



MURO CORTINA

DESEMPEÑO DE SELLADORES EN SISMOS SEVEROS

■ El cada vez más frecuente uso del muro cortina en las diversas edificaciones del país y las alternativas que se utilizan para su sellado, proponen presentar un estudio comparativo para identificar el desempeño de estos selladores en condiciones reales de servicio, particularmente en sismos severos.

JORGE CHOLAKY
INGENIERO CIVIL

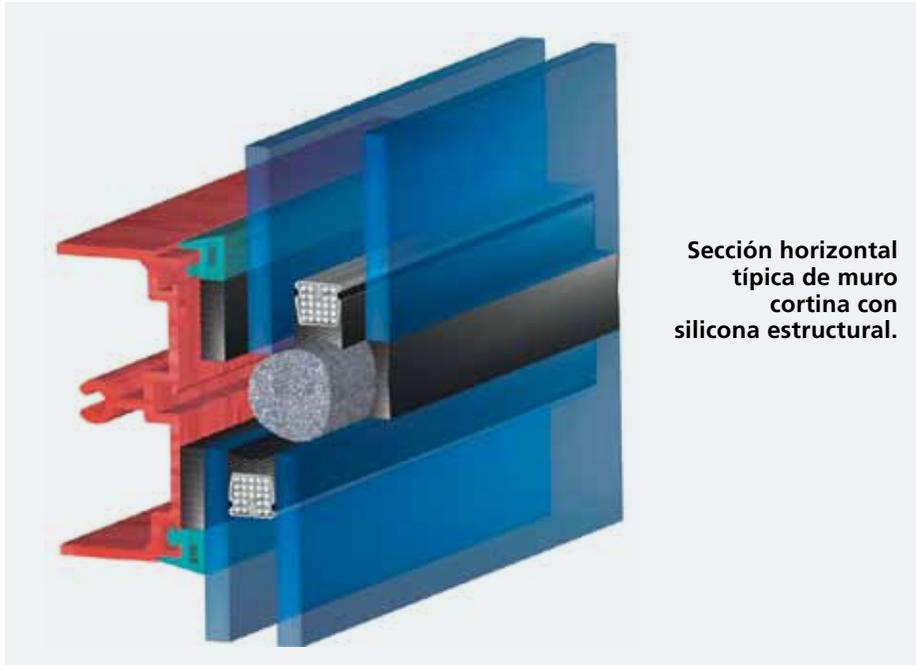
A PARTIR de la década de 1980 ha ido aumentando progresivamente la cantidad de edificios con muros cortina en la mayoría de las ciudades del país. En este periodo la silicona estructural ha sido usada como el principal elemento de conexión de los vidrios de fachada a la estructura portante de aluminio. Recientemente se ha propuesto una alternativa de cinta acrílica viscoelástica (de 2,1 a 2,3 mm de espesor) como medio de conexión. Resulta entonces de interés para la industria de la construcción poder comparar el desempeño de ambos selladores en condiciones reales de servicio, durante sismos severos.

La información recogida durante el terremoto del 27 Febrero 2010 mostró que un elevado porcentaje de los daños registrados en edificios se concentraron en los elemen-

tos no estructurales con la excepción de los muros cortina con silicona estructural que mostraron un desempeño excelente.¹⁻²

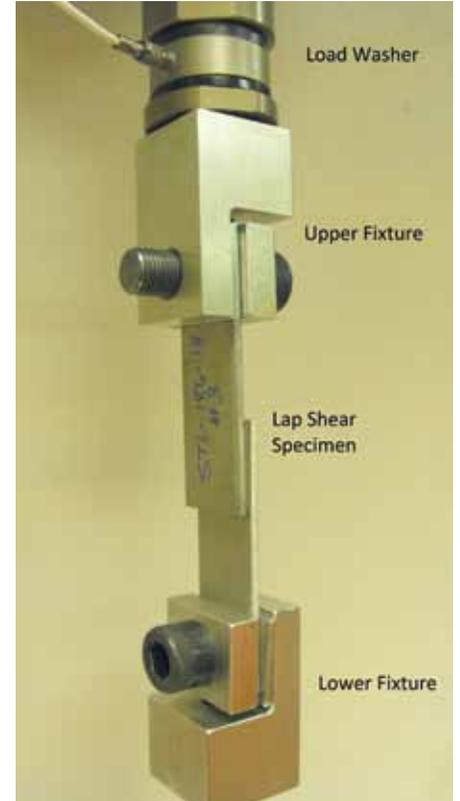
En el estudio de Bull y Cholaky [2], del año 2012, se presentó un análisis de las diversas causas del óptimo comportamiento de los muros cortina. El estudio destacó entre otras cosas que, hasta ahora, la gran mayoría de los edificios en Chile han sido diseñados con rigideces elevadas que permiten limitar significativamente las deformaciones sísmicas impuestas a los elementos no estructurales. Sin embargo, se puede observar en nuestras ciudades una nueva generación de edificios más altos y flexibles que exigen a los Muros Cortina una mayor capacidad de absorber deformaciones de entripiso³.

Por otro lado, las nuevas normas sísmicas chilenas (NCh 2745, D.S.61 del 2011 y NTM001 del Minvu, correspondiente a la reciente NCh 3357) publicadas con posterioridad al sismo del 27F, imponen la necesidad



Sección horizontal típica de muro cortina con silicona estructural.

Aparato de ensayo al corte dinámico de selladores. Universidad de Dayton, Ohio, Estados Unidos. ▶



de realizar nuevas verificaciones de deformación bajo carga sísmica para los Elementos No Estructurales.

En ese sentido, resultan útiles las mediciones en tiempo real del edificio de la CChC², ubicado en Providencia, Santiago, capturadas durante el terremoto del 2010. Gracias al uso de sensores sísmicos ubicados en diferentes pisos del edificio, fue posible establecer que los valores máximos de las velocidades en borde losa de los edificios pueden llegar a valores cercanos a 1.0 m/seg⁵. Los valores medidos resultan más 1.000 veces superiores a las velocidades típicas (2 pulg/min) consideradas por la gran mayoría de los fabricantes en sus ensayos de siliconas y cintas usados en los muros cortina. Lo cual significa que los valores actualmente disponibles en sus catálogos no permiten evaluar el desempeño de los selladores en las condiciones "reales" impuesta por los sismos de gran magnitud.

Por otro lado, resulta conocido que los materiales poliméricos, como la silicona y la cinta, pueden modificar significativamente su comportamiento mecánico y elástico cuando son sometidos a variaciones fuertes de tem-

peratura. A este propósito, es importante tener presente que durante el sismo del 27 Febrero 2010, ocurrido a las 3:34 hrs. am, en Santiago, había una temperatura ambiente de 14 a 15°C muy diferente del rango de temperatura (10 a + 71°C) que sería necesario considerar en la Memoria de Cálculo del Muro Cortina, según el Manual de Muros Cortina de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT)⁷.

Para caracterizar adecuadamente el desempeño completo de las siliconas estructurales y las cintas acrílicas viscoelásticas, Bull, Cholaky y Kuhlman realizaron un programa de ensayos⁶ (según norma ASTM C961 "Standard Test Method for Lap Shear Strength of Sealants" en el Instituto de Investigación de la Universidad de Dayton, en Ohio, USA. El estudio permitió comparar el desempeño de los selladores bajo 6 escenarios de "condiciones de servicio" que deberían ser evaluados durante el diseño y especificación de un muro cortina, dependiendo de las condiciones del lugar de emplazamiento del proyecto:

1. Temperatura de 23°C (valor típico para ensayos de laboratorio).

- 2.** Temperatura alta de 88°C (según Comité C24 de ASTM).
- 3.** Temperatura baja de 29°C (según Comité C24 de ASTM).
- 4.** Velocidad de aplicación de carga estática de 0.00085 m/seg (igual a 2 pulg/min).
- 5.** Velocidad de aplicación de carga elevada de 1.0 m/seg.
- 6.** Velocidad de aplicación de carga muy alta de 5.0 m/seg.

Las principales conclusiones obtenidas son⁶.

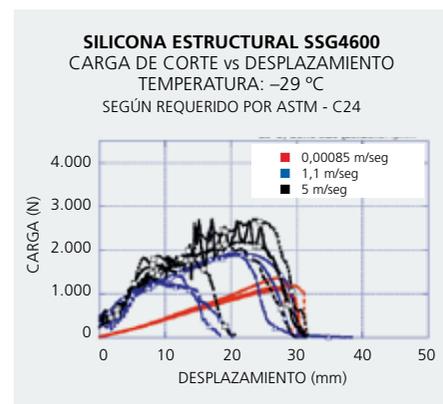
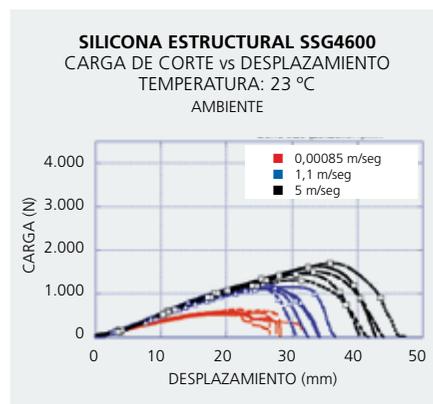
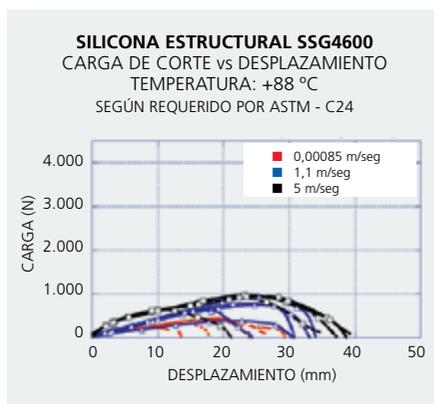
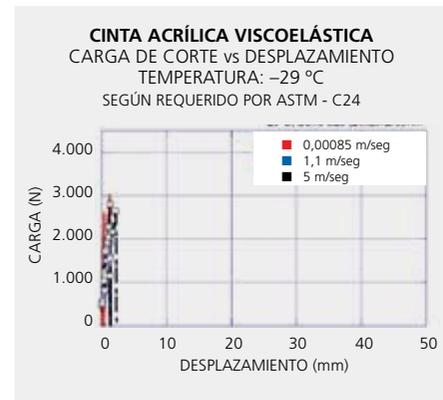
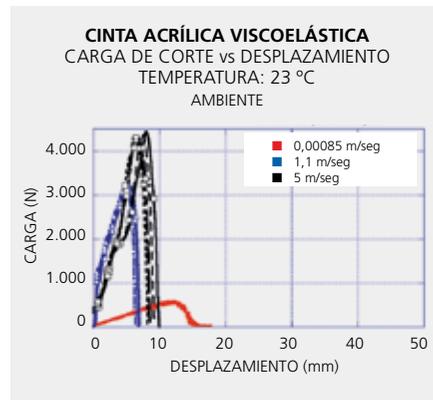
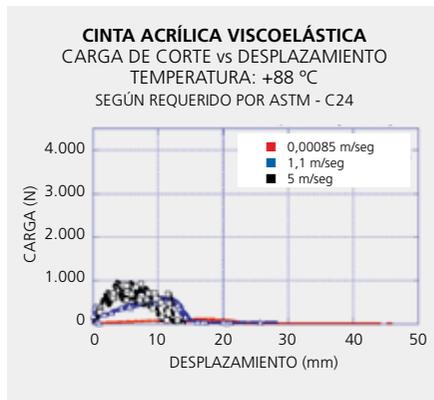
1. La cinta acrílica viscoelástica mostró una excesiva variabilidad en su resistencia (700%) bajo diferentes velocidades de aplicación de las cargas de corte. Mientras la silicona exhibió un desempeño mucho más estable (170%).

2. La capacidad de deformación de la silicona aumentó 41% en altas temperaturas mientras la cinta disminuyó 63%. En bajas temperaturas la silicona redujo su capacidad en 29%, en tanto que la cinta falló adhesivamente sin mostrar capacidad de deformación.

3. La silicona mostró una mayor capacidad de absorber energía que la cinta acrílica, en

CURVAS CARGA DESPLAZAMIENTO DE SILICONA ESTRUCTURAL Y CINTA ACRÍLICA VISCOELÁSTICA

TEMPERATURAS: AMBIENTE - CALIENTE - FRÍA / VELOCIDADES: ESTÁTICA - ELEVADA - MUY ALTA



todo el rango de temperaturas y velocidades de deformación ensayadas (15 veces más en temperaturas frías y 3 veces más en temperaturas altas).

4. La silicona estructural demostró una capacidad superior para mantener la adhesión a los sustratos, sin fallar adhesivamente en ninguna de las condiciones ensayadas. Notablemente, la cinta acrílica perdió niveles de adhesión (ya sea parcial o completa) en un elevado porcentaje de las condiciones de ensayo (equivalente a un 64% en temperaturas altas y 98% en temperaturas frías).

5. En numerosas de las probetas ensayadas de cinta acrílica quedó una capa pegajosa transparente adherida al sustrato. Esto hace sugerir que pueda existir un límite para mantener la integridad (cohesión) del núcleo de la cinta y del adhesivo acrílico.

La información presentada en los gráficos Carga versus Desplazamiento, es relevante para evaluar el comportamiento esperado del muro cortina durante su vida útil en las condiciones más similares a aquellas reales y poder determinar su Factor de Seguridad en

el diseño y ejecución.

Finalmente, es interesante constatar que los sistemas de muro cortina más sencillos (con vidrios adheridos a simples perfiles tubulares mediante el uso de selladores), la mayoría de las veces son ejecutados por fabricantes de escasa capacidad técnica, incluso sin Memoria de Cálculo ni controles de calidad. En estos casos, a los sellos les corresponde absorber la totalidad de las deformaciones de entrepiso inducidas por sollicitaciones sísmicas, quedando aún más expuestos (que los sistemas de muros cortina más sofisticados) a roturas o fallas. Las cuales podrían comprometer la estabilidad estructural del vidrio, o cuanto menos afectar su futura estanquidad al agua o hermeticidad al viento.

A la luz de lo expuesto parece razonable expresar la preocupación respecto de las consecuencias en los Muros Cortina de edificios flexibles, sometidos a sismos de alta intensidad y bajo condiciones más exigentes de temperatura que las verificadas en los terremotos del 2010 y del 1985. ■

REFERENCIAS

- [1] Mw=8.8 Terremoto en Chile, 27 Febrero 2010. Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- [2] Bull, E., Cholaky, J., "A Review of the Behavior of Structural Silicone Glazing Systems Subjected to a MegaEarthquake", Journal of ASTM International, Vol. 9, No. 5, Paper ID: JA1104151, www.astm.org
- [3] Henoch R., Lindenberg J., Guendelman T. y Guendelman M., "Perfil BioSísmico De Rascacielos", VII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica y Primer Congreso Iberoamericano de Ingeniería Sísmica, La Serena, Chile, 1997.
- [4] NTM001: Norma Técnica Minvu, "Diseño de Componentes y Sistemas No Estructurales", Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 5 Diciembre 2013.
- [5] Boroscchek R., Soto P., Leon R., Informe Renadic 10/03, "Red Local de Registros del Edificio de la Cámara Chilena de la Construcción, Registros del Terremoto del 27 Febrero 2010", Marzo 2010.
- [6] Bull, E., Cholaky, J., Kuhlman S., "A Comparative Evaluation of the Behavior of Structural Silicone vs. Acrylic Foam Tape Subjected to High Strain Rates", Fifth Symposium on the Durability of Building and Construction Sealants and Adhesives, June 2014, Toronto, Canada.
- [7] Manual "Recomendaciones Técnicas para Muros Cortina", CDT, Corporación de Desarrollo Tecnológico, CChC, 2014.



Llámanos para una prueba gratis!

Un sistema que **facilita el trabajo** de capataces y **gestiona el control** de los procesos constructivos



Con Nubix, el personal registra avances de obra y aplica listas de chequeo en terreno usando una Tablet sin necesidad de conexión a internet.

- ✓ Elimina los formularios en papel y genera un control centralizado.
- ✓ Configura tus obras incluyendo proyectos, etapas, zonas, sectores, modelos, unidades y recintos.
- ✓ Accede en forma oportuna a informes y gráficos en línea o exporta datos a una planilla.
- ✓ Elimina costos de digitación, pérdida de registros o daño de archivos.



Escanea un QR instalado en terreno y revisa el status de los procesos constructivos



Eficiencia y Sustentabilidad en Sistemas Constructivos

- **Ahorre** tiempo y costos durante la construcción • Construya más **rápido** (ahorro del 50%) y más **liviano** • Construya **sin desperdicio** en obra • Agregue **valor** a la vivienda, sin incurrir en mayores costos • Edificaciones mas **eficientes** • **Ahorro de energía**.



PANEL DIVISORIO AISLANTE PARTITION WALL

Panel Multifuncional, Monolítico y Aislante **PARTITION WALL** de **SYNTHEON®** fabricados en base a Poliestireno Expandido (EPS) de alta densidad.

Este panel posee en su interior uno o dos perfiles "C" troquelados de acero galvanizado que pueden estar a la vista, ocultos o a la vista solo por un lado.

Los paneles **PARTITION WALL** se ensamblan fácilmente de forma lateral unos con otros gracias a sus caras machimbradas permitiendo un correcto y rápido ensamble. Sus perfiles cumplen la función de "montantes" y sirven como soporte para las terminaciones interiores y/o exteriores.



PANEL PARA LOSA AISLANTE DECK

Panel Monolítico y Aislante para Losas **DECK** de **SYNTHEON®** fabricados en base a Poliestireno Expandido (EPS) de alta densidad.

Es un sistema constructivo que permite generar una losa conformada por vigas "T" de hormigón armado, que entregan la capacidad estructural durante su uso. Cada módulo cuenta en su interior con dos perfiles "C" troquelados de acero galvanizado que brinda el soporte y la estabilidad al sistema durante el proceso de hormigonado.

Los paneles **DECK** se ensamblan lateralmente unos con otros. Sus perfiles sirven como soporte para la terminación inferior de la losa y sus orificios (generados por el molde) se pueden utilizar para el paso de las instalaciones eléctricas o hidráulicas.



BLOQUE AISLANTE PARA MURO ICF

Bloque Aislante para muros **ICF** de **SYNTHEON®** es un elemento de avanzada tecnología fabricado en base a Poliestireno Expandido (EPS) de alta densidad.

Al ser rellenos con Hormigón armado genera un muro estructural de excelente aislación térmica y acústica, proporcionando y mejorando la eficiencia de la vivienda durante todo el año. Permite además cualquier tipo de acabado interior o exterior.

Esta eficiente solución constructiva de **SYNTHEON®** es ampliamente utilizada en Europa, Norteamérica y otros países.



Danica, creando soluciones que agregan valor a su negocio.

Con un Know-how de más de 45 años en el segmento, Danica tiene la más alta tecnología para el desarrollo de proyectos, fabricación y montaje de sistemas termoaislantes; las soluciones adecuadas que encajan perfectamente con las necesidades de sus clientes. Cámaras Frigoríficas, Cubiertas y Revestimientos Aislados para Galpones Industriales y Puertas Aisladas, todo con la más alta calidad, durabilidad, tecnología y funcionalidad es lo que nuestra marca le ofrece.

CONTÁCTENOS:

+ 56 2 2784 64 00

www.danicacorporation.com

ventas@danica.cl

 **Dānica**®

La solución en sistemas termoaislantes