



EN ZONA EXTREMA

REFUERZO ESTRUCTURAL CON FIBRA DE CARBONO

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

■ Para concretar la ampliación del aeropuerto de Punta Arenas se tuvieron que reforzar estructuralmente 13 muros y 7 columnas. ■ La solución tradicional implicaba un tiempo excesivo de suspensión de la circulación de pasajeros, por lo que se recurrió a un refuerzo con fibras de carbono. Por estar en una zona extrema, la aplicación no estuvo exenta de desafíos.

LA CRECIENTE demanda de pasajeros del aeropuerto Internacional Carlos Ibáñez del Campo de Punta Arenas, que en 2011 superó las 600 mil personas, hizo necesaria una ampliación y remodelación. En este contexto, la estructura existente exigió un aumento de cargas. Así, 7 columnas y 13 muros debieron ser reforzados estructuralmente. Para esto se pensó en una solución tradicional que consistía en demoler el hormigón y agregar armadura adicional, sin embargo se descartó ya que implicaba un tiempo excesivo de suspensión de la circulación de pasajeros.

Finalmente se decidió utilizar fibra de carbono, una propuesta que permitió concretar el refuerzo en un tiempo reducido y con una mínima interrupción del funcionamiento normal del aeropuerto.

POLÍMEROS

Se utilizaron polímeros reforzados con fibras de carbono, los que tienen una densidad de 1.700 kg/m³, representando un 20% con respecto al acero (que tiene 7.850 kg/m³), asegura la empresa a cargo de esta faena, Fibrwrap Chile. Su bajo peso, otorga una ventaja en transporte e instalación. Además, las fibras de carbono no se corroen y pueden ser cortadas con tijeras en las dimensiones deseadas, lo que permite su instalación en áreas de acceso limitado.

El diseño se basó en la "Guía de Diseño y Construcción de Sistemas Externos de Refuerzo con FRP para Estructuras de Hormigón Armado", ACI-440 2R-08, del American Concrete Institute.



Ampliación del Aeropuerto de Punta Arenas, Julio 2011.

FICHA TÉCNICA

REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO

UBICACIÓN: Chabunco, Punta Arenas.
MANDANTE: Consorcio Aeroportuario de Magallanes
CONSTRUCTORA: Salfa S.A.
CALCULISTA: Carlos Ramírez.
APLICACIÓN: Refuerzo estructural de muros con fibra de carbono
EJECUTOR FIBRA: FIBRWRAP CHILE S.A.
DESCRIPCIÓN: Refuerzo de 7 columnas, flexo compresión
 Refuerzo de 9 extremos de muro
 Refuerzo al corte de 4 muros
FECHA EJECUCIÓN FIBRA: Julio 2011
DURACIÓN: 4 semanas
INSTALACIÓN: Fibra de carbono TYFO SCH-41.
EXTENSIÓN: 300 m²

DESAFÍOS

La región de Magallanes se caracteriza por sus bajas temperaturas que en el mes de julio alcanza el promedio de 1°C, además de tener vientos que superan los 100 km/hora. Y justamente éste fue uno de los grandes desafíos que se debió enfrentar. Tanto el epóxico que se requiere para adherir las fibras de carbono, como el sustrato donde se aplica, requieren una temperatura mínima para curar en forma adecuada. Así, en los muros exteriores, donde la temperatura del concreto fluctuaba entre los 0°C y los 3°C, se usó un calefactor de cañón a gas, el que se ubicó a 2 m de distancia. Este calefactor se mantuvo por 12 horas diarias permitiendo que se alcanzara una temperatura que fluctuaba en torno a los 20°C de manera constante.

Todo el trabajo de impregnación y mezcla de epóxicos se realizó al interior del aeropuerto, donde la temperatura alcanzaba los 10°C. Así, el epóxico utilizado, Tyfo S, logró endurecerse por completo al cabo de 32 horas promedio.

A continuación algunas de las etapas del refuerzo estructural con fibras de carbono.



1

Control de temperatura en muros exteriores antes de comenzar las faenas.



2

Uso de calefactor de cañón a gas para aumentar la temperatura a 20°C.



Ejecución y Asesoría en Fundaciones Especiales y Geotécnia

- Anclajes Postensados
- Micropilotes
- Shotcrete
- Soil Nailing
- Inyección de suelos
- Pernos Auto-Perforantes
- Pilotes de H.A. In situ

- Eficiencia y Precisión
- Confiabilidad y Respaldo



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA FIBRA DE CARBONO

Denominación: TYFO SCH-41
Esfuerzo a la tensión = 3,79 GPa
Módulo de elasticidad = 230 GPa
Tejido = 644 g/m²
Espesor Final Laminado = 1 mm



3

Chequeo del aumento de temperatura en muro exterior.



4

Curado del sistema con fibra de carbono. Durante todo el proceso se mantuvo una temperatura constante.



7

Se observan elementos de terminación de los muros.



6

Instalación de fibra de carbono.



5

Rechequeo de temperatura en las columnas exteriores

Neven Ilic, dueño de Edificio Torre Huérfanos

“La atención que nos ha brindado LG ha sido satisfactoria desde que nos presentaron sus productos en 2010, hasta ahora”

En pleno centro de Santiago, en calle Huérfanos entre MacIver y Miraflores, se encuentra Torre Huérfanos. Un proyecto de Sabbagh Arquitectos y Constructora Kamen que contempla un nuevo espacio para oficinas, con 27 pisos de altura, 678 m² de plantas libres y seis subterráneos para estacionamientos. Neven Ilic, dueño de constructora Kamen, habla del nuevo proyecto, donde implementarán por primera vez los equipos de climatización y aire acondicionado Multi V III de LGE.

¿Cómo surge Torre Huérfanos?

Hace algunos años la construcción de oficinas en el centro de Santiago comenzó a migrar a sectores del oriente, como El Golf o a Las Condes. En ese momento nuestra constructora hizo un estudio para ver las vacantes y nos dimos cuenta de que sólo quedaban edificios antiguos, de baja calidad. Al mismo tiempo detectamos que había organizaciones que debían permanecer allí, sin posibilidades de renovaciones porque no había un mercado que se los ofreciera.

De eso parte la idea de hacer un edificio destinado al público que se mantiene en el centro y partimos con este proyecto.

¿Qué características tiene Torre Huérfanos?

Torre Huérfanos corresponde a un edificio de 35.000 m² construidos; con 6 subterráneos para estacionamientos y bodegas; 27 pisos de altura y con plantas que alcanzan los 700 m² para uso, cuya entrega al público se espera para agosto de este año. Torre Huérfanos incluye tecnologías similares a las que posee cualquier edificio de oficinas ubicadas en el sector oriente de la capital, pero en pleno centro de Santiago y a precios similares a cualquier edificio del centro.

¿Qué tecnología de LG se implementó en esta construcción?

Eso fue un tema relevante para nosotros, ya que hasta los últimos 20 años veníamos trabajamos con equipos chillers para climatización y aire acondicionado. En este proyecto, la oficina de los arquitectos de Juan Sabbagh nos convenció de que variáramos a la nueva tecnología Multi V III de LG. Ellos nos explicaron que se trataba de un refrigerante de volumen variable más óptimo. Ahí nos juntamos con la gente de LG que nos hizo las presentaciones del caso y comenzamos a trabajar con ellos, en 2010.

¿Dónde instalaron los equipos Multi V III de LG?

Parte de estos están ubicados en la losa de la terraza del cuarto piso y en la terraza del piso 27.

¿Por qué decidieron implementar tecnología de eficiencia energética LG?

El primer argumento de elegir este equipo fue por un cambio de tecnología. Para este tipo de edificios donde los gastos comunes siempre significan un costo importante, el hecho de poder hacer un uso determinado del aire acondicionado es muy

relevante, ya que radica directamente en el gasto de electricidad. Además se consigue un ahorro de espacio importante; pues los equipos tradicionales son cada vez más monstruosos mientras que los equipos de Multi V III son sumamente pequeños y uno los puede distribuir de distinta manera, de acuerdo a los requerimientos.

¿Que bondades le entregará la implementación de Multi V III a Torre Huérfanos?

Según lo informado por la gente de LG, las principales ventajas que entrega esta tecnología están en la eficiencia energética y en el ahorro en el consumo eléctrico del edificio en general y de las cuentas de cada una de las oficinas de Torre Huérfanos. Lo que más nos recalcaron ellos fue que, al tratarse de un volumen de refrigerante variable, cada oficina pagará lo justo de acuerdo al consumo que tengan sus usuarios. Con la tecnología chiller, cuando alguien necesitaba usar aire acondicionado, había que encender todo el equipo. Ahora, con Multi V, el que tenga que usar aire acondicionado pagará su parte y no será necesario que el aire acondicionado todo el edificio esté funcionando.

¿Qué ventajas ha evidenciado en el proyecto Torre Huérfanos gracias a la tecnología LG?

Lo que hemos visto hasta esta fecha nos ha gustado mucho, así como también las referencias que hemos recibido, pero no hemos visto el sistema funcionando. Para ser sincero, yo prefiero ver Multi V III funcionando en las oficinas de Torre Huérfanos y ahí evidenciar y dar cuenta de las ventajas reales que nos entregará.

¿Cómo ha sido la atención que les ha brindado LG en cuanto a sus productos y servicios?

Fantástico. La atención que nos ha brindado LG ha sido satisfactoria desde que nos presentaron sus productos en 2010, hasta ahora. LG nos convenció de que Multi V era una buena tecnología, una buena opción para cambiarnos de los sistemas tradicionales. Durante toda la obra hemos tenido una excelente atención de su parte y esperamos que esto continúe así, sobre todo en un periodo en que vamos a necesitar su apoyo para ir regulando todo este sistema que para nosotros es relativamente nuevo.



NEVEN ILIC

