



Promoción de Oportunidades de Mercado para
Energías Limpias
2007 - 2011



Caso Exitoso Eficiencia Energética

TEATRO DEL LAGO, FRUTILLAR

- Aislación térmica del edificio
- Sistemas de iluminación eficiente
- Sistemas de climatización eficiente
- Sistemas de control centralizado



TEATRO EL LAGO, FRUTILLAR

El Teatro del Lago, edificado a través de Inmobiliaria Frutillar, fue inaugurado a finales del año 2010, luego de 12 años de construcción. Ubicado a orillas del lago Llanquihue, en Frutillar, se extiende en unos 10.000 m² e incluye una gran sala de eventos con capacidad para 1.200 personas, un anfiteatro con vista al lago, salas de exhibiciones, restaurant y coffee shop, entre otros.

La visión del Teatro del Lago es *"mejorar la calidad de vida de las personas del país, a través de la música y las artes, en una construcción que combine innovación en sustentabilidad y un diseño antisísmico y vanguardista".*

Problemática energética

A principios de 2008, durante la etapa de construcción, la administración a cargo de la construcción se planteó la posibilidad de revisar la sustentabilidad energética del diseño del edificio. En ese momento solo existía el Anfiteatro, que ya funcionaba desde el año 2005, la estructura de cemento y parte del techo de cobre del resto del edificio.

Debido a que se encontraba en etapa de construcción, se desconocían los posibles costos de operación energéticos del edificio y su respectiva incidencia en los costos totales de operación e impacto en las emisiones de CO₂.

De acuerdo a lo proyectado, el edificio requeriría electricidad y uso



de combustibles. La energía eléctrica sería utilizada principalmente en sistemas de iluminación y climatización. Los combustibles se utilizarían mayormente en calefacción, agua caliente y cocinas.

Dado lo anterior, surgió el interés por realizar un Diagnóstico Energético que permitiera identificar oportunidades energéticas y mejoras en la etapa de diseño. El estudio recomendó mejorar los niveles de aislación del edificio, incorporar sistemas de iluminación de mayor eficiencia y mejorar la eficiencia de los sistemas de climatización, entre otras medidas.

Logros obtenidos

La incorporación de mejoras en la etapa de diseño del edificio ha sido plenamente justificada por la administración del teatro. Los beneficios para la empresa han sido los siguientes:

- Mejoras importantes en la sustentabilidad de los proyectos

de arquitectura, electricidad y climatización.

- Mejoras en los niveles de aislación térmica del edificio, que permitirán reducir las pérdidas de calor al medio ambiente y contribuirán a reducir el uso de calefacción.
- El nuevo proyecto de iluminación incorporó criterios de eficiencia energética y logró reducir la potencia instalada con respecto al proyecto original del año 2007.
- En el caso de los sistemas de climatización, se incorporaron equipos de mayor eficiencia y mejoras en los sistemas de distribución.
- Todo lo anterior ayudará a disminuir las futuras emisiones de gases de efecto invernadero, relacionadas al uso de energía, al compararlas con el diseño original del edificio.

CASO TÉCNICO

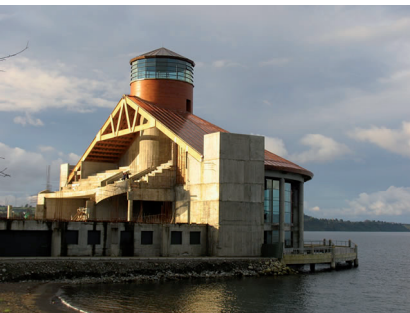
Diagnóstico energético

Inmobiliaria Frutillar decidió realizar un diagnóstico energético durante el año 2008, el cual fue co-financiado con aportes del **BID-FOMIN** a través del **"Programa de Promoción de Oportunidades de Energías Limpias"** ejecutado por **Fundación Chile**. El estudio fue desarrollado por la consultora Paula Colonelli. La gerencia del teatro decidió implementar las tres recomendaciones propuestas.

Debido a que se trataba de un edificio en fase de construcción, no fue posible revisar cuentas de electricidad y combustibles, ni realizar mediciones de energía que permitieran establecer una línea base de consumo energético. Por lo tanto, fue necesario realizar una modelación térmica del edificio en un software especializado y revisar los proyectos de especialidades de electricidad y climatización.

El proyecto de arquitectura y la coordinación de los proyectos de especialidades fue desarrollado por el equipo de **Amercanda**.

Vista Anfiteatro



Aislación térmica del edificio

Los mayores niveles de aislación implementados ayudaron a reducir transmitancia térmica de muros, techos y ventanas. Esto ayudará a disminuir los consumos de energía para calefaccionar el edificio.

Se estima que las mejoras implementadas permitirán reducir los consumos de calefacción en al menos un 20%, lo cual dependerá mucho del uso del edificio.

Las principales medidas propuestas por este estudio fueron:

SISTEMA	OPORTUNIDAD DE OPTIMIZACIÓN	AHORRO POTENCIAL
Envolvente del edificio (muros, exteriores, techos, ventanales y losas)	Aumentar los niveles aislación térmica del edificio	32%
Iluminación artificial	Reducir la potencia instalada a través de mejoras en el proyecto	60%
Climatización (calefacción y aire acondicionado)	Mejoras en los sistemas de ventilación e incorporación de equipos de mayor eficiencia	64%

Instalación de aislación térmica de 150 mm en muros



ELEMENTO	PROYECTO ORIGINAL		NUEVO PROYECTO		
	Descripción	Transmitancia Térmica W/m ² °C	Descripción Mejoras	Transmitancia Térmica W/m ² °C	Mejoras
Muros exteriores	Hormigón armado de unos 350 mm de espesor, sin aislación y diferentes recubrimientos	2,40	Se incorporan capas de aislación desde 60 a 150 mm en muros exteriores y fachada ventilada	0,55 (aislación 60 mm) 0,25 (aislación 150 mm)	80% más eficiente
Techumbre	Recubrimiento de cobre, estructura de madera y lana mineral de 100 mm de espesor	0,34	Se aumenta niveles de aislación de 100 mm a 200 mm en toda la techumbre	0,24	30% más eficiente
Losas	Hormigón armado de unos 250 mm de espesor, algunas zonas con aislación y otras sin aislación	2,80 (losa ventilada sin aislación) 1,10 (losa aislada)	Losas ventiladas no fueron aisladas	2,80 a 1,10	Sin Cambios
Ventanales	Termopanel con marco de aluminio anodizado, vidrio tipo blue green	2,80	Termopanel con marco de madera/aluminio, vidrio tipo Eclipse Advantage Blue green, se eliminaron los puentes térmicos	1,90	30% más eficiente

La siguiente tabla presenta un resumen con los niveles de aislación del proyecto de arquitectura original (2007) y del proyecto modificado (2010).

Anfiteatro



Sistemas de iluminación eficiente

El proyecto de iluminación revisado en el año 2007 correspondía sólo a la parte del edificio que se encontraba en construcción en esa época. El nuevo proyecto de iluminación (abril 2010), que abarcó todo el edificio (zona existente, zona en construcción y exteriores), fue desarrollado por la empresa Limarí Lighting Design y contempla una potencia instalada de casi 150 kW.

Los cambios implementados en el nuevo proyecto lograron disminuir

la potencia de iluminación desde 89 a 51 kW, (superior a un 46%), sólo para la zona que fue posible comparar (excluyendo el área del anfiteatro y sistemas de iluminación exterior).

Los principales cambios corresponden a la utilización de tecnologías de mayor eficiencia (tecnologías T5, balastos electrónicos, sistemas de control) y un diseño más adecuado a los requerimientos de cada zona (reducción de potencias instaladas por unidad de superficie).

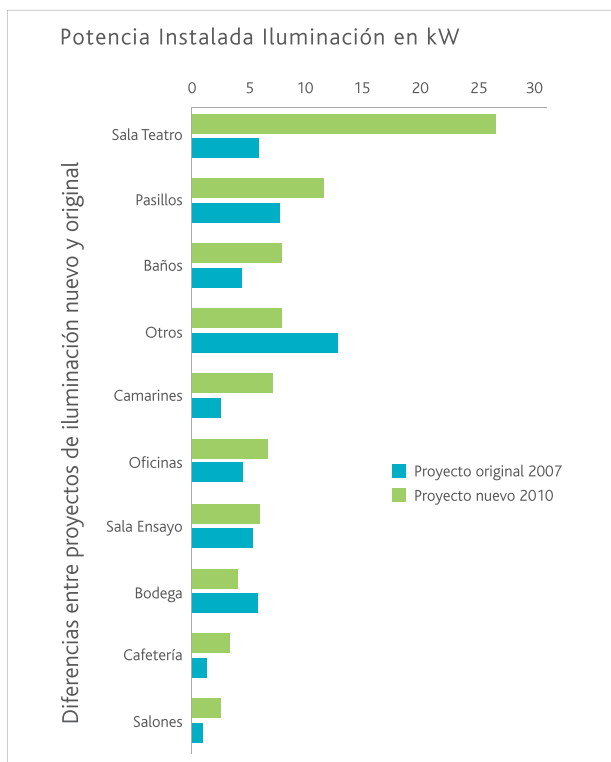
ÁREA	POTENCIA INSTALADA KW
Exterior	8,1
1er piso	34,2
2do piso	23,1
3er piso	36,4
4° piso	21,6
5° piso	12,5
6° piso	9,9
7° piso	1,3
8° piso	2,1
Total	149,2

Potencia instalada en nuevo proyecto de iluminación



“Estamos ante un teatro verde que utiliza sistemas de generación en base a energía sustentable. Los muros exteriores son una combinación de madera y baquelita, el techo es de cobre con aislación de 30 cm junta a muchas otras características. Ha sido un camino largo y estamos orgullosos de nuestros logros y aporte al desarrollo de la sustentabilidad”

(Ulrich Bader-Schiess, Gerente Inmobiliaria Frutillar)



Sistemas de climatización eficiente

El proyecto original, revisado en el año 2007, contemplaba el uso de dos calderas generadoras de agua caliente que utilizarían gas licuado. El sistema de calefacción proyectado se basaba en piso radiante para la mayoría de las dependencias del teatro. Para la climatización de la sala principal del teatro se consideró el uso de unidades manejadoras de aire provistas de serpentines de calefacción y de enfriamiento, donde el aire sería distribuido por medio de una red de ductos. El proyecto original no tenía claramente especificadas las estrategias de control.

El nuevo proyecto, desarrollado por la empresa AyP Ingeniería, incorporó la instalación de una unidad enfriadora de agua tipo polivalente para la generación simultánea de agua fría y caliente, del tipo geotermal, aprovechando como circuito de condensación el agua del Lago Llanquihue. Esta unidad es capaz de satisfacer los requerimientos de los circuitos de losa radiante y unidades manejadoras de aire. Los radiadores y producción de agua caliente sanitaria utilizan agua caliente proveniente de las calderas.

Las unidades manejadoras de aire de la sala principal tienen la opción de un modo de operación denominado "free cooling", el cual está operado por el nuevo sistema



Luminaria de Alta Eficiencia



Pasillos Laterales

de control existente. Lo anterior significa que si las condiciones exteriores son adecuadas, se puede utilizar el aire exterior como medio de enfriamiento y no la unidad enfriadora de agua.

El nuevo proyecto considera, además el uso de sistemas de caudal variable de agua a través del uso de variadores de frecuencia, lo cual ayuda a reducir el consumo de energía para los sistemas de bombeo.

Es importante destacar que se requería de una excelente aislación acústica para los sistemas de distribución de aire. Es por lo anterior que los ductos de distribución de aire se confeccionaron en plancha de fibra de vidrio, enchapada por ambas caras con láminas de papel de aluminio.



Sistemas de control centralizado

Hoy en día existen sistemas de control centralizado que permitirán monitorear el comportamiento de los sistemas de climatización, iluminación y accesos. Estos ayudarán a optimizar el uso de energía del edificio.

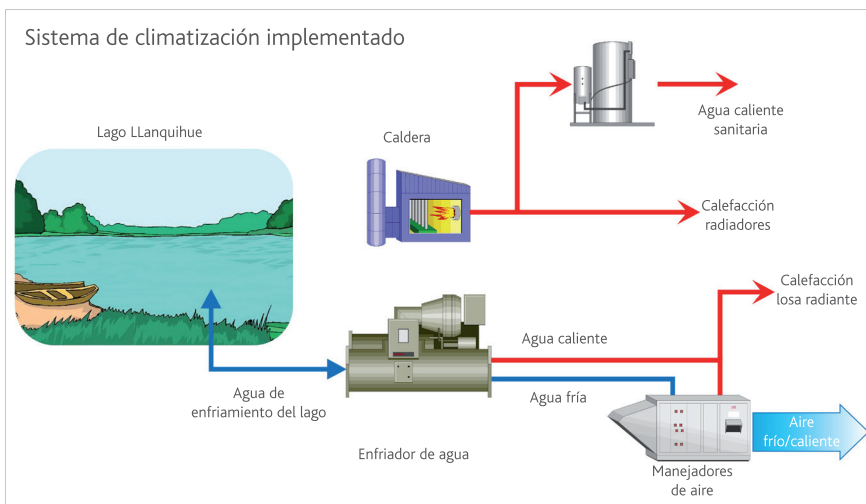
Estimación de ahorros futuros

El teatro inició sus operaciones en noviembre de 2010. Por lo tanto, aún no es posible predecir con exactitud los ahorros que serán obtenidos gracias a todos los proyectos implementados.

Sin embargo, de acuerdo al diagnóstico realizado en el año 2008, la modificación de la envolvente, el sistema de climatización y el proyecto de iluminación permitirían reducir el consumo eléctrico en un 41% y el consumo de gas, en un 100% (uso de bomba de calor para agua caliente).



Equipo bomba de calor que utiliza agua del lago



CASO FINANCIERO

Ahorros futuros y costos operacionales

Luego de un año de operación, se realizará una simulación calibrada y se aplicará el "International Performance Measurement & Verification Protocol" (opción D).

Esto permitirá obtener un mejor detalle de los ahorros reales logrados gracias a los diferentes proyectos implementados.

Costos de implementación

La modificación de los proyectos de especialidades, significó inversiones adicionales, la cual se desglosa a continuación:

- El nuevo sistema de aislación y fachada ventilada del edificio significó una inversión adicional del 400% del presupuesto original de fachada.



Sistemas de agua variable, bombas primarias y secundarias del sistema



Sistema de control de climatización del edificio

- En el caso de ventanales, la inversión adicional alcanzó el 7% del presupuesto original.
- En el caso de lucarnas, la inversión adicional alcanzó un 45% del presupuesto original.
- El incorporar un Chiller (bomba de calor geotérmico) significó una inversión adicional de \$60 millones.
- El incorporar sistemas de control centralizado significó una inversión adicional de \$25 millones.

Retorno de la inversión

No es posible realizar un análisis del retorno de inversión en este momento. Se debe realizar un análisis luego de un año de operación, en conjunto de un costo de ciclo de vida del proyecto.

EL TEATRO DEL LAGO HOY

La sala principal del Teatro del Lago es su Espacio Tronador-Sala Nestlé, con 1.178 butacas, además de un anfiteatro para 270 personas y otros salones multipropósito. También cuenta con de diversos foyers, espacios para exhibiciones, ensayos, congresos y conferencias, el Café CapPuccini, el Faro Mirador Volcán Puntagüedo, un pequeño escenario al aire libre y un paseo peatonal sobre el lago que envuelve este gran edificio.

Espacio Tronador - Sala Nestlé



Lecciones

- Es importante realizar análisis de energías limpias antes de comenzar la construcción de un edificio. Lo anterior permite tomar decisiones en etapas tempranas que poseen impactos de largo plazo. Esto es particularmente importante en el caso de la envolvente de edificios.
- El análisis de sustentabilidad de un nuevo edificio debe ser transversal e integrado. Se deben trabajar todas las especialidades en conjunto y establecer metas muy claras al comienzo del proceso.
- Los costos adicionales de inversión deben ser evaluados en el mediano-largo plazo. Esto debido a que los edificios se planifican y construyen para durar en el tiempo y no sólo por algunos años.
- El involucrar y contar con el apoyo de los actores que participan en el proceso de construcción, en este caso la oficina de arquitectura Amercanda, resulta fundamental para la correcta materialización de las acciones de eficiencia energética.
- El rol de terceros independientes, como el de **Fundación Chile**, es crucial para el desarrollo de proyectos exitosos y la posterior evaluación de resultados.





Promoción de Oportunidades de Mercado para

Energías Limpias

2007 - 2011

Programa cofinanciado por el Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID-FOMIN) que busca promover el uso de la Eficiencia Energética (EE) y Energías Renovables no Convencionales (ERNC), con el fin de mejorar la competitividad de las empresas, especialmente para el segmento PYME, y aumentar sus oportunidades de mercado.



Fondo Multilateral de Inversiones
Miembro del Grupo BID

El FOMIN es el mayor proveedor de asistencia técnica para el desarrollo del sector privado en América Latina y el Caribe. Trabajamos en el contexto de acceso - acceso a servicios básicos, acceso a financiamiento, acceso a los mercados y capacidades - fomentando el crecimiento económico productivo y equitativo con el fin de promover un medio sostenible para reducir la pobreza.



Somos una organización que introduce innovaciones de alto impacto y que potencia el capital humano para aumentar la competitividad de Chile, promoviendo y desarrollando la economía a través de transferencias tecnológicas y en alianza con redes de conocimiento locales y globales.

Contacto

Carolina Carrasco
Especialista FOMIN
carrascoc@iadb.org

Ana María Ruz
Directora del Programa Energía Sustentable
Cordinadora Institucional
aruz@fundacionchile.cl

Luis Hinojosa
Director del Proyecto
lhinojosa@fundacionchile.cl

Héctor Venegas
Asistente del Proyecto
hvenegas@fundacionchile.cl

Equipo Energías Limpias
www.energiaslimpias.cl
info@energiaslimpias.cl

Fundación Chile
Av. Parque Antonio Rabat Sur 6165
Vitacura | Santiago · Chile
T. (56 · 2) 24 00 300

Aprendizajes del programa

Tras cuatro años de desarrollo del proyecto, disponemos de casos demostrativos donde identificamos las barreras que enfrentaron los proyectos durante la fase de implementación, desde la generación de capacidades técnicas hasta los requisitos necesarios para presentar dichos proyectos a las distintas fuentes de financiamiento.

Además, un importante logro para el proyecto lo constituye el hecho de que un grupo de empresas que trabajaron con nosotros conformaron la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos, ANESCO Chile, con el fin de complementar sus distintas especialidades y competencias y apoyar al desarrollo del mercado.

Es vital continuar trabajando en temas de regulación energética, medición y verificación de resultados y financiamiento de proyectos, todos factores que aseguran el crecimiento y desarrollo del mercado nacional de eficiencia energética y energías renovables.

