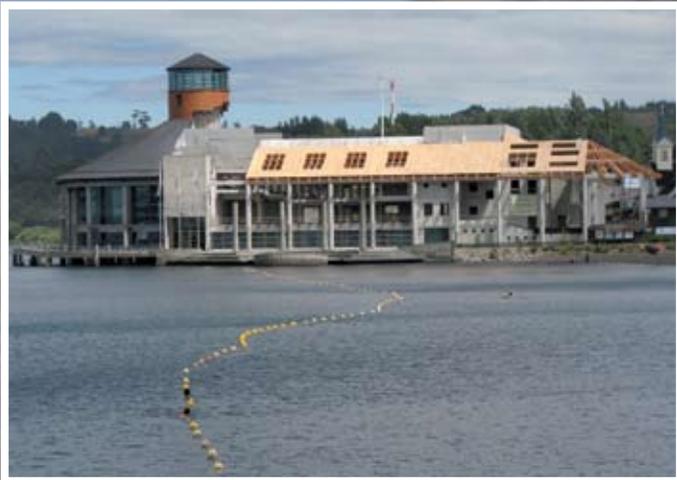


TEATRO DEL LAGO EN FRUTILLAR

CONCIERTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

Es uno de los más importantes escenarios de la zona sur, y eso que aún las obras no terminan completamente. Los desafíos constructivos bajo el agua y las soluciones acústicas y térmicas destacan en este emblemático proyecto.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



A

1.000 KM AL SUR DE SANTIAGO se emplaza el Teatro del Lago, en Frutillar, X Región de Los Lagos. Un proyecto de larga historia, al punto que pasaron 10 años desde que se colocó la primera piedra y hasta el día de hoy continúan las faenas. La inquietud se remonta a las afamadas “Semanas Musicales de Frutillar”, nacidas en 1968. Por la necesidad de contar con un sitio adecuado, se comenzó a planificar un espacio cultural que aprovechara la ubicación privilegiada a orillas del lago Llanquihue y con el fondo espectacular del volcán Osorno. “Al principio la obra gruesa se iba a realizar en una sola etapa, pero por las dimensiones del proyecto y los recursos requeridos el mandante cambió de idea”, señaló Gustavo Binder, ingeniero visitador de la obra por parte de Tecsa.

Así, se adoptó una modalidad de ejecución por etapas. Desde el vamos surgieron desafíos. El primero consistió en demoler una losa en volado, el último vestigio del hotel Frutillar, incendiado en 1994, y que ocupaba parte de los terrenos a intervenir. Si bien la faena estaba contemplada dentro del programa de la obra, significó una ardua labor porque se trabajó al nivel del agua. Con el terreno despejado, nos sumergimos en el lago Llanquihue para presenciar un concierto de arquitectura y construcción.

Fundaciones especiales

Las fundaciones bajo agua soportan parte del frontis semicircular del teatro y su pasarela peatonal circundante, razón por la cual su disposición es radial con separaciones entre 2 y 4 metros. Para su conformación se instalaron en el fondo lacustre tubos de concreto vibrado, similares a los de alcantarillado, cuyo diámetro varió entre 1 m y 2 m en virtud de la carga que debe soportar cada fundación. El primer desafío consistió en fundar a 1,5 m bajo el suelo lacustre donde se encuentra el terreno apto para anclar, conocido como canchagua.

La secuencia de fundación consistió en las siguientes etapas:

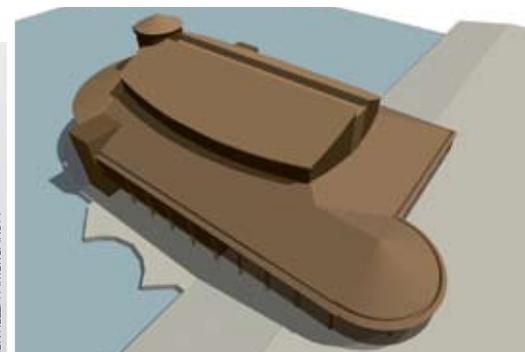
Etap 1: En el suelo lacustre hubo un estrato suelto de arena que se removió. Sobre el estrato más denso se instalaron tubos sobrepuestos, hasta sobrepasar el nivel del agua, variando su cantidad según la profundidad del sector.

FICHA TÉCNICA

Obra: Teatro del Lago
Ubicación: Avenida Bernardo Philippi 1000, Frutillar, X Región de Los Lagos
Empresa Constructora: Tecsa
Arquitectos Proyecto Original: Gerardo Köster y Gustavo Greene
Arquitectos Proyecto Terminaciones: Amercanda Diseño y Arquitectura
Ingeniero Calculista: Santiago Arias
Inspección Técnica de Obra: Juan Eduardo Mujica, Consultores e Inspección Técnica
Materialidades: Cubierta exterior de cobre, madera laminada, termopanel
Superficie construida: 10 mil m², incluyendo fundaciones en el agua

SERVICIOS

- Sala de conciertos con 1.200 butacas
- Anfiteatro cubierto para 250 personas
- Salones para reuniones, conciertos de cámara, clases, conferencias, danza, convenciones, teatro, matrimonios, entre otros.
- Capacidad total: 2.879 personas



Vista aérea de la obra gruesa del teatro. Abajo las fundaciones en el agua en base a tubos de concreto vibrado. En el detalle un trabajador en plena faena de excavación al interior del tubo.



GENTILEZA TECSA



Etapa 2: Mediante bombas, se succionó el agua hacia el exterior para poder trabajar. Luego se introducía un trabajador con pala y chuzo que excavaba y removía la arena superior del suelo. Por lo reducido del espacio interior, se contrató a personal más bien pequeño y delgado, de manera que pudiesen entrar también las herramientas como palas y picotas, que fueron acondicionadas al espacio con que se contaba.

Etapa 3: Por el peso propio, los tubos descendían, por lo que se les adicionaba en el extremo superior nuevos tubos. Se seguía con la excavación hasta penetrar 1,5 m dentro de la canchagua.

Etapa 4: A continuación, en el interior de los

tubos se colocaron 2 a 3 m³ de hormigón pobre, el cual actuaba como tapón del agua. Una vez extraída el agua sobrante, se obtenía una superficie apta para instalar la armadura y colocar el hormigón de la fundación. Por encima de ella y aún dentro de los tubos se colocó el molde, la armadura y el hormigón de los pilares.

La utilización de tubos permitió el reaprovechamiento de los superiores, los que se retiraban una vez descimbrado el pilar. En resumen se hincaron en el fondo lacustre 100 tubos, de los cuales 50 fueron reaprovechados y dispuestos en sectores de tierra firme. En este último sector, en que por razones arquitectónicas las fundaciones están dispuestas en cuadrículas de 6x6 m, la me-

nor afluencia de agua permitió ahorrar los tubos superiores.

El teatro

Estamos frente a un ambicioso proyecto que pretende convertirse en una de las obras culturales más importante de Sudamérica. Y méritos tiene de sobra, en especial por su sistema de aislación acústica, térmica y de eficiencia energética, incluidos en la techumbre, fachadas ventiladas y aprovechamiento de la calefacción.

Un dato interesante. El proyecto original, contemplaba un teatro para conciertos filarmónicos, pero al cabo de varios años el mandante subió las exigencias solicitando una sala apta para ópera. No es menor la complejidad de combinar conciertos de ópera y filarmónica. Mientras la filarmónica necesita una frecuencia larga en rebote; para entender lo que se dice y se canta, en una ópera el rebote tiene que ser mucho más corto. Un gran desafío, porque los arquitectos Gerardo Köster y Gustavo Greene tuvieron que incorporar las nuevas exigencias en su proyecto, que ya estaba avanzado en su construcción (obra gruesa).



SEGURIDAD

Las faenas en altura han sido protagonistas. Tanta importancia tiene para este proyecto el cuidado de su gente y la seguridad en general, que fueron capacitados trabajadores en "Rescate en Altura", curso impartido por un andinista. "Ahora que vamos a comenzar a montar la estructura metálica de la cubierta, si se cae un trabajador y queda colgando de su cuerda de vida en la mitad del edificio (25 m de altura), no sólo habrá más riesgos, sino que nos demandará tener que armar andamios y un mayor tiempo en su rescate, por eso implementamos este sistema", cuenta Pablo Escala.

Otra medida de seguridad está dada por los vientos. "Sobre los 45 km/h la faena se complica, y los trabajos en altura se paran por riesgo de accidente", prosigue Escala. En el techo las medidas de seguridad son dobles para los trabajadores: arnés con doble cola y amarre a dos cuerdas de vida.



En julio de 2008 entró Amercanda Diseño y Arquitectura al proyecto. El desafío era hacer un teatro con buena aislación térmica en combinación con su masa térmica general. Adicionalmente, "se necesitaba desacoplar acústicamente la sala principal de sonidos ambientales", indica Bernd Haller, arquitecto de Amercanda.

Estas dos características no son fáciles de complementar, ya que mientras la aislación térmica necesita materiales generalmente livianos, la aislación acústica necesita peso. La sala principal que debe funcionar con filarmónica y ópera requiere de una caja acústica para reflejar el sonido. Por un lado la filarmónica requiere un rebote largo y la ópera un rebote medio, que permita entender los textos. Los altos y bajos necesitan ciertos tipos de formas y pesos de los paneles de muros y cielos. Con los especialistas MUELLER BBM de Múnich se definieron los radios, tamaño, ubicación, dirección y peso de cada panel de muro, piso y cielo, así como su materialidad y superficie.

El análisis arrojó que aplicando una fachada ventilada con una masa térmica intermedia, se lograría un edificio estable en su comportamiento. Asimismo, en el vértice donde se junta la fachada térmica con los requerimientos acústicos del teatro, esto es en la techumbre de la sala principal, se aconsejó fabricar un doble techo, interior y exterior, reforzado con 20 cm de aislación acústica y térmica.

La techumbre

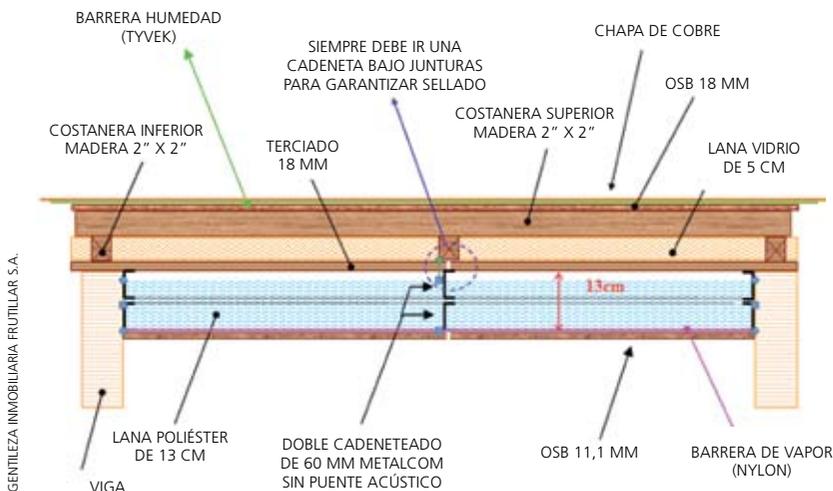
El techo es singular, con dos cubiertas. Los nuevos requerimientos acústicos y el peso de la tecnología escenográfica obligaron a cambiar la estructura original de techumbre interior en base a vigas y cerchas de madera laminada proyectada, por una cubierta con estructura de acero que se comenzará a montar en julio y se espera concluya en 45 días. "Las modificaciones para la sala de conciertos exigieron una estructura más reforzada y se decidió cambiarla por una estructura metálica", comenta Pablo Escala, administrador de obra de Tecsa. La segunda cubierta es la exterior de cobre, que si bien mantuvo el criterio original, se empezará a colocar a medida que avance el recubrimiento metálico.

La estructura metálica de esta etapa debe cubrir cerca de 24 x 50 m de luz, el área del teatro techado. Consta de once cerchas, alrededor de 110 t de peso, dispuestas con cuatro soportes en sus dos extremos. "Hay apoyos fijos y móviles, éstos últimos con un sistema de anclaje flexible que permite el movimiento", señala Escala.

Triple sándwich de aislación

Para lograr aunar la variante de protección acústica con la térmica, se decidió aplicar un sándwich de aislación en la cubierta. Para resolver la diferencia entre ambos requerimientos, ya que la acústica necesita peso y la térmica materiales livianos, el pro-

PAQUETE DE AISLACIÓN ACÚSTICO-TÉRMICO DE CUBIERTA



GENTILEZA INMOBILIARIA FRUTILLAR S.A.

¿Problemas con los Bolones? SISTEMA ATLANTIS

- 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 - geoemin@emin.cl

¿Problemas de Erosión? HIDROSIEMBRA



- PREVIENE Y CONTROLA LA EROSIÓN
- ALTA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA
- SIEMBRA CON MEZCLA UNIFORME Y HOMOGÉNEA
- ACELERA LA GERMINACIÓN Y REGENERA LOS SUELOS
- RENDIMIENTO ENTRE 2.000 Y 3.000 m² / DÍA

EMIN
SISTEMAS
GEOTECNICOS S.A.

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



CUBIERTA EXTERIOR

1. Inicio de los trabajos de la techumbre exterior.
2. Colocación del tyvek.
3. Detalle de la colocación de la barrera de vapor sobre el OSB de 18 mm.

yecto de terminaciones separó la variante acústica en capas donde los elementos pesados fuesen intercalándose con los livianos hasta llegar a la cubierta de cobre. La separación entre estas capas genera que el sonido no se transmita, a la vez que se logra un techo con buena aislación térmica, lo más desacoplado posible para evitar la transmisión por cuerpo”, explica Haller. Así, una solución constructiva para la techumbre que considere elementos con masa como paneles combinados con aislantes térmicos puede cumplir sin problemas las dos funciones. El resultado acústico es que habrá una adecuada privacidad frente a ruidos del exterior por parte de los asistentes al teatro, así como las actividades al interior del teatro no intervendrán el espacio acústico del medio exterior.

Tenemos así un sándwich de aislación compuesto por madera OSB de 11,1 mm, lana poliéster de 13 cm, ignífuga y antihongos, y un terciado de 18 mm (ver más información en esquema en página 89). Tras este compuesto de aislación, la solución en su parte superior cuenta con capas de lana mineral de 5 cm, una costanera superior de madera de 2” x 2”, un OSB de 18 mm, una barrera de humedad o tyvek y finalmente la plancha de cobre.

En la actualidad, este compuesto de aislación se está colocando en aquellos techos

laterales en pendiente y, una vez montada la estructura metálica, se empezará a colocar en la techumbre central.

Aplicación de cobre

Como el teatro se ha construido por etapas, la única zona que hoy en día cuenta con la cubierta de cobre es el área del anfiteatro interior, justamente orientado y con vista al volcán Osorno y en el cual se realizan numerosos eventos culturales, como los conciertos de mediodía de las Semanas Musicales.

Ahora sí, entramos a la cubierta de cobre. Se forma de planchas de 6 m x 50 cm sobre listones de madera de álamo en sus bordes, los cuales son cubiertos con flejes plegados del mismo material a modo de sombrero, trabajo muy similar al de la hojalatería tradicional de hierro galvanizado.

Hay un desafío pendiente: igualar en la cubierta nueva el color de la techumbre ejecutada años atrás. La superficie del cobre se oxida paulatinamente adoptando una pátina verdosa, efecto que se busca acelerar aplicando un tratamiento con ácido.

Fachadas ventiladas

En unos meses más se comenzará a revestir el edificio por el exterior. El concepto que se aplicará es el de la Fachada Ventilada, utilizando cuando se busca evitar que un cambio

térmico se transmita al interior. Constituye una especie de segunda piel para el edificio, y desde la perspectiva del diseño o formato apunta a revestir la edificación, ya sea utilizando piedra, mármol, granito, estuco o cualquier tipo de material fibroso. “La forma cómo opera es relativamente simple, ya que la cámara de aire, ubicada entre la piel exterior y el edificio, ayuda a evitar la transferencia térmica por un efecto chimenea. Se consigue así un mayor ahorro de energía y un beneficioso aislamiento acústico”, indica José Tomás Urzúa, jefe de proyectos Sur, de inmobiliaria Frutillar S.A.

En esta línea, las fachadas ventiladas representan un ejemplo más de esta tendencia dentro de la construcción. Por ejemplo, este sistema constructivo permite, tanto en invierno como en verano, un ahorro energético de entre un 20 y un 30% en calefacción y aire acondicionado, respectivamente, debido a que se mejoran las condiciones térmicas del edificio.

El material elegido para cubrir la fachada ventilada es una madera importada especial. “Es una plancha de madera sobre baquelita proveniente de Europa. La baquelita permite que la madera no trabaje tanto, en especial en el Sur, donde los cambios de temperatura son bastante fuertes y hay mucha radiación ultravioleta”, indica Haller.

Desde el muro de hormigón hacia el exterior se proyecta colocar 10 cm de aislación, 5 cm de ventilación y la plancha de madera, que se ancla con unas fijaciones al concreto. Si bien el tamaño tampoco está definido, probablemente serán planchas verticales con una combinación de tonalidades para que formen un ritmo.

Propuesta energética

Las sorpresas no acaban. Las terminaciones llegan cargadas de interesantes aplicaciones

GENTILEZA AMERICANDA



Vista superior del proyecto.
Al fondo el torreón-mirador
construido en base a revestimiento
de madera con termopaneles.
Abajo: la zona del anfiteatro
interior donde se desarrollan los
conciertos de mediodía.



con las que se espera mejorar el comportamiento energético del teatro.

La calefacción es un ítem central. Una vez que se logre un edificio con buena aislación térmica, "la idea es mantener la temperatura con calefacción por losa radiante. Para la fuente de ese calor se va a aplicar una tecnología muy difundida en Europa, que son las bombas de calor, las que van a usar la masa térmica del lago, mediante unos intercambiadores de calor", señala Haller.

Las bombas de calor extraen la energía del entorno que las rodea y la transfiere al medio deseado. "Consumen menos energía en su producción que otros artefactos, pudiendo lograr climatizar un ambiente u obtener agua caliente, de forma más eficiente y a menores costos", expresa Urzúa.

Todo listo para que el telón se abra y comience la función. Un proyecto que coincidirá con el Bicentenario. Una excelente excusa para disfrutar de un concierto de arquitectura y construcción. ■

www.teatrodellago.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Teatro de las Artes de Osorno. Un gran espectáculo". Revista BiT N° 66, Mayo 2009, pág. 58.
- "Matucana 100. Cultura en ladrillo y madera". Revista BiT N° 56, Septiembre 2007, pág. 96.
- "Centro Cívico y Teatro Municipal". Revista BiT N° 49, Julio 2006, pág. 76.
- Más información y material multimedia en www.revistabit.cl

EN SÍNTESIS

Construido en base a donaciones y en etapas, el Bicentenario de Chile será la carta de presentación del Teatro del Lago. Y lo hará en grande, con una arquitectura cargada de innovaciones y el uso de materiales que lo convertirán en un edificio sustentable: fachadas ventiladas, cubierta exterior de cobre, aprovechamiento de la calefacción mediante bombas de calor. Todo un hito cultural en la X Región de Los Lagos.

BIT 67 JULIO 2009 ■ 91



Proyecto Ampliación Termoeléctrica Bocamina II, Concepción

PERI es el oferente más grande del mundo de sistemas de Encofrados y Andamios.

Hoy presente en grandes proyectos industriales del Norte y Sur de Chile.



Encofrados
Andamios
Ingeniería

www.peri.cl

El éxito es construir con PERI



Proyecto Central Termoeléctrica Puerto Coronel, Coronel



Proyecto Minera Esperanza, Antofagasta