladores sísmicos elastoméricos con deslizadores friccionales, será la innovadora tecnología aplicada en la reconstrucción de un conjunto habitacional de viviendas sociales de media altura (\*).
- Una población de ocho edificios de cuatro pisos cada uno, ubicados en Santa Cruz, reemplazará a la villa “26 de Septiembre”, gravemente dañada en el terremoto del 27 de febrero de 2010. Movimiento seguro, tecnología antisísmica.



## VIVIENDAS SOCIALES DE MEDIA ALTURA

# TECNOLOGÍA ANTISÍSMICA

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E**L TERREMOTO del 27 de febrero de 2010 dejó profundos daños en la villa “26 de Septiembre”, en la comuna de Santa Cruz. El evento natural trajo como consecuencia dos personas fallecidas y bloques de edificios colapsados por completo a causa del movimiento telúrico. A poco más de un año del suceso, el Ministerio de Vivienda (MINVU) está por iniciar la reconstrucción del conjunto habitacional en el mismo terreno, pero bajo la aplicación de un sistema cons-

tructivo innovador para la vivienda social chilena: un sistema de aislamiento sísmico mixto de aisladores elastoméricos con deslizadores friccionales bajo una estructura de pórticos de hormigón armado.

La villa estaba compuesta por 28 edificios construidos en 1996 mediante el programa de vivienda básica del ministerio. “En esta nueva propuesta, se incorpora arquitectura e ingeniería de vanguardia bajo los exigentes estándares de costos (el costo de cada vivienda es de entre UF 650 y UF 750) que impone una vivienda social, por lo que el proyec-



## FICHA TÉCNICA

### POBLACIÓN VILLA 26 DE SEPTIEMBRE

**UBICACIÓN:** Comuna de Santa Cruz,  
Región de O'Higgins

**MANDANTE:** Minvu

**PROYECTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:**  
SIRVE S.A.

**ARQUITECTO ASESOR:** Pablo de la Llera

**COORDINACIÓN GENERAL DE PROYECTO  
Y COORDINACIÓN Y DESARROLLO**

**DE ESPECIALIDADES:** Videla & Asociados

**COORDINACIÓN DE PROYECTO:** DICTUC S.A.

**MECÁNICA DE SUELOS:** IDIEM

**COSTO APROXIMADO PROYECTO:** UF 140.000

**PLAZO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN:**

13 meses

**INICIO DE OBRAS APROXIMADO:**

Segundo semestre 2011

**CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE LA VIVIENDA:**

SPG S.A.

Se utilizará un sistema consistente en aisladores sísmicos elastoméricos y deslizadores friccionales, ubicados en las fundaciones de las viviendas (detalle), que permitirá liberar considerablemente a la estructura del impacto sísmico. Se estima que la reducción del movimiento podría ser de un 80%.



to fue un doble desafío”, comenta Mario Álvarez, ingeniero a cargo del proyecto y gerente general de SIRVE S.A., empresa que desarrolla la tecnología y el proyecto de ingeniería y arquitectura.

Dado el temor de los antiguos propietarios de volver a vivir en edificios inseguros, es que en la construcción del nuevo conjunto habitacional destaca la aplicación de un sistema de aislación sísmica novedoso para la vivienda social chilena, ya que combina aisladores elastoméricos y deslizadores, tecnología que ante un evento de magnitud severa, permitirá reducir en un 80% el movimiento del sismo. Entremos al movimiento seguro, a la tecnología antisísmica.

### **AISLACIÓN SÍSMICA**

El principio elemental del aislamiento sísmico consiste en un corrimiento de la frecuencia fundamental de la estructura desde un valor alto, donde los sismos tienen gran contenido energético, a un valor bajo, en que carecen de energía. Así, el aislador sísmico representa un filtro del movimiento sísmico horizontal, que no deja pasar la energía hacia la estructura que se encuentra sobre él. Como el movimiento horizontal es la causa principal del daño en la estructura, el aislador sísmico la protege reduciendo su vibración lateral en valores del orden de 6 a 8 veces. Existen numerosos dispositivos de aislamiento sísmico, de los cuales los aisla-

dores elastoméricos –con o sin núcleo de plomo– son los más conocidos y utilizados. Ambos mecanismos –aisladores y deslizadores friccionales– se instalan individualmente o junto a otros dispositivos, por ejemplo, amortiguadores viscosos.

“La gran novedad de este proyecto es que los usuarios podrán acceder a una vivienda social de bajo costo, pero con altos estándares de seguridad. Al mismo tiempo, que sea atractiva en términos de arquitectura y superficie, y todo dentro de un precio entre UF 650 y UF 750 por vivienda, lo que permite financiar el Fondo Solidario de Vivienda del MINVU, que es bastante acotado”, destaca Mario Álvarez.

El proyecto considera la incorporación de celosías que ayudan al control térmico y lumínico en cada una de las viviendas. Éstas tienen la particularidad de ser móviles, lo que otorga flexibilidad y dinamismo en la fachada.





Pasaje que atraviesa el conjunto, y permite visualizar la distancia entre viviendas y el surgimiento de las plazas de juegos y áreas verdes.

En el caso de las viviendas de Santa Cruz, "se trata de un sistema mixto de seis aisladores sísmicos elastoméricos de 55 cm de diámetro, en conjunto con 21 deslizadores friccionales (por cada block de edificios). En un principio se estudió la opción de sumarle a los aisladores unos elementos conocidos como bielas (apoyos deslizantes), pero finalmente optamos por deslizadores de 90 cm de diámetro aproximadamente, debido a que

son dispositivos más simples y económicos que las bielas. Además, por tratarse de un edificio de 4 pisos, las cargas axiales sobre los deslizadores son importantes y éstos son dispositivos más estables para resistir dichas cargas verticales", destaca Álvarez.

Los deslizadores son dos superficies que se deslizan entre sí, con un coeficiente de fricción bajo (entre 7% y 12%), que permite aislar a la estructura del suelo y limitar el es-

fuerzo sísmico que el suelo le impone al edificio. "Frecuentemente hemos usado teflón deslizando sobre una superficie de acero inoxidable, en que podemos obtener un coeficiente de roce muy bajo, del orden del 7 a 10%, valores con los que controlamos muy bien la fuerza que pasa a través de este dispositivo", comenta Álvarez. Para este proyecto se está evaluando la posibilidad de fabricar deslizadores entre dos metales, por ejemplo acero-acero o acero-bronce, los que son más económicos, pero que a su vez tienen la dificultad que el coeficiente de fricción es un poco más alto. Y prosigue. "La tecnología mixta funciona de la siguiente manera: mientras los deslizadores aíslan al edificio del suelo, éstos se combinan con los aisladores elastoméricos, que son los que le otorgan al

BIT 78 MAYO 2011 ■ 35

## SOLUCIONES MODULARES A PASOS DE DONDE NECESITE ESTAR.

Ubicación: Veladero, Argentina.  
 Latitud 29°24'30.45" S  
 Longitud 69°53'57.49" O  
 Altitud: 3.890 m.s.n.m.

En Tecno Fast Atco contamos con toda la tecnología y logística para llegar a los lugares más remotos con los requerimientos que cada obra necesita. Desde oficinas en terreno hasta completos hoteles mineros. Manejamos una amplia flota de módulos para ser despachados a terreno inmediatamente, donde esté y en el momento que lo necesite.

Tecno Fast Atco es construcción modular de calidad internacional.

Teléfono 790 5001 • [www.tfarental.cl](http://www.tfarental.cl)

Síguenos en: [Facebook: oficinas móviles](#) [Twitter: @tecnofastatco](#) [Flickr: /tecnofastatco](#)

## EXPERIENCIAS EN AISLACIÓN

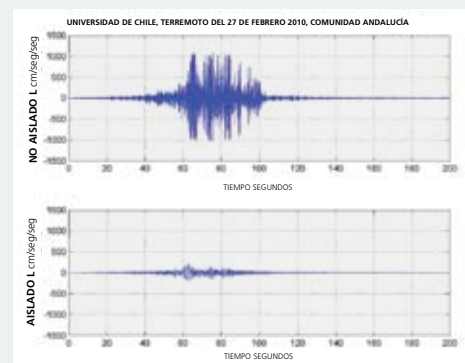
DOS EJEMPLOS CONCRETOS DE AISLACIÓN SÍSMICA EN VIVIENDAS SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN:

### EDIFICIO ANDALUCÍA

El primer proyecto chileno aislado sísmicamente fue el edificio de 4 pisos de la comunidad Andaluía, en el año 1992. Éste cuenta con aisladores de goma de alto amortiguamiento 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 instaló en el edificio 4 equipos digitales SSA-2. Las mediciones también se captan en una edificación vecina idéntica pero sin aislamiento sísmico. Tras el pasado terremoto de febrero 2010, el edificio aislado no registró ningún tipo de daño y las aceleraciones registradas a nivel de techo fueron la cuarta parte de las medidas en el edificio gemelo sin aislación (ver gráfico); el cual sí presentó daños en uno de los muros de albañilería del segundo piso y caída de objetos en su interior.

### REGISTRO 27/F

Los registros corresponden a la comparación de las aceleraciones entre el edificio no aislado y el aislado (en el techo), en dirección horizontal-longitudinal.



GENTILEZA MAURICIO SARRAZIN



Comunidad Edificio Andaluía.



### VIVIENDA AISLADA

En el sector de Chicureo, la empresa Constructora Pilasi y Cía S.A. construyó una vivienda unifamiliar con aislación sísmica. A cargo de all\* (Arquitectos Lagos y Luders), en conjunto con SIRVE S.A., la obra presenta una losa flotante fundada en apoyos deslizantes (bielas) que con la ayuda de dos aisladores sísmicos de 42 cm de diámetro y 24 cm de altura, que reduce los esfuerzos inducidos por sismos entre cuatro a seis veces, respecto de una casa sin aislación. La vivienda reposa sobre aisladores tipo biela de hormigón armado que se apoyan en bases planas insertas en tubos de hormigón de 100 mm de diámetro, los cuales separan la biela (aislador) de su entorno inmediato permitiendo su libre movimiento. Esta estructura se comportó bien en el reciente terremoto sin daño estructural ni de contenidos, a pesar de estar en una zona con suelos muy malos como es Chicureo.



### VIVIENDA UNIFAMILIAR CON AISLACIÓN SÍSMICA.

1. Aisladores sísmicos.
2. Apoyos deslizantes.

## MANTENIMIENTO

Si bien estos sistemas están fabricados para que duren varios años (50 años al menos), se recomienda realizar una inspección visual luego de un sismo importante para comprobar que el sistema se haya comportado correctamente. "Esta inspección visual se realiza utilizando sectores especialmente diseñados para poder acceder a los dispositivos. En el caso de Santa Cruz, dejamos en el proyecto una distancia lo más pequeña posible en la base de la estructura pero que permita a un técnico entrar e inspeccionar los elementos", indica Mario Álvarez. Estos dispositivos no requieren de un plan de mantenimiento especial ni periódico, sólo eventual luego de un evento sísmico importante, y por lo mismo no existe un costo importante asociado a este concepto.

sistema la componente restitutiva (como un resorte), de manera que el edificio después del terremoto vuelva a su posición original", apunta Álvarez.

Así, lo que se ha estimado es que el sistema de aislamiento se mueva del orden de 30 cm, lo que no significa que el edificio se mueva en ese valor, sino que el piso se mueve 30 cm, mientras el inmueble permanece prácticamente quieto. Lo que produce el daño en los edificios es generalmente la deformación de entrepisos, es decir cuánto se deforma un piso respecto de otro. "En este caso, el sistema de aislamiento sísmico absorbe el movimiento relativo entre el edificio y el suelo. El edificio prácticamente se mantiene como una caja rígida, sin generar movimientos y deformaciones de entepiso, es decir, sin daño. Es como el sistema de amortiguación de un auto que se encarga de absorber los baches del camino manteniendo a la carrocería lo más quieta posible", señala Álvarez.

## ESTRUCTURACIÓN

Acompañando a esta tecnología antisísmica, otra cualidad del proyecto es que se desarrolló en conjunto con arquitectura e ingeniería desde el principio. "A nivel de estructuración, será una edificación muy liviana, parecido a una estructura de pórtico, con columnas, vigas y losas planas, que nos permitirá ahorrar costos en la estructura y con ese ahorro pagar el sistema de aislamiento", señala Álvarez. Con esto, además del ahorro se buscaba la flexibilidad en la planta, ya que normalmente las viviendas sociales sufren cambios, los usuarios las amplían y cambian y para ello

botan muros estructurales.

Como se espera que el sistema de aislamiento del edificio se mueva respecto del suelo, del orden de 30 cm, lo que está proyectado es la construcción de una losa inferior más robusta, de unos 18 cm de espesor, en el primer nivel, la que a su vez estará dilatada de su entorno fijo al suelo cerca de unos 40 centímetros.

Por el apremio en los plazos y por ser un proyecto piloto, "los elementos estructurales se construirán in situ, pero si tenemos éxito y el concepto se masifica, a futuro tendremos que contemplar la prefabricación de ciertos elementos", postula Mario Álvarez.

## ARQUITECTURA

Pero no sólo a nivel de ingeniería el proyecto trae primicias, también contempla una serie de mejoras arquitectónicas. Destaca la notoria disminución de la densidad de habitantes por metro cuadrado; un aumento de superficie de los departamentos de 40 a 60 m<sup>2</sup> (aproximados), incluso algunos de los departamentos serán tipo dúplex; más espacios para juegos y mayor espacialidad entre viviendas; se incorporan estacionamientos, un mejoramiento en el manejo de la basura; también la aplicación de celosías móviles en la fachada de cada edificio para el control térmico y lumínico, y rampas de acceso para personas con discapacidad.

"En general, en las viviendas sociales se emplea el concepto de accesos exteriores. En este proyecto hemos querido manejar el tema de los accesos de manera interior, insertos dentro del volumen, así como las instalaciones. Por ejemplo, el manejo de la

# Prueba todas las ventajas de Adhesivos Cerámicos Presec.



CALIDAD PRESEC



NUEVA FÓRMULA DE ALTA TECNOLOGÍA.



FÁCIL DE PREPARAR Y APLICAR.



ÚNICOS CON TODO EL RESPALDO MELÓN.



Pruebe usted también nuestra línea de Adhesivos Cerámicos.



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



basura estará ubicado en recintos interiores, por lo tanto será poco visible, más controlado y ordenado”, apunta Pablo de la Llera, arquitecto asesor del proyecto.

A nivel de fachada también hay novedades interesantes. “Hemos incorporado elementos que nos permitan controlar las pérdidas de temperatura entre el exterior y el interior, a través de una fachada ventilada, en base a

celosías que aminoran el sol en el verano, y en invierno producen una suerte de cámara de aire exterior, de manera que exista un consumo energético menor en términos de calefacción para las unidades”, comenta el arquitecto. También se evalúa colocar colectores solares, de manera de inyectar agua caliente a las unidades, disminuyendo el consumo de energía.

Otra importante cualidad de estas viviendas será la reducción de la densidad. “Antes, la villa tenía 339 viviendas y ahora tendrá 192 viviendas. Antes, eran 12 bloques y ahora serán 8 bloques, con estacionamientos independientes, áreas verdes, pero bajo el concepto de integración”, relata Pablo de la Llera.

En la actualidad, las viviendas de la antigua población -aquellas que quedaron con serios daños estructurales tras el pasado terremoto- ya fueron demolidas por el SERVIU, se despejó y limpió el terreno y hoy se está a la espera de la licitación para la construcción del nuevo conjunto habitacional. Viviendas sociales 2.0. Un proyecto innovador que se desarrolla en Chile. Hay que disminuir el movimiento con tecnología antisísmica. ■

[www.sirve.cl](http://www.sirve.cl); [www.minvu.cl](http://www.minvu.cl)

(\*) Viviendas sociales de media altura: Según término utilizado por el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ICH.

GENTILEZA IMÁGENES 3D: SIRVE S.A.

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Aislación y disipación de energía. Construcción sismorresistente”. Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 36.
- “Edificio Parque Araucano. Gigante tecnológico”. Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 30.

#### ■ EN SÍNTESIS

**El primer conjunto de vivienda social sismorresistente del país utilizará un sistema de aislamiento sísmico consistente en deslizadores y aisladores elastoméricos, ubicados en las fundaciones de las viviendas, y que permitirá liberar considerablemente a la estructura del impacto sísmico. Se estima que la reducción del movimiento podría ser de un 80%.**

## NORMA DE EDIFICIOS AISLADOS

La norma NCh2745 rige el diseño de los edificios con aislamiento sísmico en Chile. “Esta norma fue concebida originalmente con un espectro de diseño más exigente que la NCh433 (la antigua) debido a que era sabido que ésta entregaba valores inconsistentes y muy bajos de aceleración para ciertos tipos de edificios en determinados tipos de suelo”, comenta Mario Álvarez. Hoy, con el decreto que reemplazó la 433 se hacen ambos espectros similares, “lo cual es lógico porque la excitación sísmica no depende de la estructura que está arriba, y en realidad debiera existir un espectro para todas las normas”, prosigue el ingeniero de SIRVE.

Así, la filosofía de diseño que está detrás de la NCh2745 es la de evitar el daño estructural y de contenidos en sismos severos y para ello se consideran factores  $R=2$  para el diseño de la estructura sobre el nivel de aislamiento y  $R=1$  para lo que está bajo el nivel de aislamiento. “Esto implica comportamiento prácticamente elástico de la estructura, lo que significa evitar el daño estructural y a su vez el daño no estructural debido a la importante reducción de aceleraciones y deformaciones de entrepiso”, resume Álvarez. Los edificios convencionales se diseñan con factores  $R$  entre 4 y 6, lo que puede implicar daño importante en un evento sísmico severo. Otro aspecto relevante es que con el ajuste del espectro de la NCh433 y las modificaciones de la norma de diseño de Hormigón Armado NCh430, resultará probablemente más económico construir edificios aislados.



Edificio San Agustín, PUC. La estructura cuenta con 53 aisladores sísmicos.

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

DECRETO 66 (ART. 45 PUNTO 45.2.6) - SEC



Evite aleaciones de Soldadura Fuerte de procedencia y composición desconocida.

Con aleaciones certificadas de ARGENTA asegura el resultado de calidad esperado

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