



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA DE POSGRADOS

**AHORRO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN  
DE MEDIDAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA. EL CASO DE LA IMPLEMENTACIÓN  
DE DOBLE PIEL VEGETAL, EN EDIFICIOS DE OFICINAS EXISTENTES DE LOS  
AÑOS 90 EN SANTIAGO.**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN  
DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

ALUMNA:  
NICOLE MARIE DAGORRET SEGUEL

PROFESORA GUÍA:  
JEANNETTE ROLDAN

SANTIAGO DE CHILE  
2014



#### AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a mi profesora guía, Jeannette Roldan y a María Eugenia Pallares, por su gran apoyo, infinita paciencia y disposición, Sin ellas no habría logrado sortear todas las dificultades presentadas en el camino.*

*Eternamente agradecida de mí esposo Carlos Monroy por su amor, su apoyo incondicional, confianza y entusiasmo que me ayudaron a seguir cada vez que lo necesité. Gracias a mi hija Sofía por regalarme parte de su tiempo para estudiar, por su amor y alegría que me llena de fuerza y esperanza cada día. Y a Dieguito, por acompañarme felizmente en mi vientre en este largo trabajo.*



---

# TABLA DE CONTENIDOS

---

TABLA DE CONTENIDOS .....	5
<b>CAPITULO 1:</b> .....	<b>9</b>
RESUMEN EJECUTIVO .....	10
ANTECEDENTES .....	12
HIPÓTESIS .....	13
OBJETIVOS GENERALES.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
METODOLOGÍA.....	14
ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	15
<b>CAPITULO 2:</b> .....	<b>19</b>
<b>DEMANDA ENERGÉTICA, SISTEMAS VERDES Y LA CIUDAD DE SANTIAGO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>20</b>
<i>Situación Histórica .....</i>	<i>20</i>
<i>Climatización y Conductividad Térmica .....</i>	<i>21</i>
<i>Ubicación del edificio / clima .....</i>	<i>22</i>
<i>Demanda Energética .....</i>	<i>24</i>
<i>Ahorro Energético .....</i>	<i>26</i>
<b>2.2 SISTEMAS VERDES .....</b>	<b>29</b>
TECHOS VERDES .....	30
ENVOLVENTES VERDES .....	35
<i>Cuadros resumen techos y envolventes verdes.....</i>	<i>39</i>
<b>2.3 ÁREA DE ESTUDIO, SANTIAGO .....</b>	<b>41</b>
<i>Características .....</i>	<i>41</i>
<i>Contaminación en Santiago.....</i>	<i>43</i>
CRITERIOS DE ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE EDIFICIOS .....	48
<b>CAPITULO 3:</b> .....	<b>51</b>
<b>EDIFICIOS EN ESTUDIO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 EDIFICIO CONSORCIO .....</b>	<b>52</b>
ANTECEDENTES EDIFICIO CONSORCIO .....	52
<i>Emplazamiento del Edificio.....</i>	<i>52</i>
<i>Ocupación del Edificio Consorcio .....</i>	<i>54</i>
DISEÑO, SUSTENTABILIDAD Y CONFORT .....	56
COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.....	65
ADMINISTRACIÓN .....	67
<i>Acciones en el manejo energía eléctrica.....</i>	<i>67</i>
<i>Sistemas de ventilación y Aire acondicionado .....</i>	<i>70</i>
<i>Gestión energética v/s consumo.....</i>	<i>73</i>
CONCLUSIONES EDIFICIO CONSORCIO .....	82
<b>3.2 EDIFICIO LA CONCEPCIÓN #222 .....</b>	<b>84</b>
ANTECEDENTES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN .....	84
<i>Emplazamiento y Ocupación del Edificio .....</i>	<i>85</i>
<i>Ocupación del Edificio la Concepción.....</i>	<i>86</i>
DISEÑO, SUSTENTABILIDAD Y CONFORT .....	88
ADMINISTRACIÓN .....	92

<i>Tarifa Eléctrica</i> .....	92
<i>Funcionamiento Aire acondicionado</i> .....	93
<i>Composición gastos comunes</i> .....	95
CONCLUSIONES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN .....	97
<b>3.3 EDIFICIO CONSORCIO V/S LA CONCEPCIÓN .....</b>	<b>98</b>
<b>CAPITULO 4:.....</b>	<b>102</b>
<b>APLICACIÓN MEDIDAS EFICIENCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>102</b>
<b>4.1 FACTORES DE AHORRO .....</b>	<b>103</b>
<b>4.2 MEDIDAS A IMPLEMENTAR.....</b>	<b>104</b>
MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN .....	105
<i>Tarifa eléctrica y horario de funcionamiento</i> .....	105
<i>Iluminación Eficiente</i> .....	107
<i>Campañas de ahorro de energía</i> .....	108
MEDIDAS DE CLIMATIZACIÓN .....	109
<i>Horarios de funcionamiento aire acondicionado</i> .....	109
<i>Ventilaciones Programadas</i> .....	110
MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA .....	112
<i>Instalación muro vegetal</i> .....	112
<i>Instalación de celosías exteriores</i> .....	118
<i>Instalación de persianas exteriores</i> .....	127
<i>Análisis Económico persianas exteriores</i> .....	129
<i>Cuadros comparativos</i> .....	132
<i>Aplicación fachada norte y poniente</i> .....	134
<b>4.3 FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>137</b>
<i>Financiamiento por ahorro</i> .....	137
<b>4.4 CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>144</b>
<b>CAPITULO 5:.....</b>	<b>147</b>
<b>CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>147</b>
<b>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>148</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>154</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>159</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>161</b>
<i>Referencias Bibliográficas</i> .....	161
<i>Referencias Fotos</i> .....	162
<i>Referencias Gráficos</i> .....	165
<i>Referencias Tablas</i> .....	166
<i>Referencias Fichas</i> .....	168
<i>Anexos</i> .....	168
<b>ANEXOS .....</b>	<b>169</b>
<i>Anexo 1</i> .....	169
<i>Anexo 2</i> .....	170
<i>Anexo 3</i> .....	171





CAPITULO 1:

---

## RESUMEN EJECUTIVO

---

Lo que llama la atención en el crecimiento urbano es la falta de conciencia con el entorno inmediato, lo que genera una serie de alteraciones en el medio ambiente y las personas. Además se traduce en componente importante del cambio climático, casi imperceptible para los habitantes, disminución de la vegetación, erosión de los diferentes terrenos, contaminación del aire, etc. Así es como todo esto lleva a perturbar las conductas humanas generadas por la alteración del entorno ya sea a través de la vegetación que los rodea, cambios en la composición de los terrenos, alterando flora y fauna, que pueden llegar a causar irritabilidad, mayor cantidad de enfermedades respiratorias, psicológicas y un sin número de efectos secundarios generados por la alteración de un ecosistema en desequilibrio.

Dentro de este marco, se ve como las ciudades van dejando de lado la capa vegetal que en un principio cubría el territorio ocupado, lo que sumado al manejo de la ciudad, densificación, exceso de radiación, falta de ventilación, etc se traducen en diversos problemas como son las islas de calor y efecto invernadero. [10]

La arquitectura actual plantea hacerse cargo de aspectos ambientales, de diversas maneras, a través de construcciones ecológicas, autosustentables, uso de energías renovables y entre otras estrategias incorpora envolventes verdes. Esta última es la que despierta mayor inquietud, ya que es uno de los manejos más visibles en la arquitectura, además de aportar bienestar y cambios psicológicos en la vida de las personas que tienen contacto con este tipo de instalaciones.

Es así, como se estudiaron las diferentes relaciones de estos sistemas y cuanto influyen en los diversos aspectos de las energías renovables como radiación y control solar, ventilación, efectos visuales, etc. Todo esto genera un ahorro energético que se traduce directamente en un ahorro económico.

Con esto se identificaron algunos puntos claves de la eficiencia energética del sistema como el diseño arquitectónico acogiendo estas soluciones. Pero ¿qué pasa con aquellos edificios que no fueron concebidos tempranamente en su diseño contemplando el manejo eficiente de la energía?, ¿cómo se pueden aplicar o adaptar sistemas de eficiencia energética o envolventes verdes a este tipo de edificaciones?, ¿cuál es la incidencia económica de todo esto?, estas son algunas de las interrogantes que surgen al introducirse en el ámbito del manejo de la energía en los edificios.

Para contestar estas interrogantes, se planteó conocer el comportamiento energético de uno de los edificios más emblemáticos que incorporó envolventes verdes de las últimas décadas en Chile, el edificio Consorcio de Santiago, el cual ha obtenido varios premios y reconocimientos de arquitectura por su diseño, el notable manejo de estos sistemas y su administración.

El análisis realizado, se enfocó en la comparación del desempeño energético de este edificio con otros, sin sistemas de envolventes verdes, lo que permitió identificar, calificar y cuantificar cómo funcionan estos sistemas y sus beneficios asociados.

Se propuso demostrar, que al implementar un sistema muros verdes colgantes, que actúan como barrera verde o doble piel, puede generar un ahorro energético considerable, que en algunos casos puede llegar a ser cercano al 50% del consumo energético destinado a climatizar un edificio. [10]

El objetivo fue evaluar la factibilidad de este tipo de proyectos, identificando las posibilidades, costos de implementación y recuperación de la inversión generada por el ahorro en consumo energético, traducido a un costo económico.

Con la capacidad de ahorro energético, como beneficio principal a la comunidad (beneficio económico), se identificaron beneficios secundarios, inherentes a soluciones de doble piel vegetal, como son el sistema de control solar, administración del edificio, entre otros.

El estudio se basó en el análisis de datos reales obtenidos de consumo energético, mantención del equipos e infraestructura y manejo energético destinado a climatización existente en el edificio Consorcio y el costo de esto, los datos se contrastaron con la aislación que brinda la envolvente verde, llegando a definir el porcentaje de ahorro energético generado y el beneficio económico que esto significa.

Se identificaron las características principales que influyeron en el manejo eficiente de la energía en el edificio Consorcio, identificando las características representativas que deben presentar los edificios corporativos para poder asimilar y calcular el ahorro energético presupuestado comparando las similitudes y posibles efectos de las envolventes.

Posterior a eso, se clasificaron los factores del edificio Consorcio de mayor incidencia en el manejo de la energía para climatizar las instalaciones según sus características principales y posibilidades de implementar y replicar en otros edificios de similares características.

Con respecto a la aplicación de envolventes verdes, se estudiaron las distintas opciones que potencian el ahorro energético, tras este análisis se definió cual es el mejor sistema para aplicar en edificios ya construidos, se analizaron los costos económicos y barreras administrativas y técnicas que debían enfrentar cada una de las opciones, de esta manera se identificó la opción que mejor se ajusta a las necesidades anteriormente mencionadas.

Ya identificados los factores que influyen en el manejo de la energía y el sistema de envolventes verdes se analizó el auge constructivo de la década de los años 90, dado que las características de estos edificios son similares en cuanto a materiales, aislación, técnicas constructivas, volumetría, etc. Factores que inciden directamente en el manejo de la energía.

Hay que considerar que en la década de los '90 aún no se hablaba de eficiencia energética ni de gestión de la energía, por lo que la mayoría de las construcciones no contaban con sistemas de control solar o medidas de ahorro energético.

Este es uno de los motivos por que el edificio Consorcio fue precursor en su época, ya que desde el diseño arquitectónico se hace cargo del manejo energético que presenta el edificio.

---

## ANTECEDENTES

---

Hoy en día nos encontramos frente a una incorporación de conciencia frente al tema sustentable en torno a diferentes proyectos inmobiliarios, para algunos es una “Moda” para otros “Conciencia”, lo que realmente importa es ver cómo algunos criterios de la sustentabilidad, particularmente la eficiencia energética están formando parte integral de los proyectos de arquitectura.

*“Se ha reconocido que el ambiente construido es el principal afluente del cambio climático. Se calcula que a nivel mundial, la creación, operación y mantenimiento de las edificaciones da cuenta de 50% de todo el consumo de energía y de más de 50% de las emisiones de cambio climático” (\*) Wood 2006*

Actualmente los edificios nuevos son diseñados con altos requerimientos, sometiéndose a diferentes mediciones y cuantificaciones de estándares de sustentabilidad y eficiencia energética, como la herramienta de certificación LEED o “Edificios Verdes”, Mediciones en la Huella de Carbono, planes de mitigación, etc. Con estos instrumentos se generan condiciones asociadas al diseño y habitabilidad de estos edificios más responsable frente a su entorno y al medio ambiente.

Esto, en algunos edificios, se ha traducido en un fuerte atractivo para la imagen de venta, un plus en el proyecto que marca la diferencia con otras oferta existente, generándose en líderes del mercado gracias a las medidas aplicadas. En otros casos llega a transformarse en un símbolo corporativo, que no solo se aplica en la infraestructura sino también en la forma de plantear una empresa frente al mercado.

Estos estándares también han llegado a la prensa, donde se sostiene ... *“Que un edificio sea considerado “verde” significa que tanto su diseño como su funcionamiento tienen un compromiso medioambiental. En Chile hay construcciones que adhieren, en diferentes grados, al fenómeno de la sustentabilidad, con el uso de dobles pieles –de cristal o enredaderas–; de tecnologías geotérmicas y eólicas; de control solar y de reciclaje de basura, entre otros.” (\*\*)*s. Salgado. Esto nos muestra que Chile está abierto al uso de nuevos sistemas no solo en el manejo energético sino también en las fuentes de energía para alimentarlos.

Para Enrique Browne, arquitecto pionero en la utilización de pieles vegetales en Chile, La sustentabilidad no es un asunto pasajero, ni menos una moda. Si no uno de los aspectos centrales y permanentes que definirá la arquitectura del siglo XXI [16]

Estos antecedentes dejan inquietudes tales como: ¿qué pasa con aquellos edificios que no fueron concebidos tempranamente en su diseño contemplando el manejo eficiente de la energía?, ¿cómo se pueden aplicar o adaptar sistemas de eficiencia energética o envolventes verdes a este tipo de edificaciones?, ¿cuál es la incidencia económica de todo esto?, interrogantes que motivaron este estudio.

[\*] Anthony Wood, en el artículo “Teoría el nuevo rascacielos vernáculo”, en el tomo 2:006 de “Arquitectura Sustentable”

[\*\*] Soledad Salgado S. en el Diario el Mercurio en el artículo “Los edificios más verdes en Chile” publicado el Sábado 16 de mayo de 2009 [16]

---

## HIPÓTESIS

---

Si identificamos y cuantificamos la disminución de la demanda energética y costos asociados en edificios que incorporan doble piel vegetal, construidos en la década de los '90 en la ciudad de Santiago, podremos aplicar los factores y medidas identificadas previamente y aplicarlos en edificios de similares características, determinado el posible ahorro energético y económico a producirse.

---

## OBJETIVOS GENERALES

---

1. Identificar y cuantificar el ahorro energético y económico generado por la incorporación de una doble piel vegetal en un edificio de oficina emblemático de Santiago, el edificio Consorcio. Detectando los factores que potencian el ahorro para relacionarlo y aplicarlo en un edificio de similares características.
2. Seleccionar y categorizar las potenciales construcciones en las cuales se podrán aplicar los factores y medidas identificadas para el ahorro energético. Identificando los costos y posibilidades de ahorro asociados a las implementación de las medidas.

---

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

1. Identificar las principales características replicables del edificio Consorcio y su fachada verde, para determinar los consumos de energía asociados.
2. Jerarquizar las principales características administrativas, climáticas y de infraestructura, que deben presentar los edificios para poder aplicar las medidas de ahorro energético identificadas en el caso de estudio.
3. Identificar los aspectos técnicos y constructivos de las posibles soluciones de control solar que se encuentran disponibles en el mercado actualmente, para seleccionar aquellas posibles de aplicar.
4. Verificar los costos y beneficios de la implementación de las propuestas de ahorro energético.

---

## METODOLOGÍA

---

1. Se estudiaron las principales medidas que pueden significar un manejo eficiente en los edificios tales como climatización, ubicación y orientación del edificio, ventilación, demanda energética.
2. Se estudiaron las diferentes envolventes verdes, ordenando las características técnicas, constructivas y económicas más significativas de ellas. Para esto se consultó a través de la bibliografía en bibliotecas, revistas de arquitectura digital, prensa, etc.
3. Se clasificaron las diferentes aplicaciones de vegetación en las edificaciones en cubiertas y envolventes, generando fichas con la información y características principales.
4. Se delimitó la zona de estudio dentro de la ciudad de Santiago, según características urbanas y edad constructiva, con lo cual se localizan los edificios del sector para aplicar las medidas de ahorro energético.
5. Se elaboró un listado de edificios, dentro del sector de estudio, donde se identificaron las tipologías en los cuales se podrían aplicar las medidas de ahorro, de acuerdo a lo analizado en el caso de estudio.
6. Se estudió en profundidad el edificio Consorcio a través de visitas, entrevistas con la administración y bibliografía disponible.
7. Se identificaron los principales factores de ahorro del edificio Consorcio en la administración, usos, sistemas existentes, manejo de energía, sistemas de climatización e infraestructura.
8. Se analizaron los consumos energéticos del edificio Consorcio y su evolución, identificando el impacto que producían las medidas aplicadas en el edificio.
9. Se identificaron y cuantificaron los factores de ahorro del edificio Consorcio que se pueden replicar en edificios similares.
10. Se estudió el edificio de la Concepción N° 222, a través de visitas y entrevistas con la administración. Determinado las principales características del funcionamiento del edificio y las brechas a cubrir.
11. Se generó una tabla comparativa de ambos edificios, identificando y cotejando las brechas y similitudes de ambos edificios.
12. Se aplicaron las medidas propias de la administración del caso de estudio al edificio de la Concepción n° 222, identificando el potencial ahorro.
13. Se incorporaron las medidas de climatización que presenta el edificio Consorcio, ajustadas a la realidad del edificio de la Concepción n°222, identificando los beneficios a obtener.
14. Se identificaron las medidas de infraestructura posibles de incluir en el edificio de ejemplo.

15. Se estudió la aplicación de las diferentes medidas de control solar disponibles en el mercado, identificando sus ventajas y desventajas, costos asociados a la implementación y mantenimiento de estos sistemas.
16. Se generan cuadros comparativos de los indicadores económicos y brechas de las soluciones planteadas.
17. Dada la volumetría del edificio, se amplía el área de aplicación de control solar de fachada norte a fachada norte y poniente, generando el análisis económico requerido.
18. Se escoge la solución a aplicar según los antecedentes obtenidos en el estudio.
19. Se estudian los métodos de financiamiento disponibles en el mercado para la implementación de las medidas.
20. se generan los análisis económicos para cada una de las soluciones planteadas según los antecedentes del mercado.
21. Se realizó la evaluación económica calculando la rentabilidad de las implementaciones de sistemas verdes y los costos asociados a estos sistemas

---

## ESTADO DE LA CUESTIÓN

---

En el mundo, se han incursionado en las diferentes aplicaciones de cubiertas y envolventes vegetales, dentro de los ejemplos clásicos podemos encontrar el jardín vertical del Caixa Forum de Madrid, el Museo del Quai Branly en París, el Hotel Radisson-Bordemar Estudio (Chile), la Fachada Mall Parque Arauco [PlantArt] (Chile), edificio Consorcio (Chile)etc. . Todas estas generan diferentes aportes en el manejo de la energía y una presencia urbana indiscutible.

En Chile aún son tendencias incipientes, las cuales no cuentan con beneficios como en otros países, pero se estudian varios proyectos de ley, descritos a continuación, para poder impulsar el uso de este tipo de arquitectura y así apoyar un desarrollo sustentable en Chile.

A continuación se exponen algunas de las soluciones concretas que otros países han impulsado para potenciar el uso de diferentes sistemas de ahorro energético.

### **En Buenos Aires, Argentina [17]**

- En julio del 2012, se aprobó la ley de techos verdes en Buenos Aires, Argentina, donde se establecen las modificaciones de algunos artículos del Código de Construcción de Buenos Aires, en donde se incluyen sistemas verdes. Como ventaja e incentivo, la nueva legislación garantiza la reducción del impuesto de 5% a 20% en el pago de los servicios públicos como el alumbrado y la limpieza.[23]

### **Tokio, Japón [18]**

- Durante el siglo pasado Tokio incrementó 5 veces más rápido el calentamiento global, donde los tejados negros y edificios de hormigón fueron identificados como los responsables de este aumento de temperatura.
- Para combatir el efecto isla calor en Tokio, el Gobierno Municipal Diseñó el “Plan Tokio 2000”, donde se incluyeron el “Plan Verde para Tokio” el cual establece que los sistemas verdes apoyan a diversas soluciones concretas, como mitigar el efecto isla calor, servir como almacenamiento de aguas lluvias, reducir la contaminación atmosférica, suavizar el paisaje urbano, aumento de la fauna.
- Se estableció que al menos el 20% de las superficies de techos construidos, superiores a 1.000 m<sup>2</sup>, sean verdes.
- La ciudad de Tokio tiene proyectada más de 1.200 ha de techos verdes en los próximos 10 años, lo que pretenden con esto es disminuir en 1 ° C. la temperatura promedio de la ciudad.

### **Alemania [18]**

- Es uno de los países más avanzados en materias de tecnologías sostenibles. Se han implementado diversos beneficios e incentivos para la utilización de sistemas verdes, tales como la reducción de impuestos y beneficios financieros.
- La industria de techos verdes ya está consolidada, la cual ha implementado cerca del 7% de toda la construcción, lo que equivale a 1.300 ha de techos verdes.
- En cuanto a las políticas establecidas tienen subvenciones directas e indirectas y ordenanzas para la instalación de sistemas verdes, donde más del 50% de las ciudades alemanas ofrecen incentivos a los propietarios de sistemas verdes.
- Existen subsidios indirectos que permiten utilizar techos verdes como provisión de espacios verdes, lo que en las zonas de mayor valor de suelo es muy utilizado.
- 29 ciudades proporcionan subsidio monetario directo a los desarrolladores que utilizan estos sistemas, que van desde US 5,5 hasta US 67 el m<sup>2</sup> de techo verde.
- En 1996, más de 10 millones de metros cuadrados de techos verdes fueron construidos en Alemania solamente, gracias al apoyo legislativo y financiero de los gobiernos, estados y municipalidades.

### **Toronto Canadá [18]**

- En Toronto el control de escurrimiento de agua y control de contaminación son los principales temas, así como lo son también la reducción de costos en calefacción.
- Se creó una estrategia política, generando “Toronto, la ciudad de la Ley del Consejo sobre los requisitos de techo verde (2009)
- Se aplican edificios residenciales de más de 2.000 m<sup>2</sup>, en los cuales se debe incorporar sistemas verdes que deben cubrir entre el 20% y 50% de la envolvente.
- Para edificios comerciales, industriales e institucionales se les proporcionan beneficios económicos a los dueños, que van desde los \$50 canadienses por m<sup>2</sup> hasta los \$20.000.[18]
- Se generaron estrategias de instalación de sistemas verdes en edificios nuevos y existentes.

### **Estados Unidos [18]**

- Aquí se han generado diversas propuestas de sistemas verdes para generar ciudades más saludables.
- La organización de profesionales de cubiertas verdes, en EEUU promueve la industria de sistemas verdes, además de conferencias, comunidades sostenibles, premios, etc.
- Los resultados de los estudios generados fueron los siguientes; 72% de crecimiento en las superficies de techo verde en EEUU entre 2004 – 2005. Aumento de 400 mil metros cuadrados a 760 mil metros cuadrados en la infraestructura de techos verdes (2004 – 2005)
- La agencia de protección ambiental (EPA) generó el plan para la esorrentía y aumento de beneficios ambientales y económicos para las comunidades.
- Se creó el manual del concejo municipal, donde se plantean una serie de documentos para ayudar a implementar infraestructuras verdes.[18]
- Las compañías de seguros agregaron a sus pólizas la cobertura de sistemas verdes. Costos de reconstrucción, cobertura de profesionales capacitados, etc.
- Creación de EE.UU. Green Building, programa de voluntariado de certificaciones de edificios sostenibles de gran altura, construcción de viviendas nuevas y renovaciones con certificación LEED.
- Con la certificación LEED, también se generaron beneficios en las rebajas de servicios públicos nacionales, regionales y locales, tales como créditos fiscales y subvenciones.

### **Condado Chicago [18]**

- La Agencia de Protección Ambiental (EPA) generó un estudio de sistemas verdes, donde los resultados previstos por la implantación de estos sistemas fueron:
- Reducción de temperatura en los días más calurosos de hasta 5° C, lo que reduciría en un 10% de las necesidades del uso de aire acondicionado.
- Reducción de costos hasta en US 100 millones al año.
- La ciudad de Chicago ha generado políticas agresivas dirigidas a los desarrolladores, propietarios, gerentes, proveedores de seguros e instituciones financieras. Algunas de estas son:
  - Acelerar el proceso de construcción y permisos aprobados para los constructores de edificios verdes,
  - Servicios de asesorías para implementación, rehabilitación y remodelación de sistemas verdes
  - Promoción de edificios verdes a través de becas, premios, concursos de diseño y ferias.
  - Todos los edificios públicos deben cumplir con la certificación LEED (Liderazgo en Diseño Energético Ambiental) estándar plata.
  - Ordenanza de conservación de techos verdes en Chicago 2002
- Se generó la iniciativa de Green Roof, cubrir de vegetación el 50% de cubiertas con plantas.

### **Condado Nueva York [18]**

- Generó plan de manejo sostenible de aguas lluvias, para reducir la contaminación de vertidos sin tratar y desbordamientos del sistema del alcantarillado.
- Los propietarios del edificio de Bill A. n°11.226 en el año 2008, instalan techos verdes en al menos el 50% de la superficie total, con un crédito fiscal de US 100.000, este crédito corresponde al 25% de los costos totales asociados a la construcción.

### **Condado de Bronx [18]**

- Creó 3 fondos asociados para mostrar los lineamientos de un condado verde.
- Se crea la alianza para eficiencia energética residencia y comercial con nuevas tecnologías.
- Generación de fondos rotatorio de préstamo del medio ambiente, para propietarios que implementen sistemas verdes.

### **Ciudad de Annapolis [18]**

- Se generó un crédito de hasta US 10.000 para personas que reducen aguas lluvias en sus propiedades. Esta medida permite que las personas reduzcan sus impuestos sobre la propiedad potenciando la instalación de sistemas verdes.

### **Ciudad Portland [18]**

- Portland Ecorrof, genera programa de subsidios (2008)
- Se potenció el manejo de aguas lluvias a través de sistemas verdes
- Se estableció la política de Green Building de Portland (2005), la cual requiere la inclusión de techos verdes en el diseño y construcción de las nuevas infraestructuras municipales, con una cobertura mínima del 70%

### **Santiago, Chile**

- En Chile desde el año 2005, se han adoptado iniciativas formales frente al tema sustentable, con la creación del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), desde ahí se ha incorporado el ahorro energético como requerimiento en el diseño incluyendo políticas públicas de energía que velen por un desarrollo equilibrado, eficiente y sustentable [1]
- El Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) ha generado acciones concretas como el desarrollo del Programa Nacional de Recambio de Ampolletas, el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética (PNAEE), para el período 2010 – 2020, además de diversos estudios que permitirán, en el futuro, realizar estudios específicos sectoriales para la creación de soluciones particulares.
- Además el PPEE preparó el “Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos” el cual se enfocó principalmente en edificios Públicos, Comerciales y Residenciales[19]
- Se creó por Ministerio de Energía en noviembre de 2010, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), fundación sin fines de lucro, cuyo fin es articular las iniciativas públicas y privadas en eficiencia energética en los distintos sectores de consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país.[20].
- La ACHEE publicó el documento “Recomendaciones para el uso Eficiente de la Energía en Oficinas”, en el cual se expusieron diferentes tips para ahorro energético en edificios de oficinas en el área de iluminación, Aislamiento y Climatización y equipos de oficina. Esto ha logrado culturizar a la población e introducirla a un tema desconocido para muchos.[20]
- Se encuentra en el senado una ley que propone la modificación de la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) (noviembre del 2006). Se ha denominado "Proyecto de Ley que modifica la Ley General de Urbanismo y Construcción estableciendo normas sobre Cubiertas Ecológicas". esta se encuentra en el Boletín 4682-14. El objetivo de la propuesta es incluir un porcentaje obligatorio de vegetación, plantación de fachadas verticales (como jardines verticales) o techos (techos verdes) en las nuevas construcciones que se emplacen en las zonas con mayor densidad y el crecimiento urbano del país.[21]
- Finalmente, se ha generado una incipiente integración del modelo de gestión de la energía “ESCO”[29] en edificios industriales.

Ahora si bien Chile está avanzando por buen camino en cuanto a medidas y normativas en lo que a materias energéticas se refiere, todavía hay mucho por recorrer, nuevos sistemas que implementar y varios proyectos que concretar.

Actualmente lo más importante y urgente, es incorporar en la sociedad el respeto por el entorno directo y el medio ambiente, de esta manera se genera la conciencia colectiva, logrando que la misma sociedad exija mejores condiciones para su propio entorno.

CAPITULO 2:

DEMANDA ENERGÉTICA, SISTEMAS  
VERDES Y LA CIUDAD DE SANTIAGO

## 2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Situación Histórica

El manejo de la vegetación sobre cubiertas o en diferentes lugares o envolventes de los edificios, ha existido en la arquitectura desde la antigüedad con los Jardines Colgantes de Babilonia en el siglo VII AC, desde entonces se ha utilizado la vegetación como un referente de diseño aportando aislación térmica, acústica y de iluminación en la arquitectura. [3]



[Fig.1]: Los jardines colgantes de Babilonia



[Fig.2]: Cubiertas Verdes Escandinavas

A mediados del Siglo XVII, en los países escandinavos, comenzó a crecer hierba en los techos debido al clima, actualmente esto se utiliza como aislante en diferentes condiciones climáticas extremas. Hoy en día podemos encontrar grandes extensiones de tejados o muros cubiertos con diferentes hierbas, lo que no es más que una ligera adaptación de estos techos escandinavos.

Desde ahí a entonces los techos y cubiertas verdes han sido alabados por sus innumerables beneficios tanto para el edificio como para las personas que los utilizan, siendo una solución de bajo costo para los diferentes problemas ambientales urbanos, además de ofrecer una excelente solución de aislación para el edificio.

Durante la crisis del petróleo de la década de 1970, Alemania trató de explorar la posibilidad de utilizar los techos y muros verdes, con el objetivo de reducir el consumo de energía utilizado en climatización, manejo de la iluminación y otros aspectos. Estas referencias fueron estudiadas, analizadas y tenidas en cuenta para desarrollar las primeras técnicas modernas para la construcción de estos sistemas de aislación verde. [4]

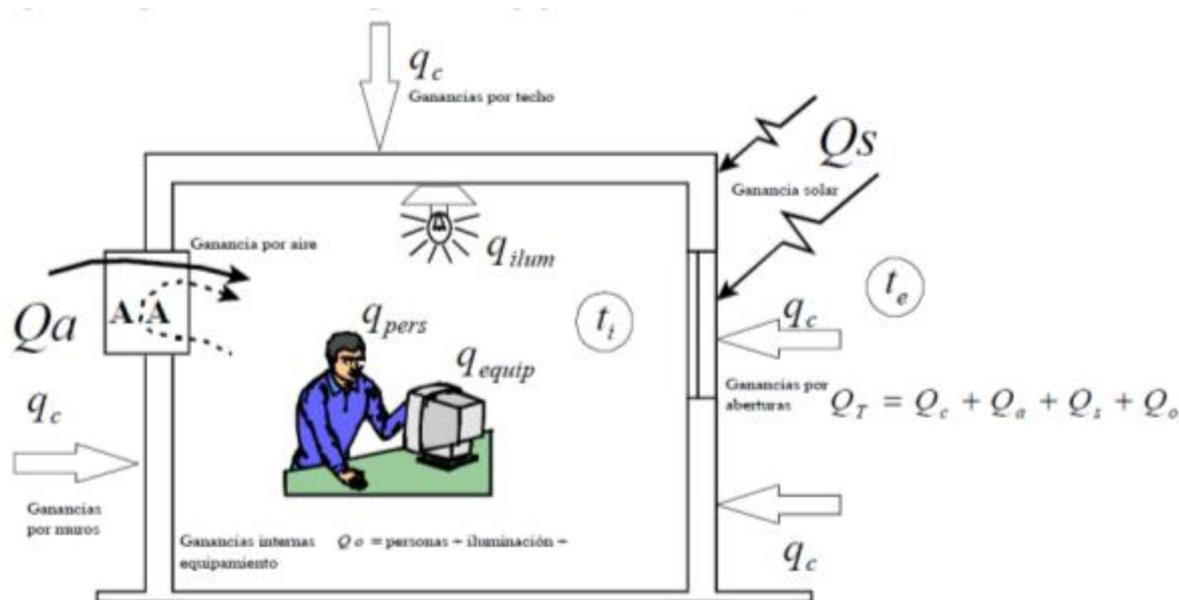
En Alemania, se hizo tan popular la utilización de envolventes verdes, que llegaron a tener más del 14% de los tejados planos con vegetación en el año 2003, que corresponde a 13 millones de m<sup>2</sup> de techos verdes. [4]

Es así como actualmente podemos ver que en diferentes países, se han adoptado programas y políticas que promuevan el uso y la construcción de techos verdes en los diferentes edificios generando beneficios adicionales para quienes los implementan.

## Climatización y Conductividad Térmica

La climatización se basa en el confort térmico que se puede generar dentro de un edificio, este confort lo podemos lograr a través de diferentes métodos, ya sea aire acondicionado, asoleamiento, ventilación, manejo de la materialidad de las envolventes del edificio, geometría del edificio, clima, etc.

La climatización de estos edificios puede generarse a través de diferentes sistemas, unos contemplan la eficiencia energética como base para estos efectos, generando una climatización más pasiva, así como otros se basan en el uso de energías no renovables generando sistemas forzados de climatización.



$Q_R$  = Carga Térmica Total en W

$Q_c$  = Carga Térmica por conducción a través de la envolvente en W

$Q_a$  = Carga térmica por ventilación aportado por el nivel de aire exterior en W

$Q_s$  = Carga Térmica Solar en W

$Q_o$  = Carga térmica por fuentes internas personas + equipamiento + iluminación en W

[Fig.3]: Ganancias térmicas en un local

Para aumentar la eficiencia energética (uso eficiente de la energía) en cuanto a climatización se deben tener en cuenta algunos factores para minimizar el consumo, como por ejemplo:

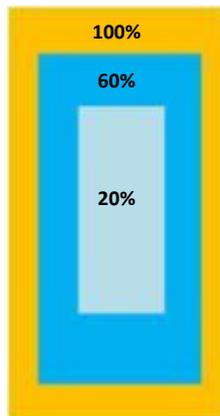
- Diseño y geometría del edificio
- Clima y orientación
- Asoleamiento Reflejos y radiación del lugar
- Materiales empleados y su conductividad térmica
- Envolventes, dimensión y cantidad de vanos y carpinterías, geometría, etc.
- Aislamiento e inercia térmica de los materiales utilizados en el edificio
- Infiltraciones y ventilación pasivas y forzadas.
- Patrones de usos y costumbres de los usuarios
- Disponibilidad de sistemas de regulación y control
- Administración del edificio, etc.

## Ubicación del edificio / clima

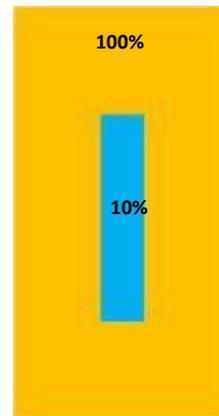
Un buen principio bioclimático es la estrategia arquitectónica, adoptando una correcta orientación que deben tener las edificaciones para aprovechar la energía del sol y evitar sus excesos, teniendo en cuenta que el sol es la fuente de energía más importante y natural del Planeta Tierra [5]

El aprovechamiento solar máximo implica una orientación hacia el Norte, para optimiza la entrada de radiación solar en invierno, cuando el sol tiene menor altitud, impidiéndola en verano (cuando existe control de esto), momento en el cual sobra la energía solar. Un edificio con grandes ventanales orientados hacia el Norte y pocas ventanas hacia el Sur, disminuyendo hasta un 30% menos de energía que un edificio que no está orientado de esa manera. [5]

Una de las aplicaciones de envolventes más eficientes en la arquitectura bioclimática indica que las ventanas o vanos deben ocupar al menos el 20% de la cara Norte del edificio pero a su vez no superar el 60%, evitando de esta manera las pérdidas de calor, a través de las superficies acristaladas para que no superen a lo aportado por los rayos solares. En la cara Sur, las ventanas no deben ocupar una superficie mayor al 10% de la fachada. [5]

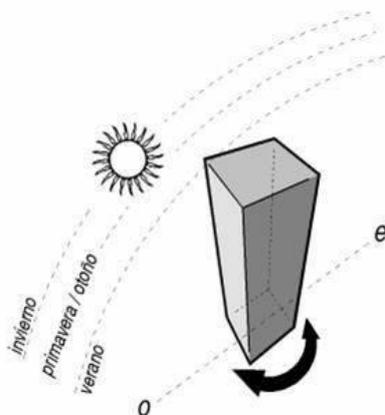


[Fig.4]: Esquema fachada norte 60% y 20% de Transparencia , elaboración propia

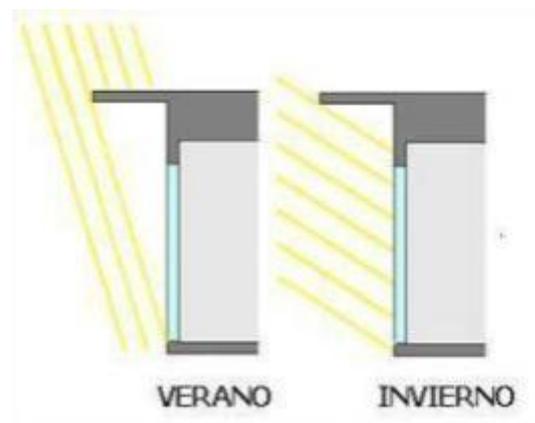


[Fig.5]: Esquema fachada sur 10% de transparencia, elaboración propia

Como la radiación no incide con la misma altura solar a lo largo del año, una buena solución es la utilización de aleros, parrones o vegetación en las envolventes con lo que se disminuye la incidencia de los rayos solares directo sobre el edificio.



[Fig.6]: asoleamiento anual de un edificio [6]



[Fig.7]: Ángulo de incidencia solar según época del año[6]

En invierno, cuando los rayos solares son más necesarios, éstos caen más inclinados sobre la superficie terrestre. Este hecho favorece la captación de la energía solar a través de los muros y las ventanas verticales, aportando mayor luminosidad e influencia térmica dentro de la climatización. [5]

#### Ángulo De Incidencia De La Radiación Solar En Diferentes Estaciones En Diferentes Ciudades

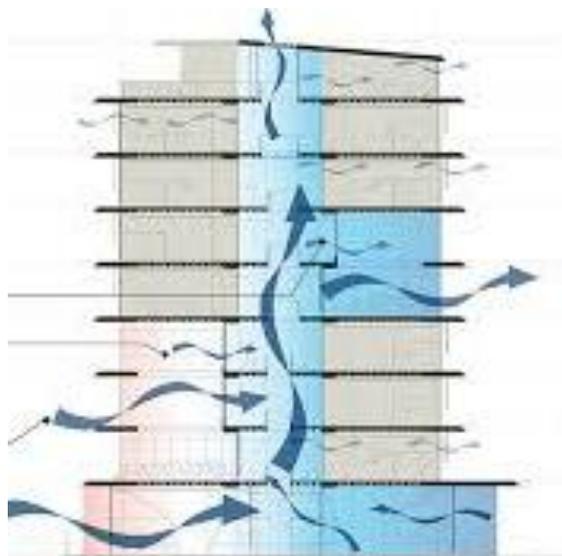
Ciudad	Latitud	Ángulo De Incidencia Solar 21 Diciembre *	Ángulo De Incidencia Solar 21 Junio *
Antofagasta	-23°38	90°	44°
Santiago (Chile)	-33°26	80°	34°
Puerto Montt	-41°28	72°	26°
Punta Arenas	-53°10	60°	14°

[Tabla 1]: Tabla ángulo incidencia solar [6]

### Ventilación del edificio

El manejo de la ventilación de los edificios, es una herramienta para enfriar las edificaciones, antiguamente se realizaban a través de pequeñas aperturas que producían una ventilación cruzada, asegurado la circulación del aire. Actualmente podemos encontrar complejos sistemas de ventilación natural diseñados en base a la arquitectura.

Cuanto menor es la energía consumida para calentar un edificio, mayor es el efecto de las pérdidas de calor por la ventilación. En el caso de los edificios de bajo consumo energético o edificios pasivos, este efecto es parte importante de la pérdida de calor total (más del 50%). En varios países, se están utilizando modernos sistemas de ventilación mecánica que consideran dispositivos de recuperación de calor. [5].



[Fig.8]: Ejemplos de Ventilación cruzada

## Demanda Energética

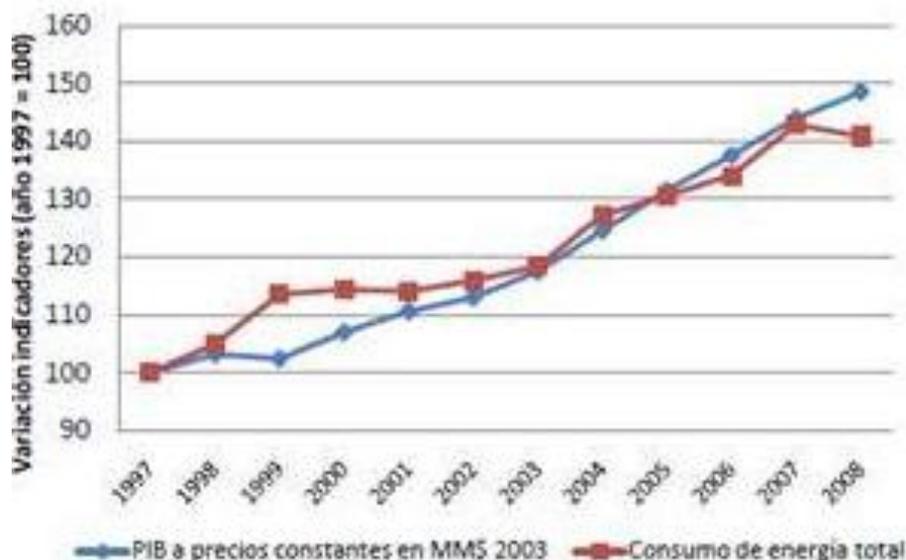
---

Si observamos la tendencia mundial y nacional, es evidente que cada vez se requiere mayor cantidad de energía para subsistir, generando una dependencia absoluta, por lo que se hace indispensable nuevas formas de generación energética, pero por sobre todo, se requiere establecer “*Políticas de Eficiencia Energética*”.

Rubén Muñoz en el estudio de Eficiencia energética en Chile para el Gobierno de Chile, plantea que “*Conceptualmente la Eficiencia Energética apunta a la reducción de los consumos de energía mejorando o aumentando los niveles de productividad para la provisión de un determinado bien o servicio*” [9]

Alguno de los parámetros utilizados para el ahorro de energía se basan en mejoramientos tecnológicos, cambios de conducta en los usuarios o mejoramiento en los procesos productivos haciéndolos más eficientes. [9]

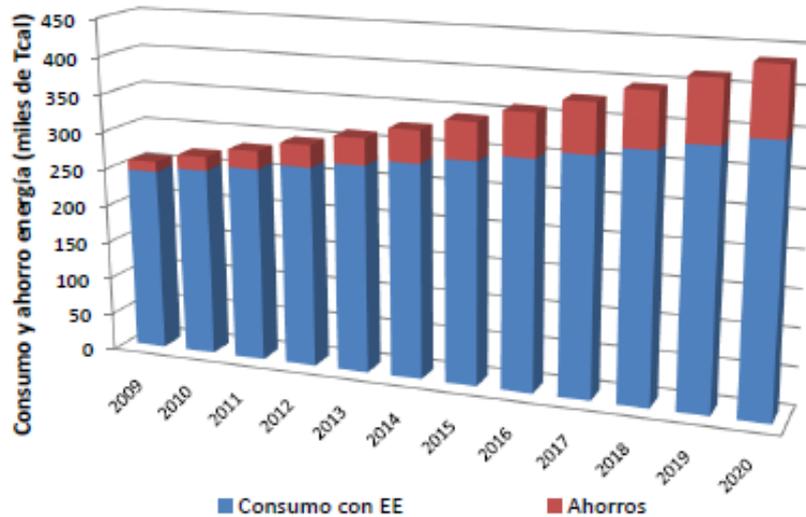
El consumo energético nacional, está directamente relacionado con el crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto), esto nos muestra que durante el periodo 1997 - 2008 la demanda energética experimentó un crecimiento promedio anual de 3,7%, mientras que el PIB nacional lo hizo en un 3,8%, presentándose una elasticidad de 0,98 entre ambas variables.



[Gráfico 1]: [Gráfico 1]: Variación anual PIB / Consumo energético [1]

Ahora si incorporamos políticas de ahorro energético, se puede llegar a ahorrar hasta un 20% del consumo respecto al escenario base.

En la tabla adjunta se muestra como el ahorro energético es lineal y continuo.



[Gráfico 2]: Consumo de energía con EE y ahorros acumulados [1]

En todos los sectores económicos, se genera un consumo energético, el cual puede hacerse eficiente a través de diferentes políticas, esto nos lleva a la estimación de ahorro energético total de más de US 3 millones de dólares.

Potenciales Ahorro por sectores		
Sector	Ahorro	
	(Tcal)	(millones US\$)
Transporte	28.679	1.593
Industrial	31.234	1.026
Minero	11.907	472
Comercial	4.930	177
Público	1.327	44
Residencial	10.144	261
<b>Total</b>	<b>88.221</b>	<b>3.573</b>

[Tabla 2]: Ahorros potenciales al año 2020 por sectores [1]

Las cifras entregadas por el estudio de mercado de PPE, nos demuestra que en Chile existen muchos espacios de mejora en los diferentes sectores de la economía del país.

El mayor desafío se encuentra en optimizar el consumo energético según cada sector, aplicando nuevas medidas de gestión energética. Estas medidas de gestión y ahorro, deberán variar según los requerimientos de cada sector.

## Ahorro Energético

En el año 2010, el gobierno de Chile a través del programa País de Eficiencia Energética (PPE), encargó el “Estudio de Mercado de Eficiencia Energética”. En este estudio se identifican los principales actores del mercado y su demanda energética. [1]

Específicamente en el sector comercial y público, que es al cual se enfoca esta tesis, se plantea una reducción del consumo energético total del 1,4%, que corresponde al 0,9% del consumo total. [1]

Este ahorro se calculó en base instrumentos y programas básicos de EE, tales como:

- Recambio de luminaria.
- Reacondicionamiento térmico.
- Mejoramiento de prácticas de cocción.

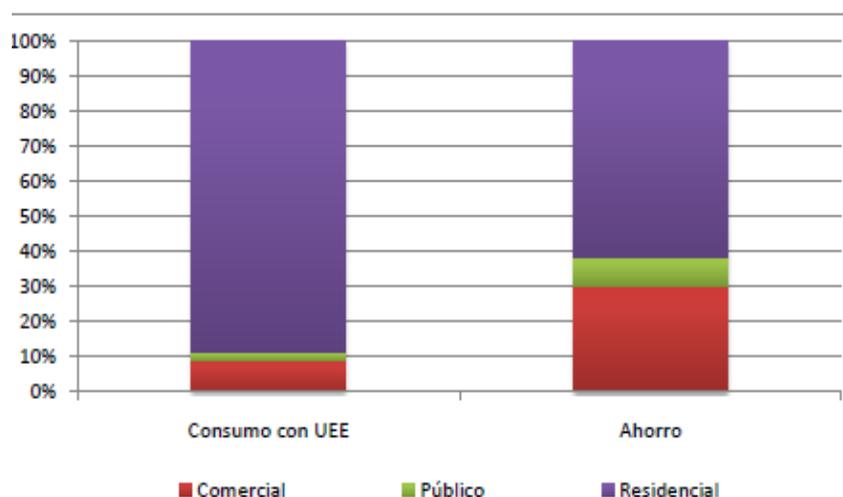
En este estudio no se consideran sistemas adicionales que permitan el ahorro energético, ya que son específicos de cada proyecto en particular.

En la tabla siguiente se presenta una comparación entre el consumo energético sin y con la aplicación de instrumentos y programas de EE, en los subsectores residencial, comercial y público para el periodo 2009 – 2020.

Consumos energéticos			
Subsector	Consumo total sin EE 2009 – 2020 Energía (Tcal)	Consumo total con EE 2009 – 2020 Energía (Tcal)	Ahorro 2009 – 2020 Energía (Tcal)
Comercial	125.992	121.062	4.930
Público	33.924	32.596	1.327
Residencial	968.354	958.210	10.144
<b>Total Sector</b>	<b>1.128.270</b>	<b>1.111.868</b>	<b>16.401</b>

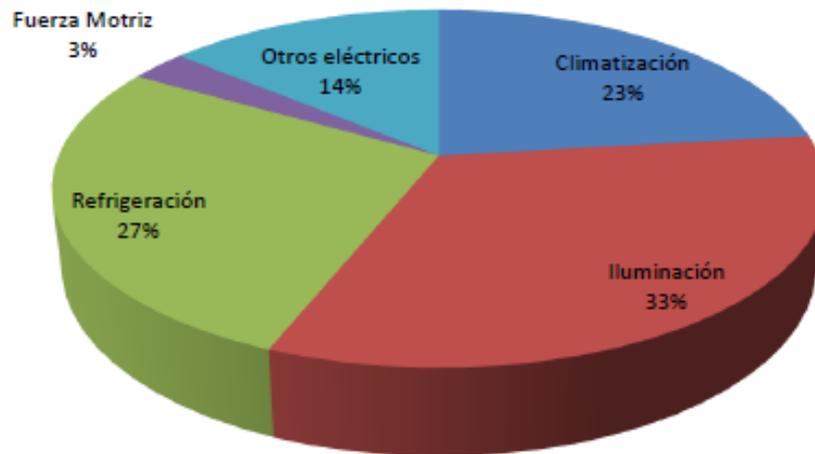
[Tabla 3]: Consumo y Ahorro acumulado sector comercial, público y residencial [1]

Según los estudios realizados por el programa País de Eficiencia Energética (PEE), se puede observar la importancia del potencial ahorro en el sector comercial.



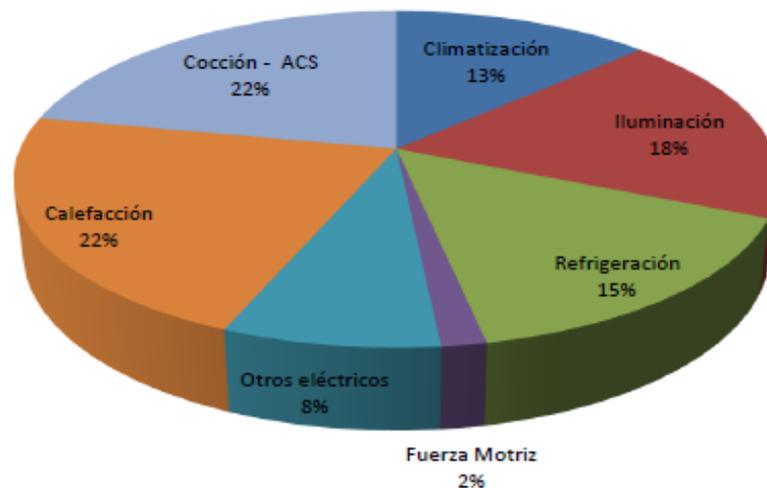
[Gráfico 3]: Distribución consumo y ahorro acumulado en el sector comercial, público y residencial [1]

Si se considera el consumo energético, se puede ver la distribución de consumos finales por subsectores en este caso comercial y público.



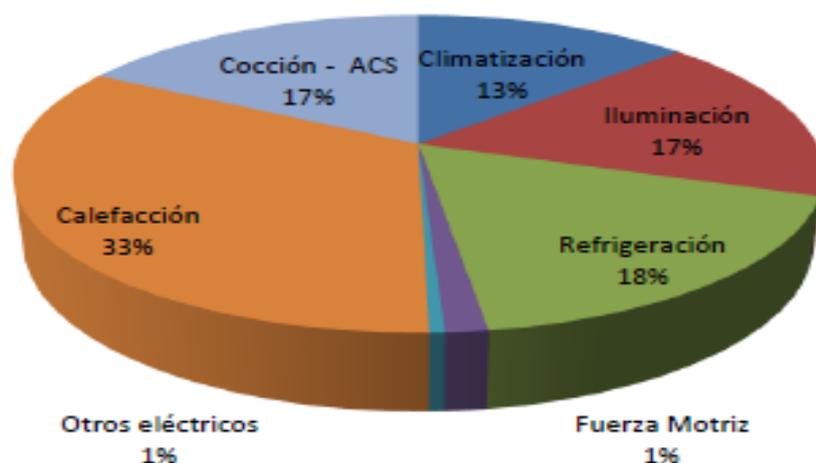
[Gráfico 4]: Distribución de consumos finales eléctricos, sector Comercial y Público [1]

Ahora si se observa el requerimiento energético del sector comercial y público, puede ver que el 50% del consumo energético está destinado a climatización, refrigeración y calefacción de los edificios. [1]



[Gráfico 5]: Distribución de consumo de energía en el sector Comercial y público [1]

De este 50% de consumo energético, utilizando políticas de eficiencia energética, se plantea una capacidad de ahorro final por climatización, calefacción y refrigeración del 64% del consumo.



[Gráfico 6]: División de ahorros según usos finales [1]

El Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile generado por de Gobierno de Chile, determina que una de las variantes más representativas para generar una política de EE, es la reducción de costos.

Encuesta Principales motivaciones para utilización de sistemas energéticos eficientes.		
Pregunta 3	Respuestas	%
Reducción de Costos	3.359	70%
Requerimientos de mercado	560	11%
Requerimientos legislación ambiental	576	12%
Oportunidades para vender reducciones de gases efecto invernadero	54	1%
No existe motivación por parte de la dirección superior	293	6%
	4.878	100%

[Tabla 4]: principales motivaciones para la utilización de sistemas energéticos eficientes [1]

Con esto, se puede ver que las empresas están dispuestas a invertir en sistemas de ahorro energético, lo que plantea el tiempo en el cual requieren recuperar la inversión generada, lo que se muestra a continuación.

Encuesta Periodo de recuperación de inversión			
Periodos (años)	Respuestas		
	Proceso productivo (aumentar/ mejorar la producción)	Procesos para mejorar la eficiencia energética	Equipos para mejorar eficiencia energética
Menos de 1 año	767	1028	947
Entre 1 y 2 años	1462	1334	1279
Entre 2 y 3 años	877	804	794
Entre 3 y 4 años	277	285	316
Entre 4 y 5 años	313	264	299
Más de 5 años	266	213	289

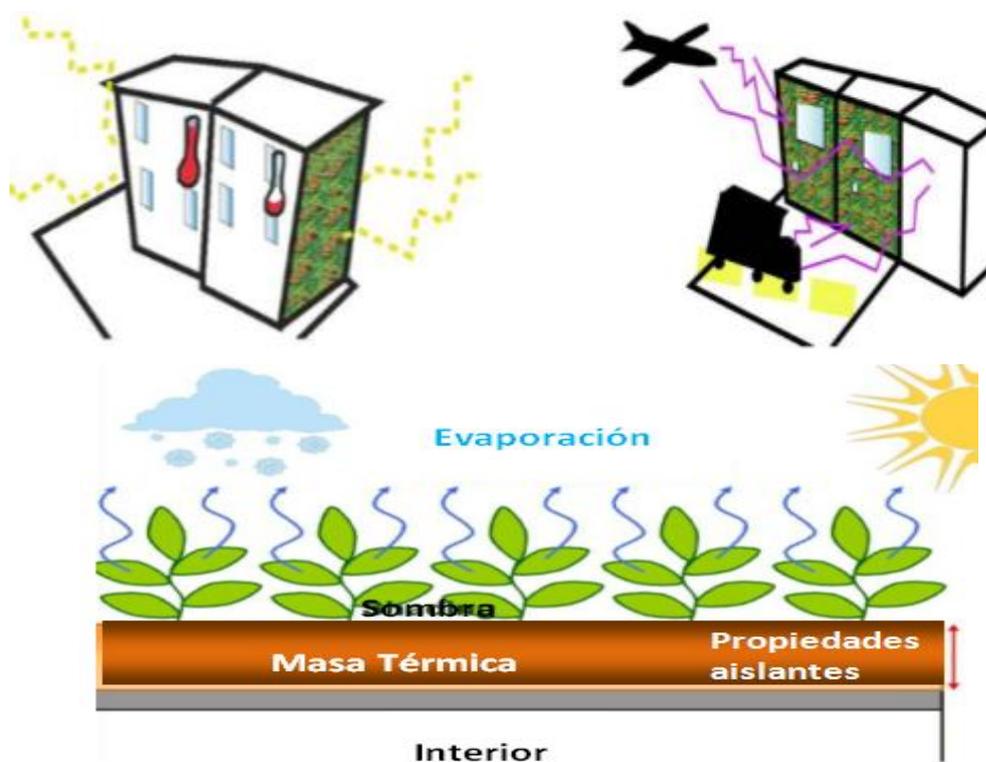
[Tabla 5]: periodo de recuperación de capital aceptable para inversiones en EE [1]

## 2.2 SISTEMAS VERDES

Un sistema verde se puede definir como la vegetación que crece en las envolventes de los edificios, ya sea en muros o cubiertas, el crecimiento de esta vegetación se enfoca al control y eficiencia energética del edificio, siendo un aporte para este y a su entorno.

La incorporación de la vegetación en la envolvente de un edificio, en áreas urbanas, ofrece diferentes beneficios ambientales, económicos y sociales. Los más conocidos son: [4]

- En verano se potencia la refrigeración por la evaporación, transpiración y aislamiento
- En invierno el follaje persistente actúan como aislante, ya que filtran el aire antes de que llegue a la fachada, reduciendo la pérdida de calor
- Reducción del consumo energético
- Filtración del polvo y otras partículas contaminantes
- Reducción y armonización del ruido exterior
- Las plantas levantan sus hojas según la dirección del sol, creando un efecto de ventilación, el aire fresco penetra hacia adentro y el aire caliente es dirigido hacia arriba. Protección de los materiales constructivos de rayos Ultravioletas, mejorando su vida útil
- Contribución al entorno urbano
- Atracción de la fauna (aves) generando la convivencia de diferentes hábitats.
- Los beneficios ambientales asociados a estos sistemas, es el filtro de CO<sub>2</sub> y partículas contaminantes del aire y la lluvia.



[Fig.9]: Capacidad de aislamiento de las envolventes verdes

Los beneficios económicos se basan en el mejor aislamiento que se produce al edificio, lo cual se traduce en un mejor confort térmico y en un ahorro energético. También aumenta la vida útil del edificio, evita inundaciones y erosiones de terrenos adyacentes.

Los beneficios sociales de los sistemas verdes están asociados a la vegetación, implantada en el lugar, lo que produce un embellecimiento del entorno, disminución del ruido atmosférico y purificación del aire, por lo que genera una mayor empatía con el entorno.

Ahora, si bien no se pueden desconocer los aportes directos al edificio, se identifica que el mayor aporte de estos sistemas verdes es a su entorno cercano, ya que disminuye el efecto de “isla de Calor” en las ciudades.

Al clasificar las intervenciones de sistemas verdes, se encuentran dos grandes grupos, las cubiertas y las envolventes. A continuación se detallan las principales características de cada uno.

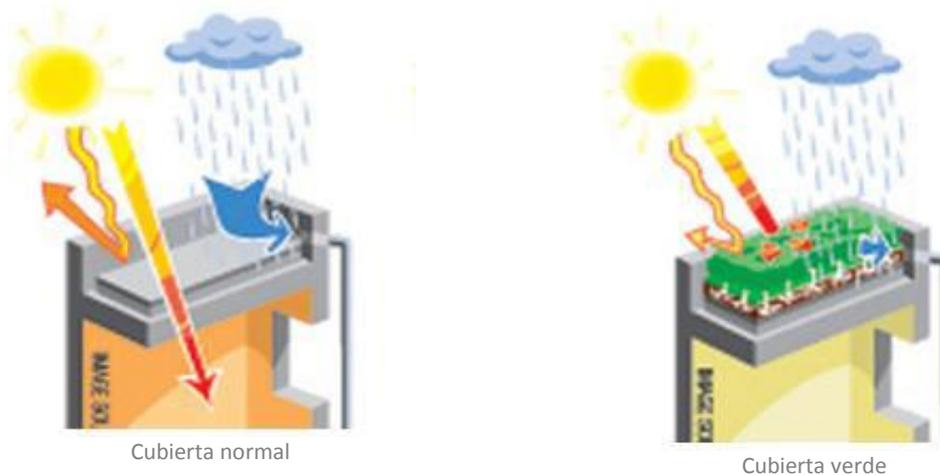
---

## TECHOS VERDES

---

### Características

Los techos verdes son capaces de refrigerar un edificio a través de otros métodos tales como el sombreado de las plantas, el enfriamiento por evaporación y masa térmica. Aun que el valor térmico de la tierra mojada es muy bajo, la capacidad de enfriamiento por evaporación, es alta. Este sistema en los días más calurosos puede llegar a reducir entre 2 y 3 ° C la temperatura.[2]



[Fig.10]: Aislación generada por techos verdes

### Beneficios

Al reducir el consumo de energía, se traduce al final en menos emisiones de gases al medio ambiente.

Algunos estudios han demostrado que la sombra de la superficie exterior de la envoltura del edificio es más eficaz que el aislamiento interior en la construcción, con mayor vida útil y menor exposición solar, exposición a los rayos ultravioletas, las fluctuaciones extremas de temperatura y el viento, y se hace hincapié en la oscilación térmica (dilatación y la contracción), aumentando la vida útil de los materiales de la techumbre. [1]

Las mejores condiciones de la techumbre se traducen en ahorro de costos. Por lo tanto, aunque el costo de la instalación de un techo verde es mayor que un sistema de techo convencional, el costo del ciclo de vida es competitivo. [1]

Los techos verdes ofrecen espacios para la recreación, instalaciones de sistemas solares y ofrecen oportunidades para la agricultura urbana. Agregando el valor estético al edificio y su entorno.

La construcción de los techos verdes representa la creación de un nuevo mercado y consiguiente generación de empleo. El suministro de materiales especiales para la fabricación de las capas de material para techos y la necesidad de un diseño más profesional de ingeniería y paisajismo, representan estas oportunidades para la creación de empleo.

Los edificios que tienen techos verdes disfrutan de un 20-30% de reducción en los costos de calefacción y refrigeración [5]

## Estructuras y capas de techos verdes

1. Estructura del techo
2. Membrana de Techos (barrera de vapor)
3. Protección de los cursos y barrera de la raíz
4. Aislamiento / barrera de aire
5. Retención de agua y barrera de la raíz
6. Sistema de Drenaje
7. Filtros de tela
8. Medio de cultivo (suelo)
9. La plantación o la vegetación



[Fig.11]: Estructura de techo verde

## Elementos de diseño a considerar

Uno de los factores a analizar más importantes son el clima local y las especies autóctonas de ese sector, esas especies son las más adecuadas para estos usos. Estas tienen una exposición similar al viento, pero con una temperatura mayor.

En cuanto a la resistencia al fuego de los techos verdes, se deben elegir aquellas especies que contengan una baja carga de fuego, además de la habilitación de un sistema de riego, para la protección contra posibles incendios, no debe ser un espacio de al menos 50 cm entre las áreas con vegetación y la penetración del techo. [16]

Los requisitos de mantenimiento del paisaje deben ser determinados en la etapa de diseño, y debe considerar el seguimiento del crecimiento de especies de plantas y el rendimiento de la tierra. Estos factores afectarán el almacenamiento de agua (debido a la acumulación interna de agua) y la sombra del techo. El sistema radicular de las plantas elegidas definirá la profundidad de la capa de suelo a utilizar.

Otros principios de diseño que deben ser tomados en consideración son: Inclinación de la cubierta, techo, desagües, permeabilidad y riego [17]

## Funcionamiento del sistema

### Retención de agua [22]

A través de capas de filtros y drenajes.

### Drenaje adecuado [22]

El agua escurre a través del canal filtrado por los agujeros del sistema de drenaje.

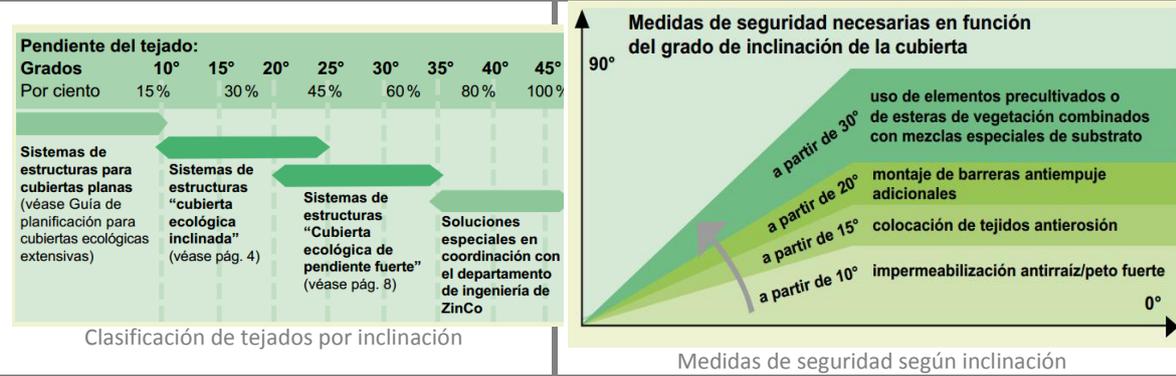
### Oxigenación y humidificación [22]

Después de su ciclo natural, el agua se evapora, la humectación y la oxigenación de la tierra a través de los agujeros de la capa de drenaje.

# Fichas características de techos verdes

## FICHA 1: Cubiertas Verdes Inclinadas

Se consideran cubiertas inclinadas desde los 10° de inclinación, o sea una pendiente del 18%. Existen 2 obstáculos, uno es la fuerza de empuje generada por el peso propio de la construcción y la otra es la erosión generada, por lo que las plantas escogidas son esenciales

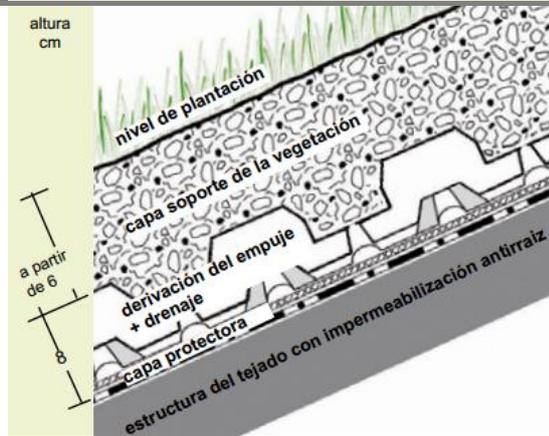


### Sistemas para ajardinar cubiertas inclinadas menor a 30°

### Sistemas para ajardinar cubiertas inclinadas superior a 30°

Inclinación de la cubierta:	10 - 15°	15 - 20°	20 - 25°	
Altura de la estructura aprox.:	14	15	16	cm
Peso saturado de agua aprox.:	130	145	160	kg/m <sup>2</sup>
Capacidad acumulativa de agua aprox.:	36	40	44	l/m <sup>2</sup>

Altura de la construcción:	aprox. 12 cm
Peso saturado de agua:	aprox. 155 kg/m <sup>2</sup>
Capacidad acumulativa de agua:	aprox. 64 l/m <sup>2</sup>



[Fig.12]: Meydan-Center, Estambul/Turquí

[Ficha 1]: Cubiertas Verdes Inclinadas, elaboración propia [25]

**FICHA 2:**

**Techo Verde Ecológico Intensivo**

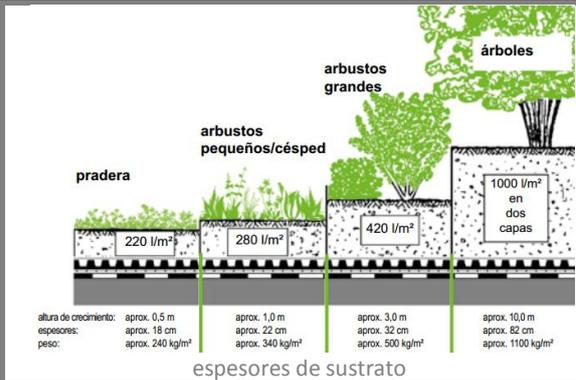
Son intensivos los techos que tienen una profundidad de suelo mayor a 12 “, es decir 30 cm [22]. Permiten crecimiento de pastos, arbustos , árboles, instalación de estanques de agua, pavimentos , piedras exteriores, etc.

**Ventajas:**

Diversidad, esta tienen una capa de suelo más profundo, por lo tanto posibilidades de diversificar el uso de especies.

**Desventajas:**

Necesitan un mayor mantenimiento y riego. El crecimiento de las plantas es definido por la capa de sustrato y su composición. Estos van entre los 15 cm y 100cm dependiendo de las especies vegetales utilizadas

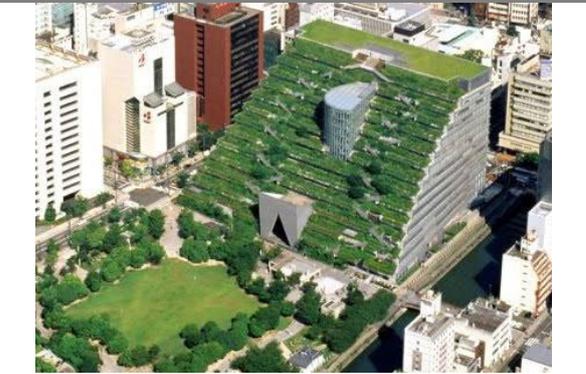
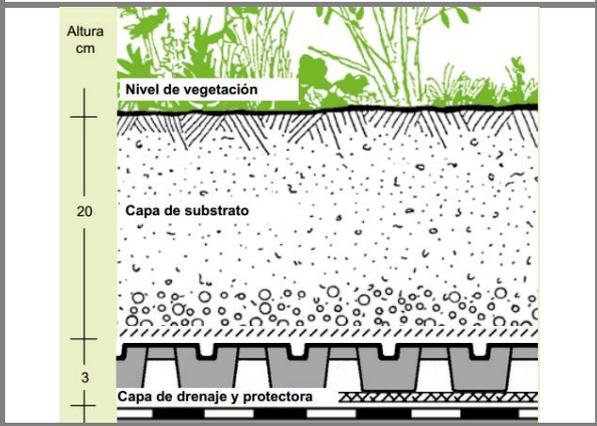
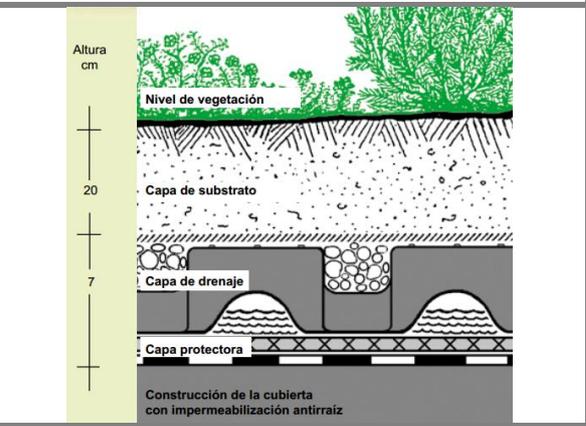


**Cubierta intensiva con drenaje**

**Cubierta intensiva sin drenaje**

<b>Espesor:</b>	a partir de aprox. 27 cm
<b>Peso saturado de agua:</b>	a partir de aprox. 340 kg/m²
<b>Capacidad de agua:</b>	a partir de aprox. 110 l/m²

<b>Espesor:</b>	a partir de aprox. 23 cm
<b>Peso saturado de agua:</b>	a partir de aprox. 295 kg/m²
<b>Capacidad de agua:</b>	a partir de aprox. 90 l/m²



[Fig.13]: edificio Acros en fukuoka Japón

[Ficha 2]: Techo Verde Ecológico Intensivo, elaboración propia [25]

**FICHA 3:**  
**Techo Verde Ecológico Extenso**

Se consideran como extenso los techos que tienen una profundidad de suelo menor a 6", es decir 30 cm [22]

Ventajas:

Tienen menos profundidad y peso. No se requieren refuerzos estructurales, pueden ser instalados sobre un soporte normal. Por su profundidad, necesitan menos mantención y riego. Cuidados mínimos, 1 o 2 veces al año. Abastecimiento de agua y nutrientes, por procesos naturales.

Desventajas:

La profundidad de la capa de suelo limita la diversidad de plantas y también la utilización de estos ya que en su mayoría inaccesibles.



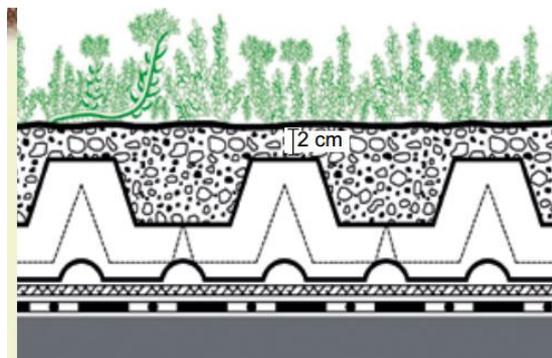
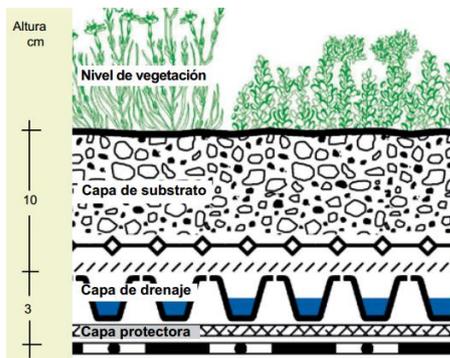
[Fig.14]: Escuela de Arte, Diseño y Multimedia Universidad Tecnológica de Nanyang, Singapur

**Cubierta extensa**

**Cubierta extensa de poca carga**

**Espesor de la estructura:** aprox. 13 cm  
**Peso, saturado de agua:** aprox. 150 kg/m<sup>2</sup>  
**Volumen de retención de agua:** aprox. 45 l/m<sup>2</sup>

**Espesor de la estructura:** aprox. 10 cm  
**Peso saturado de agua:** aprox. 60 kg/m<sup>2</sup>  
**Volumen de retención de agua:** aprox. 20 l/m<sup>2</sup>



[Fig.15]: El Museo de las Ciencias de California

[Ficha 3]: Techo Verde Ecológico Extenso, elaboración propia [25]

---

## ENVOLVENTES VERDES

---

### Características

El jardín vertical o también conocidos como muros verdes, pueden ser utilizados tanto para fachadas exteriores e interiores. Los sistemas de muros vivos tienen funciones como: [2]

- Aumento de la biodiversidad
- Reducción de las emisiones de carbono, mitigación de la contaminación del aire.
- Reduce la temperatura del ambiente, mediante la absorción de la energía solar [2]
- Comodidad térmica y acústica en el interior
- Contribuye a aumentar la vida del edificio, ya que disminuye la amplitud térmica
- Inclusión social, aumentando las oportunidades de convivir con la naturaleza
- Embellecimiento de los centros urbanos [2]
- Contribuye significativamente para acreditar certificaciones como LEED [2]



[Fig.16]: Imagen sistema pared canguro



[Fig.17]: Paredes verdes exteriores

**FICHA 4:**  
**Jardín de Pared Canguro**

Se clasifican en este tipo, los muros verdes desarrollados a través de la jardinería

Ventajas:

- Fácil de instalar y mantener, no requiere de personal o especializado [8]
- Depura el aire y neutraliza la producción de Co2
- Reduce la temperatura del entorno [8]
- Permite mezclar especies con diversos requerimientos hídricos.
- : estructura vegetada al 70% desde el primer día. [8]
- Es un sistema 100% impermeable que no requiere impermeabilización adicional.



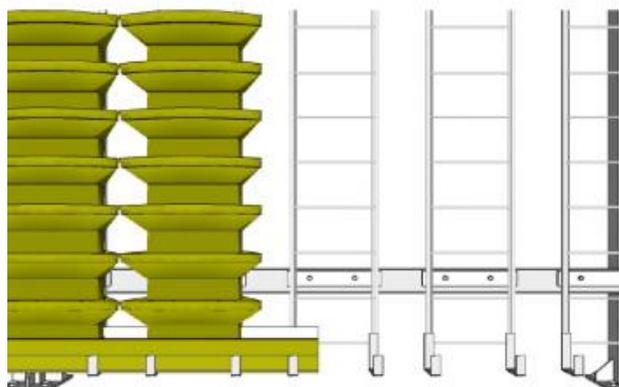
[Fig.18]: Fachada Mall plaza Vespucio

**Ficha Técnica**

**Muros Vegetales Registrables**

Material	Polipropileno reciclable con aditivo anti UV y pigmento no migratorio.
Dimensiones :	440 de largo x 180 de ancho y 160 mm de alto.
Unidades X m <sup>2</sup>	15 unidades
Vol. De Sustrato :	2 litros
Reserva De Agua :	0,85 ml.
Peso Saturado Total:	60 Kg/m <sup>2</sup> máximo.
Instalación :	Sobre muro soportante para 60 kg m <sup>2</sup> Sobre malla ACMA galvanizada de 5x5, anclada a muro soportante
Sistema De Riego :	Riego manual por la maceta superior de cada unidad, generando decantación de agua, almacenado 1litro por maceta, esto permite el riego con menor frecuencia Alimentación superior por tubería PVC registrable.
Valor M <sup>2</sup>	UF 4 UF con riego y plantas

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.muros verdes registrables, datos según cotización enviada



[Fig.19]: sistema de instalación

[Ficha 3]: Jardín de Pared Canguro, elaboración propia [8]

**FICHA 5:**  
**Paredes Vegetales Para Interior Y Exterior**

Se clasifican en este tipo, los muros verdes desarrollados a través de módulos con vegetación

Ventajas:

- Cada módulo es independiente, por lo que puede ser reemplazado.
- El sistema se instala separado de la pared, ya que son independientes, con esto se evita el desarrollo de humedad [2]
- Potencia la estética del edificio
- Combate el efecto “isla de calor”, ya que previene la acumulación de energía
- Adaptabilidad según tamaño del modulo
- Puede abarcar pequeñas y grandes superficies [2]



[Fig.20]: Paredes verdes interiores

**Ficha Técnica**

**Paredes Vegetales**

Vol. De Sustrato :	2 litros
Reserva De Agua :	0,85 ml.
Peso Saturado Total:	60 Kg/m <sup>2</sup> máximo.
Instalación :	Sobre muro soportante para 60 kg m <sup>2</sup> Sobre malla ACMA galvanizada de 5x5, anclada a muro soportante
Sistema De Riego :	Riego manual, goteo o por aspersión Alimentación superior por tubería PVC registrable.
Valor m <sup>2</sup>	UF 5 con riego y plantas

Paredes verdes, datos según estudio precios unitarios



Sistema de montaje

[Ficha 5]: Paredes Vegetales Para Interior Y Exterior, elaboración propia [8]

**FICHA 6:**  
**Muro Vegetal**

Es una forma de jardín vertical, cuya función es cubrir la fachada exterior de un edificio para evitar la acumulación y traspaso de energía solar. [2]

**Ventajas:**

- sistema modular de contenedores colocados fuera del edificio.
- incluye sistema de riego automatizado. [2]
- Utilizado en edificios sin límites de altura, y preexistentes.
- Pueden cubrir las ventanas, ya que mantiene distancia. [2]
- Genera un ahorro en la energía de climatización [2]
- Se utiliza con enredaderas, de hoja caduca, lo que permiten la aislación y confort térmico.
- La sombra generada más el sistema de riego utilizado puede llegar a un ahorro del 60% en energía para enfriar el ambiente. [2]



[Fig.21]: Brise Vegetal

**Ficha Técnica**

**Muro Vegetal**

Vol. De Sustrato :	1,2 litros
Reserva De Agua :	0,85 ml.
Peso Saturado Total:	130 Kg/ml aprox.
Instalación :	Anclado a muro del edificio
Sistema De Riego :	Riego manual, goteo o por aspersión
Valor ml	UF 15 con riego y plantas

Paredes verdes, datos según estudio precios unitarios



[Fig.22]: Sistema Brise Vegetal

[Ficha 5]: Muro Vegetales, elaboración propia [8]

# Cuadros resumen techos y envolventes verdes

TECHOS VERDES			
Ficha	Tipo	Características	Imagen Tipo
<b>FICHA 1</b>	Cubiertas Verdes Inclinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se consideran desde una inclinación de 10°</li> <li>- Existen 2 obstáculos, la fuerza de empuje del peso propio y la erosión generada, por lo que las plantas escogidas son esenciales</li> </ul>	 <p>[Fig.12]: Meydan-Center, Estambul/Turquía</p>
<b>FICHA 2</b>	Techo Verde Ecológico Intensivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son techos que tienen una profundidad de suelo mayor a 30 cm</li> <li>- Permiten crecimiento de pastos, arbustos e incluso árboles.</li> <li>- Permite estanques de agua, instalación de pavimentos o piedras exteriores, etc.</li> </ul>	 <p>[Fig.13]: edificio Acros en fukuoka Japón</p>
<b>FICHA 3</b>	Techo Verde Ecológico Extenso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los techos que tienen una profundidad de suelo menor 30 cm</li> <li>- Permiten crecimiento de hierbas.</li> <li>- Se complementan con intervenciones duras (gravilla, pavimentos, etc).</li> </ul>	 <p>[Fig.14]: Universidad Tecnológica de Nanyang, Singapur</p>

Cuadro resumen cubiertas verdes

MUROS VERDES			
Ficha	Tipo	Características	Imagen Tipo
<b>FICHA 4</b>	Jardín de Pared Canguro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se desarrollan a través de la jardinería.</li> <li>- Permite una cobertura vegetal del 70% desde el primer día.</li> <li>- no requiere impermeabilización adicional.</li> </ul>	 <p>[Fig.18]: Fachada Mall plaza Vespucio</p>
<b>FICHA 5</b>	Paredes Vegetales Para Interior Y Exterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son muros desarrollados en módulos con vegetación.</li> <li>- Permite el remplazo independiente</li> <li>- Gran valor estético</li> <li>- Adaptabilidad en tamaños de superficies.</li> </ul>	 <p>[Fig.20]: Paredes verdes interiores</p>
<b>FICHA 6</b>	Muro Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su función es cubrir la fachada exterior de un edificio para evitar la acumulación y traspaso de energía solar.</li> <li>- Pueden cubrir las ventanas y se utiliza con enredaderas, de hoja caduca.</li> <li>- puede llegar a un ahorro del 60% en energía para enfriamiento.</li> </ul>	 <p>[Fig.22]; [Fig.21]: Brise Vegetal</p>

Cuadro resumen envoltentes verdes

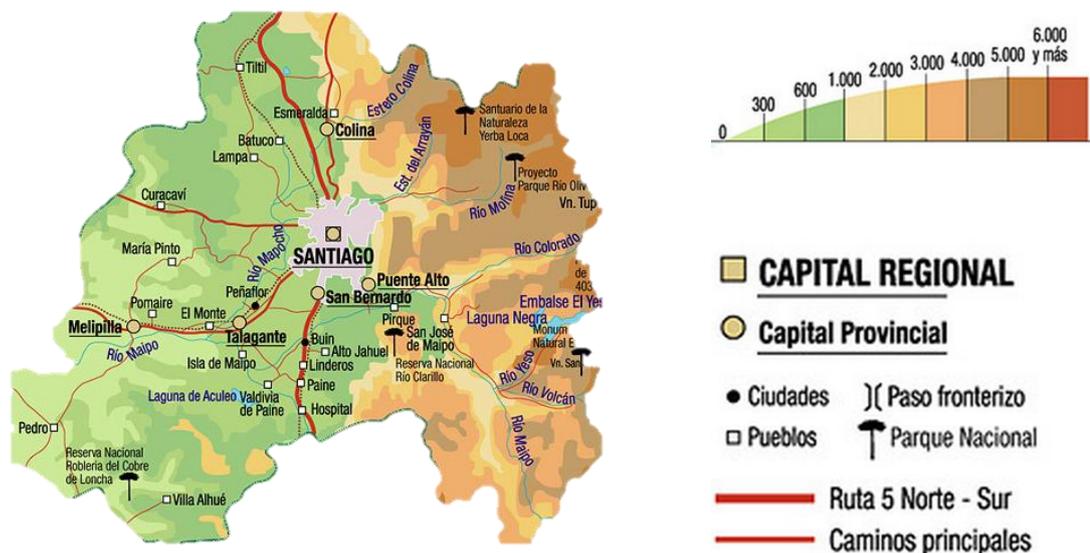
## 2.3 ÁREA DE ESTUDIO, SANTIAGO

### Características

#### Límites Geográficos

La ciudad de Santiago se emplaza en el llano conocido como “cuenca de Santiago”, la cual está delimitada al norte por el Cordón de Chacabuco, al oriente por la cordillera de los Andes, al sur por la angostura de Paine y la cordillera de la Costa al poniente.

Aproximadamente, tiene una longitud de 80 km en dirección norte-sur y de 35 km de este a oeste. [26]



[Fig.23]: Mapa físico Santiago de Chile

#### Hidrografía

El río más importante para la ciudad es el río Mapocho, en cuyas riberas se forjó la urbe en la época colonial.

La ciudad de Santiago está enclavada en la cuenca hidrográfica del río Maipo ubicado en la zona sur oriente de Santiago confluyen varios ríos que generan cañones dentro de su relieve, conocido como “cajón del Maipo” [26]

#### Clima

El clima de la ciudad de Santiago corresponde a un clima templado-cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada, más conocido como clima mediterráneo continental.

Entre las principales características climáticas de Santiago, se encuentra la concentración del 80 % de las precipitaciones durante los meses del invierno austral (junio a agosto), y final del otoño e inicio de la primavera, con entre 50 y 80 mm. con un total anual de 325 mm.

Las temperaturas varían a lo largo del año, pasando de una media de 20 °C durante enero a 8 °C durante junio y julio. En el verano, Santiago es caluroso, con temperaturas que fácilmente llegan a los 32 °C durante las tardes, con un máximo histórico de 37,2 °C en 1915,38 mientras que las noches suelen ser agradables y levemente frescas bajando ligeramente de los 17 °C. Por su parte, en los meses de otoño e invierno, la temperatura desciende y se sitúa algo más bajo de los 10 °C e incluso ocasionalmente de 0 °C, especialmente durante la madrugada, con un mínimo histórico de -6,8 °C en 1976. [26]

PARÁMETROS CLIMÁTICOS PROMEDIO SANTIAGO DE CHILE													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	36.7	36.9	35.4	32.5	30.0	27.6	28.2	30.5	32.6	34.8	36.5	37.2	39
Temperatura máxima media (°C)	32.7	31.5	28.5	24.3	19.7	16.5	14.8	18.0	21.8	25.3	28.7	31.6	24.5
Temperatura media (°C)	21.4	20.7	18.8	15.7	12.5	9.7	8.4	10.8	12.5	15.3	17.8	20.3	15.3
Temperatura mínima media (°C)	16.8	15.5	11.7	8.0	6.3	4.5	2.2	4.8	7.1	10.0	12.6	15.7	9.6
Temperatura mínima absoluta (°C)	7.0	6.2	3.6	-2.4	-4.3	-6.3	-6.8	-6.1	-3.2	0.5	3.9	6.7	-6.8
Precipitación total (mm)	0.5	1.0	4.2	12.3	45.7	74.1	91.5	53.6	26.2	16.4	10.6	3.1	339.2
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	1	2	2	5	7	8	6	6	6	4	3	2	52

[Tabla 6]: Parámetros climáticos promedios Santiago Chile

La ubicación de Santiago dentro de una cuenca es uno de los factores más importantes del clima de la ciudad. La cordillera costera sirve como "biombo climático" al oponerse a la propagación de la influencia marina, lo que contribuye al aumento de la oscilación térmica anual y diaria (la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias pueden superar los 14 °C) y el mantenimiento de una humedad relativa baja, cercana a un promedio anual de 70%.36 Además, evita el ingreso de masas de aire a excepción de cierta nubosidad baja costera que penetra en la cuenca a través de los valles fluviales.

Los vientos predominantes tienen una dirección desde el suroeste, con una intensidad media de 15 km/h, especialmente durante el verano puesto que en el invierno predominan las calmas.[26]



[Fig.24]: Vista panorámica Santiago

## Contaminación en Santiago

En Santiago se encuentran diferentes tipos de fuentes de contaminación y cada una en diferentes grados. Si se identifican los tipos de contaminación que pueden mejorar a través de la implementación de sistemas verdes, se tienen: isla de calor, contaminación del aire y costos de la contaminación.

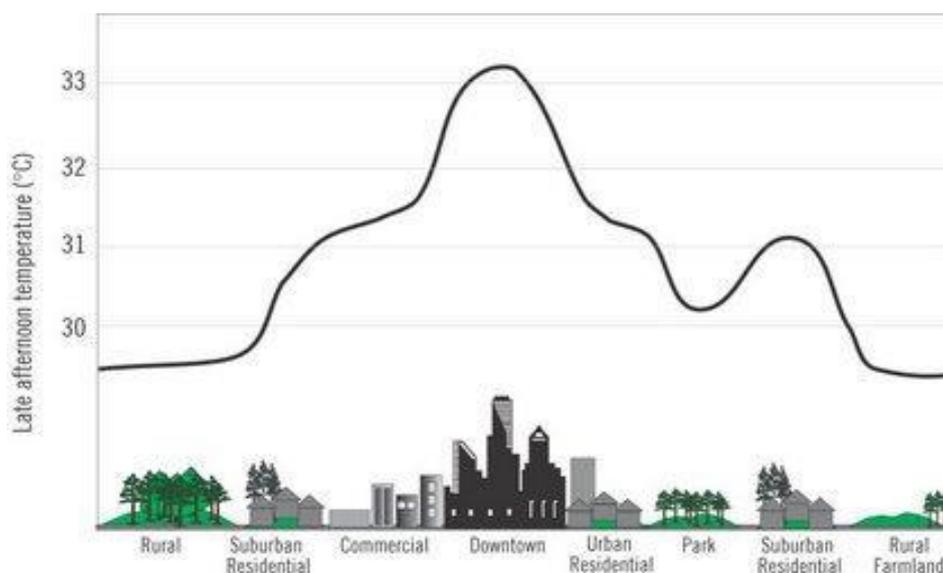


[Fig.25]: Vista panorámica de Santiago, cubierto por el smog y las nubes y rodeado por Los Andes y la Cordillera de la Costa.

### Isla de Calor

El efecto isla de calor es el aumento de la temperatura en las ciudades, debido a la absorción de la radiación solar en las superficies de concreto o materiales con alta absorción térmica durante el día, lo que hace muy difícil disipar el calor absorbido durante la noche cuando baja la temperatura.

Una isla de calor urbana es un área metropolitana, la cual tiene una temperatura mucho mayor que sus alrededores. De hecho en los días más calurosos la diferencia de temperatura entre la ciudad y las zonas rurales fluctúa entre los 2 y 6° C, de acuerdo con la información proporcionada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.[10]



[Fig.26]: Esquema de isla de calor

En Santiago, la urbanización reemplaza el terreno natural por materiales de baja capacidad de absorción de agua y de baja masa térmica (como el hormigón o asfalto) que al liberar el calor absorbido genera el aumento de temperatura en la ciudad.[11]

Con el exceso de calor, aumentan las enfermedades respiratorias (debido al uso de aire acondicionado y los contaminantes presente en el ambiente)

Aumenta los costos para los gobiernos debido a la demanda de energía, más el calentamiento Global.

El aire caliente ascendente produce la baja presión atmosférica, lo que hace que el aire contaminado se desplace a otras zonas de la ciudad.

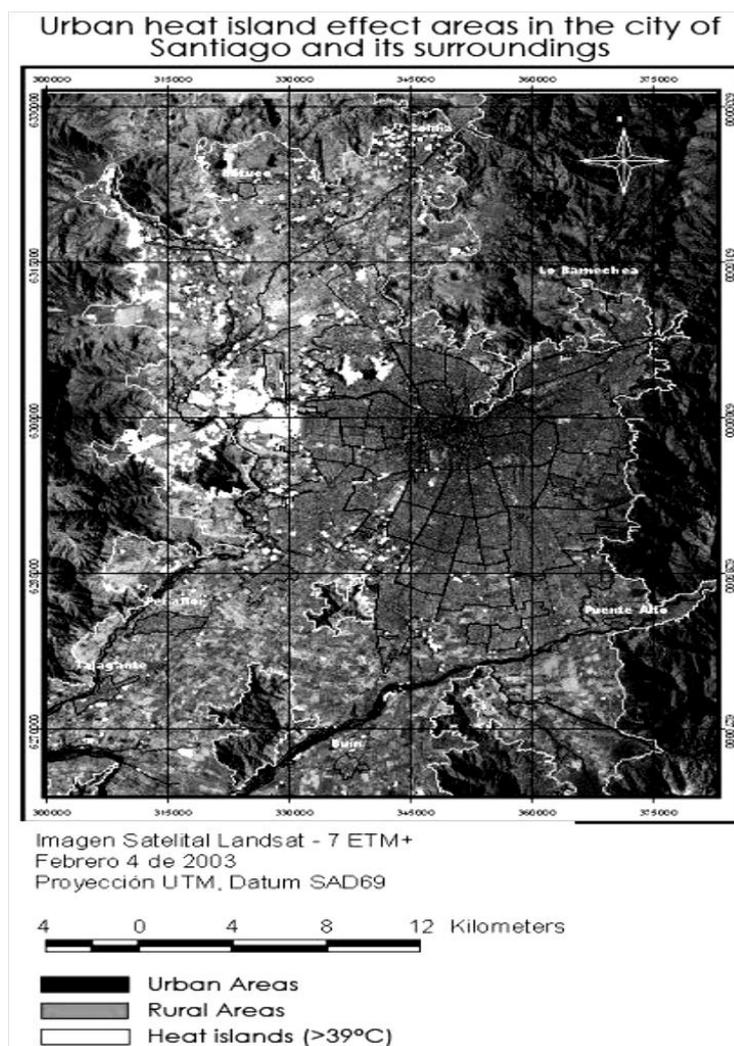
De acuerdo con el artículo publicado por Gianni Osimani “techos Verdes o Green-Roof” un estudio realizado por Landsat y Aster en el año 2008, demostró que la ciudad de Santiago, tenía diferencias significativas de temperatura entre las zonas rurales y urbanas

El estudio de las imágenes satelitales de las zonas termales del centro urbano de Santiago mostraron que:

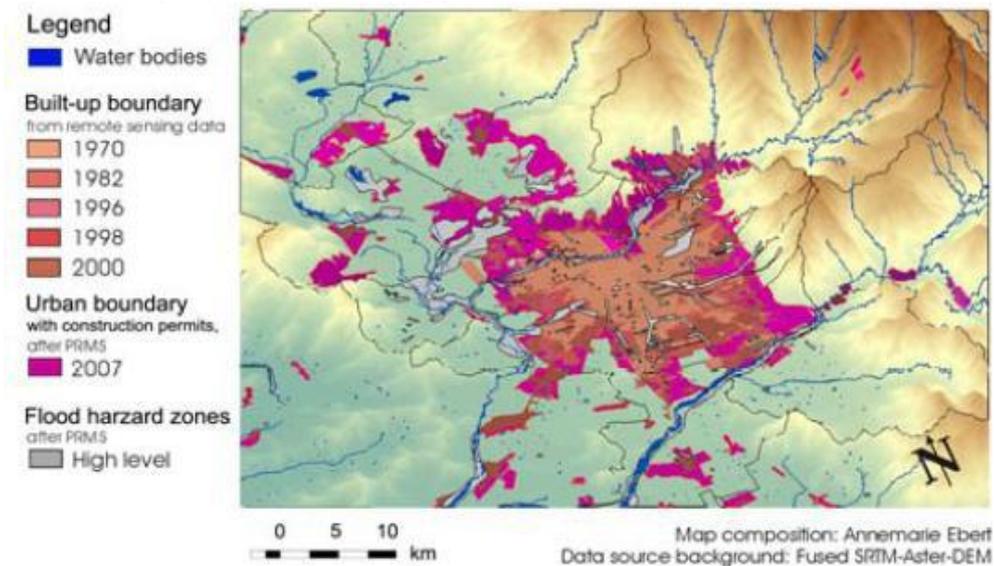
La diferencia de la media de temperatura en superficie fue de 0,5° C a 2 ° C.

La diferencia de la media de temperatura en el suelo fue de 3° C a 10 ° C.

El estudio desarrollado por Marco Peña muestra las islas de calor en la ciudad de Santiago.[11]



[Fig.27]: Efecto isla de las áreas en la ciudad de Santiago y sus alrededores.



[Fig.28]: La expansión urbana de Santiago de Chile entre 1970 y 2007

## Contaminación de Aire

Santiago, con el transporte urbano utilizado, ha demostrado ser uno de las ciudades más contaminadas de Latinoamérica.

Según los estudios de Santiago tiene niveles de contaminación del aire muy superior a las pautas sugeridas por la Organización Mundial de la Salud [12]

City Comparison of Air Pollution		
City	Total Suspended Particles	Sulphur Dioxide
Calcuta	393	54
Beijing	370	115
Tehran	261	165
Mexico City	100-500	80-200
Bangkok	220	34
<b>Santiago</b>	<b>210</b>	<b>38</b>
Manila	120-250	20-50
Athens	178	34
Bombay	140	23
Sao Paulo	50-85	35-62
Los Angeles	46-115	0-10
New York	61	60
Tokyo	51	20
WHO Recommendations	60-90	40-60

Source: WHO/UNEP (1992), World Bank (1991)

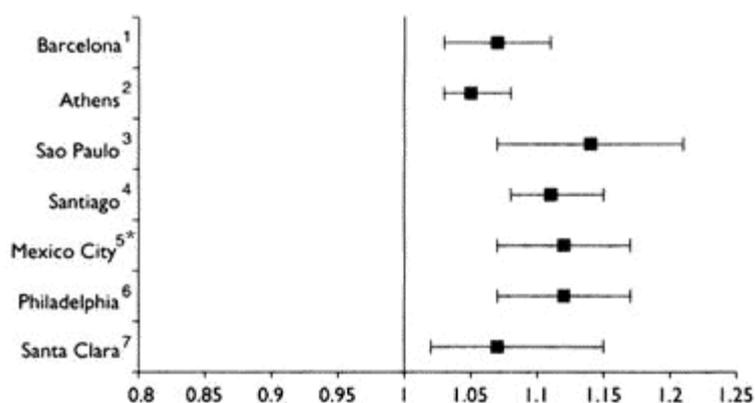
[Tabla 7]: Comparación de la Ciudad de la contaminación del aire

Dentro de las razones más relevantes para la excesiva contaminación existente podemos encontrar:

- a) Su ubicación en un valle cerrado, rodeado por la cordillera de los Andes y de la Costa, esto impide que las partículas contaminantes se dispersen, especialmente durante el invierno, cuando se sufre una baja en las temperaturas, poco viento y escasa lluvia. Esto se traduce en una mala ventilación de la ciudad, que solo con las precipitaciones caídas se puede limpiar el aire. Esto empeora en invierno debido a la inversión térmica y eólica producida en los meses de invierno [13]
- b) Un sistema de transporte deficiente y mal regulado, lo que produce cerca del 40% de la contaminación del aire [13]
- c) El crecimiento demográfico, que se relaciona con el aumento de la actividad económica. La contaminación proviene de las industrias y los residuos de combustión liberados al ambiente. Las industrias generan el 25% de la contaminación del aire.
- d) Emisiones gases generadas por los vehículos, esto más el polvo de las calles acumulado de las ladera erosionadas[14]

Los efectos más negativos de la contaminación del aire, está relacionada con la salud de la población, lo que ha llevado incluso a la muerte generada por enfermedades respiratorias graves como bronquitis crónica, neumonía, asma y alergias. Además se producen otros efectos como ronquidos, tos, irritación, etc. [14]

Un estudio encargado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente del gobierno encontró que cada año, casi 20.000 personas sufren de problemas de salud relacionados con la contaminación.



Source: 1. Sunyer et al.<sup>42</sup> 2. Touloumi et al.<sup>5</sup> 3. Saldiva et al.<sup>44</sup> 4. Ostro et al.<sup>40</sup>  
5. Borja et al.<sup>38</sup> 6. Schwartz et al.<sup>37</sup> 7. Fairley et al.<sup>43</sup>

\*Converted from TSP to PM<sub>10</sub> assuming a ratio of 0.5

**FIGURE I. RELATIVE RISK OF DAILY MORTALITY IN DIFFERENT CITIES RELATED TO A 100 µM<sup>3</sup> INCREASE IN PM<sub>10</sub>**

[Gráfico 7]: El riesgo relativo de la Ciudad de la mortalidad diaria en diferentes ciudades

Los principales contaminantes atmosféricos de Santiago según el estudio encargado por TDE son: [14]

- Partículas suspendidas totales (TSP) causadas por el polvo de las calles y laderas erosionadas
- Partículas menores a 10 micras procedentes de fuentes industriales (PM-10)
- Monóxido de carbono (CO) proveniente de los vehículos
- Ozono (O3)
- Óxido de nitrógeno (NOx) proveniente de los gases liberados por los vehículos
- Óxido de Azufre (SOx) resultante de procesos industriales

Todos ellos contribuyen en forma de gases al efecto invernadero y calentamiento global

Para la salud humana el contaminante más peligroso es el PM-10, el tamaño de estas partículas (menor a 10 micras de diámetro) es suficientemente pequeño como para penetrar profundamente en los pulmones de las personas. [14]

## Costo de la Contaminación

Algunos de los costos más significativos son: [14]

- Salud pública
- Enfermedades crónicas respiratorias y problemas de aprendizaje.
- Costo en limpieza
- Baja productividad agrícola
- Disminución del turismo dada por la pérdida de lugares recreativos
- Menor productividad por medidas de preemergencia adoptadas en periodos críticos de contaminación, tales como cierre de escuelas, restricción de producción industrial y uso limitado de vehículos

Estos costos además de afectar a la economía de una ciudad, afectan directamente a la calidad de vida de sus habitantes, aumentando sus impuestos y disminuyendo sus posibilidades de interacción frente a un entorno que se vuelve cada vez más gris.

---

## CRITERIOS DE ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE EDIFICIOS

---

Santiago cuenta con diferentes condiciones físicas y climáticas que pueden afectar considerablemente los factores a estudiar, es por esto que se considerara como área de intervención los lugares que cuenten con características específicas similares y comparables, en las cuales las más relevantes son:

- Características del entorno
- tipología de edificación y fecha de construcción

### Características del área de intervención

Para homogenizar las condiciones geográficas, climáticas y de entorno, se definen las características de la zona de emplazamiento donde se deben ubicar los edificios principalmente.

- Edificios ubicados las comunas de Providencia, sector poniente de Las Condes y sector oriente de Santiago Centro. Sector que fue explotado con edificios de oficinas en la década de los '90
- Cerca de áreas verdes
- Debe ubicarse cercano al borde de un cuerpo de agua como el Canal San Carlos o río Mapocho.
- Sin conos de sombra que alcancen el edificio.



[Fig.29]: Zona de aplicación de factores, elaboración propia

## Tipología de edificación y fecha de construcción

La tipología de edificación se enmarca en los edificios construidos para oficinas, dentro de la década de los años '90 cuando comienzan a prosperar los arriendos de oficinas o pisos en el centro de las comunas de Providencia y Las Condes, impulsados por el desarrollo del Metro en Av. Providencia y Apoquindo.

Esto se debe a que en los años '90 se incrementa notoriamente la construcción de edificios para oficinas, marcando una clara tendencia en la tipología de los edificios del sector señalado. Además se consolidó el área del centro de Providencia y Las Condes como el área de oficinas del gran Santiago, generando una clara demarcación dentro de la ciudad en cuanto a tipología y uso.



Edificio CGE  
Teatinos 280, Santiago Centro  
Año construcción: 1995



Edificio Thayer Square  
Luis Thayer Ojeda 0130, Providencia  
Año construcción: 1996



Edificio Nueva Los Leones  
Nueva Los Leones 07, Providencia  
Año construcción: 1996



Edificio Metrópolis  
Av. Apoquindo 3669, Las Condes  
Año construcción: 1997



Edificio Banmédica  
Av. Apoquindo 3600, Las Condes  
Año construcción: 1997



Edificio Mutual de Seguridad  
Alameda 194, Santiago Centro  
Año construcción: 1999

[Fig.30]: Edificios de Oficinas '90, Echeverría Izquierdo

El periodo señalado es significativo, ya que el tipo de construcción de la década de los '90, es en su mayoría muy similar, estructura de hormigón armado con grandes superficies vidriadas de planta cuadrada o rectangular.

En esta década aún no se utilizan materiales de mayor a aislación térmica o acústica, en cuanto a los diseños de los mismos no consideran en su mayoría tendencias de diseño que potencien un ahorro energético o que faciliten el enfriamiento del edificio.

Es importante destacar que en la década de los '90 comienza la utilización del diseño a través de programas computacionales de forma masiva, lo cual abre un gran campo a nuevos diseños, cálculos y formas de negocios que se explotarán mayoritariamente en el nuevo siglo.

A partir del año 2000 se identifica el ingreso de una nueva tendencia en la arquitectura, con construcciones diferentes, tanto en su diseño, climatización y funcionamiento, aparece la certificación LEED y se hacen masivos materiales de construcción de mayor calidad de aislación.



Edificio Deloitte  
Rosario Norte con Cerro El Plomo  
Año construcción: 2011



Edificio Titanium  
Isidora Goyenechea  
año construcción 2006



Edificio Costanera Center  
Providencia, Santiago  
año construcción 2006



Transoceánica Business Park  
Avenida Santa María 5880  
año construcción 2008



Edificio Horizontes  
Huechuraba, Santiago  
año construcción 2010



Costanera Cosas  
Providencia, Santiago  
año construcción 2008

[Fig.31]: Edificios de Oficinas con certificación LEED

CAPITULO 3:

EDIFICIOS EN ESTUDIO

## 3.1 EDIFICIO CONSORCIO

### ANTECEDENTES EDIFICIO CONSORCIO

#### Edificio Consorcio

Comuna	:	Las Condes
Emplazamiento	:	Av. El Bosque con Av. Tobalaba
Arquitectos	:	Enrique Browne y Borja Huidobro
Arquitecto Asociado	:	Ricardo Judson
Paisajismo	:	Juan Grim, María Angélica Schade
Superficie Terreno	:	3.781 M <sup>2</sup>
Superficie construida	:	26.751 M <sup>2</sup>
Año de construcción	:	1990 – 1993
Orientación Predominante	:	Poniente - Norte

[Tabla 8]: Tabla información Edificio Consorcio

El edificio Consorcio - Santiago, está ubicado en la Comuna de Las Condes de Santiago Chile. Consta de 66.751 M<sup>2</sup>, esto considerando sus subterráneos, alcanza 17 pisos y 74 metro de largo, teniendo una ocupación de la mitad de una de las manzanas más prestigiosas de la ciudad de Santiago. [1]

Encargado a una de las oficinas de Arquitectos más prestigiosas de Santiago, Enrique Browne y Borja Huidobro Arquitectos, la cual se encargó de desarrollar el proyecto según los requerimientos planteados por el mandante, el cual debía contemplar varios pisos para la empresa Consorcio Nacional de Seguros, y otros pisos para el arriendo de estos. [27]

Dentro de los requerimientos más relevantes de este edificio, se destacan tres principalmente:

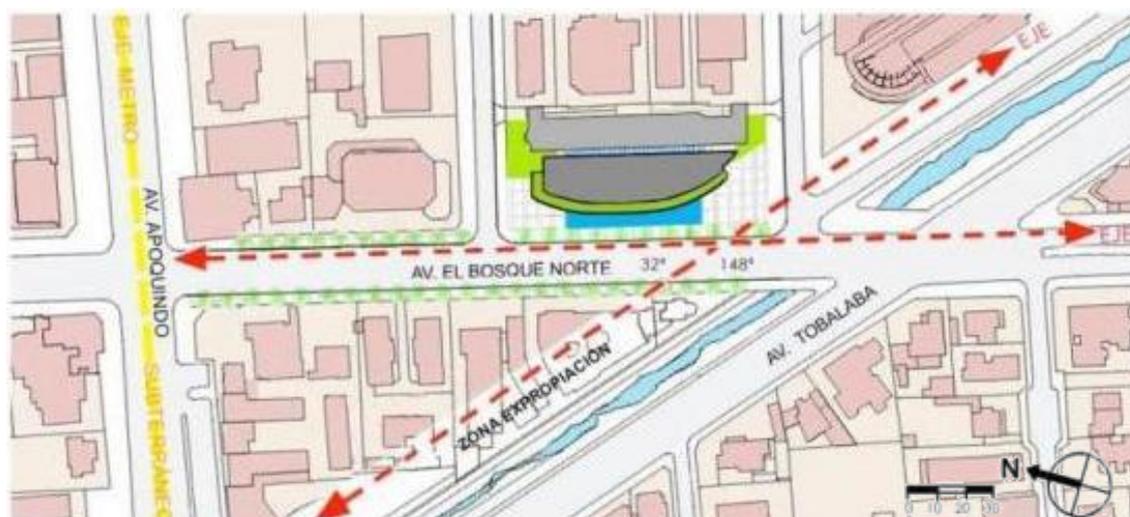
1. se debían mantener dos plantas libres independientes. Esto se logró a través de la subdivisión espacial y volumétrica con sus respectivos accesos.
2. La imagen arquitectónica del edificio debía perdurar en el tiempo y no pasar de “moda”
3. Se sugirió utilizar una segunda piel.



[Fig.32]: Evolución Edificio Consorcio 1993 / 2013

### Emplazamiento del Edificio

Lo primero que surgió fue su planta con forma de “bote”, la cual derivó de la alineación de su fachada principal con los ejes mayores que bordean el edificio, Avda. El Bosque por el poniente y Avda. Tobalaba y Canal San Carlos, por el sur. Redondeando el abierto ángulo entre ambas vías (148 grados), se eliminó el costado sur del edificio, convirtiéndolo en un alto vértice. Esta “proa” vertical marcaría simbólicamente el inicio de la zona donde comienza legalmente el área de oficinas en la avenida. La esquina norponiente también se curvó levemente para acoger visualmente el mayor flujo de peatones que vendría desde la Avda. Apoquindo, donde pasa el Metro subterráneo. Las curvaturas de los extremos produjeron plazuelas exteriores en ambas esquinas de la cuadra. [Fig.33]:



[Fig.33]: Emplazamiento Edificio Consorcio

Cabe considerar también que hacia 1990 los vecinos al oriente eran casas a la venta. Su impredecible volumetría futura hacía conveniente ocultar ese lado. Es por este motivo que se planteó un segundo volumen largo semi adosado según los Reglamentos, de 3 niveles. Esto produjo un alto corredor entre éste y el “bote” de 17 pisos, lo cual hizo posible dos accesos independientes en los extremos: Uno para el Consorcio y otro para los pisos superiores. Estas entradas quedaban precedidas por plazas duras exteriores que separan funcionalmente ambas entradas sin perder la longitud, dejando la entrada del edificio corporativo del Consorcio a nivel suelo y la de niveles superiores a nivel +1.[27]

El edificio fue diseñado con 3 pisos exclusivos para el Consorcio Nacional de Seguros, y los 14 pisos restantes, en plantas libres, pensados en un futuro crecimiento de la compañía o para el arriendo de estos espacios. Lo fundamental es que tuvieran accesos autónomos, logrando la independencia entre Consorcio y otras empresas.[27]

## Ocupación del Edificio Consorcio

Nº piso	Empresa
17	Piso de máquinas torres de enfriamiento
16	Vival y Cía. Abogados
15	Vival y Cía. Abogados / El Bosque S.A
14	Soc. Punta del Cobre - Pacífico V Región S.A / Lota Green Ltda. / P&S S.A - Invernova S.A
13	Consorcio Corredores de Bolsa S.A
12	Larraín y Asociados
11	SAP Chile
10	Banco Crédito inversiones / Itochu Chile
9	Consorcio créditos Hipotecarios
8	Tetra Pak de Chile
7	Consorcio Agencia de Valores S.A
6	Consorcio Nacional de Seguros
5	Deutsche Bank
4	Consorcio Nacional de Seguros
3	Consorcio Nacional de Seguros
2	Consorcio Nacional de Seguros (Acceso Otras Oficinas)
1	Consorcio Nacional de Seguros (Acceso Consorcio )
-1	Estacionamientos
-2	Estacionamientos
-3	Salas de máquinas, presurización, bombas, generadores eléctricos

[Tabla 9]: Ocupación Edificio Consorcio, elaboración propia

El 52% del edificio se encuentra ocupado por el Consorcio y el 48% restante se encuentra arrendado a otras empresas. Cabe destacar, que el único piso vendido es el nº 10, lo que obliga a mantener un régimen de copropiedad inmobiliaria. Independientemente a que se encuentre inscrito en el Conservador de Bienes Raíces como edificio corporativo.



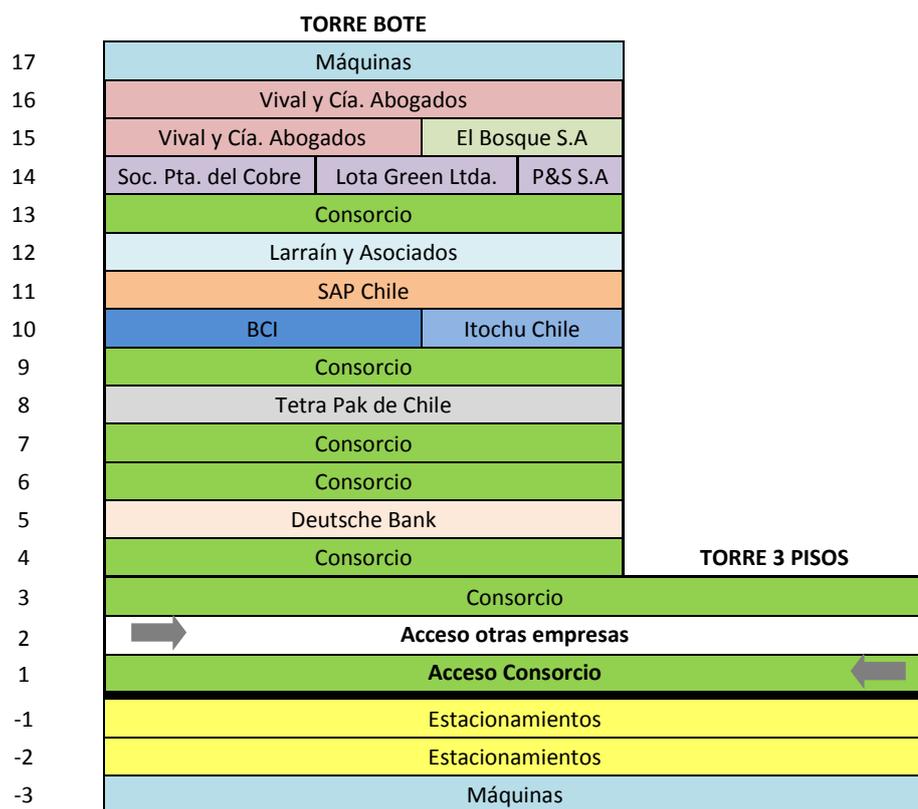
[Fig.34]: Espacialidad hall acceso pasillos laterales y patio interior

## Comunidad

Dentro del edificio Consorcio, una de las cosas que favoreció a la comunidad es que precisamente al funcionar como un edificio corporativo, la mayor parte de su comunidad pertenece a una misma empresa. Si bien existe la participación de otras empresas u oficinas, éstas no tiene mayor implicancia en las decisiones administrativas que se deben tomar dentro del edificio.

Al ser una comunidad sólida e identificable, tiene la virtud de ser participativa, activa y cooperadora. Esto hace posible el éxito de las medidas de eficiencia energética implementadas en el edificio.

Al tener una comunidad comprometida, esta exige a la administración no solo el menor gasto administrativo posible, sino también que la operación del edificio se realice de la forma más eficiente.



[Fig.35]: Esquematación ocupación del Edificio Consorcio

---

## DISEÑO, SUSTENTABILIDAD Y CONFORT

---

En climas mediterráneos, como el de Santiago, el mayor problema térmico de los edificios de oficinas es su calentamiento a través de la ocupación de estos, ya que 4 personas con su equipamiento de lámparas, PC y otros, generan el calor equivalente a una estufa. Por lo mismo, la climatización a través de aire acondicionado incide decisivamente en el consumo y costos de energía.

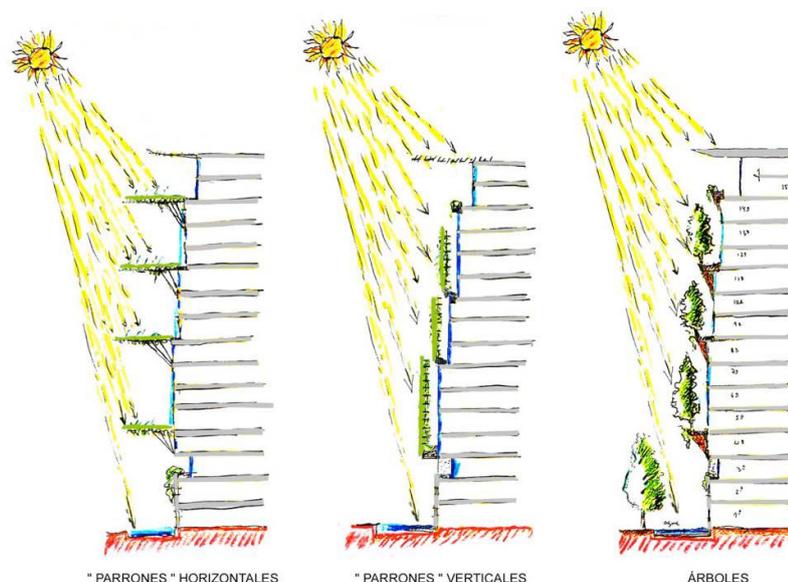
La fachada poniente y norte del edificio se transformaron en las más complejas de solucionar, debido a los diversos factores externos que debían lidiar, tales como:[27]

- sobrecalentamiento de fachada poniente, principalmente entre los meses de Octubre y Marzo.
- la radiación térmica de los pavimentos y veredas existentes.
- el encandilamiento y sobrecalentamiento generado por los edificios aledaños.

La idea del diseño arquitectónico fue atenuar estos problemas de la forma más natural posible, utilizando por ejemplo vegetación de diferentes especies además del agua para disminuir la temperatura.

Para disminuir la temperatura se instaló un espejo de agua de 48 metros de largo y 420 m<sup>2</sup>, en este espejo de agua se instalaron surtidores lo cual evita la reverberación y produce la evaporación bajando considerablemente la temperatura. [27]

En cuanto a los 2 últimos pisos, fueron cubiertos por una gran visera de 4,5 mts, la cual actúa como remate del edificio además de proteger al edificio del asoleamiento Norponiente a los últimos 2 pisos. Esta visera fue diseñada con celosías que eliminan la radiación solar directa la mayor parte del día sobre los termopaneles de 5,5 mts de altura. La insolación sobre estos cristales solo comienza después de las 17:00 h., esto permite disminuirla carga térmica de enfriamiento reduciendo la capacidad instalada de climatización, lo que esto conlleva un ahorro energético consecuente durante toda la vida útil del edificio.[27]



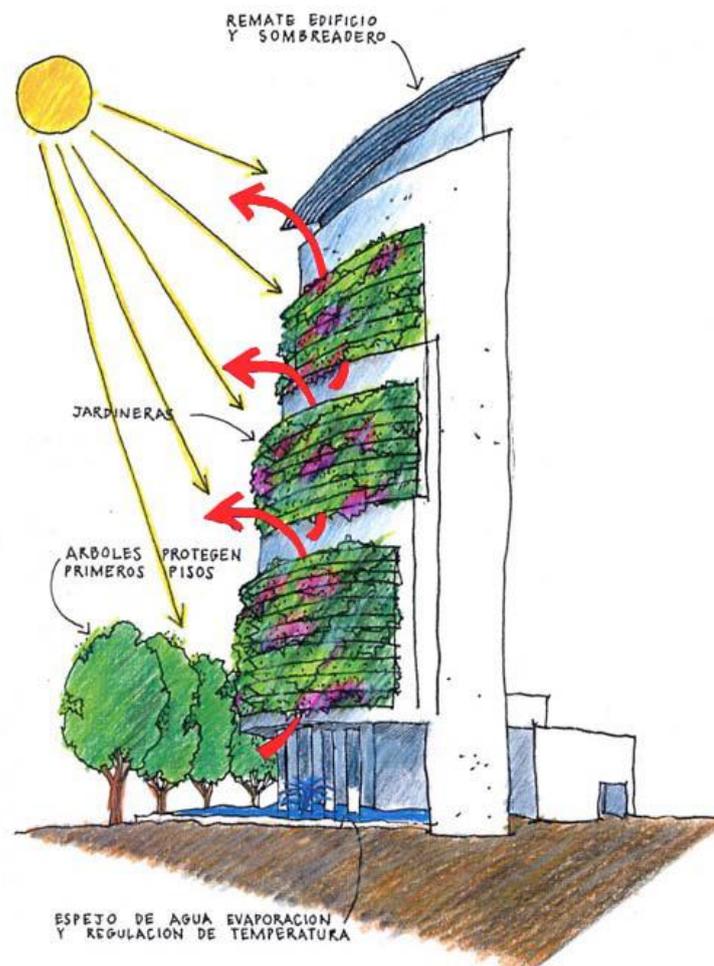
[Fig.36]: Alternativas de protección solar vegetal

Ahora, la clave está en la insolación recibida en el cuerpo generado entre el piso 4º al 15º, para esto se optó proteger con vegetación. Se estudiaron posibles opciones: “Parrones Horizontales con hojas caducas”, “Doble piel Vegetal, con trepadoras caducas” y “Arboles Caducos (Acer Japónicos u otros)” [27]

Como solución de diseño para estos parrones se eligieron los parrones verticales, separados por 1,40 mts desde el plomo exterior del edificio. Esta separación asegura chimeneas lo suficientemente amplias para las corrientes de aires ascendentes y para acoger las jardineras inferiores, programadas con riego automático por goteo. Además esta separación permite el paso del carro limpia fachadas que también es utilizado para las podas, desinfección, abono y tratamientos entregados a pared vegetal.

Dada la experiencia adquirida en diferentes proyectos realizados por los arquitectos, especialmente en el de la Casa en P.Harris (1982), se podía asegurar un crecimiento de al menos 12 Mts de alto en 6 años, dado esto, se optó por dividir en 3 franjas horizontales verdes, con 4, 3 y 2 pisos. Estas franjas verdes fueron remarcadas por un piso sin pared vegetal, definiendo de esta manera la emblemática fachada norponiente.

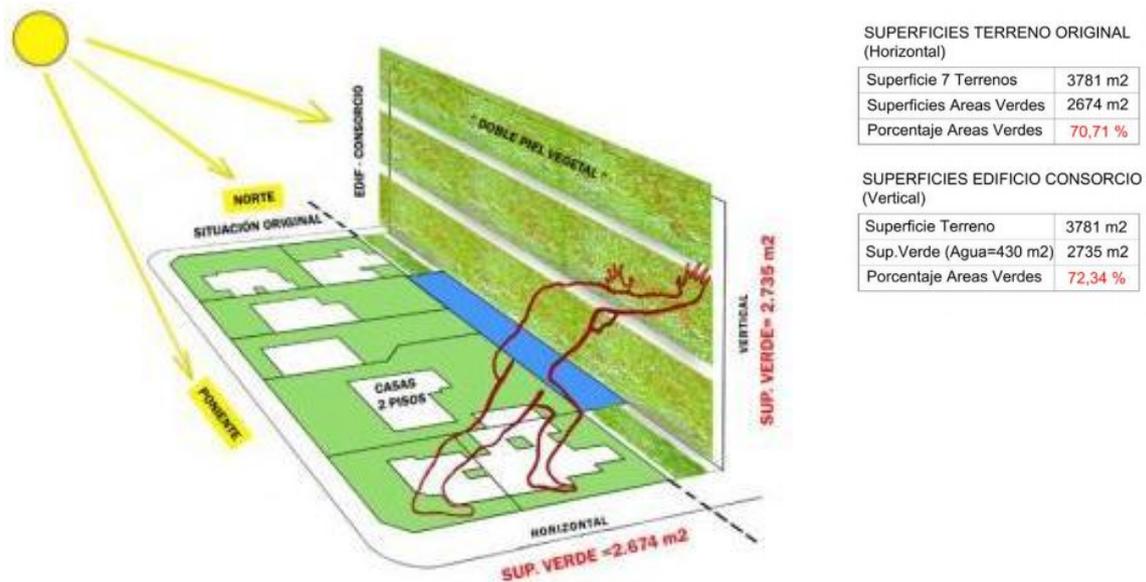
A continuación se muestra el diseño esquemático y su comportamiento frente a la radiación solar.[27]



[Fig.37]: Funcionamiento térmico

El diseño de los jardines verticales se encargó al Paisajista Juan Grimm, el cual utilizó enredaderas caducas que enfatizan el paso de las estaciones del año, como bouganvilleas, ampelopsis y plumbagos, logrando así el constante cambio y diverso colorido en la imagen del edificio.

En la práctica, la solución de “doble piel Vegetal” tiene por principio levantar la superficie original del terreno, aumentándolo ligeramente de 2.674 m<sup>2</sup> a 2.735 m<sup>2</sup>. Indicado en [Fig.38]:



[Fig.38]: Desplazamiento vertical de áreas verdes

De esta manera el edificio devolvió a la ciudad la superficie de vegetación que le quita horizontalmente, se generó verticalmente, siendo más visible, alegró el sector, oxigenó el entorno, mitigó la contaminación atmosférica, además de ofrecer la imagen corporativa solicitada, cambiante pero permanente al mismo tiempo.

Hay que tener claro que la arquitectura y la vegetación se comportan de manera diferente a lo largo del tiempo, mientras menos tiempo tiene el edificio, tiene la mejor imagen dado a que es “nuevo” sin el desgaste generado por el paso del tiempo, la contaminación, deterioro general y el envejecimiento propio de los diferentes materiales. Lo que genera un decaimiento en su imagen. [Fig.39]:



Costado edificio recién terminado

Costado edificio 15 años después

[Fig.39]: Evolución de las fachadas

En cambio con la naturaleza, ocurre todo lo contrario, un parque recién terminado es apenas una esperanza, pero 15 años después, es todo un sueño, los árboles han crecido, generando sombra, confort y espacios acogedores además predomina el verde y otros valores y utilidades.



Parque 1 año



Parque 15 años

[Fig.40]: Evolución de la Naturaleza en el Tiempo

Esto nos demuestra que al fundir la arquitectura y la vegetación como elemento constructivo o “material de revestimiento” genera la imagen vigente del tiempo por tiempo indefinido, con esto se cumple el principal requerimiento planteado por los mandantes, mantener una imagen vigente.



[Fig.41]: Evolución de la Naturaleza en el Tiempo

Otro aspecto importante es la espacialidad lograda, es mucho más interesante y doméstico, considerando que las personas pasan más del 70% de su tiempo en espacios interiores, esto llevó a generar un manejo regulado a discreción de los usuarios, además otra ventaja considerable fue la reducción del ruido proveniente de la ciudad.



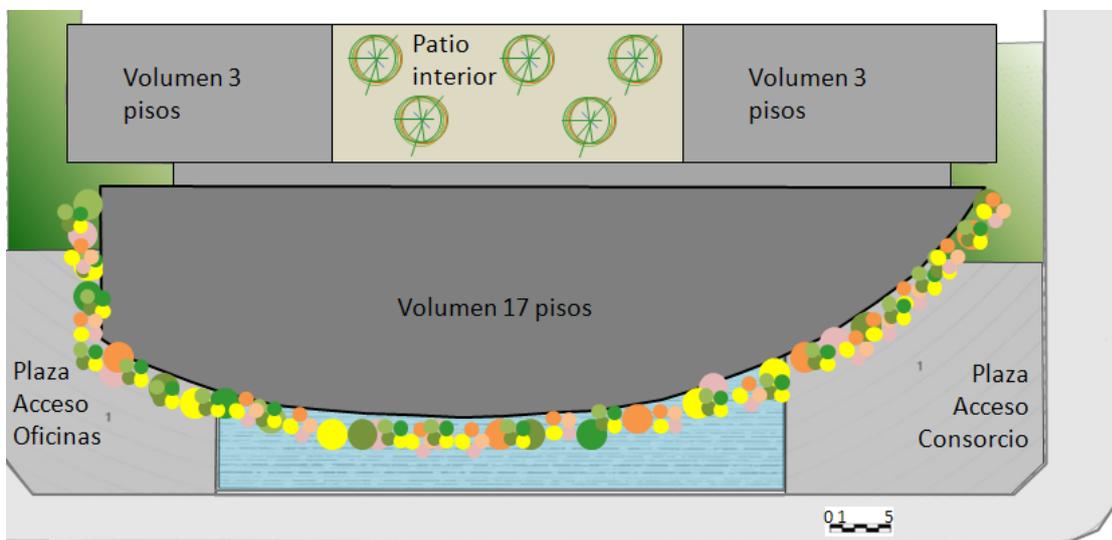
[Fig.42]: Interior oficinas Consorcio -Santiago (pisos 6 y 14)

Este edificio recibió además del reconocimiento y cariño de su barrio, numerosos premios de arquitectura, tales como el Mejor Edificio de la Década 90' en Chile (el año 2002), luego como el Mejor Edificio de los últimos 30 años y como uno de los 3 Mejores Edificios de Santiago, (2003) y seleccionado como uno de los “6 Mejores Edificios de Santiago de todos los tiempos, (2006)

## Análisis espacial

El edificio Consorcio, al ser un diseño particular, presenta características espaciales específicas, las que además de hacerlo un edificio peculiar y único en cuanto a su diseño, también considera el control de la temperatura dentro del edificio.

El edificio consta de 2 volúmenes principales, de 3 y 17 pisos, los cuales están rodeados de jardines y albergan un espejo de agua. Como muestra la siguiente imagen.



AV. EL BOSQUE

[Fig.43]: Emplazamiento Edificio Consorcio



Acceso Oficinas

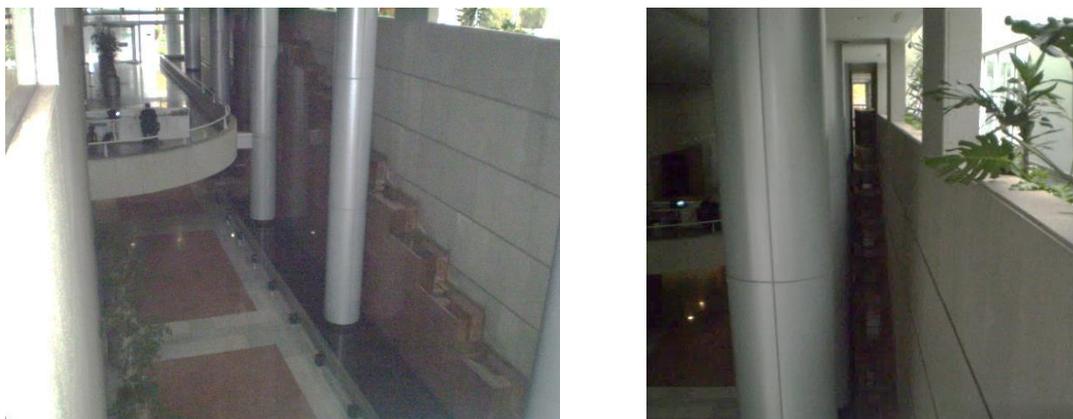


Acceso Consorcio

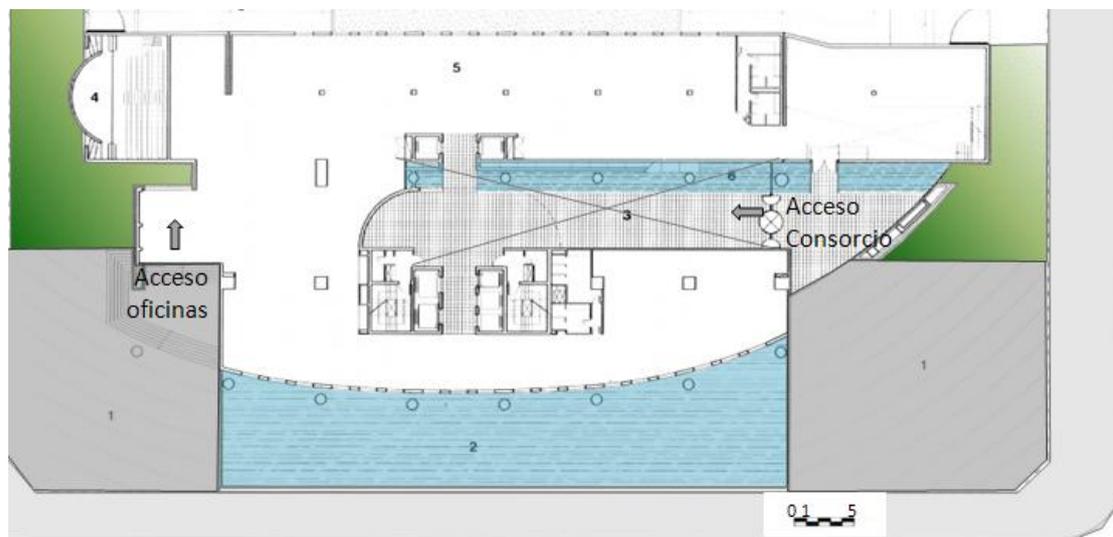
[Fig.44]: Accesos al edificio Consorcio, elaboración propia

## Hall de acceso y sus proporciones:

Se genera por el espacio de doble altura producido por la unión de ambos volúmenes, los cuales poseen dos accesos independientes al edificio, estos quedan en extremos opuestos y en diferentes niveles o alturas, lo que favorece la ventilación cruzada del recinto. Además presenta una fuente de agua interior, que disminuye la sensación térmica.



[Fig.45]: Acceso edificio Consorcio



AV. EL BOSQUE

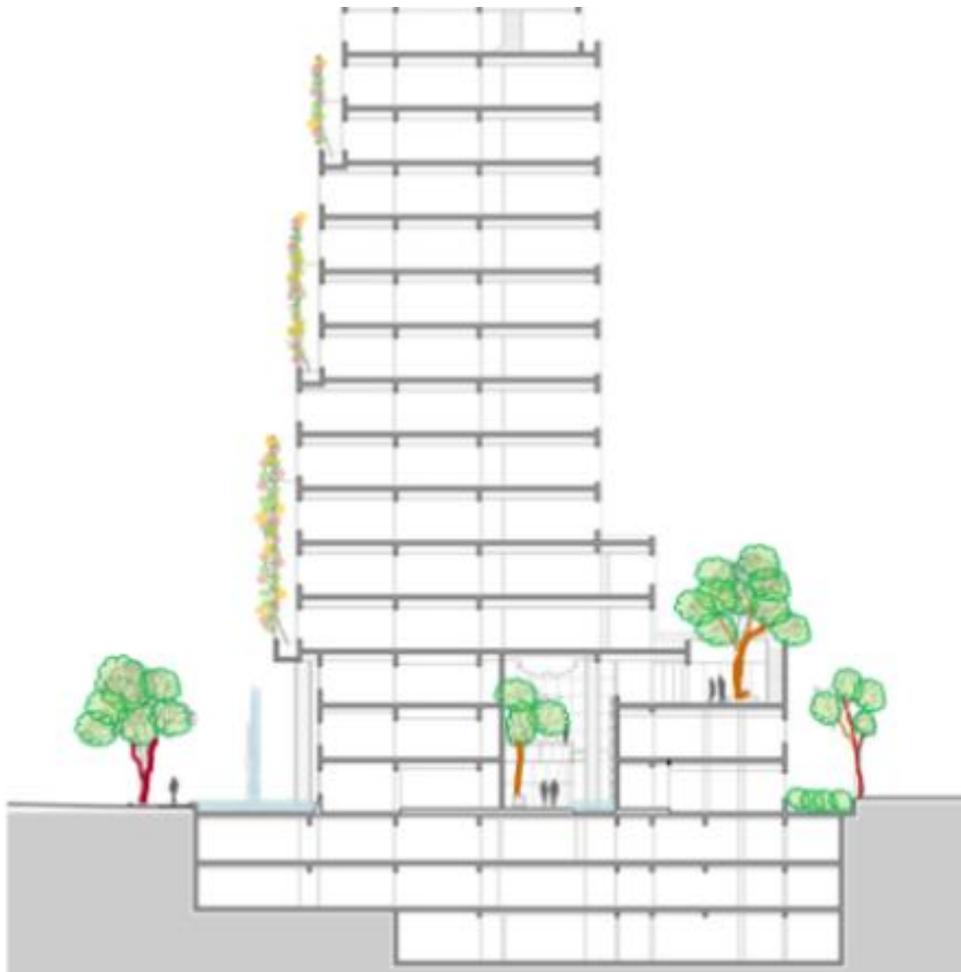
[Fig.46]: Planta nivel Acceso edificio Consorcio

## Recintos comunes:

En este edificio, los espacios de circulación y áreas comunes, toman un rol protagónico, ya que se encuentran en la unión de ambos volúmenes, facilitando el intercambio de la masa de aire entre ellos. Las circulaciones principales son abiertas a recintos comunes.



[Fig.47]: Espacios edificio Consorcio

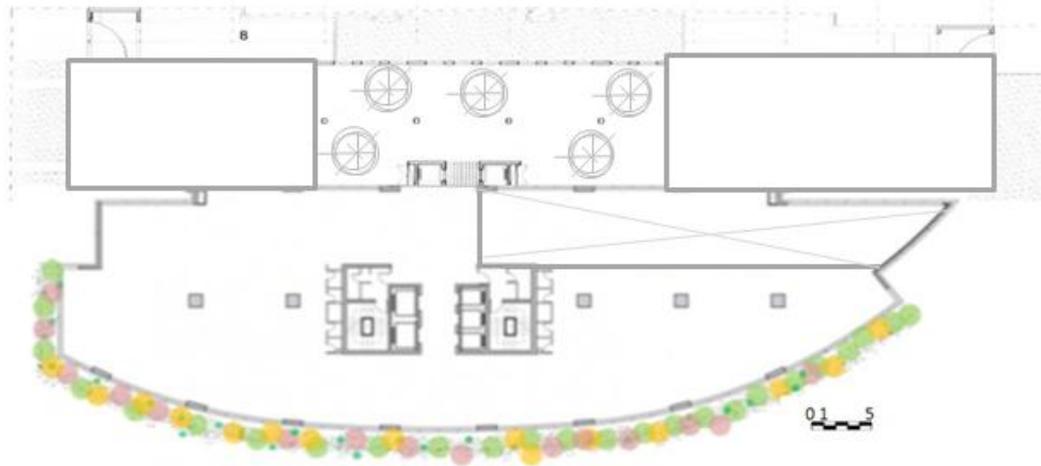


[Fig.48]: Corte Edificio Consorcio

En el corte transversal del edificio, podemos observar cómo se van retrayendo los parrones verticales, generando así la composición de la fachada principal. También se aprecia la relación directa de los espacios interiores con la piel vegetal.

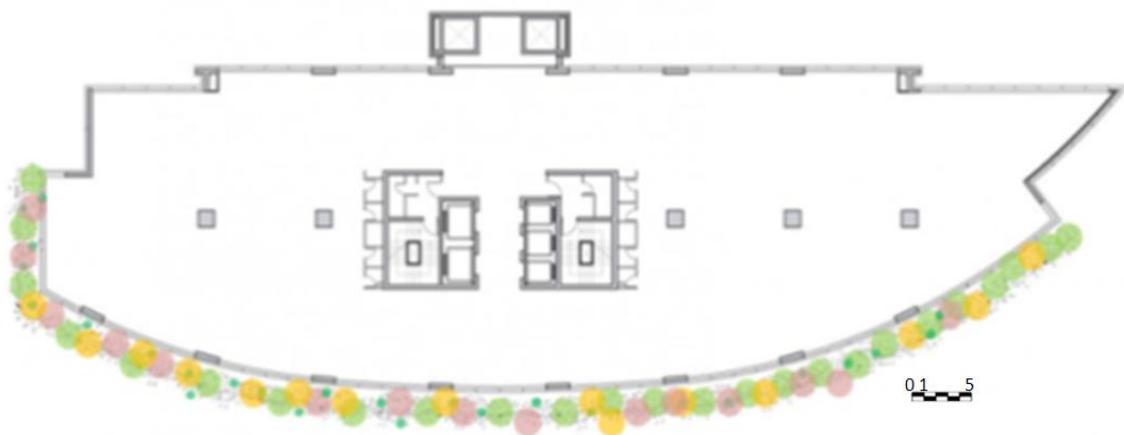
En la planta del tercer piso, donde se interceptan ambos volúmenes, podemos observar la conexión espacial entre ambos volúmenes, generando un espacio conectado y abalconado al hall de acceso y patio interior del tercer piso.

Este nivel fue reservado para la alta dirección corporativa del edificio Consorcio.

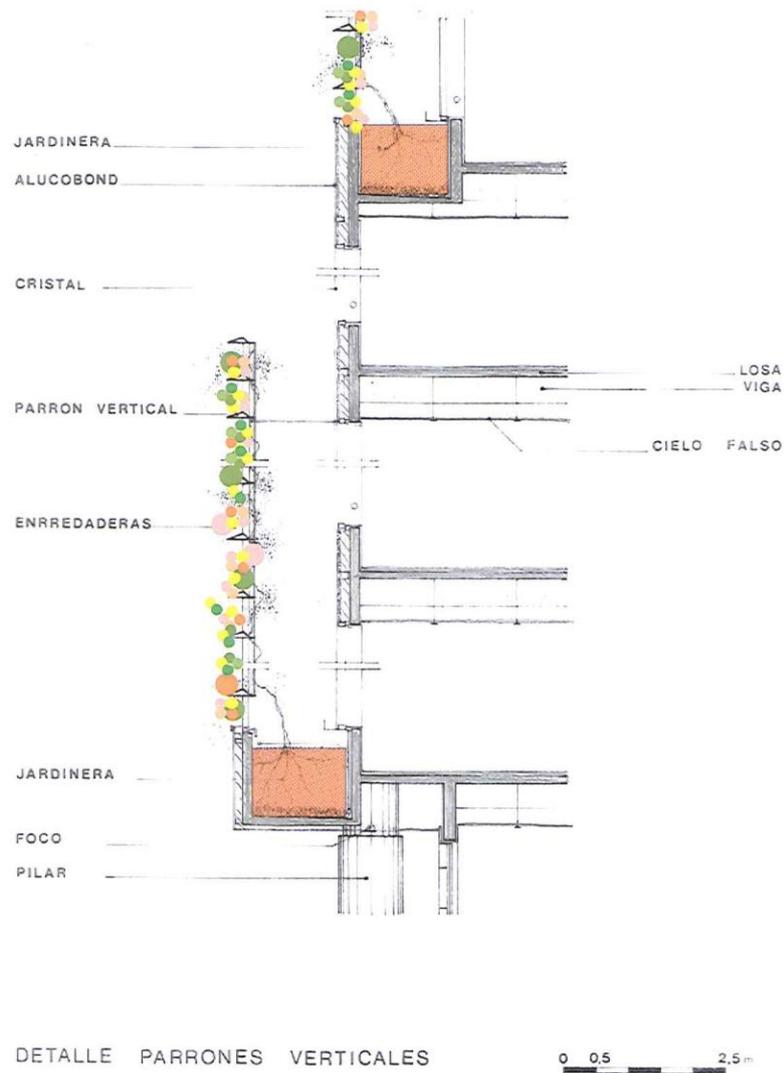


[Fig.49]: Planta tipo 2 volúmenes

En cuanto a las plantas tipos del volumen central, podemos ver que la espacialidad propuesta es de absoluta transparencia, logrando conectarse con la doble piel vegetal desde el extremo opuesto. Esto se logra gracias a lo angosto del volumen y la inexistencia de elementos que obstaculicen la visual.



[Fig.50]: Plantas niveles 5 al 8, tipo torre



[Fig.51]: Detalle parrones verticales

Dado a la gran popularidad alcanzada por este edificio, Consorcio lo plantea como la imagen corporativa de la empresa, logrando trascender además de su arquitectura, sistemas de ahorro energético y vegetación, convirtiéndose en una reconocida Marca de calidad y equilibrio.



[Fig.52]: Logo e imagen corporativa de Consorcio

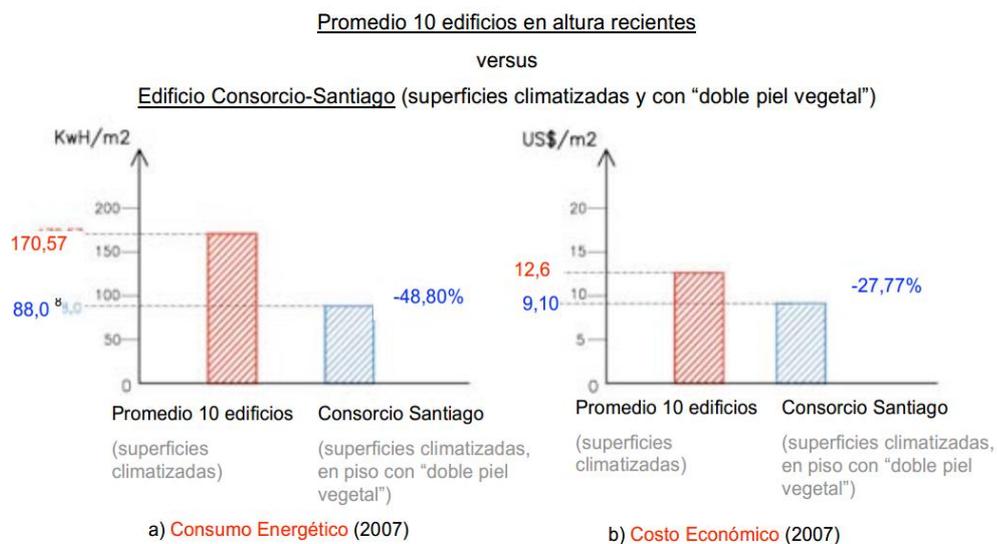
---

## COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO

---

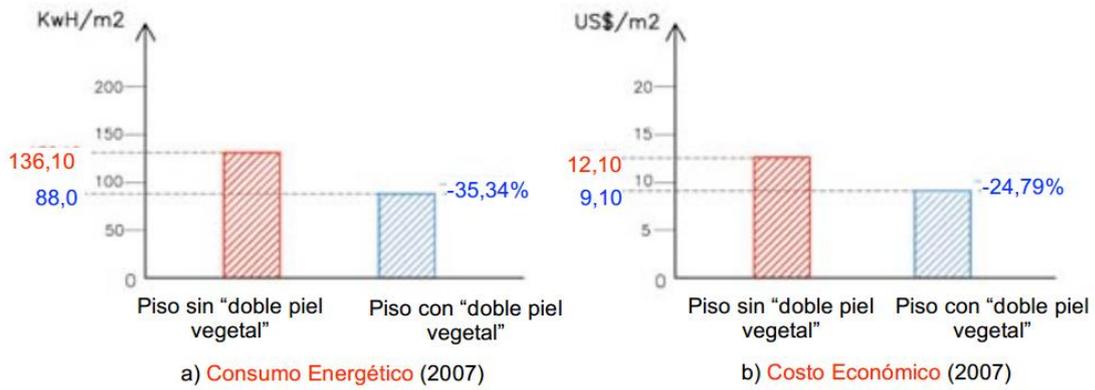
Además de sus beneficios “ambientales”, el Edificio Consorcio -Santiago se ha comportado “energéticamente” mejor de esperado en un inicio. Durante el diseño, se estimó que la “piel vegetal” reduciría un 60% la radiación solar, con un 10% de ahorro en gastos energéticos. [27]

En el año 2007, fue posible recopilar la totalidad de los datos requeridos para generar el estudio de costos y ahorro energético, estos se compararon con una muestra de 10 edificios previamente analizados, se obtuvo que el edificio Consorcio – Santiago, tiene un 48% menos de consumo energético promedio que un edificio convencional de similares características, este menor consumo energético se traduce directamente en un ahorro monetario del 28% de los mismos edificios. [27]



[Gráfico 8]: Comparación consumo y costo energético promedio en edificios convencionales v/s edificio Consorcio

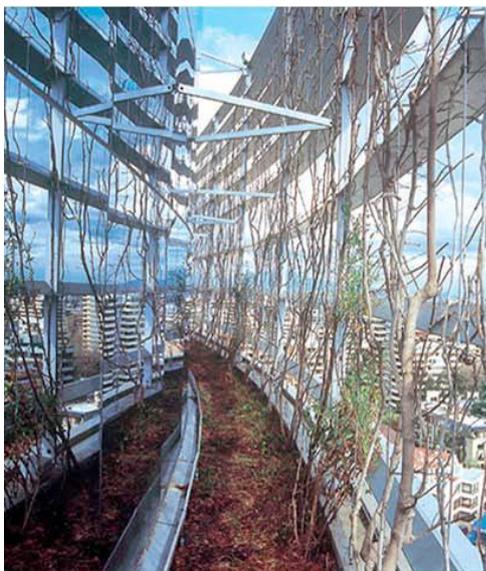
Para tener un índice de comparación mucho más exacto, se comparó un piso del Consorcio – Santiago con “doble piel Vegetal” con un piso del mismo edificio pero sin esta protección. Los resultados muestran que los pisos protegidos con la pared vegetal, consumen un 35% menos de energía, lo que genera un 25% de ahorro en los costos energéticos.



[Gráfico 9]: Comparación consumo y costo energético en edificio Consorcio, pisos con y sin doble piel vegetal

Este análisis de los consumos energéticos generados en el edificio Consorcio, deja claramente demostrado que la doble piel vegetal ofrece un ahorro importante en materia energética, que puede alcanzar hasta un 48% en el consumo energético, lo que equivale a un ahorro económico del 28%.

Estos índices indican el ahorro producido específicamente por la aplicación de la doble piel vegetal en el edificio. Los factores anexos como la administración y tarifas eléctricas se especifican en el siguiente punto.



INVIERNO



VERANO

[Fig.53]: Pared vegetal edificio Consorcio, invierno y verano

---

## ADMINISTRACIÓN

---

La administración de un edificio es lo que hace la diferencia y el modelo de gestión mantiene vigente el propósito el diseño original generado para habitar un edificio. Al entender la particularidad del edificio Consorcio, la administración generada, se vuelve tan particular como el mismo edificio, especialmente en el manejo de la eficiencia energética.

La gestión de los recursos energéticos de este edificio, destacó particularmente por la manera de entender la cotidianidad de los usuarios en el edificio, siendo de vital importancia el manejo diario de las diferentes situaciones como, por ejemplo, cuando se registran temperaturas extremadamente altas se adoptan diferentes medidas estratégicas que aportan al manejo eficiente de la ventilación del edificio.

Es así como se destacan algunas acciones y planteamientos diarios, que se revisarán en detalle.

---

### Acciones en el manejo energía eléctrica

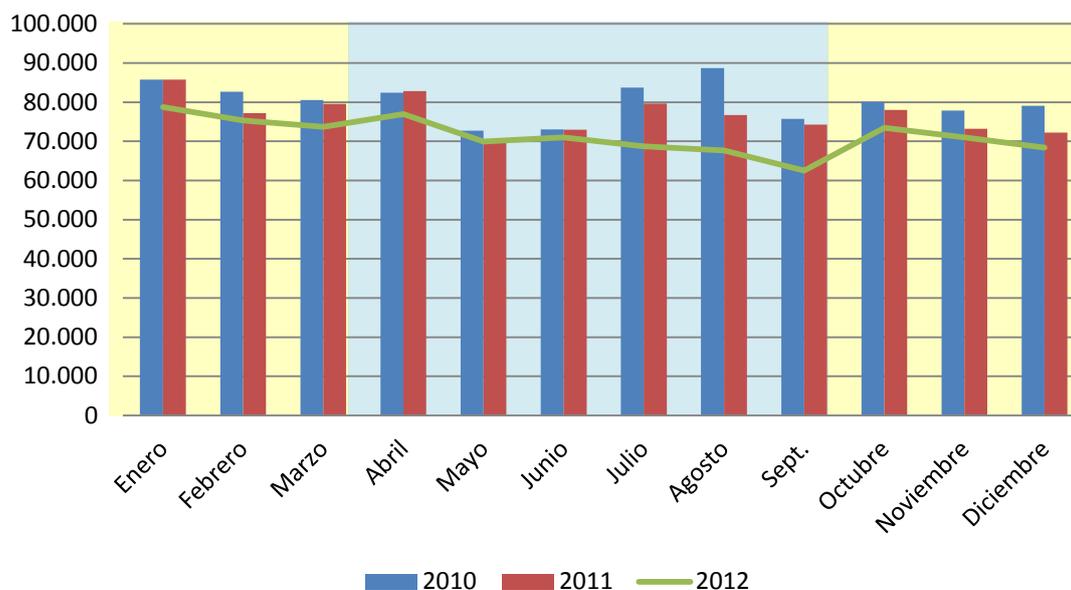
---

Dentro de las medidas para ahorrar energía se analizaron aquellas que ofrecían mejoras en forma inmediata.

Desde el año 2010, se realizaron medidas de gestión administrativa que fueron aplicadas progresivamente, transcurridos 24 meses, se obtuvo un promedio de ahorro energético del 11% y 17% en consumo.

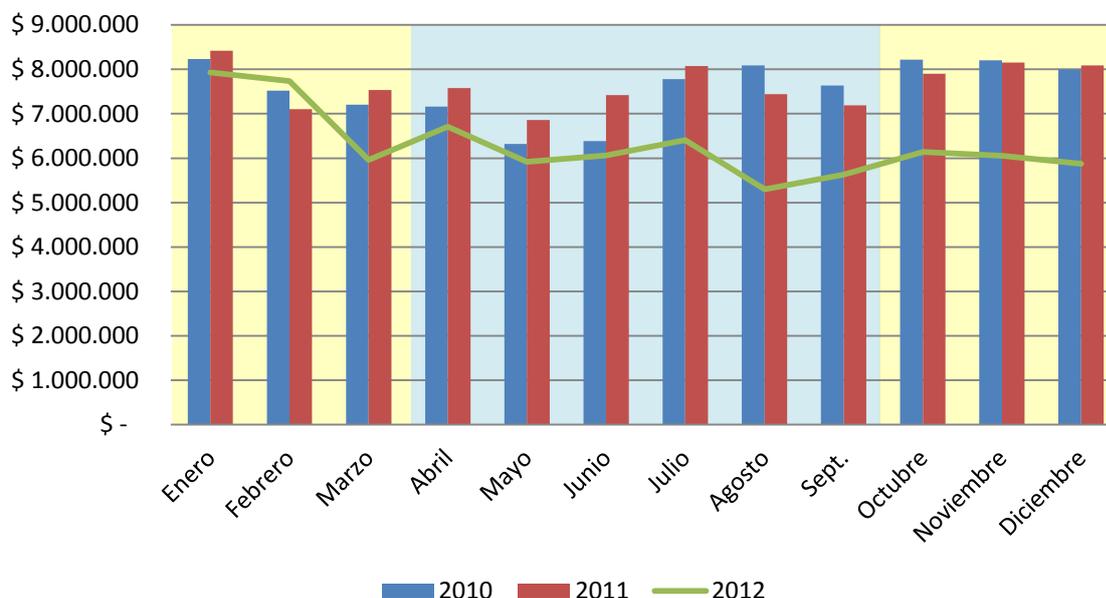
En los siguientes gráficos se puede observar la evolución del ahorro producido en consumo energético y costo del mismo.

#### Ahorro por gestión administrativa energía kWh



[Gráfico 10]: Ahorro en consumo energético por administración, elaboración propia según datos de la administración

## Ahorro por gestión administrativa Costo Energético



[Gráfico 11]: Ahorro en costo energético por administración, elaboración propia según datos de la administración

Inicialmente, dentro de las medidas aplicadas desde la administración para generar ahorro en el consumo energético se encontraron:

### Disminución de consumo energético por iluminación

Inicialmente el edificio utilizó ampollitas incandescentes de 100 W, estas generaron gran consumo eléctrico y calor, las cuales se cambiaron, estas mismas unidades, por unas de mayor eficiencia s que mantuvieron la capacidad lumínica de una incandescente de 100 W, pero con una potencia de solo 20 W Además se agregaron timing en algunas de las luminarias para programar su apagado después de 5 minutos, de esta manera no se mantiene las luminarias encendidas todo el día.

Este cambio no solo gozó de un ahorro en consumo energético, también lo tuvo en el recambio de ampollitas, ya que las de mayor eficiencia tienen una vida útil mucho mayor a las tradicionales.

Este recambio, se realizó inicialmente como un piloto en las cajas de escalas, al ver el excelentes resultados obtenidos, extendieron esta medida a las áreas comunes.

En cuanto a la iluminación exterior, se cambiaron los focos de iluminación ornamental de los parrones verticales, que presentaban un consumo superior a los 8.000 W, por unos de 1.000 W, manteniendo la iluminación. Además se redujo el horario de iluminación hasta las 23:00 h., anteriormente permanecían toda la noche encendidas.

En las áreas de servicios como salas de máquinas, bodegas, oficinas administrativas y subterráneas, se cambió la iluminación existente de tubos fluorescentes llamados T8, los cuales consumen entre 36W y 76 W. a T5, los cuales consumen entre 14W y 54 W, los que presentan una mayor eficiencia.

## Campañas ahorro energético

Al evaluar el comportamiento energético del edificio, se identificaron varias conductas de los usuarios que se podían mejorar, dentro de ellas, era el horario de trabajo. En un principio los horarios de trabajos se extendían hasta las 20:00 h. y más, ya que existía la costumbre dentro de los trabajadores de permanecer fuera del horario de trabajo.

En este punto se trabajó en conjunto con las jefaturas del Consorcio, donde se comenzó a reducir el horario laboral gradualmente, hasta lograr que el edificio quedara con la menor carga de ocupación antes de las 19:00 h., esto fue un gran aporte ya que se pudieron determinar horarios de funcionamiento para la iluminación y los equipos de aire acondicionado, con un horario eficiente con respecto a la tarifa eléctrica contratada BT 4.3, la cual se especificará más adelante.

Por otro lado, se realizaron campañas para cambiar las conductas de los usuarios, apuntando a dejar sus equipos de computación apagados una vez terminada la jornada laboral y apagar las luces de espacios de servicios tales como cocinas, baños y bodegas.

Estos cambios fueron gradualmente aceptados por las personas y ahora son parte del comportamiento global de la empresa.

## Horarios de funcionamiento del edificio

Uno de los logros más relevantes de la gestión energética aplicada en el edificio, es la dinámica adquirida en los horarios de funcionamientos del edificio, los equipos de aire acondicionado y ventilación pasiva en la época de mayor calor desde octubre a abril.

Estos horarios se fijaron con la lógica de mantener el edificio lo más frío posible. Es por esto que se programó la ventilación del edificio por las noches a través de las cajas de escaleras, ventanas y sistemas de extracción de aire, de esta manera las actividades del edificio comienzan el día con una baja temperatura, de esta manera a lo largo del día los equipos de aire acondicionado no son sobre exigidos, así permiten disminuir el costo de mantención y mayor vida útil.



[Fig.54]: Horarios definidos para el funcionamiento de los equipos de aire acondicionado

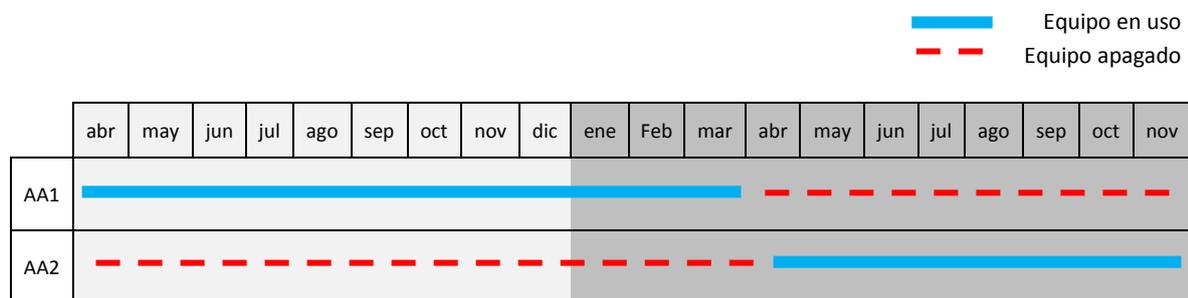
La ventilación nocturna se realizó a través de los equipos de presurización de las escalas y sistemas de extracción de aire, el personal nocturno (guardia) abrió las puertas de las escalas, de esta manera hacen que el aire caliente salga e ingrese aire fresco. Esto se realizó en los horarios donde la temperatura es menor entre 1:00 y 6:00 am. Esta ventilación tiene una duración de entre 2 a 3 horas. De existir temperaturas extremadamente altas, sobre 28 °C, el tiempo de ventilación se prolonga por al menos 1 hora más esto hace que mejore las condiciones del edificio al comenzar el día.

Otro punto a destacar es la organización de los consumos y funcionamientos de equipos en horario económico (antes 20 h.), esto permite bajar al tarifa promedio del edificio.

## Sistemas de ventilación y Aire acondicionado

Existen 2 sistemas de equipos de aire acondicionado independientes, los cuales funcionan intercalándose cada 12 meses, y se prestándose apoyo mutuamente en los días que el edificio requiere mayor enfriamiento.

Esto quiere decir que el equipo 1 funciona un año completo (de abril a abril), donde es el encargado de abastecer todo el edificio y pasado un año, se deja en des uso el equipo n° 1 y se activa el equipo N° 2 generando el mismo ciclo. Durante este tiempo los equipos se prestan apoyo mutuamente en los días de mayor temperatura.

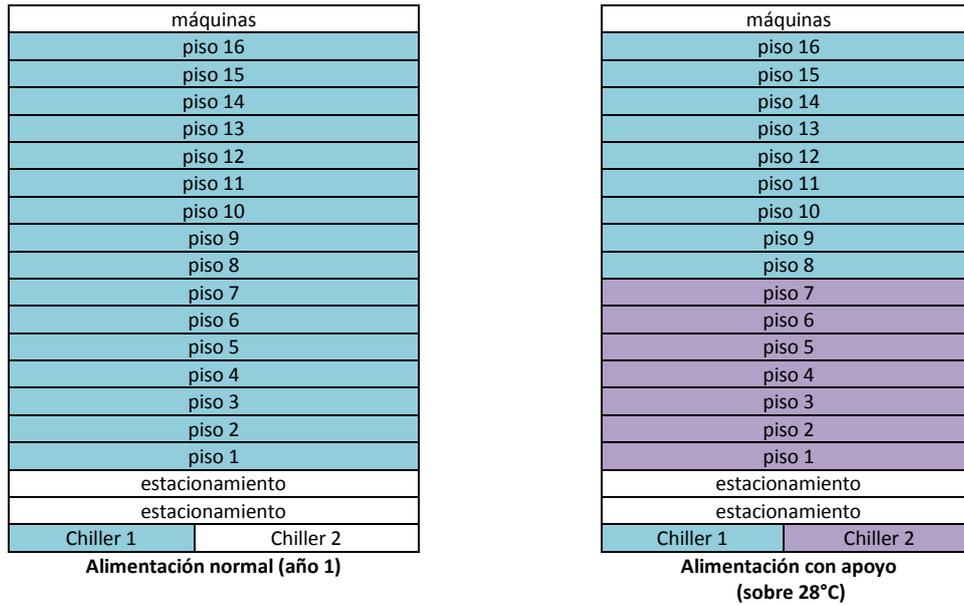


[Fig.55]: Intercambio anual de equipos de climatización

La administración de estos equipos se basa en lograr mantener el funcionamiento del equipo en un 75% de una manera estable, esto favorece a el rendimiento de los equipos y sus proceso de mantención, ya que el desgaste es medido, por lo tanto se realiza un ahorro importante en los procesos de mantención, disminuyendo la cantidad de averías y recambios de repuestos.

Para poder mantener constante el funcionamiento del equipo, se genera el apoyo del funcionamiento de los equipos anteriormente señalado.

En un día normal, el equipo principal alimenta los 16 pisos, pero cuando se requiere un refuerzo en el sistema de aire acondicionado se disminuye la superficie a climatizar por cada equipo, alimentando del piso 1 al 8 el primer equipo, y el 2° equipo del 9 al 16. Esto se realiza a través de las válvulas de los circuitos de aire.



[Fig.56]: Distribución abastecimiento eventual de AA

## Tarifas eléctricas

Antes de revisar el consumo generado por el edificio, es necesario comprender la tarifa utilizada (BT-4.3) y los factores que influyen en la determinación de esta. [28]

### Factores que influyen en la tarifa:

1. Potencia y distribución de los consumos máximos: Este factor se relaciona con la potencia (kW) utilizada y la entrega o distribución (temporal) del servicio, en relación a las horas punta o tramos de máximo consumo.
2. Infraestructura: la tarifa varía si el servicio llega por aire y/o en forma subterránea.
3. Voltaje: Consiste en la alta o baja tensión del suministro. Chilectra aplica las tarifas de acuerdo a estas dos modalidades, "AT" (alta tensión) o "BT" (baja tensión). A partir de esto, se subdividen en sufijos numéricos del 1 al 4, según la potencia requerida por el usuario.
  - 3.1. Baja tensión (BT): voltajes menores a 400 voltios, tanto monofásicos (220 voltios), como trifásicos (380 voltios). Estas tarifas se distinguen con el prefijo "BT".
  - 3.2. Alta tensión (AT): suministro superior a 400 voltios. Estas tarifas se distinguen con el prefijo "AT".

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
								Horario Bajo												Horario Punta			

[Fig.57]: Horarios considerados para el cobro d la tarifa BT-4.3

La empresa Chilectra, recomienda esta tarifa, cuando se ha logrado disminuir el consumo en horas punta (20:00 a las 8:00 h.) en un 65% de la demanda de potencia que se tiene en otros

tramos horarios. Esta tarifa contempla un Sistema de Medida Adicional (SIMA), que es un medidor de potencia diseñado especialmente para discriminar entre los consumos en horas punta y el total suministrado.

Esta tarifa tiene 3 diferentes modalidades de facturación, el edificio contempló la tercera modalidad, esta considera los siguientes cargos:

- Cargo fijo mensual: Lectura de medidores, Facturación, Reparto facturas, Recaudación y atención de clientes.
- Cargo por energía: es el resultado de la potencia ocupada, por la cantidad de artefactos y por el tiempo utilizado.
- Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas punta: es el resultado del consumo máximo entre los meses de abril y septiembre. El resto de los meses, se factura el promedio de las dos demandas más altas registradas durante las horas punta en los cinco meses de invierno inmediatamente anterior.
- Cargo mensual por demanda máxima de potencia suministrada: es el promedio de las dos demandas más altas registradas en los últimos 12 meses inmediatamente anteriores, incluido el mes facturado.

## Empalmes

El consumo eléctrico del edificio Consorcio, es suministrado a través de 3 empalmes, los cuales abastecen el funcionamiento de las áreas comunes y servicios del edificio, adicionalmente cada oficina tiene su propio empalme para su funcionamiento.

Los 3 empalmes principales, están con la tarifa eléctrica enunciada anteriormente, BT-4.3, mientras los empalmes comunitarios se dividen de la siguiente manera:

1. **Empalme Común (SC 2):** el cual se encarga de abastecer de energía el circuito de iluminación, ascensores, bombas de agua, sistema de extracción forzada, inyección de aire de todo el edificio.
2. **Chiller 1 (SC3):** conexión chiller 1
3. **Chiller 2 (SC4):** chiller 2

Esta distribución de los empalmes nos permite tener una separación clara del ahorro generado por cada medida.

En uno de los empalmes, se agrupan los consumos generados por las áreas comunes, ascensores, iluminación y la administración del edificio, se ven directamente reflejados en el consumo del empalme SC2.

Y Por otro lado toda la gestión energética de climatización se identifica con los empalmes SC3 y SC4, ya que cada Chiller se conecta independientemente a estos empalmes.

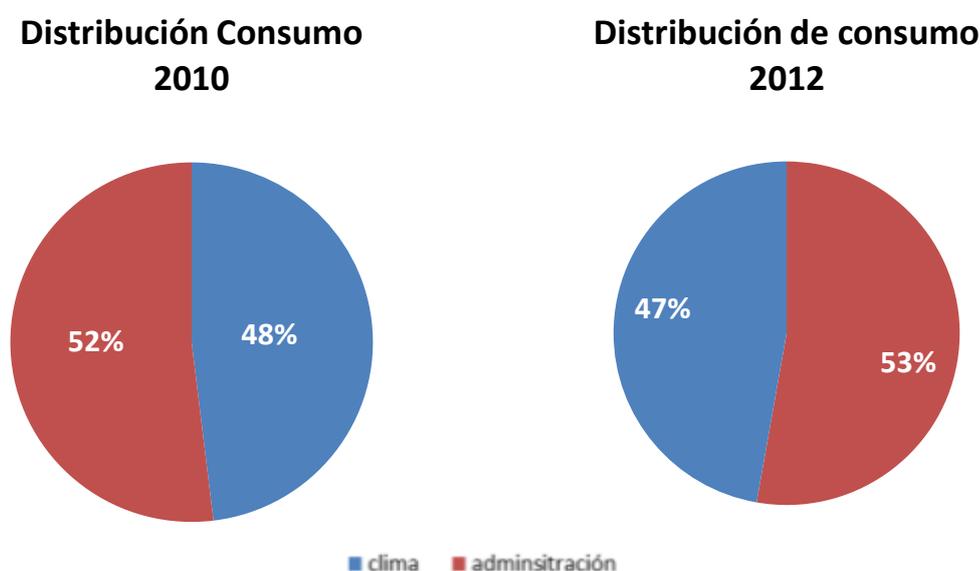
Esta separación nos permite tener un análisis acabado de la gestión energética y los consumos del edificio.

## Gestión energética v/s consumo

---

Debido a las medidas de administración adoptadas en el edificio, se logró un ahorro de \$38.010.168 anual, que corresponde a un 22%. Este valor se obtiene tras la comparación del primer año (2010), donde se comenzaron a aplicar las medidas, y el año 2012, se tiene la gestión completamente aplicada a la diferencia de la tarifa eléctrica debido al historial de consumo que abarcan los últimos 12 meses.

En la figura 51, podemos ver la variación en los consumos producidos por las medidas de ahorro energético utilizadas.



[Gráfico 12]: Comparación de distribución de consumo energético total 2010 / 2012, elaboración propia, según datos de la administración.

Para identificar la distribución de este ahorro, analizaremos los 3 empalmes y su administración, y como impactan las medidas tomadas en la facturación a largo plazo.

### Empalme Común (CS2)

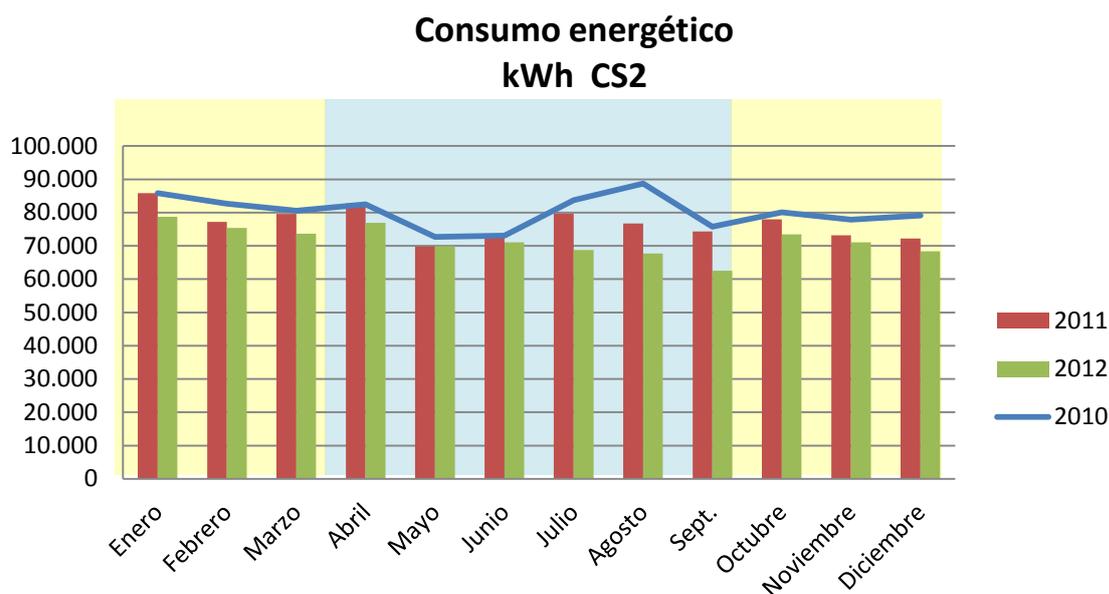
En este empalme se acogieron todos los servicios necesarios para operar el edificio, tales como iluminación, ascensores, etc.

Es importante exponer que el ahorro energético generado, no fue inmediato, también se produjo por las medidas de eficiencia energética a largo plazo, lo que se tradujo en la administración de la tarifa eléctrica, generado por el ahorro del año anterior.

Las medidas de gestión energética se pueden relacionar al consumo de este empalme son:

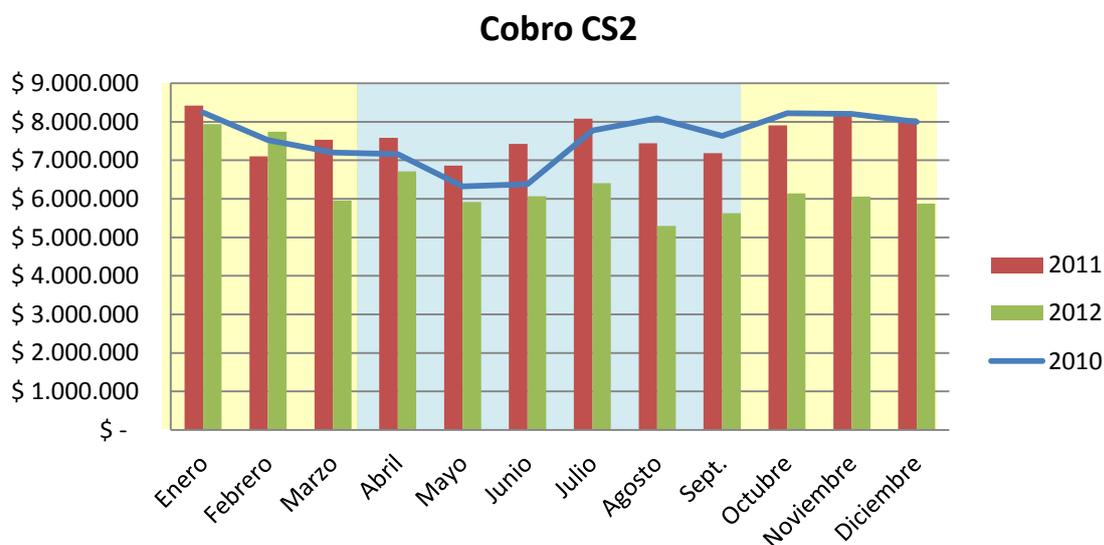
1. cambio de ampollitas de escaleras y áreas comunes, manteniendo la capacidad lumínica.
2. Cambio de iluminación exterior, se cambiaron los focos de iluminación en accesos trilinge, se bajó su potencia manteniendo su capacidad lumínica.
3. Plan de mejoramiento de la conducta comunitaria. Se creó conciencia a los usuarios, por ejemplo dejar el computador apagado, apagar las luces, etc

Con estas medidas se generó la disminución de 104.880 kWh, lo que equivale a \$15.012.683, con un ahorro mensual promedio de \$1.251.057. (Entre el año 2010 y 2012) [Gráfico 11]:



[Gráfico 13]: [Gráfico 11]: Consumo kWh empalme común CS2, (elaboración propia según datos de la administración)

Se produjo un 11% de ahorro en el consumo de kWh, lo que impacto en la disminución del cobro eléctrico en un 17%. [Tabla 17]



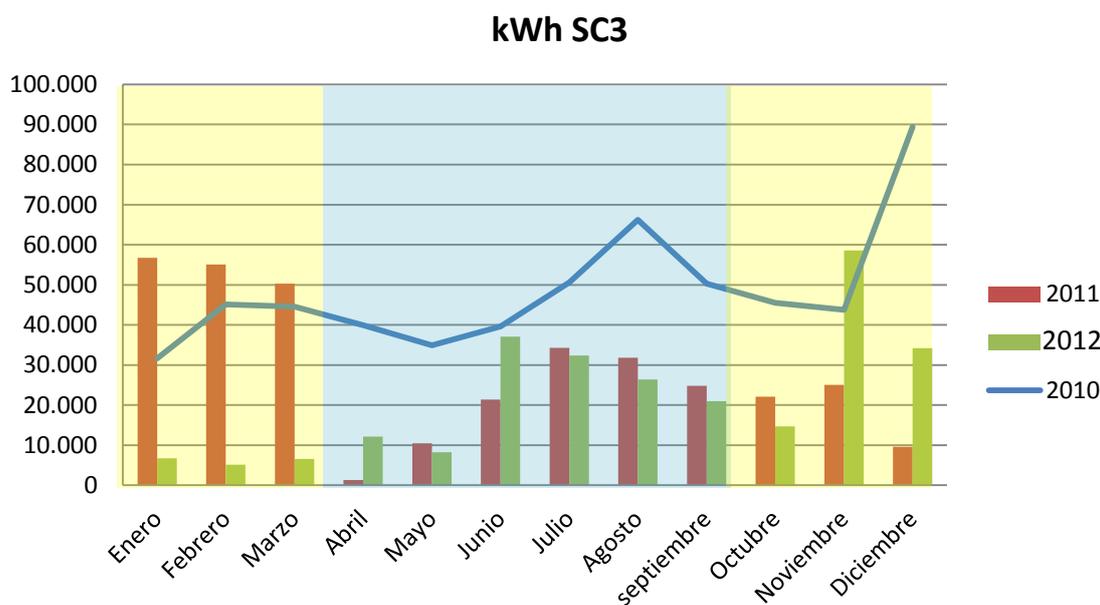
[Gráfico 14]: Cobro por consumo eléctrico CS2, empalme común (elaboración propia según datos de la administración)

## Chiller 1 (SC3)

En este empalme se encuentra la alimentación del Chiller n° 1, el cual se vio afectado por las siguientes medidas aplicadas.

1. Gestión de sistemas de aire acondicionado, donde se definió la ocupación de los equipos alternados y el apoyo de los equipos en temperaturas extremas.
2. Se definió horarios de funcionamiento de aire acondicionado y ventilación del edificio a través de la activación de los sistemas de extracción de aire.
3. Organización del funcionamiento de equipos en horario económico (antes 20 h.), esto permite bajar en consumo de la tarifa promedio del edificio.
4. Plan de mejoramiento de la conducta comunitaria. Se crea conciencia a los usuarios, por ejemplo dejar el computador apagado, apagar las luces, entre otras.

En el gráfico siguiente, se puede ver el consumo energético del empalme SC3, donde se muestra un bajo consumo en los años 2011 y 2012, época donde estuvo mayormente inactivo, en cambio en el año 2010 tuvo un funcionamiento continuo y mayor.

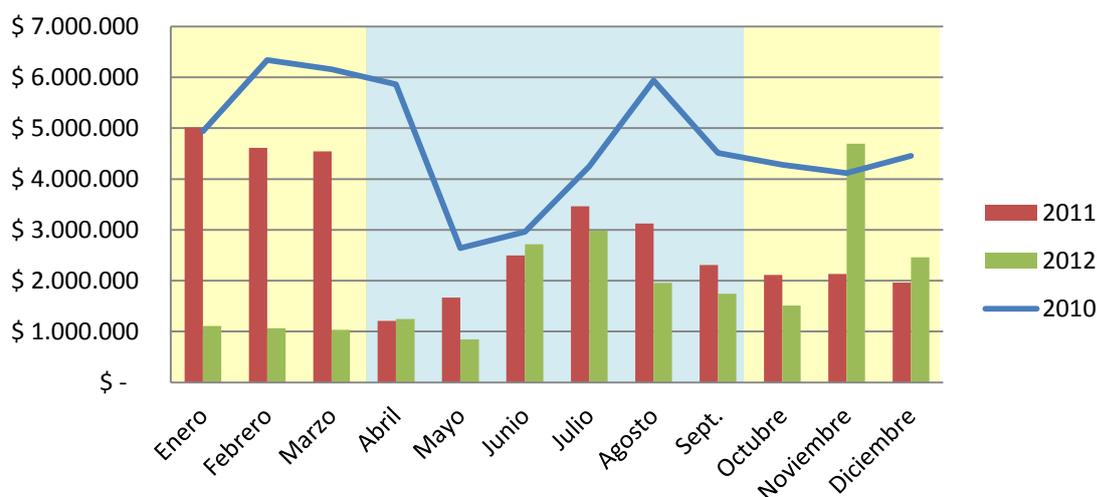


[Gráfico 15]: Consumo kWh, SC 3, elaboración propia según datos de la administración

En cuanto al costo cancelado durante estos años, mostrado en el gráfico siguiente, se puede apreciar que al igual que en el gráfico de kWh SC3, el año 2010 es el que mantuvo una facturación mayor, relacionada directamente al consumo energético mantenido en este periodo.

En el primer trimestre del 2010 se presentó un costo mayor, ya que no presenta el ahorro generada por el intercambio de equipos del año anterior.

### Cobro CS3



[Gráfico 16]: Cobro por consumo eléctrico, SC 3, elaboración propia según datos de la administración

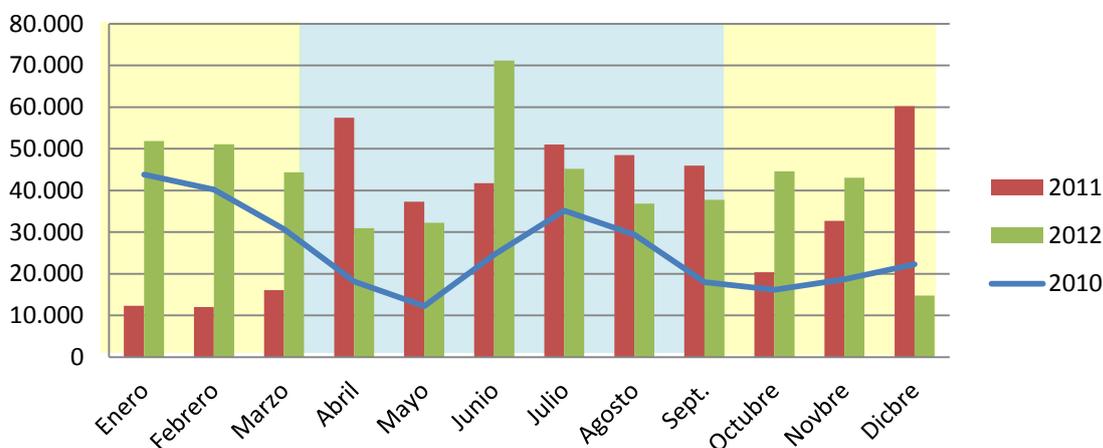
### Chiller 2 (SC4)

En este empalme se encuentra la alimentación del Chiller n° 2, el cual se vio afectado por las siguientes medidas aplicadas.

1. Gestión de sistemas de aire acondicionado, donde se definió la ocupación de los equipos alternados y el apoyo de los equipos en temperaturas extremas.
2. Se definieron horarios de funcionamiento de aire acondicionado y ventilación del edificio a través de la activación de los sistemas de extracción.
3. Organización de consumos y funcionamientos de equipos en horario económico (antes 20 h.), esto permite bajar al tarifa promedio del edificio.
4. Plan de mejoramiento de la conducta comunitaria. Se crea conciencia a los usuarios, por ejemplo dejar el pc apagado, apagar las luces, entre otras.

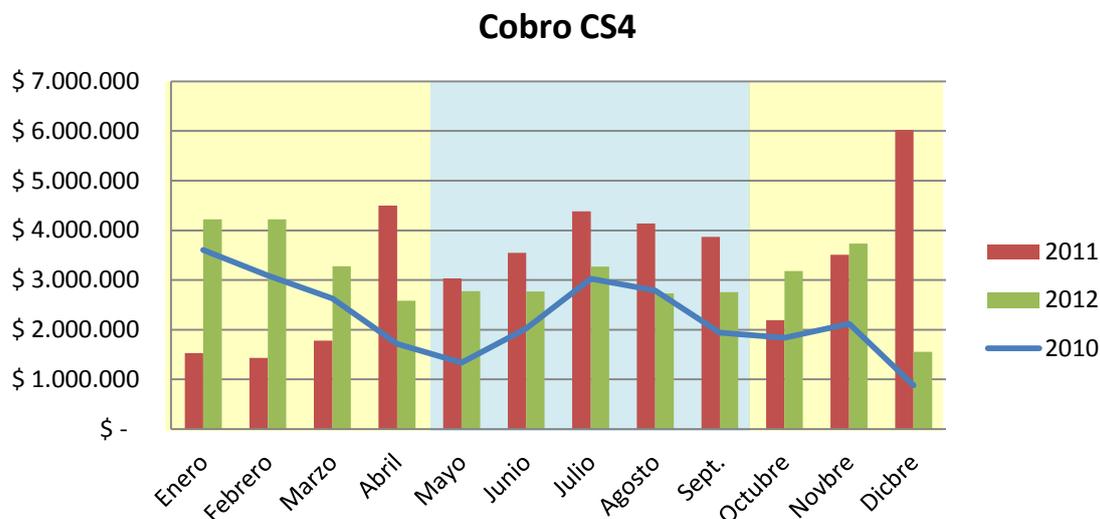
En el gráfico siguiente, podemos ver como en consumo fue aumentando desde el año 2010.

### kWh CS4



[Gráfico 17]: Consumo kWh, SC 4, elaboración propia según datos de la administración

En cuanto al cobro generado en el empalme CS4, se puede observar cómo se invirtieron las curvas anualmente, debido al intercambio en el uso de los equipos. Ver tabla 21.

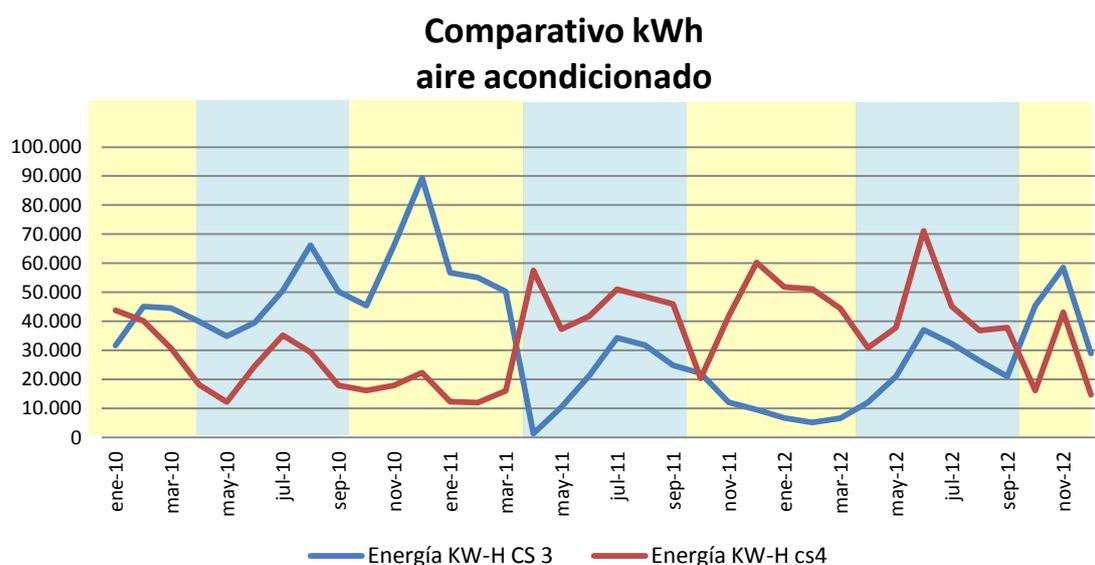


[Gráfico 18]: Cobro por consumo eléctrico, SC 4, elaboración propia según datos de la administración

## Comparativo consumo Aire acondicionado

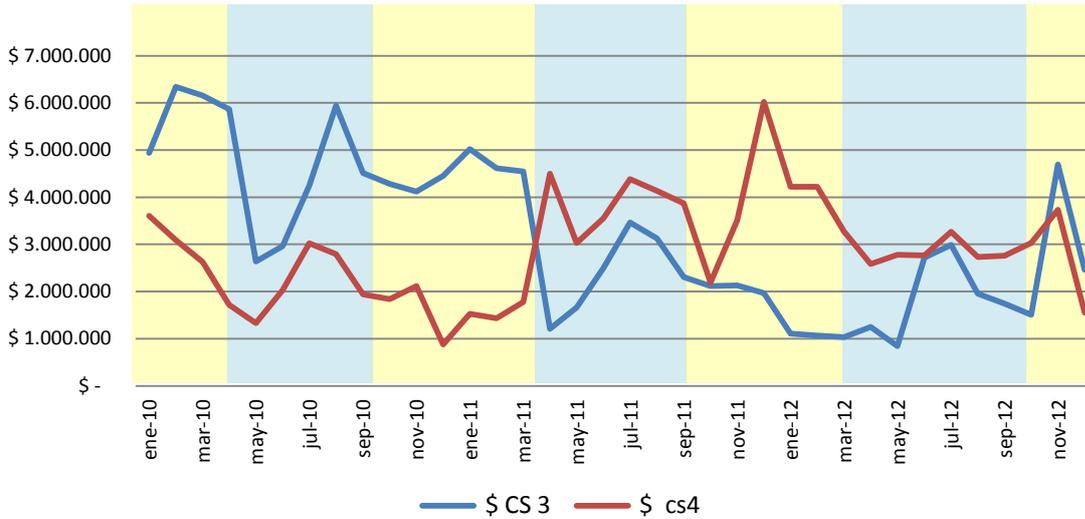
Gracias a la individualización generada en los empalmes y la agrupación de los consumos, podemos tener un análisis más acabado de los datos.

En los siguientes gráficos se identifican los intercambios de equipos y su efecto en la facturación. Se destacan los meses de mayor temperatura Octubre a Marzo, y de menor temperatura de Mayo a Agosto. [Gráfico 19]:



[Gráfico 19]: Evolución de consumos para AA, elaboración propia según datos de la administración

### Comparativo Cobro aire acondicionado



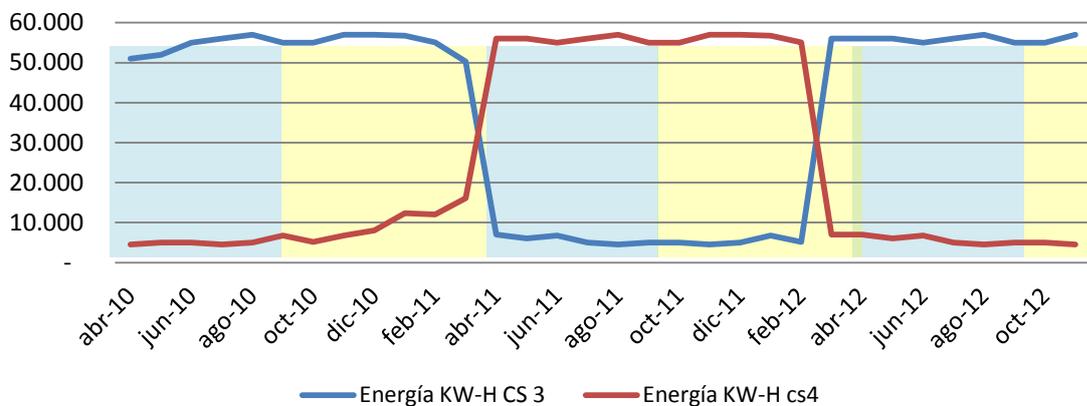
[Gráfico 20]: Comparación de cobros por consumos para AA, elaboración propia según datos de la administración

Las medidas de ahorro generadas en los sistemas de aire acondicionado, provocaron una disminución de consumo de kWh entre los años 2010 y 2012, pasando de 891.025 kWh a 767.235 kWh, generando una diferencia de 123.790 kWh, lo que corresponde a un 14% de ahorro en el consumo energético.

Si esto lo traspasamos al cobro por este mismo concepto, veremos que en el año 2010 se pagaron \$83.452.098 y el año 2012 \$60.454.613, lo que genera una diferencia de \$22.997.485, lo que corresponde a un ahorro en el pago de energía del 28%.

Si consideramos la alternancia anual del funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, sin fallas o imprevistos, se estimó un comportamiento similar al mostrado en el [Gráfico 21]:

### Comportamiento energético esperado kWh

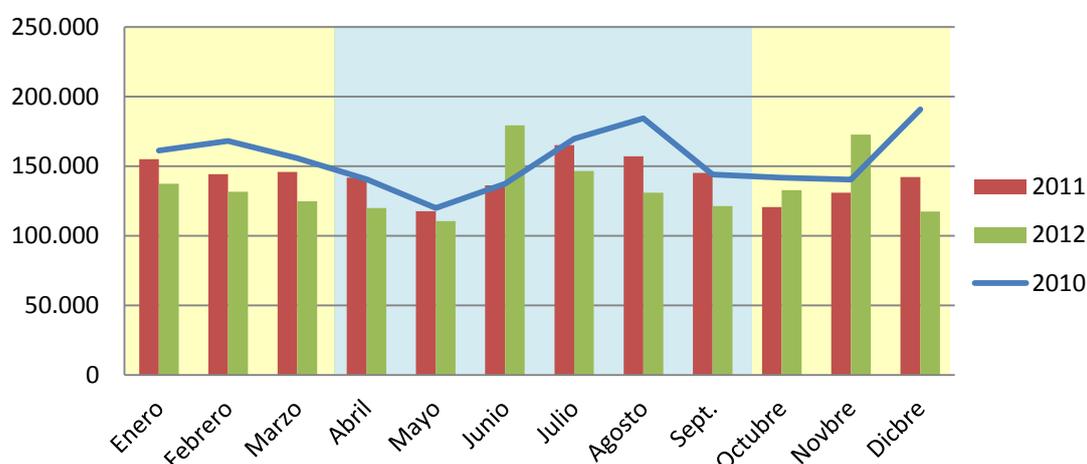


[Gráfico 21]: [Gráfico 20]: Esquema de comportamiento esperado, elaboración propia según datos de la administración

## Análisis del consumo total

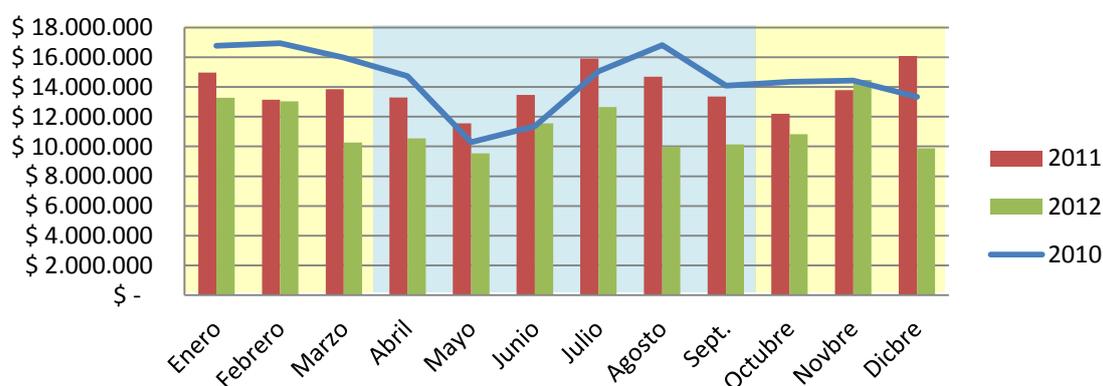
Al analizar el consumo energético total, administración y aire acondicionado, se puede ver que el ahorro se generó gradualmente entre el año 2010 y 2013. [Gráfico 22 y 23]

### kWh totales



[Gráfico 22]: Consumo kWh total del edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración

### Costo total



[Gráfico 23]: Costo total del edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración

Si se consideran todas las medidas de ahorro de energía, se ve que las medidas tomadas en el marco de climatización, alcanza un 28% de ahorro en el costo del consumo de energía, mientras que las medidas tomadas en la administración de los recintos comunes alcanza un 17%.

Analizado el consumo de energía total, se ve que durante el año 2010, se consumieron 1.853.425 kWh, y durante el año 2012 disminuyó a 1.624.75 kWh, lo que significa un ahorro de 228.67 kWh, esto corresponde a un 12% menos del consumo. Si esto lo se aplica a la tarifa cobrada, vemos que en el año 2010, se pagaron \$174.196.046 y en el año 2012 \$136.185.878, esto se traduce en un ahorro de \$38.010.168, lo que equivale al 22% de ahorro en el gasto del consumo global de energía eléctrica.

Del 12% en ahorro de kWh, el 46% de este ahorro corresponde a las medidas generadas en la administración de áreas comunes y un 54% en las medidas aplicadas en sistemas de aire acondicionado.

A su vez, del 22% de ahorro económico, el 39% del ahorro en el cobro energético fue realizado por la administración de espacios comunes y el 61% por las medidas de los sistemas de aire acondicionado.

Dentro de los datos que se analizaron, se tienen los correspondientes al año 2010, donde se ocupaban 69 kWh/ m<sup>2</sup> y al 2012 se alcanzaron 61 kWh/ m<sup>2</sup>.

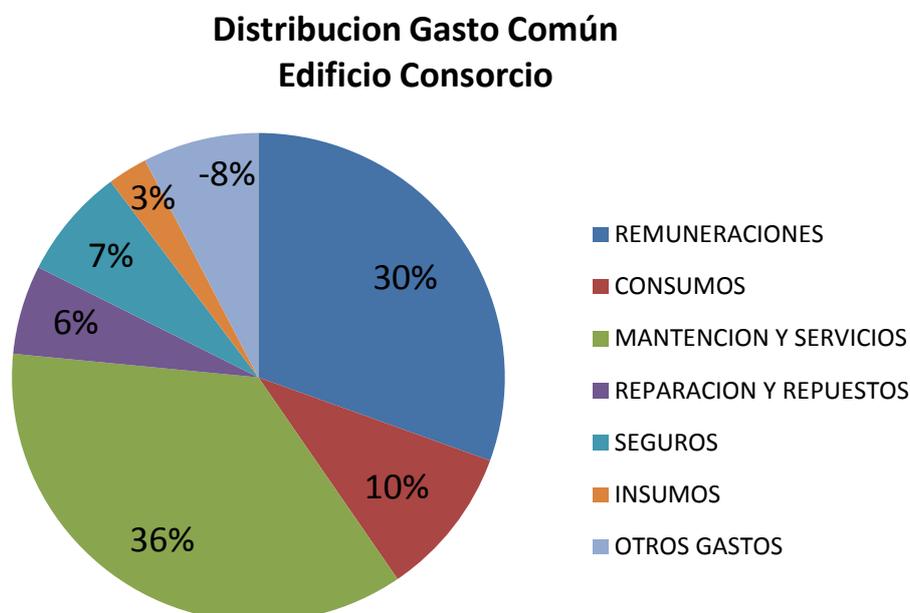
El año 2010, se pagó por m<sup>2</sup>. un valor de \$6.512 correspondiente al consumo de energía, y el 2012 bajó a \$5.091, lo que significó un ahorro de \$1.421 por m<sup>2</sup>.

### Composición Gastos Comunes

Los gastos comunes en un edificio son el fiel reflejo de la administración aplicada en esta, sin embargo el valor del gasto común no siempre se relaciona con la calidad o estándar del edificio.

El valor promedio de los gastos comunes de oficinas en Santiago, fluctúan entre UF 0,06 a UF 0,1 por Metro cuadrado [Gráfico 26]:

El edificio Consorcio, si bien mantiene una distribución de gastos comunes normal a su tipología, se puede identificar un crecimiento en las mantenciones, tal como se muestra en el Gráfico 24.



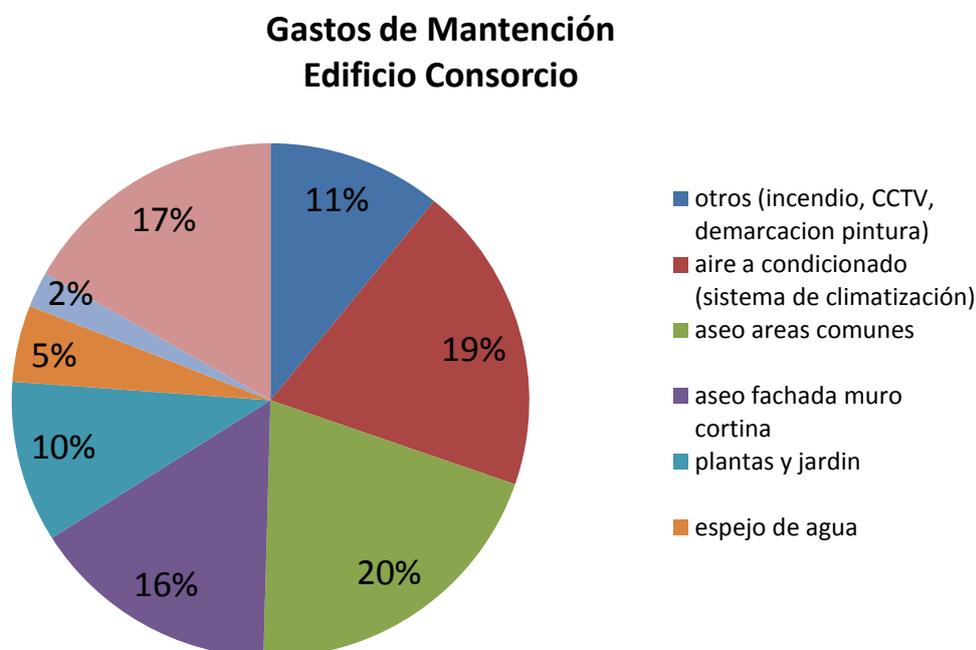
[Gráfico 24]: Composición gasto común edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración

La superficie a prorratar el gasto común fue solo el 69% de la superficie total del edificio, que corresponde a 18.343 m<sup>2</sup>

El estacionamiento percibió ingresos correspondientes al 8% del Gasto común.

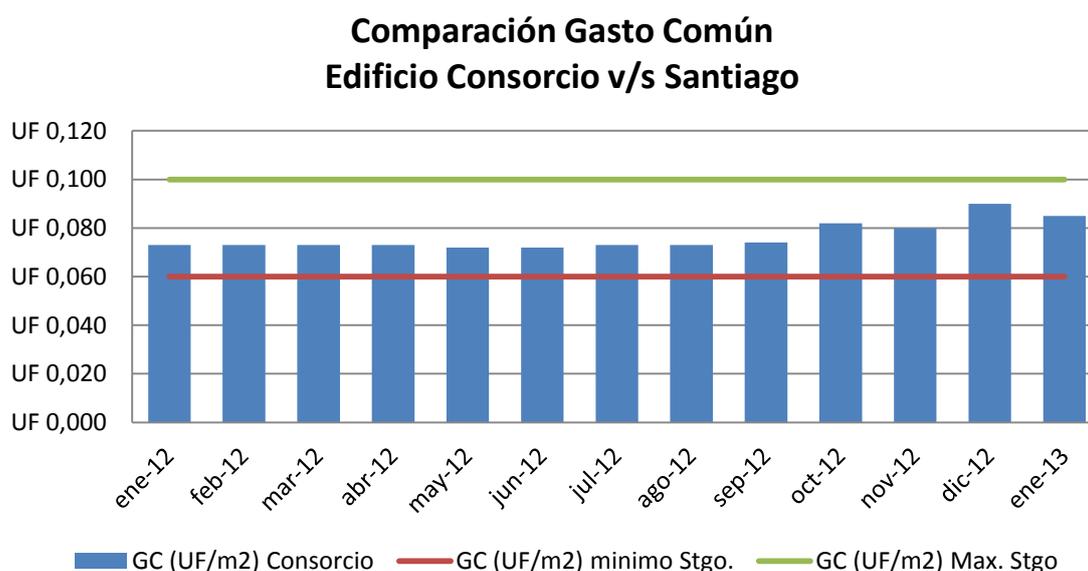
El valor de gasto común por m<sup>2</sup> alcanzó a UF 0,076 (\$1.726)

Con respecto a la composición de los gastos generados por la mantención, se puede ver la siguiente distribución.



[Gráfico 25]: Composición de ítem Mantenciones dentro del gasto común del edificio Consorcio

En el gráfico N° 25 se ve la composición dentro del ítem mantenciones, se puede identificar el peso económico que representa la mantención de jardines (10%), o espejo de agua (5%) respecto al valor total. Este tipo de implementaciones si bien generan un mayor gasto en mantención, se ven disminuidos en gastos de consumo energético.



[Gráfico 26]: Cuadro comparativo valor Gasto común edificio Consorcio v/s mercado inmobiliario de Santiago.

---

## CONCLUSIONES EDIFICIO CONSORCIO

---

Dentro del edificio Consorcio se presentó un manejo de la energía sobresaliente frente a otros edificios similares, generando un plan de gestión del manejo energético, el cual involucra a la comunidad.

Dentro del manejo energético se centraron 3 factores relevantes para asegurar la eficiencia energética, estos son infraestructura, administración y climatización.

Estos factores tienen diferentes incidencias en la capacidad de ahorro energético, ya sea a través de la gestión del consumo, manejo de tarifa eléctrica o condiciones propias de la infraestructura.

En la tabla n° 11 se exponen el ahorro en consumo energético y económico generado en el edificio Consorcio por cada uno de los factores antes mencionados.

FACTOR	AHORRO ENERGÍA	AHORRO ECONÓMICO
Infraestructura	48%	28%
Administración	5%	3%
Aire acondicionado	6%	13%
<b>TOTAL</b>	<b>59%</b>	<b>44%</b>

[Tabla 10]: Cuadro resumen del ahorro producido por cada factor. Elaboración propia según datos de la administración

Los factores de infraestructura y administración son de mejora continua, esto quiere decir que su beneficio es progresivo en el tiempo, por lo tanto son proporcionalmente directos.

En cuanto a los equipos de aire acondicionado, su proporción varía, ya que se ve favorecida por el manejo dado al consumo anual intercalado de los empalmes. Es por esto que la tarifa a utilizar siempre será comparada con un consumo casi nulo del año anterior según la tarifa contratada.

Si bien el edificio Consorcio presenta un buen modelo de gestión energética, vemos que existen espacios de mejora para hacer aún más eficiente su gestión.

### Mejoras de Infraestructura

Al ser un edificio de la década de los años '90, hay algunos aspectos de los edificios que han quedado obsoletos debido al rápido avance de la tecnología, lo que hace que actualmente existan nuevos equipos y materiales que permiten un comportamiento energético aún más eficiente.

### **Sistema de climatización:**

Los equipos de aire acondicionado utilizados actualmente, no son los más eficientes que existen hoy en el mercado, por lo que el cambio de estos por nuevas tecnologías, podría ofrecer un mejor funcionamiento y comportamiento energético además de disminuir la frecuencia en las mantenciones de los mismos.

Por otro lado, actualmente se hace el control de temperatura manualmente para poder determinar si se requiere aumentar o disminuir la temperatura.

Actualmente hay sistemas de termostato monitoreados, que son capaces de monitorear los contrastes de temperaturas en diferentes zonas, estos termostatos se pueden conectar a los software utilizados para medir y programar el uso de los equipos de aire acondicionado, por lo tanto se generaría una eficiencia mayor, disminuyendo el tiempo que se dedica a operar el proceso de climatización instaurados en el edificio. Una gestión más actualizada, debería considerar con anterioridad los criterios a aplicar para gestionar la operación, como por ejemplo la metodología ESCO.

### **Iluminación:**

Si bien en el ámbito de la iluminación existen mejoras considerables, aun se puede mejorar más, con simples medidas.

Actualmente el ahorro energético de iluminación se genera por el cambio de ampolletas a unas de menor consumo y el apagado de las luces durante la noche, lo que hace que durante el día no exista un control del funcionamiento de los equipos de iluminación, por lo que queda a voluntad de las personas que habitan el edificio.

La instalación de sensores y taiming son una muy buena herramienta de control de consumo, sin perjudicar la calidad de iluminación para los usuarios. Estos sensores pueden sr aplicados en los espacios de menor uso, ascensores, baños, etc. Y lo que se logra es que el tiempo de funcionamiento de la iluminación es absolutamente exacto.

### **Administración:**

Dentro de los aspectos más relevantes para el manejo eficiente de la energía se encuentra la administración de cada edificio. Si bien el Consorcio presenta una administración muy destacada, existen aspectos que se pueden trabajar.

Dentro de las acciones destacadas, se encuentra el trabajo generado con la comunidad, logrando un cambio de conducta en ella.

Este trabajo con la comunidad no ha terminado, ya que es necesario formalizar las conductas a través de manuales de usuarios o normativas que se incluyan dentro del reglamento del edificio. Esto permite un marco o contrato de las buenas costumbres y hace que no solo sea un cambio de hábito si no un estilo de vida propio del edificio.

## 3.2 EDIFICIO LA CONCEPCIÓN #222

### ANTECEDENTES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN

Edificio La Concepción	
Comuna	: Providencia
Emplazamiento	: La Concepción # 222
Arquitectos	: Echeverría Izquierdo
Superficie Terreno	: 2.000 M <sup>2</sup>
Superficie construida	: 11.752 M <sup>2</sup>
Año de construcción	: 1998
Orientación Predominante	: Norte - poniente

[Tabla 11]: Tabla información Edificio La Concepción

El edificio de la Concepción está ubicado en la comuna de Providencia, de Santiago de Chile, consta de 11.752 m<sup>2</sup>, considerando 2 subterráneos, más 13 pisos de oficinas.

Desarrollado por una de las oficinas de mayor prestigio en el desarrollo de edificios en altura, con la técnica de hormigón armado, Echeverría Izquierdo



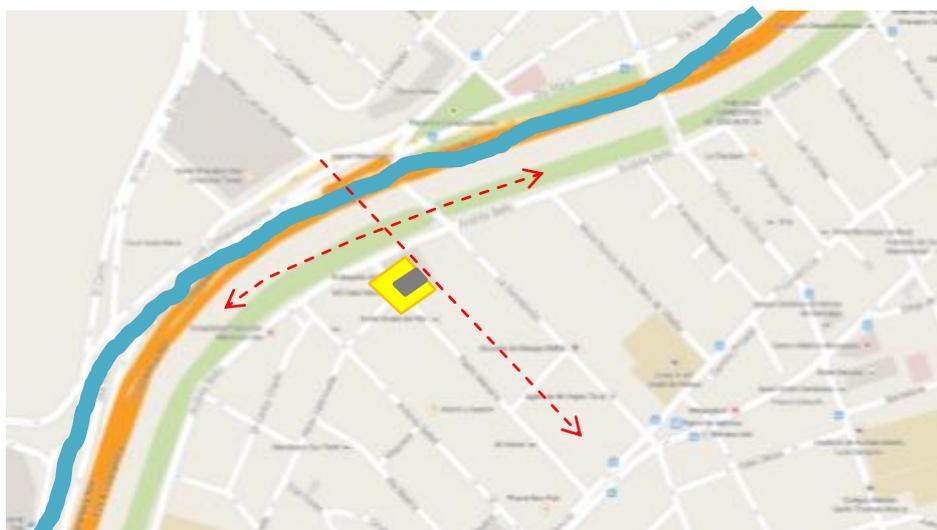
[Fig.58]: Fachadas norte y poniente Edificio La Concepción

## Emplazamiento y Ocupación del Edificio

---

Emplazado en el centro de Providencia, colindante a uno de los ejes verdes de Santiago, río Mapocho y a los principales ejes de conexión.

Hacia el norte se encuentra cercano al río Mapocho y el eje vial Andrés Bello, el oriente se encuentra delimitado por la calle Concepción, en cuanto a los lados sur y poniente, se encuentra delimitado por construcciones de baja altura.



[Fig.59]: Esquema emplazamiento Edificio La Concepción

Es importante destacar el entorno volumétrico que rodea este edificio, ya que su entorno es de muy baja altura debido a la normativa vigente, esto sumado al emplazamiento que el edificio tiene dentro del terreno, nos permite tener un panorama despejado hacia el norte y poniente, lo que genera un asoleamiento directo sin interrupción de conos de sombras generados por otros edificios o elementos externos.



[Fig.60]: Emplazamiento Edificio La Concepción

## Ocupación del Edificio la Concepción

---

Este edificio fue generado a través de un solo volumen rectangular, de 13 pisos de altura.

En el primer piso, el edificio cuenta con locales comerciales y el acceso a las oficinas de los niveles superiores, distribuidas y divididas por pisos, manteniendo en el interior de ellos un solo nivel de altura.

Nº piso	Empresa
14	Salas de Maquinas, sala de presurización, generadores eléctricos
13	E. Viollier y asociados
12	DALKIA Chile S.A
11	ANS S.A/ ANT Tecnologías S.A
10	DALKIA Chile S.A
9	IFS Logistic services
8	Acuña y asociados S.A
7	Bridgestone of te road tire latin american
6	DSV-GL Chile S.A
5	Asociación de aseguradoras de Chile / prose Chile Spa
4	Celplan Chile S.A / instituto EOS
3	Epson chile S.A
2	entrepiso
1	Epson chile S.A / AG internacional
-1	Estacionamientos
-2	Estacionamientos

[Tabla 12]: Ocupación Edificio La Concepción

El edificio de la Concepción fue concebido como edificio para arriendo de oficinas, por lo tanto cada oficina es un dueño o arrendatario en particular.

### Comunidad

La comunidad del edificio de la Concepción se integró en una copropiedad inmobiliaria, esto quiere decir que cada oficina tiene un dueño diferente.

Esta estructura se formaliza a través de un directorio representativo, el cual se encarga de tomar las decisiones administrativas del edificio. Este tipo de estructuras es la utilizada en la mayoría de los edificios de oficinas.

Aquí nos enfrentamos a una comunidad impersonal, encargada de fiscalizar que la administración no incurra en irregularidades que afecten a los propietarios, pero esto hace que no se consideren medidas importante frente a la utilización del edificio, como por ejemplo medidas de eficiencia energética, horarios de funcionamientos, etc.

Los usuarios del edificio se han vuelto indiferentes frente a la rutina diaria importando solamente la mantención regular del cobro de los gastos comunes, esto quiere decir que no presente diferencias importantes y mientras menor sea el costo es más aceptado.

Esto se traduce en que muchas veces el servicio brindado por el personal de la administración se transforma en una administración de fondos económicos y no en la gestión como tal del edificio para su buen funcionamiento.

Estos usuarios son llamados usuarios grises, ya que no interactúan frente a las condiciones presentadas en el edificio, ignorando absolutamente si existen medidas de mejoras aplicables reales, simplemente no existe interés.



[Fig.61]: Esquema ocupación del Edificio La Concepción

---

## DISEÑO, SUSTENTABILIDAD Y CONFORT

---

El edificio de la Concepción, se considera un edificio “tipo” de oficinas construido en la década de los ´90, esto hace que tenga algunas características, como por ejemplo la ausencia de espacios comunes.

En este edificio se generó un sistema de climatización centralizado, el cual se encarga de regular la temperatura de todo el edificio.

Este edificio no considera grandes superficies interiores o exteriores para ventilar y enfriar la maza del edificio, formando pequeñas ventanas, las cuales no logran generar un aporte importante al enfriamiento del edificio.

El sistema de climatización centralizado, no ha permitido un manejo específico para las áreas más afectadas ya sea por incidencia solar o carga de ocupación.

Todos estos factores en conjunto, han hecho que el sistema de climatización sea poco eficiente, dejando parte del horario de ocupación del edificio en una condición deficiente de confort,

En cuanto a los factores externos que influyen en la temperatura interior, se encuentra que en este edificio se genera un sobrecalentamiento excesivo entre los meses de mayor radiación solar (Octubre a Marzo), esto se debe a la radicación de los extensos pavimentos de primer nivel, y la nula existencia de sombras que afecten el edificio.

En este edificio logramos identificar 4 ámbitos que afectan el consumo energético y la climatización de edificio:

1. Volumetría extensa y expuesta
2. Control solar inexistente
3. No contempla espacios interiores ni exteriores de ventilación
4. Mal manejo administrativo

Estos puntos identificados, son mejorables a través del trabajo de 3 grandes factores para producir un manejo eficiente de la energía y climatización.

1. Factores de infraestructura
2. Factores externos
3. Factores Administrativos

## Análisis espacial

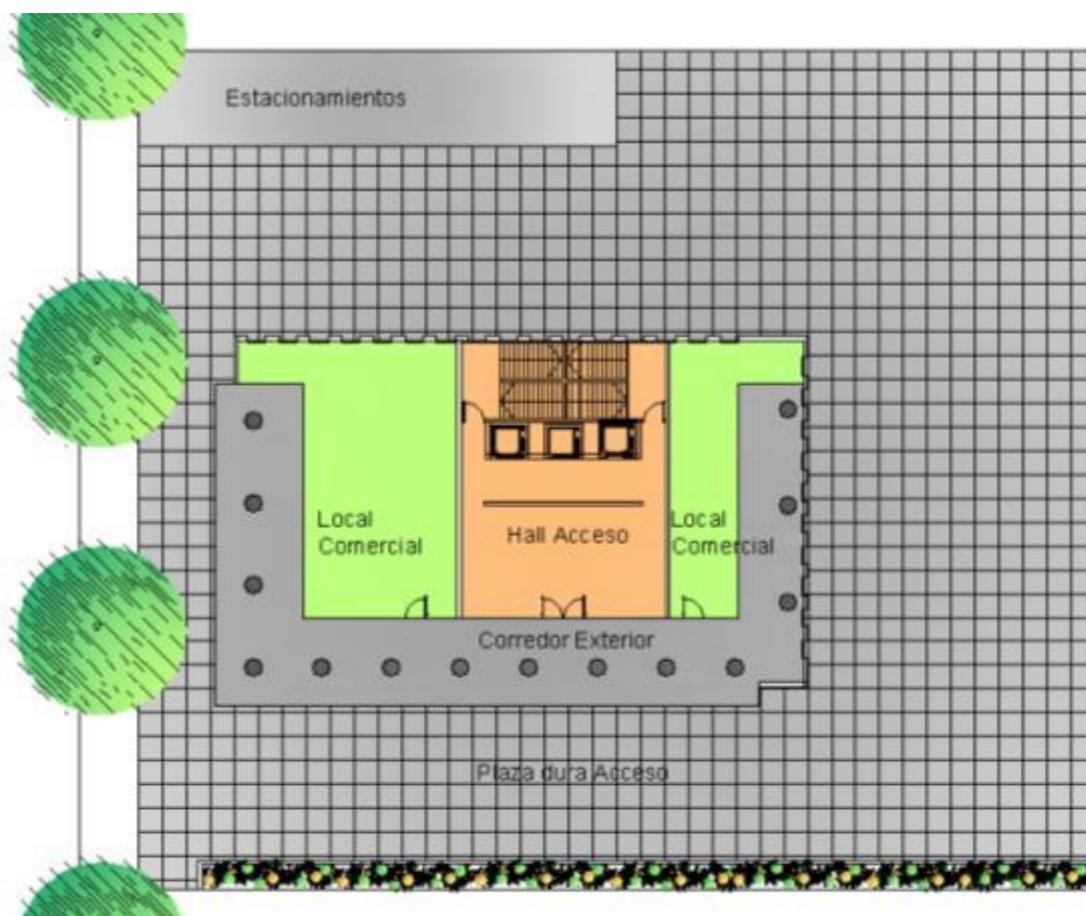
### Plaza de acceso

El edificio de la Concepción, fue diseñado rodeado por una plaza dura, planteada como la extensión de la vereda existente, la cual es una desventaja a la hora de evaluar las condiciones externas que afectan en las temperaturas del edificio. Esto se debe a que el pavimento de las plazas exteriores y veredas reciben una grán radiación solar durante todo el día y esta radiación mantiene las temperaturas altas por tiempos mas prolongados al interior de los edificios.

Espacialmente, la plaza exterior no presenta mayor atractivo, la cual presenta una grán superficie, la cual podria ser mejor utilizada con áreas verdes que mejoren las condiciones de radiación termica además de aportar al entorno.



[Fig.62]: Vereday plaza de acceso



[Fig.63]: Emplazamiento esquemático

## Hall de acceso

Para el hall de acceso no se concideró un espacio predominante dentro del edificio, se solucionó a través de una conserjería y un espacio de distribución para escalas y ascensores.

Este tipo de espacialidad, no aportan al diseño espacial o arquitectónico.

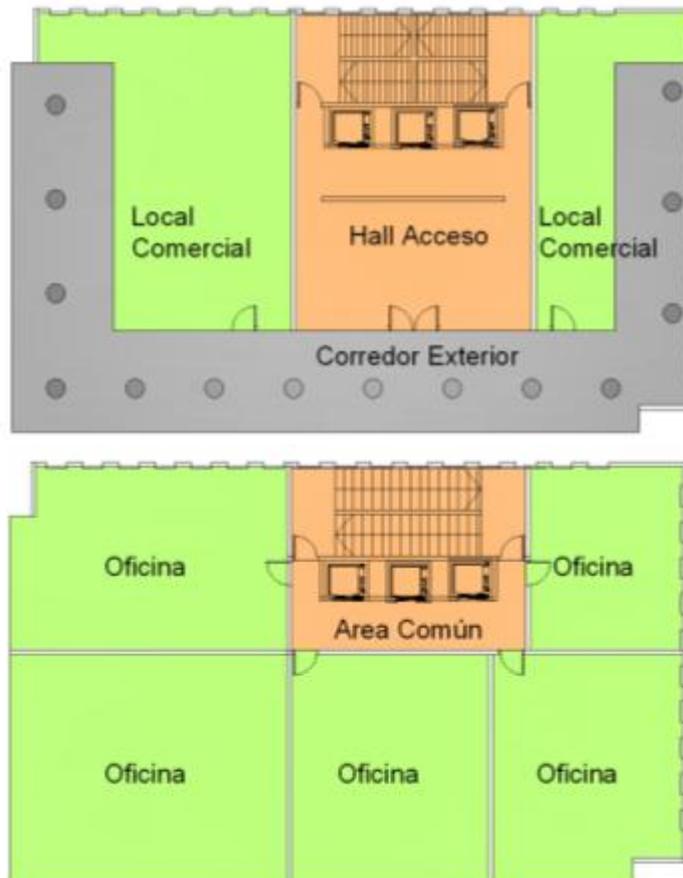
Viendolo desde la perspectiva de la climatización, se evidencia que no es un aporte en cuanto al manejo de la temperatura por su diseño y orientación.



[Fig.64]: Hall acceso oficinas la Concepción

## Recintos comunes

El edificio de la Concepción no presenta espacios comunes de importancia, solo cuenta con los hall de acceso y espacio de distribución de las oficina, los cuales por su disposición, resulta un espacio reducido y desolado.



[Fig.65]: Plantas esquemáticas áreas comunes

## Fachadas

En cuanto a las fachadas se encuentra un mayor juego de profundidades, lo que hace que en el primer piso se genere un corredor que funciona como circulación exterior y control solar para los 2 primeros pisos.

Las fachadas norte y oriente son 95% transparentes. En cambio la sur y poniente presentan una transparencia del 50%



[Fig.66]: Fachadas Edificio La Concepción, elaboración propia

---

## ADMINISTRACIÓN

---

La administración del edificio la Concepción, se caracteriza por ser una administración común dentro de los edificios de oficina.

Esta se basa en la mantención del valor m<sup>2</sup> de gastos comunes y no en la gestión de recursos e infraestructura ligada al edificio.

Otro factor importante que influye en el tipo de administración es la comunidad del edificio, la cual está organizada a través de una copropiedad inmobiliaria. Esto hace que la integración con la comunidad sea a través del pago de gastos comunes, no existiendo planteamientos de mejoras, generando una total indiferencia frente a la administración y distribución de recursos siempre y cuando no se aumenten los gastos de la misma.

En cuanto a las acciones relevantes de la administración tendremos en cuenta:

---

### Tarifa Eléctrica

---

La tarifa eléctrica utilizada por el edificio de la Concepción, corresponde a BT 3, que es la tarifa de la demanda máxima leída.

Esta tarifa se utiliza cuando la potencia energética requerida es desconocida. Por lo que el valor refleja el uso real de la energía.

Requiere de un medidor con registro de demanda máxima (el cual almacena mensualmente la lectura de consumo de potencia máxima ocurrida entre intervalos de 15 minutos) y registro simple de energía.

En cuanto a los cargos generados en la cuenta, incluyen:

- Cargo fijo mensual: lectura de medidores, facturación, reparto de boletas y facturas
- Cargo por demanda máxima: se aplica en forma diferenciada de acuerdo al momento en que realizas el consumo y, según los mismos criterios establecidos para la tarifa BT-2/AT-2.
- Cargo por energía: es el resultado de la potencia (W) que se ocupa, por la cantidad de artefactos y por el tiempo utilizado. Hay que tener en cuenta que la demanda máxima leída en un mes, es el valor más alto de las demandas totales en periodos sucesivos de 15 minutos.
- Cargo por demanda máxima facturado en el mes: la cifra más alta que resulta de comparar la demanda máxima leída en el mes, con el promedio de las dos más altas demandas registradas en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre de los últimos doce meses incluido el mes que se factura.
- 40% del mayor de los cargos por demanda máxima registrado en los últimos 12 meses.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
								Horario Bajo												Horario Punta			

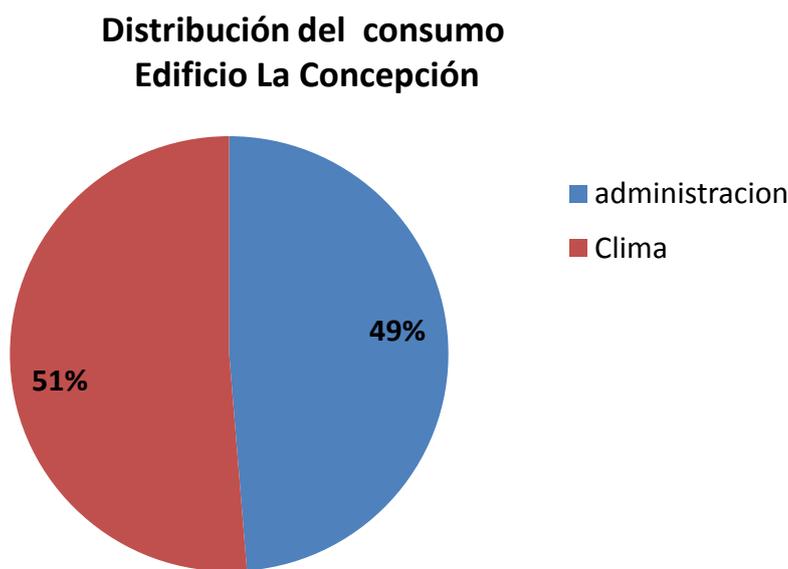
[Fig.67]: BT-3, tarifa contratada por el edificio la Concepción

## Empalmes

En el edificio de la Concepción se utilizan 2 empalmes:

**Empalme 1:** abarca los consumos de las áreas comunes como iluminación, ventilación, enchufes. Etc.

**Empalme 2:** considera el consumo energético del Chiller del sistema de aire acondicionado.



[Gráfico 27]: Distribución de consumos energético edificio La Concepción, elaboración propia, según datos de la Administración.

## Funcionamiento Aire acondicionado

---

Se consideró solo un chiller, para alimentar todo el sistema de aire acondicionado, el cual se mantiene funcionando en un horario controlado de 9:00 a 17:00.

No se generan planes adicionales de apoyo en ventilación o enfriamiento del edificio.

Al tener solo una unidad externa que alimenta el sistema de aire acondicionado, aumentan considerablemente la cantidad de fallas en los equipos, esto se debe a que su esfuerzo promedio es sobre el 90%. Esto hace que los periodos de mantención sean más extensos y repetitivos, dejando al edificio sin sistema de climatización, además del aumento en los costos ligados a mantenciones y repuestos de los equipos.

Otro punto importante es el horario establecido de funcionamiento de los equipos, esto funcionan desde las 9:00 a 17:00 h., este horario presenta varias desventajas:

1. El horario de funcionamiento es menor al horario de funcionamiento del edificio lo que se traduce en 2 a 3 horas que existe un sobrecalentamiento del edificio.
2. Las altas temperaturas logradas en el edificio al no tener control climático aumentan las dificultades del control de temperatura

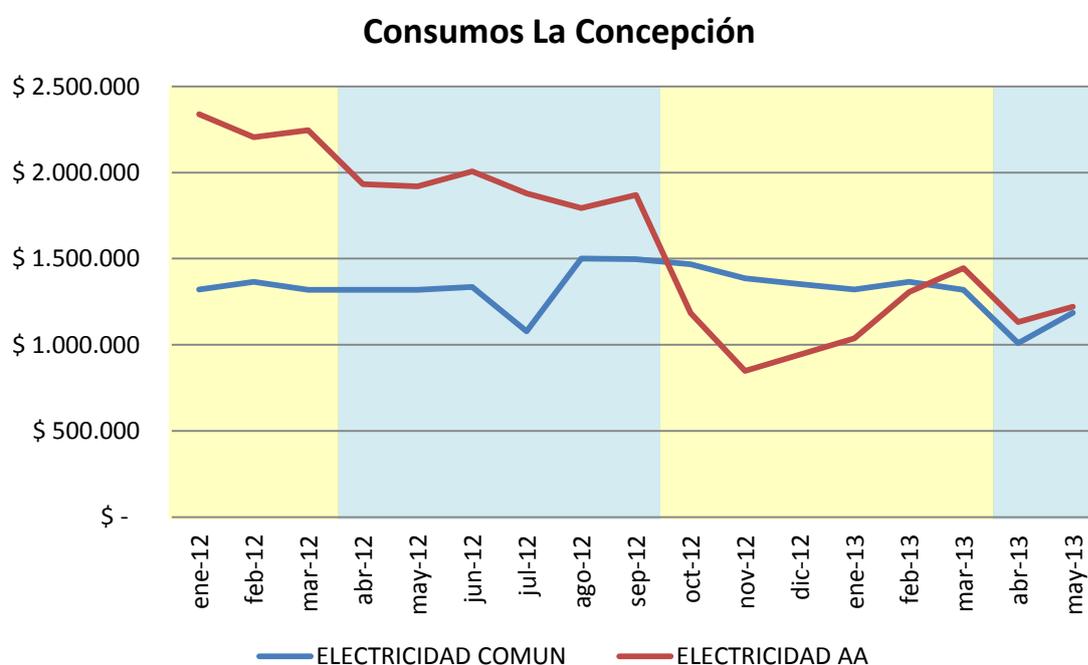
3. La nula gestión de los espacios y ventilaciones asociadas a ellos, hace que el edificio no se enfríe lo suficiente en las horas de menor temperatura por lo tanto en la mañana el equipo de climatización debe esforzarse mucho más para lograr una temperatura confortable, ya que primero debe enfriar el edificio para lograr regular la temperatura.
4. El edificio no presenta gran cantidad de ventanas operables, lo que no permite el intercambio del aire.
5. Las escalas del edificio no son herméticas, cuentan con celosías que las protegen, por lo que no cuenta con sistema de extracción de aire.

Se genera un control en cuanto al consumo eléctrico que genera el equipo de AA, al no sobrepasar el horario bajo, pero se perjudica considerablemente el confort del edificio y su comunidad.

## Consumos

En cuanto al consumo energético, se puede ver que el consumo de las áreas comunes no presenta grandes variaciones.

En el consumo del equipo de aire acondicionado, podemos identificar grandes variaciones en los meses de mayor temperatura entre 2012 y 2013, esto se debe a que el año 2013 no se encienden los equipos en horarios extensos para lograr una temperatura confortable. Gráfico N°28



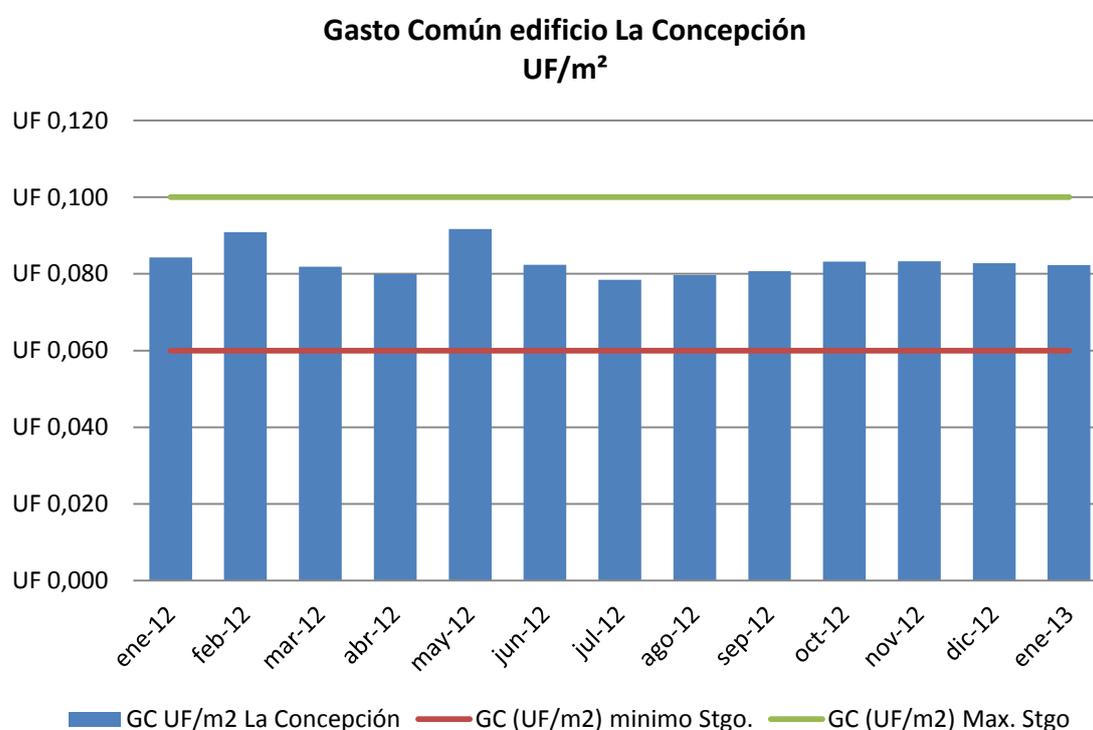
[Gráfico 28]: Consumos Eléctricos Edificio La Concepción, elaboración propia según datos de la administración

## Composición gastos comunes

La superficie a prorratar el gasto común es el 69% de la superficie total del edificio, que corresponde a 8.109 m<sup>2</sup>

Los estacionamientos son arrendados a una empresa, por lo que los ingresos de estos no son aporte para los gastos comunes.

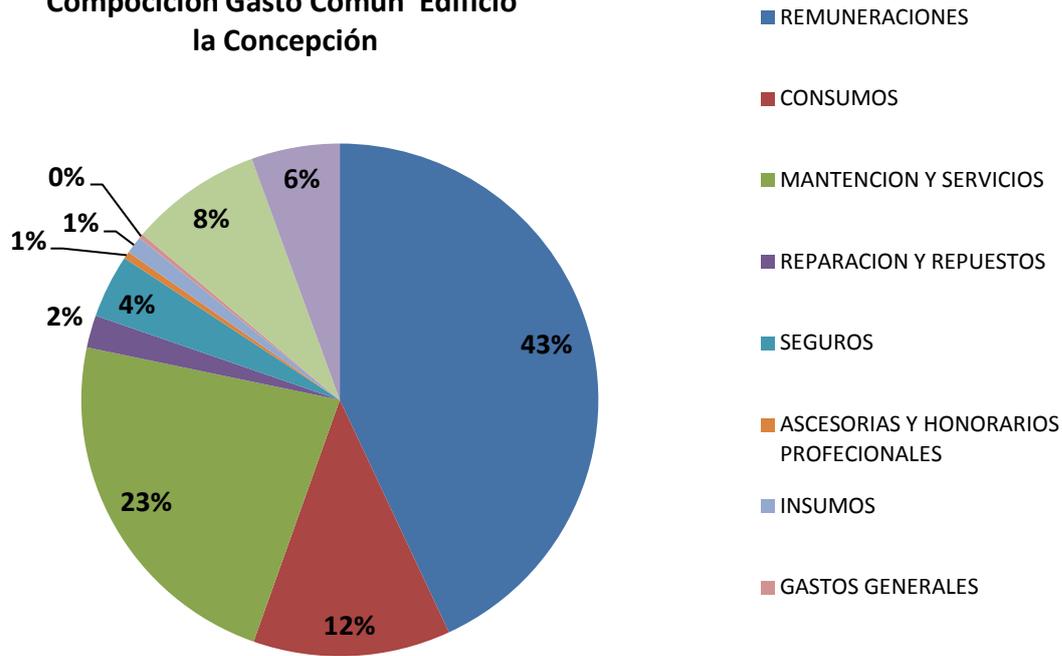
El valor de gasto común por m<sup>2</sup> alcanza a UF 0,083 (\$1.899), un valor alto si se consideran los servicios que presta la administración para el edificio.



[Gráfico 29]: Cuadro comparativo valor Gasto común edificio La Concepción v/s mercado inmobiliario de Santiago, elaboración propia según datos de la administración

Con respecto a la composición de los gastos generados en mantención, se ve la distribución en el gráfico siguiente. En este gráfico también podemos revisar que el ítem de remuneraciones, tiene el mayor peso (43%) lo que evidencia como se ha dejado de lado el manejo del edificio y sus necesidades.

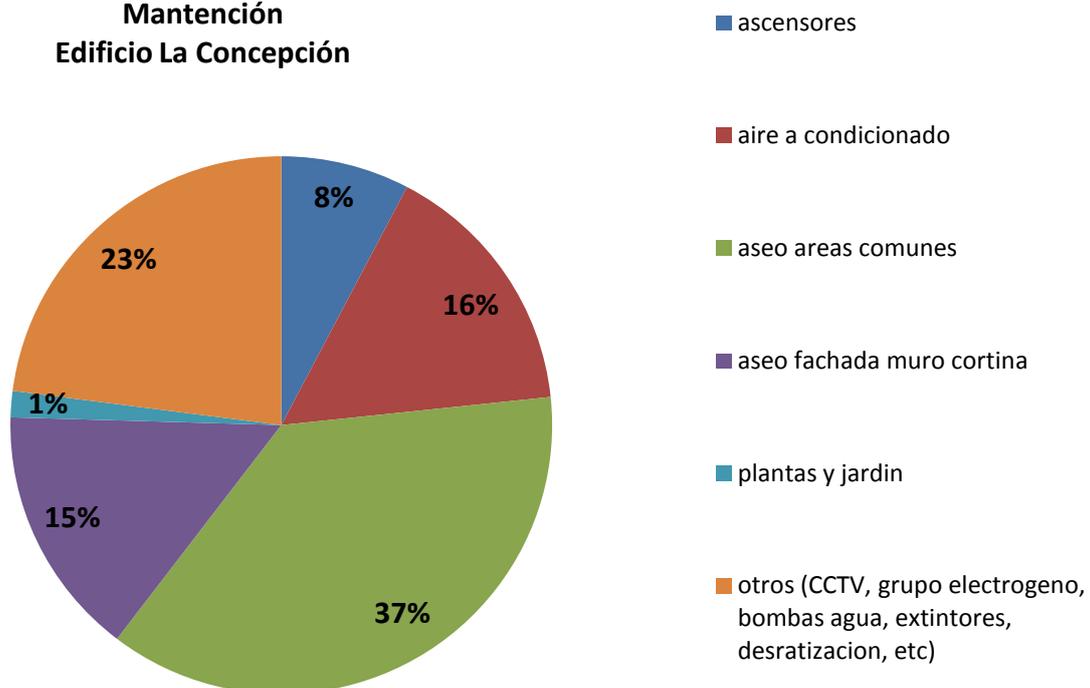
### Composición Gasto Común Edificio la Concepción



[Gráfico 30]: Composición Gasto Común edificio La Concepción, elaboración propia según datos de la administración

En el gráfico N° 31, se muestra que el mayor ítem de gastos en el área de mantenciones lo tiene Aseo de áreas comunes, dejando sin intervención las mantenciones mayores del edificio.

### Mantenión Edificio La Concepción



[Gráfico 31]: Composición ítem mantención dentro de Gasto Común edificio La Concepción, elaboración propia según datos de la administración

---

## CONCLUSIONES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN

---

Dentro del análisis realizado al edificio de la Concepción, se identifican algunos factores relevantes para este estudio:

- El edificio no presentó grandes intervenciones de la comunidad o de la administración, que vayan en beneficio de la comunidad.
- No presentó manejos eficientes de la energía ni de los recursos disponibles.
- La mantención de las tarifas de los gastos comunes se logró gracias a la disminución de servicios y estándar de habitabilidad del edificio, lo que genera un gran daño a la comunidad que se encuentra disconforme y al entorno inmediato que no genera mayor aporte.
- Presenta falencias en cuanto a la gestión energética del edificio, en su sistema administrativo.
- No cuenta con una infraestructura que potencie el ahorro o gestión energética.

En el caso de la administración se evidencia que solo se enfoca a la gestión de pago de cuentas, no se considera a ningún tipo de gestión de recursos administrativos para poder tener un mejor estándar de habitabilidad para sus ocupantes. Esto evidencia el poco compromiso de la empresa y la indiferencia de sus usuarios.

Con respecto a la infraestructura se observó que al ser una solución que no consideró una gestión energética desde su diseño, el resultado fue un volumen poco amigable y difícil de manejar en conceptos de climatización y consumo energético.

El edificio de la concepción, debido a sus falencias administrativas y de infraestructura, se consideró como un edificio representativo del periodo requerido para el estudio, década de los '90, son por estas razones que se planteó aplicar las soluciones de ahorro energético.

### 3.3 EDIFICIO CONSORCIO V/S LA CONCEPCIÓN

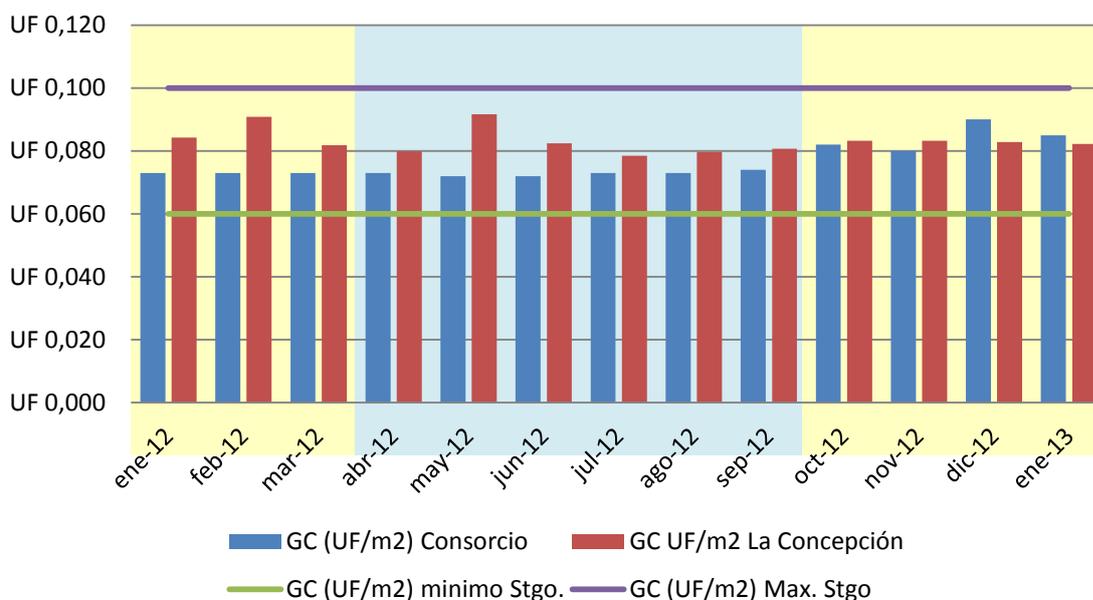
Una de las principales comparaciones que se realizó fue el costo asociado a los gastos comunes. Se compararon los costos del año 2012 de ambos edificios, contrastados con los valores de mercado en la ciudad de Santiago. Ver gráfico comparativo.

En esta comparación se ve que el edificio de la Concepción presenta un mayor valor por m<sup>2</sup> con respecto al edificio Consorcio y el valor mínimo de mercado, además de variaciones considerables a lo largo del año.

En cuanto al edificio Consorcio, se observa que los costos por m<sup>2</sup>, son cercanos al promedio de la ciudad de Santiago, además de ser menores que los del edificio de la concepción.

Cabe destacar que la relación de costos y servicios entregados a la comunidad, son muy deficientes en el edificio de la Concepción comparados con los costos considerados en el edificio Consorcio. (Ver páginas 78 composiciones de gastos comunes edificio Consorcio y 93, composición de gastos comunes edificio la Concepción)

**Comparación gastos comunes edificio Consorcio y la Concepción v/s valores de Santiago**



[Gráfico 32]: Valores Gastos comunes del edificio Consorcio y La Concepción, comparado con mercado inmobiliario de Santiago. Elaboración propia.

Para poder entender la comparación generada entre ambos edificios, fue necesario comprender las dimensiones y superficies de cada uno de ellos. Donde se evidencia que el edificio Consorcio presenta superficies mayores y más desfavorables en comparación al edificio de la Concepción.

El estudio de superficies se resume en el siguiente cuadro comparativo:

DATOS	LA CONCEPCIÓN	CONSORCIO
Terreno	2.000 m <sup>2</sup>	3.781 m <sup>2</sup>
Superficie Construida	11.752 m <sup>2</sup>	26.751 m <sup>2</sup>
N° Pisos Oficinas	14	17
N° Subterráneos	2	3
Área Común X Piso	90 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>
Superficie A Prorratear	7.800 m <sup>2</sup>	18.343 m <sup>2</sup>
Superficie Climatizada	77%	85%

[Tabla 13]: Comparación de superficies edificios, elaboración propia

Ambos edificios son sustancialmente diferentes en cuanto a su arquitectura, diseño y administración, pero mantienen las similitudes necesarias para poder establecer parámetros de comparación relevantes para este estudio.

Estas similitudes nacen a través del análisis exhaustivo de los factores que influyen a la hora de climatizar el edificio y por lo tanto inciden en el costo asociada a ellos, lo que las hace puntos específicos a analizar, dentro de estos puntos a comparar, encontramos:

- Emplazamiento y Orientación
  - Situación de borde
  - Características del emplazamiento
  
- Arquitectura y Volumetría
  - Volumetría
  - Envolventes
  - Elementos Arquitectónicos
  
- Sistema de Climatización
  - Equipos AA
  - Sistemas de Ventilación
  
- Administración

Para poder entender mejor las características de cada Edificio, se realizó una Ficha comparativa, donde se identificaron los aspectos más relevantes en la aplicación de los factores que permitieron generar un ahorro energético y económico en los consumos eléctricos ligados a la climatización, la cual se presenta a continuación:

FICHA COMPARATIVA

ÍTEM	MATERIA	ELEMENTOS	CONCLUSIONES EDIFICIO CONSORCIO	CONCLUSIONES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN	
EMPLAZAMIENTO Y ORIENTACIÓN	Situación de borde	Condiciones de ventilación y vegetación del entorno	El canal san Carlos junto a la vegetación del entorno, es uno de los corredores de ventilación de la ciudad de Santiago, esto favorece el movimiento de aire del edificio	El río Mapocho y su entorno, conforman una vía de ventilación de la ciudad. Esto favorece el movimiento de aire del edificio	
		Edificaciones circundantes	El edificio no presenta construcciones relevantes en el entorno	El edificio no presenta construcciones relevantes en el entorno, el grano construido es menor en altura.	
	Características del emplazamiento	Orientación Predominante	Poniente	Fachada norte como predominante, por mayor carga térmica.	
		Ventajas de orientación	En invierno genera mayor carga térmica	Mayor iluminación y exposición solar	
		Desventajas de Orientación	Alta exposición solar en verano aumento de temperatura interior.	Alta exposición solar todo el año, en verano aumenta la temperatura interior	
ARQUITECTURA Y VOLUMETRÍA	Volumetría	Descripción	Irregular con forma de bote, se elimina fachada sur.	Volumen rectangular, no presenta quiebres dentro de su volumetría. Mayor longitud norte y sur.	
		Ventajas	Aprovecha las condiciones urbanas del entorno, amplias vías	Al ser regular permite una mejor distribución espacial	
		Desventajas	Irregularidades volumétricas, desestabilizan la ventilación normal	No se ajusta a las diferentes condiciones del entorno.	
	Envolturas	Fachada Norte		Vidriada, presenta doble piel vegetal, generando una barrera solar en verano.	Presenta una exposición directa, sin control ni barreras solares.
				vidrios ,monolíticos laminados con 95% de transparencia	vidrios monolíticos con 95% de transparencia
		Fachada Sur		Eliminada, geoméricamente se trasforma en el vértice	50% de vacío respecto a la fachada
		Fachada Oriente		Subdivisión horizontal en los diferentes niveles, alternando transparencias y franjas opacas	Transparente, presenta barrera de control solar natural (árboles altos)
				Presenta un 50% de transparencia	95% de transparencia
		Fachada Poniente		Fachada vidriada, presenta doble piel vegetal, la cual genera una barrera solar en verano	Presenta subdivisión vertical, intercalando vanos opacos y transparentes
			Presenta un 95% de transparencia, sin vegetación crecida	50% de vacío respecto a la fachada	
	Elementos arquitectónicos	Captación solar (invierno)	Ambiente exterior	En emplazamiento no presenta conos de sombra que afecten al edificio	El lado oriente del emplazamiento, se presenta una fila de árboles que disminuye la captación solar
			Exposición de cristales	Debido a que las especies de vegetación utilizadas son caducas, permite la exposición solar total en invierno.	Exposición solar total, a excepción de la fachada oriente
			Obstáculos arq	no presenta	No presenta
			Sistemas de protección	Aleros generados por parrones (cada 3 pisos), permite protección de lluvia y viento	Acceso resguardado por pilarización.

ÍTEM	MATERIA	ELEMENTOS		CONCLUSIONES EDIFICIO CONSORCIO	CONCLUSIONES EDIFICIO LA CONCEPCIÓN
ARQUITECTURA Y VOLUMETRÍA	Elementos arquitectónicos	Protección solar (verano)	Ambiente exterior	En emplazamiento no presenta variaciones importantes que afecten al edificio	El lado oriente del emplazamiento, se presenta una fila de árboles que disminuye la captación solar
			Exposición de cristales	En verano la piel vegetal se encuentra 100% desarrollado, generando un filtro solar natural, reduciendo la radiación en un 60 %	No presenta
			Sistemas de protección	La piel vegetal genera un filtro solar. Y barrera protectora por la transpiración de la vegetación.	acceso y primeros pisos resguardados por corredor exterior
				Accesos resguardados por volumetría	
SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	Equipos de aire acondicionado	Características		Cuenta con 2 equipos de aire acondicionado.	Equipo único de AA
		Usos y costumbres	Software que controla óptimo funcionamiento de los equipos.		Horario restringido de funcionamiento 9:00 a 17:00 h.
			Se planifican según exigencias térmicas diarias.		
			Se utiliza solo un equipo diariamente, el otro es apoyo.		
			Horarios de funcionamiento de 7:00 a 20:00.		
	Horario de equipo de apoyo (de ser necesario) 8:00 a 19:00				
	Sistemas de ventilación	Sistema de presurización		Se utiliza como medio de apoyo para mejorar la ventilación del edificio, planificando su funcionamiento en horario nocturno	No presenta
		Ventilación pasiva		Hall de doble altura, con accesos en diferentes niveles, genera el movimiento de la masa de aire y el intercambio de esta	No presenta
Usos y costumbres		Educación a la comunidad de sistema de climatización, planes de control y seguimiento de T°, preparación del edificio para condiciones adversas.	No presenta		
ADMINISTRACIÓN	Administración	Costumbres usuarios		Plan de gestión para mejorar el confort dentro del edificio.	No presenta
				La comunidad aporta al manejo de temperaturas (apagar el computador fuera del horario de trabajo, dejar luces apagadas, etc.)	No presenta
		Manejo eficiente de la energía		Plan de manejo energético en cuanto a ventilación y temperatura.	No presenta
				plan de mantenimiento disminuye posibilidades de fallas de equipos y eventualidades asociadas	
		Otras acciones		cambio de iluminación	No presenta
Disminución de carga energética					

[Ficha 7]: Resumen comparativo del edificio Consorcio v/s La Concepción, elaboración propia

CAPITULO 4:

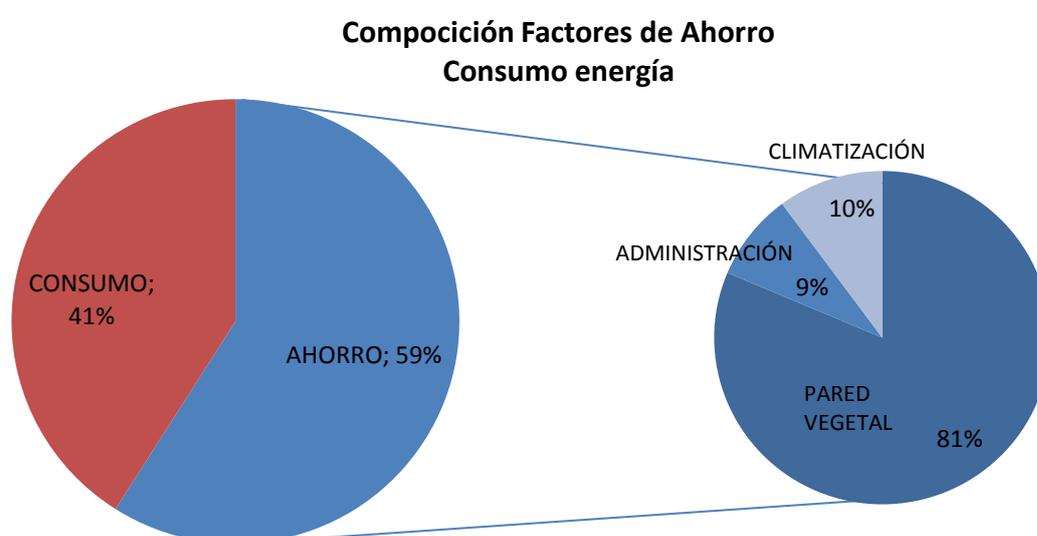
APLICACIÓN MEDIDAS EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

## 4.1 FACTORES DE AHORRO

Dentro del análisis realizado al edificio Consorcio se lograron identificar algunos factores que influyeron considerablemente en el consumo energético, los cuales inciden de diferente manera en el ahorro energético.

En el análisis del edificio Consorcio, se calcula que este edificio tiene un 46% menos de consumo energético que edificios de similares características.

Dentro de este ahorro, identificamos 3 factores relevantes; infraestructura, aire acondicionado y administración.



[Gráfico 33]: Composición de Factores que inciden en el Ahorro de Energía, elaboración propia según datos de la administración

FACTOR	(*) SIN INTERVENCIÓN EN TARIFA ELÉCTRICA		(*) CON INTERVENCIÓN EN TARIFA ELÉCTRICA	
	AHORRO ENERGÍA	AHORRO ECONÓMICO	AHORRO ENERGÍA	AHORRO ECONÓMICO
Infraestructura	48%	28%	48%	28%
Administración	5%	3%	5%	3%
(*) Aire acondicionado	6%	4%	6%	13%
<b>TOTAL</b>	<b>59%</b>	<b>35%</b>	<b>59%</b>	<b>44%</b>

[Tabla 14]: Tabla resumen Factores de Ahorro Energético

Se aplicarán los puntos más importantes detectados en los diferentes factores, para de esta manera verificar su impacto en los costos y consumo generado en consumo energético. Tras esto, se identificará la inversión que se requiere para implementar estas medidas y su retorno.

## 4.2 MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Dentro de las medidas a implementar para generar el ahorro energético, se generó el análisis de cada una de las medidas, de acuerdo a las diferentes acciones detectadas para cada área:

### 1 MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN

- Estudio tarifa eléctrica y horario de funcionamiento*
- Evaluación y propuesta para la utilización de iluminación eficiente*
- Preparación de la comunidad a través de campañas de ahorro de energía*

### 2 MEDIDAS DE CLIMATIZACIÓN

- Estudio y propuesta de nuevos horarios de funcionamiento aire acondicionado*
- Plan de acción estacional de ventilaciones programadas*

### 3 MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA

#### 3.1 Analisis instalación muro vegetal

- Diseño*
- Ventajas y desventajas implementación de jardineras*
- Vegetación*
- Análisis Económico muro vegetal*
- Análisis de prefactibilidad muro vegetal*

#### Analisis instalación de celosías exteriores

- Diseño*
- Productos estudiados*
- Ventajas y desventajas implementación celosías*
- Análisis Económico celosías exteriores*
- Análisis de prefactibilidad celosías exteriores*

#### Analisis instalación de persianas exteriores

- Diseño*
- Productos estudiados*
- Ventajas y desventajas implementación persianas*
- Análisis Económico persianas exteriores*
- Análisis de prefactibilidad persianas exteriores*

#### 3.4 Evaluación de posibilidades a través de cuadros comparativos.

#### 3.5 aplicación fachada norte y poniente

- Análisis económico del control solar aplicado en las fachadas norte y poniente*
- Análisis de prefactibilidad control solar*

---

## MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN

---

Uno de los puntos relevantes a considerar fue lograr consolidar el compromiso de la comunidad del edificio para la aplicación de cualquier factor, ya que fue ella, la comunidad, la principal actora de los cambios. Este compromiso, fue guiado por la administración.

Tras el análisis de la administración del edificio Consorcio, se identificaron 4 acciones administrativas que pueden ser replicadas en otros edificios, que incentivan el manejo eficiente de la energía.

- Elección de una tarifa eléctrica conveniente y horario de funcionamiento del edificio.
- Campañas de ahorro y manejo eficiente de energía.
- Cambio de iluminación por una de alta eficiencia.

---

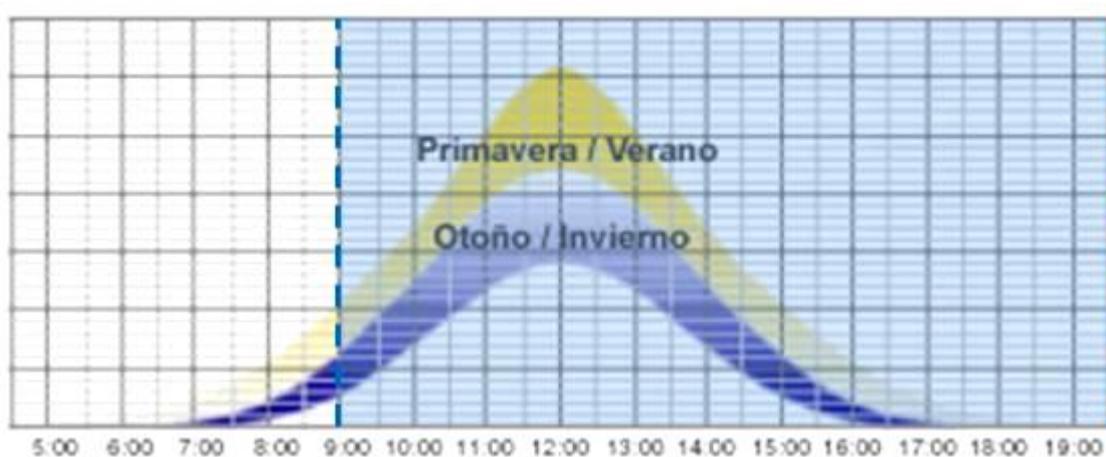
## Tarifa eléctrica y horario de funcionamiento

---

El edificio de la Concepción, contrató una tarifa eléctrica BT 3 , como se detallo anteriormente pág. 88. La cual refleja el consumo máximo leído. Esta tarifa con una administración del consumo adecuada, no requiere ser modificada.

Con respecto al horario de funcionamiento, se podrían realizar cambios importantes. Actualmente la comunidad del edificio, mantiene un horario extenso y sin control, por lo que se extiende de 9:00 a 20:00, llegando a tener 12 horas de funcionamiento.

Esto genera que el 100% del edificio se encuentre operativo durante esas 12 horas, lo que se traduce en un consumo energético alto y prolongado durante todo el día.



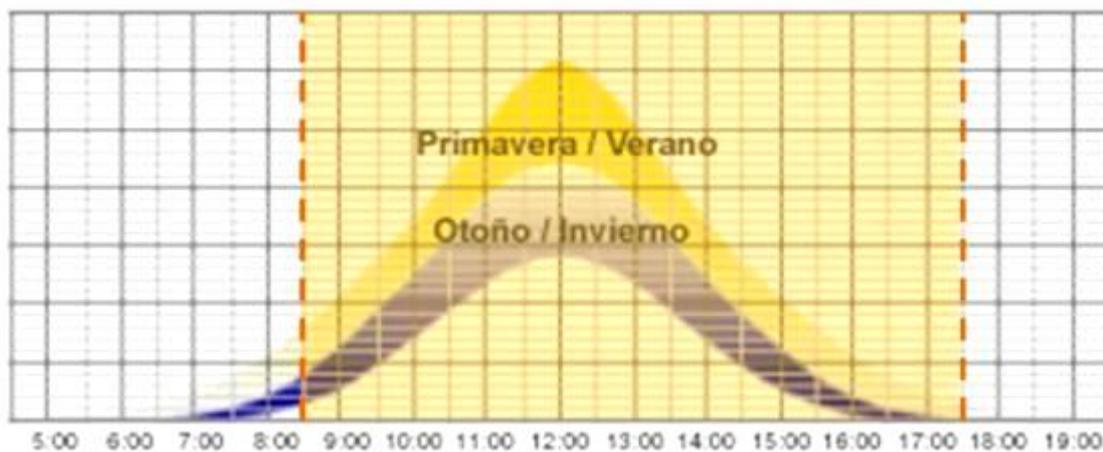
[Fig.68]: Nivel de iluminación en función de la hora del día y la época del año v/s Jornada de trabajo actual

En el horario correspondiente a los meses de menor radiación solar, se requiere mayor cantidad de horas de iluminación artificial, lo que aumenta los costos ligados a la iluminación en esta época.

Para poder lograr un ahorro energético ligado al consumo generado por iluminación, se debe considerar el horario de funcionamiento del edificio, para esto se especifican 2 factores:

- La duración de la jornada de trabajo (funcionamiento al 100%).
- Horario de la jornada de trabajo, según capacidad lumínica durante el año.

Actualmente todas las oficinas mantienen diferentes horarios de funcionamiento, esto hace que el edificio permanezca mayor cantidad de tiempo funcionando (12 horas continuas). Para poder disminuir este tiempo, se planteó regularizar los horarios de ingreso y salida, esto permite disminuir de 12 a 10 horas el funcionamiento completo del edificio al 100%.



[Fig.69]: Nivel de iluminación en función de la hora del día y la época del año v/s Jornada de trabajo propuesto

Con respecto al horario según la capacidad lumínica, se plantearon horarios diferidos para invierno y verano, de esta manera se puede aprovechar mejor las horas de mayor iluminación. Al analizar en la época más desfavorable del año (invierno), se observa que se cuenta con 10 horas continuas de iluminación natural.

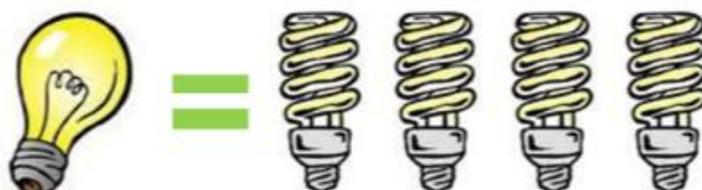
Al aplicar estos 2 factores, se puede disminuir el consumo energético del edificio en 2 horas durante al menos 5 meses del año, especialmente durante el invierno.

Esta medida disminuyó en un 16,6% el consumo energético diario, lo que se traduce en un 7% de ahorro anual.

## Iluminación Eficiente

Dentro de la iluminación del edificio, se pueden identificar 2 puntos que son mejorables:

El primero tiene que ver con la utilización de ampolletas bajo consumo, las que demandan una cuarta parte de una ampolleta tradicional.



[Fig.70]: Consumo ampolleta normal v/s ahorro energía

Dentro del edificio, se contabilizaron 165 ampolletas, las cuales funcionaban 12 horas al día, al utilizar ampolletas de bajo consumo, tenemos la siguiente comparación:

Comparación ampolletas incandescentes v/s bajo consumo									
Ampolletas	Duración estimada (h)	Consumo (W)	Tiempo uso diario (h)	Consumo kWh			Gasto \$		
				Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Ampolleta normal	1.000	100	12	1,2	36	432	144	4.320	51.840
Ampolleta bajo consumo	8.000	25	12	0,3	9	108	36	1.080	12.960

[Tabla 15]: Comparación ampolletas normales y bajo consumo, Kwh / \$

Ampolletas	Costo funcionamiento anual (\$)	Valor mercado (\$)	N° de ampolletas necesarias para cumplir 8.000 h	Valor anual a pagar por uso de tecnología (\$)
Ampolleta normal	21.900	450	8	25.500
Ampolleta bajo consumo	5.475	2.500	1	7.975
<b>AHORRO APROXIMADO ANUAL</b>				<b>17.525</b>

[Tabla 16]: Ahorro anual por cambio de iluminación

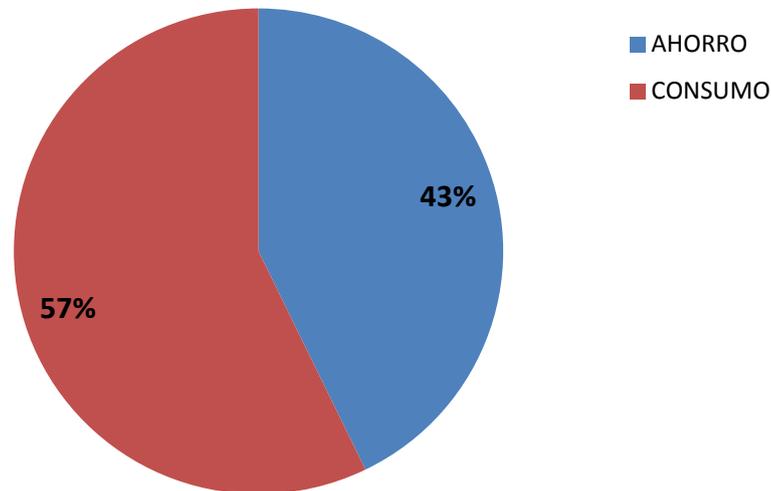
Si se aplican ambas medidas a la iluminación del edificio, se logra alcanzar un ahorro por concepto de gastos de iluminación del 30%.

Ampolletas	Consumo Anual (W)	Gasto Anual (\$)
Ampolleta Normal	71280	\$ 8.553.600
Ampolleta Bajo Consumo	17820	\$ 2.138.400
<b>Inversión (\$2.500*165)</b>		<b>\$ 412.500</b>
<b>Ahorro Consumo</b>		<b>\$ 6.415.200</b>
<b>Ahorro Por Horario</b>		<b>\$ 356.400</b>
<b>AHORRO TOTAL</b>		<b>\$ 6.771.600</b>

[Tabla 17]: Ahorro total por cambio de iluminación y horario de funcionamiento

Al analizar comparativamente los datos obtenidos, tenemos que nuestra capacidad de ahorro sobre el consumo generado por conceptos de iluminación alcanza el 43%.

### Ahorro v/s Consumo iluminación



[Gráfico 34]: Consumo por iluminación y porcentaje de ahorro estimado, elaboración propia. de

## Campañas de ahorro de energía

---

Se detectó que las campañas de ahorro energético, se enfocaban en generar un cambio de conducta en los usuarios habituales del edificio además de lograr un compromiso con las medidas de eficiencia energética.

Algunos de los puntos a rescatar en las campañas de ahorro energético son:

- Apagar las luces de los espacios que no utilices
- Apaga los artefactos en des uso
- Deja tu PC apagado después de tu horario de trabajo
- Mantener los equipos de AA en buen estado
- Limpiar los filtros de los equipos de AA
- Controla la T° desde el control de temperatura
- No dejes puertas y ventanas abiertas
- Utiliza termos de agua

Uno de los puntos más importantes de estas campañas, fue que a través de ellas logró hacer parte activa a la comunidad del edificio, comprometerlos con sus acciones a un consumo energético consiente.

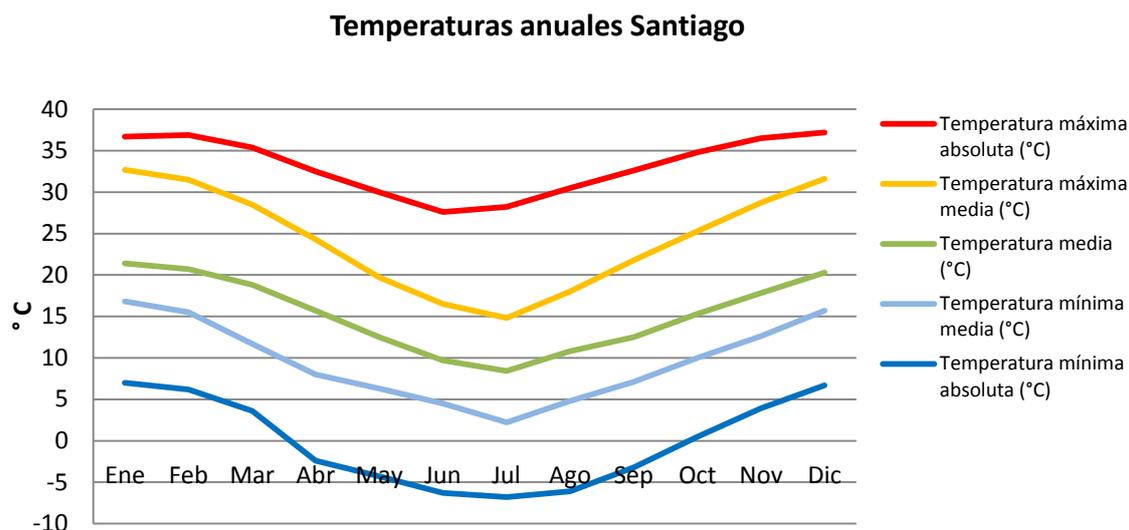
Al lograr este compromiso, se logra el interés para poder implementar medidas más radicales como implementación de muros verdes, aislación térmica, etc.

---

## MEDIDAS DE CLIMATIZACIÓN

---

Para entender las medidas de climatización que se propusieron en el edificio de La Concepción, se consideraron las temperaturas máximas y mínimas de la ciudad de Santiago.



[Gráfico 35]: Temperaturas Promedio Anuales en Santiago

Las medidas tomadas dentro de la climatización del edificio, se destacaron principalmente el horario de funcionamiento de los equipos de aire acondicionado y la implementación de ventilaciones programadas.

## Horarios de funcionamiento aire acondicionado

---

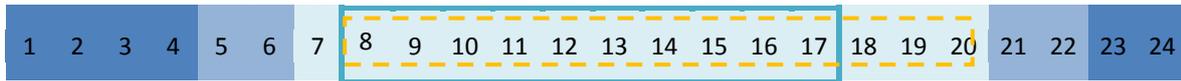
El horario de funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, tenía una lógica directa al horario de uso del edificio, actualmente el edificio presenta un horario deficiente, ya que mantiene un funcionamiento reducido hasta las 17:00 h... Con un promedio de 10 h. de funcionamiento. Si bien se logró el control del consumo energético, este horario presentó varias desventajas:

1. Es difícil lograr para tantas personas, el confort térmico durante todo el horario de trabajo
2. El edificio presentó un sobrecalentamiento en los meses de mayor temperatura

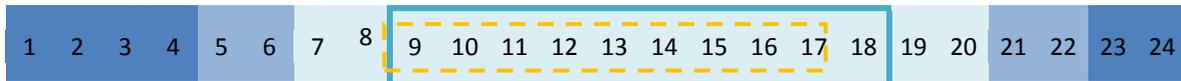
3. No se logró enfriar el edificio durante las horas de menor temperatura
4. Aumentaron las fallas en el equipo por sobre exigencia funcional
5. Las mantenciones se hicieron más frecuentes y costosas

El nuevo horario de funcionamiento no consistió en disminuir la cantidad de horas, sino el principal objetivo fue generar un uso más eficiente de los equipos y el edificio.

#### HORARIO DE VERANO ACTUAL



#### HORARIO DE VERANO PROPUESTO



— Horario de trabajo

- - - Horario funcionamiento AA

[Fig.71]: Horarios de funcionamiento de equipo

Se planteó el encendido de los equipos de aire acondicionado una vez que la mayor parte de los usuarios estuvieran dentro de él, esto es para disminuir la pérdida de calor a través de las puertas de entrada. Además a las 9:00 aún no se genera un aumento sustancial en la temperatura.

El sistema de aire acondicionado se apagó a las 18:00, 30 minutos después del horario de salida, esto permitirá un mayor enfriamiento del edificio.

Estos horarios se aplicarían en los meses de mayor temperatura de octubre a marzo.

## Ventilaciones Programadas

Como se conoce la ventilación al interior de los edificios cumple un rol fundamental, ya que permite disminuir el calor acumulado durante el día, al ventilar durante la noche disminuimos la temperatura inicial del edificio, de esta manera tiene una menor transmisión de calor durante el día.

Gracias a los pronósticos on line de las temperaturas de Santiago, permite adelantarse a tomar medidas de apoyo en los días de mayor temperatura, por ejemplo:

- Revisar el reporte del tiempo.
- Programar ventilación nocturna
- Aumentar horarios de funcionamiento de aires acondicionados.
- Simulaciones hora a hora con software energético ambiental.

Para .lograr ventilaciones debemos generar un proceso donde se identifica la temperatura del día siguiente y si sobrepasa 28 °C de temperatura (desde noviembre a marzo), se debe programar la ventilación nocturna del edificio y encender equipos AA 8:00.



[Fig.72]: Proceso de ventilación

Al disminuir el esfuerzo de trabajo de los equipos de climatización, no solo disminuimos el consumo de energía, también se reducen de manera importante la cantidad de fallas del sistema por concepto de desgaste, además esto nos permite mantener controladas las mantenciones de los equipos y sus costos controlados dentro de un margen aceptable.

Al tener controladas las mantenciones y los costos asociados, permite generar una planificación de gastos según los requerimientos de edificio, de esta manera podemos planificar el cobro de los gastos comunes, manteniéndolos sin grandes variaciones de un mes a otro.

---

## MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA

---

Dentro de las medidas que se pueden implementar, se encuentra el control solar a través de una doble piel, ya sea vegetal o no. Según la que presente mejores condiciones para su implementación.

Esta doble piel se instaló en las fachadas más desfavorables del edificio de la Concepción, esto quiere decir en la fachada norte. De esta manera se genera el control solar requerido.

Se estima que como mínimo, se requiere un 60% de sombra para lograr efectos de ahorro similares al edificio Consorcio.

### Instalación muro vegetal

---

Se consideró la instalación de una doble piel vegetal ya que se estimó una alternativa de fácil implementación y debido a los antecedentes recabados con anterioridad, se propuso una doble piel vegetal similar a la del edificio Consorcio, donde se construyó una estructura que incorporó una jardinera, adosada al muro exterior.

Además para estas jardineras, se consideraron parrones verticales a modo de guías para asegurar el crecimiento de la vegetación, separados por 1,20 mts desde el plomo exterior del edificio, esa separación permite el crecimiento vegetal, limpieza de fachadas y chimeneas de ventilación, además de permitir las mantenciones. Estas jardineras consideraron la instalación de riego por goteo, programado. Por lo cual se planteó un servicio similar o igual al existente en el edificio Consorcio.

### Diseño

En cuanto al diseño se consideró una estructura metálica, revestida en placas de aluminio compuesto, similar al existente en las fachadas actuales del edificio, interiormente se revistió con Polipropileno reciclable con aditivo anti UV y pigmento no migratorio, membrana hidrófuga y capa modular de drenaje.

Se consideró un parrón vertical de estructura metálica y cables de acero galvanizado.

Debido al quiebre de la volumetría producido en el piso 11, se consideró la aplicación de una jardinera convencional, sin intervenir la cubierta existente.



[Fig.73]: Imagen objetiva incorporación pared vegetal. Elaboración propia.

### Ventajas y desventajas implementación de jardineras

VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ Bajo costo inicial	✗ Beneficios 100% al 3° año
✓ Aporte al medio ambiente	✗ Requiere mantención mensual
✓ Genera control solar en verano y permite iluminación en invierno	✗ Requiere administración
✓ Genera dinamismo en la fachada	

[Tabla 18]: Cuadro comparativo Ventajas v/s desventajas pared vegetal

## Vegetación

La elección de la vegetación a utilizar es clave para lograr el ahorro de energía propuesto en un tiempo acotado. Es por esto que se escogieron las especies cuidadosamente, teniendo como principios claves:

- Altura sobre 8 m. promedio.
- Hojas caducas que permitan el traspaso de luz solar en invierno
- Especies altamente resistentes a condiciones atmosféricas en altura.
- Crecimiento máximo en 3 años.

Dentro de las especies con estas características se encuentran las siguientes:

### Especies Consideradas

Nombre Especie	Características
<p><b>Parra virgen, viña virgen, enredadera de Virginia</b> (<i>Parthenocissus quinquefolia</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>ALTURA:</b> 10-15 m.</li> <li>✓ <b>TIEMPO CRECIMIENTO:</b> 2 a 3 años</li> <li>✓ <b>CARACTERÍSTICAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas compuestas de 5 folios ovales, dentados.</li> <li>- El follaje adquiere en otoño colores de naranja a rojo</li> <li>- En invierno pierde la hoja.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>USOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- indicada para el recubrimiento de muros y edificios.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>LUZ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apta para cualquier exposición solar.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>TEMPERATURAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- muy resistente, a las bajas temperaturas (hasta -15°C).</li> </ul> </li> <li>✓ <b>SUELOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen crecimiento en cualquier tipo de suelo, aunque sus hojas serán más densas en suelos húmedos profundos y ricos en abono.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Parra del Japón, HIEDRA JAPONESA</b> (<i>Parthenocissus tricuspidata</i> , <i>Ampelopsis veitchii</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>ALTURA:</b> 8-10 m.</li> <li>✓ <b>TIEMPO CRECIMIENTO:</b> 2 a 3 años</li> <li>✓ <b>CARACTERÍSTICAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De hojas caducas, se tornan rojas en otoño.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>USOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se cultivan por sus hojas, ideal para cubrir paredes, fachadas y muros.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>LUZ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tolera tanto el sol como la sombra. La exposición al sol favorece la aparición de coloraciones.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>TEMPERATURAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- muy resistente, a las bajas temperaturas (-15°C). Soporta tanto el frío como el calor fuerte.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>SUELOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crece bien en cualquier tipo de suelo y clima.</li> </ul> </li> </ul>

<p><b>Jazmín chino, Jazmín de China, Jazmín de invierno</b>  <i>Jasminum polyanthum</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>ALTURA:</b> 8-10 m.</li> <li>✓ <b>TIEMPO CRECIMIENTO:</b> 2 a 3 años</li> <li>✓ <b>CARACTERÍSTICAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas caducas y opuestas, formadas por 5-9 hojitas verdes oscuro.</li> <li>- - Produce panículas de flores muy fragantes, blancas por dentro y, rosa-púrpura en su exterior y en los capullos.</li> <li>-</li> </ul> </li> <li>✓ <b>USOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- para adornar glorietas, rejas, muros, balcones, etc.,</li> </ul> </li> <li>✓ <b>LUZ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sol, aunque es mejor evitar la luz solar directa del mediodía en verano.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>TEMPERATURAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturas: hasta -5°C.</li> </ul> </li> <li>✓ <b>SUELOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terreno ligero, con abundante humus y con la adición de arena.</li> </ul> </li> </ul>
---	--

[Ficha 8]: Especies consideradas pared vegetal

## Análisis Económico muro vegetal

Para el análisis económico de las jardineras exteriores de la fachada norte, se consideró el siguiente presupuesto ver anexo 1

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Instalación de Faenas	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Cierres Provisorios	ml	60	\$ 10.000	\$ 600.000
Aseo (Permanente)	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Extracción de escombros y demolición	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Replanteo Trazado y Niveles	gl	1	\$ 100.000	\$ 100.000
Jardinera	ml	86	\$ 368.620	\$ 31.517.010
jardinera techo	ml	29	\$ 168.900	\$ 4.813.650
Andamios	gl	1	\$ 1.567.500	\$ 1.567.500
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$ 39.198.160
<b>GASTOS GENERALES</b>	10%			\$ 3.919.816
<b>UTILIDADES</b>	10%			\$ 3.919.816
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 47.037.792
<b>IVA</b>	19%			\$ 8.937.180
<b>TOTAL</b>				\$ 55.974.972
<b>TOTAL UF</b>	VALOR UF	\$ 24.011		<b>UF 2331</b>

[Tabla 19]: Cotización implementación Muro Vegetal (anexo 1)

## Análisis de prefactibilidad muro vegetal

Para generar el análisis de prefactibilidad se identificaron algunos datos específicos de la implementación, los cuales se especifican en la siguiente tabla de acuerdo a la superficie a cubrir de 114 m<sup>2</sup>.

PROPUESTA	TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup>	VALOR Construcción/m <sup>2</sup>		AHORRO m <sup>2</sup> construido	
	\$	UF		\$	UF	\$	UF
JARDINERAS NORTE	\$ 55.974.972	UF 2.331,22	114	\$ 491.009	UF 20,45	\$ 88.695	UF 3,69

[Tabla 20]: Cuadro resumen costos de implementación pared vegetal

Además se identifican los siguientes datos relevantes:

### **DATOS**

Valor UF (al 25-7-14)	\$24.011	
m <sup>2</sup> prorrateo	8109	m <sup>2</sup>
Consumo anual edificio La Concepción (10h./AA)	1.503,96	UF
Ahorro anual		
Infraestructura (28%)	421,11	UF
Superficie jardineras	114	m <sup>2</sup>
Superficie total construcción	114	
Valor neto construcción jardineras	20,45	UF/m <sup>2</sup>
Valor (ahorro)	1,85	UF/m <sup>2</sup> * semestre
Periodo de evaluación	15	Años
Tiempo de construcción	1	Semestre
Tiempo explotación	30	Semestres
Tasa VAN	8%	
% Ocupación	100%	

### **INGRESOS**

Ahorro generado	6.317	UF
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>6.317</b>	<b>UF</b>

### **EGRESOS**

Costo Directo de construcción	2.331	UF
mantención (cada 1 semestre)	715	UF
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>3.046</b>	<b>UF</b>

<b>UTILIDAD APARENTE</b>	<b>3.270</b>	<b>UF</b>
--------------------------	--------------	-----------

[Tabla 21]: Tabla de datos pared vegetal

Tras el análisis de perfectibilidad económica, de la instalación de jardineras en la fachada norte, podemos identificar el Valor actual neto (VAN) 431 y una tasa de retorno (TIR) de 10,51%. Según el análisis realizado, la inversión se recuperaría en 10 años, con un financiamiento particular. Si consideramos que el VAN exigido al proyecto es de 8%, una podemos tener la siguiente tabla de sensibilización.

Calculo de VAN	% Ocupación - Valor ahorro				
431	1,40	1,60	1,85	1,90	2,00
60%	-1.293	-1.088	-831	-780	-677
65%	-1.173	-951	-673	-617	-506
70%	-1.054	-814	-514	-454	-335
75%	-934	-677	-356	-292	-163
80%	-814	-540	-198	-129	8
85%	-694	-403	-39	34	179
90%	-574	-266	119	196	350
100%	-335	8	436	522	693

[Tabla 22]: Tabla de sensibilización VAN pared vegetal, elaboración propia.

Calculo de TIR	% Ocupación - Valor ahorro				
10,51%	1,40	1,60	1,85	1,90	2,00
60%	-1,86%	0,09%	2,25%	2,66%	3,44%
65%	-0,70%	1,27%	3,47%	3,89%	4,69%
70%	0,39%	2,39%	4,63%	5,05%	5,86%
75%	1,42%	3,44%	5,72%	6,15%	6,98%
80%	2,39%	4,44%	6,76%	7,20%	8,05%
85%	3,31%	5,40%	7,76%	8,20%	9,07%
90%	4,20%	6,32%	8,72%	9,17%	10,06%
100%	5,86%	8,05%	10,54%	11,01%	11,93%

[Tabla 23]: Tabla de sensibilización TIR pared vegetal., elaboración propia

Si generamos un flujo financiando el 75% de la inversión, tenemos que los indicadores empeoran el escenario, esto se debe a que actualmente la tasa de interés anual se encuentra por sobre el VAN exigido.

FLUJO FINANCIADO		
TIR SEMESTRAL		3,20%
TIR ANUAL		6,49%
VAN	8,00%	-138,96

CRÉDITO		
Valor Construcción		2.331,22
Crédito	75%	1.748,42
Tasa (anual)	14,4%	6,96%
Financiamiento propio		582,81

[Tabla 24]: Indicadores flujo financiado 75%, Jardineras Fachada Norte (elaboración propia)

INDICADORES JARDINERAS FACHADA NORTE		
Indicadores	Flujo Puro	Flujo financiado 75%
VAN	431	-138,96
TIR	10,51%	6,49%

[Tabla 25]: Resumen indicadores económicos Jardineras, flujo puro y financiado, elaboración propia

# Instalación de celosías exteriores

---

## Diseño

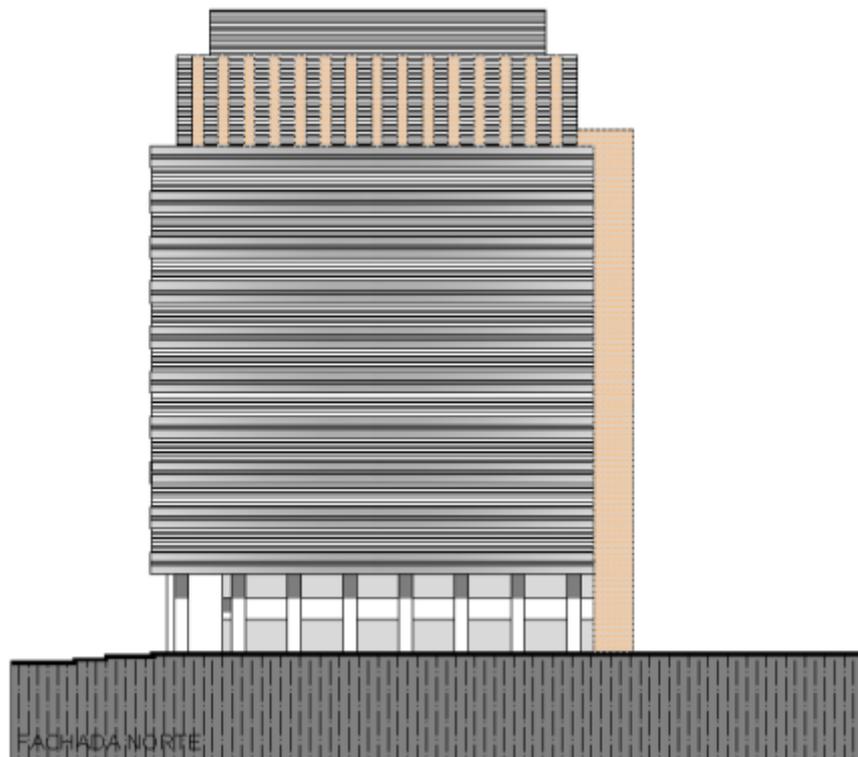
Se contempló la instalación de celosías exteriores horizontales para el lado norte. Según el ángulo de incidencia solar en el lado norte y el horario, los rayos solares son cercanos a los 30° al medio día, lo que prioriza la instalación de celosías horizontales.

Esta disposición favorece también al diseño original del edificio, manteniendo las tenciones predominantes.

## Productos

La elección de los productos se centró en la oferta disponible en el mercado, actualmente la empresa de revestimientos, Hunter Douglas [30], es líder dentro del mercado, teniendo una amplia gama de productos. Dentro de la oferta de productos para control solar, se escogieron 4 productos que se adecuaron a los requerimientos del edificio la Concepción.

- Aeroscreen Plano 300
- Aeroscreen 300
- Aerobrise 200
- Termobrise 335



[Fig.74]: Imagen objetivo propuesta celosías. Elaboración propia.

## Aeroscreen Plano 300

Colores: Más de 100 colores  
 Terminación: Perforada o lisa  
 Usos: Quiebra vistas  
 Mecanismos: Manual o motorizado[30]

### Características

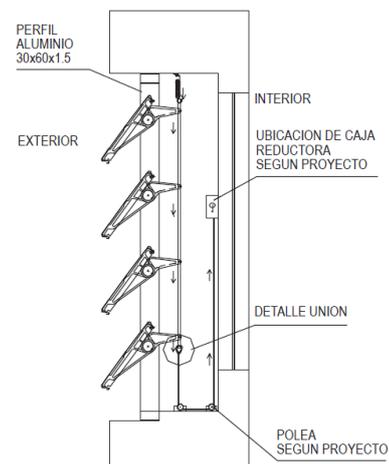
- Diseñado para revestir fachadas de edificios como una doble piel, y a la vez ofrecer una eficaz solución para el control solar pasivo, proporcionando un mayor confort y ahorro energético.
- posible de mantener el contacto con el exterior a través de los paneles perforados.
- Puede instalarse en planos rectos, curvos o inclinados, e incluso como cortasol cenital, debido a sus componentes y bajo peso.[30]

Producto	Material	Espesor (mm.)	Peso (Kg/ml)	Rendimiento (ml/m <sup>2</sup> )	Largo máximo (m.)
Aeroscreen Plano 300	Aluzinc	0,6	1,80	3,51	6
	Aluminio	0,7	0,71		

[Tabla 26]: Descripción técnica Aeroscreen Plano 300



[Fig.75]: Instalación Aeroscreen Plano 300



[Fig.76]: [Fig.77]: Angulo de Giro Aeroscreen Plano 300



[Fig.77]: Edificio de la Organización Internacional del Trabajo

[Ficha 9]: Ficha resumen Aeroscreen Plano 300, elaboración propia [30]

## Aeroscreen 300

Colores: Más de 100 colores  
 Terminación: Lisa o perforada  
 Usos: Quiebravistas o cortasol  
 Mecanismos: Manual o motorizado[30]

### Características

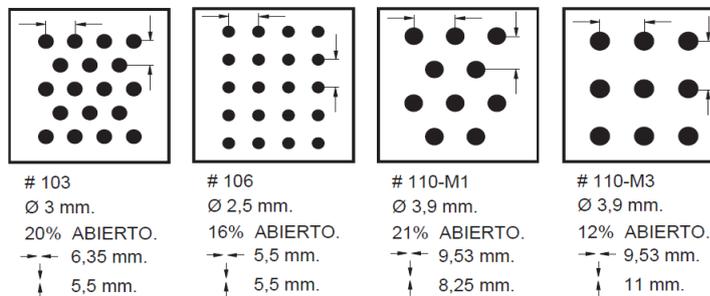
- diseñado para el revestimiento de fachadas de edificios como una doble piel, y a su vez, lograr una solución eficiente a la protección solar pasiva mientras se mantiene el contacto entre el interior y exterior

Se fijan en perfiles de aluminio extruido, adosados a la estructura.

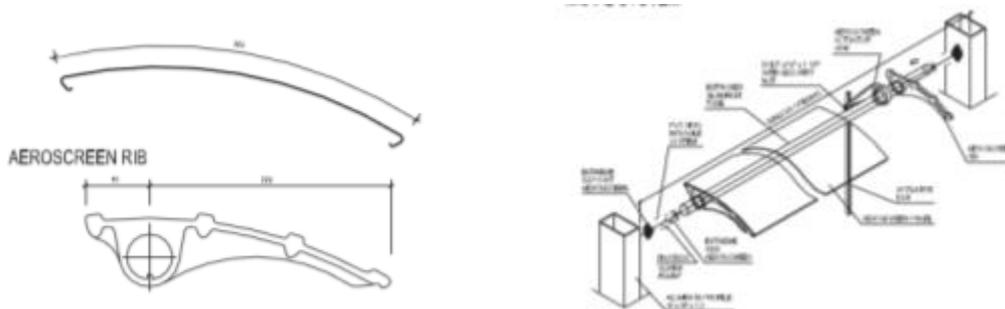
Debido a sus características y bajo peso, puede instalarse en planos rectos, curvos o inclinados. O incluso como celosías cenitales.[30]

Sun Louvre	Raw Materia	Thickness (mm.)	Weight (kg/m <sup>2</sup> )	Yield Ratio (lm/sqm)
Aeroscreen 300	Cinacalume	0,6	14,0	3,5
	Aluminum	0,8	11,0	

[Tabla 27]: Descripción técnica Aeroscreen 300



[Fig.78]: Descripción técnica y perforaciones Estándar Aeroscreen 300



[Fig.79]: Instalación Aeroscreen 300



[Fig.80]: Aplicación Aeroscreen

[Ficha 10]: Ficha resumen Aeroscreen 300

## Aerobrise 100 / 200

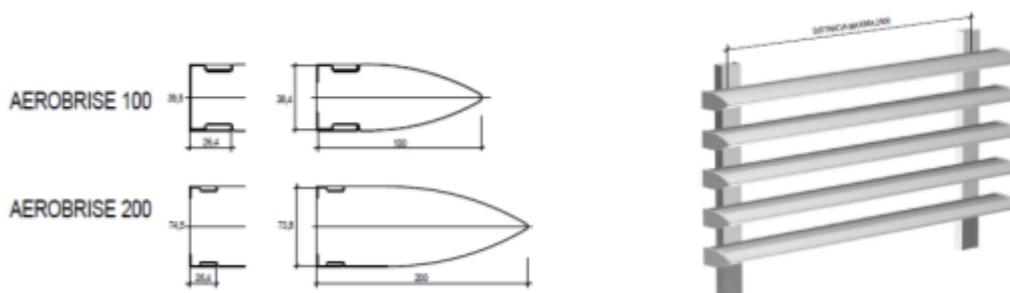
Colores: Más de 100 colores  
 Terminación: Lisa o perforada  
 Usos: Quebra vistas y cielos[30]

### Características

- Los paneles Aerobrise 100/200, han sido diseñados para utilizarse como cortasoles o en la demarcación de diferentes pisos.
- Los paneles pueden instalarse de forma vertical u horizontal según el diseño.
- Dichos paneles tienen como accesorios en sus extremos tapas de aluminio, lo que proporciona desde todas sus vistas una excelente terminación.
- Debido a su bajo peso, los paneles Aerobrise 100/200 pueden adosarse a cualquier tipo de estructura con una mínima sobrecarga permitiendo su uso tanto en obras nuevas como reciclajes de fachadas.[30]

Panel	Material	Espesor (mm.)	Peso (Kg/ml)	Largo máx. (m.)
Aerobrise 100	Aluzinc	0,5	1,43	6,0
Aerobrise 200	Aluzinc	0,6	2,77	
Quadrobise	Aluzinc	0,5	0,68	

[Tabla 28]: Descripción técnica Aerobrise 100 / 200



[Fig.81]: Dimensiones e instalación Aerobrise 100 / 200



[Fig.82]: Universidad Santo Tomás

[Ficha 11]: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.Ficha resumen Aerobrise 100 / 200

## Termobrise 335

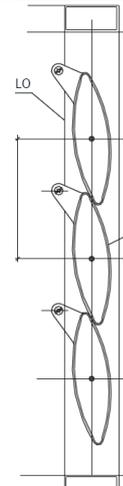
Colores: Más de 100 colores  
 Terminación: Lisa  
 Usos: Quiebravistas o cortasol [30]

### Características

- producto diseñado para fachadas de edificios, como protector de la incidencia de los rayos solares y del ruido externo
- Las paletas se pueden instalar en forma vertical u horizontal según el diseño
- Debido al bajo peso de sus componentes puede adosarse a cualquier tipo de estructura con una mínima sobrecarga, permitiendo su uso tanto en obras nuevas como en remodelaciones.
- El interior va relleno con poliuretano inyectado que proporciona una alta rigidez, aislación y bajo peso final.
- Las tapas llevan un ala integrada que se une a la barra de accionamiento, que permite su movimiento giratorio.
- El accionamiento puede ser manual o motorizado [30]

Quiebravista	Material	Espesor (mm.)	Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento (paneles/m)
Termobrise 150	Aluzinc	0,4	8,3	7,40
Termobrise 335	Aluzinc	0,5	9,8	3,14

[Tabla 29]: Descripción técnica Termobrise 335

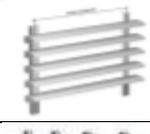


[Fig.83]: instalación Montaje y ángulos de giro Termobrise 335



[Fig.84]: Automotora Audi

[Ficha 12]: Ficha resumen Termobrise 335

QUIEBRAVISTA	MATERIAL	ESPELOR (mm)	PESO (Kg/ml)	RENDIMIENTO	Largo Max (m)	Valor m <sup>2</sup> instalado	
Aeroscreen Plano 300		Alucinc	0.6	1.80 (kg/ml)	3.51 (ml/m <sup>2</sup> )	6	\$339.495
Aeroscreen 300		Alucinc	0.8	11 (kg/m <sup>2</sup> )	3.5 (ml/m <sup>2</sup> )	6	\$339.495
Aerobrise 200		Alucinc	0.6	2.77 (kg/ml)	1 (ml)	6	\$324.207
Termobrise 335		Alucinc	0.4	9.8 (kg/m <sup>2</sup> )	3.14 (panel/ ml)	3.2	\$340.148

[Ficha 13]: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. Cuadro resumen modelos celosías posibles de implementar.

### Ventajas y desventajas implementación celosías

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Control solar efectivo e inmediato</li> <li>✓ Corto tiempo de implementación</li> <li>✓ Bajo costo de mantención</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Alto costo inicial</li> <li>✗ No permite la iluminación natural en invierno, instalación permanente</li> <li>✗ Dificulta maniobras de aseo</li> </ul>

[Tabla 30]: Tabla, ventajas y desventajas implementación de celosías, elaboración propia

### Análisis Económico celosías exteriores

Para el análisis económico de las celosías exteriores se consideró el valor de la solución con aeroscreen plano 300. Tomando en cuenta la instalación en la fachada norte y según el siguiente itemizado base. Ver anexo 2.

<b>aeroscreen plano 300</b>		\$ 339.495	(valor m <sup>2</sup> )	
Revestimiento	unidad	cantidad	\$ unitario	Total
aeroscreen plano 300	m <sup>2</sup>	477	\$ 50.046	\$ 23.871.942
Accesorios	m <sup>2</sup>	477	\$ 91.935	\$ 43.852.995
Instalación	m <sup>2</sup>	477	\$ 10.000	\$ 4.770.000
Gastos generales	gl	1	\$ 1.449.901	\$ 1.449.901
			NETO	\$ 73.944.838
			IVA	\$ 87.994.357
			TOTAL	\$ 161.939.196

[Tabla 31]: Cotización real ArqLine (anexo 2)

## Análisis de prefactibilidad celosías exteriores

Para generar el análisis de prefactibilidad debemos identificar algunos datos específicos de la implementación, los cuales se especifican en la siguiente tabla:

PROPUESTA	TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup> a impl.	VALOR Construcción/m <sup>2</sup>		AHORRO m <sup>2</sup> construido	
	\$	UF		\$	UF	\$	UF
Celosías Exterior Norte	\$ 162.250.495	UF 6.757,34	477	\$ 340.148	UF 14,17	\$ 21.198	UF 0,88

[Tabla 32]: Cuadro comparativo costos de implementación, calor construcción y Ahorro por m<sup>2</sup>. Elaboración propia

Además se identifican los siguientes datos relevantes:

### **DATOS**

Valor UF (al 25-7-14)	\$ 24.011	
m <sup>2</sup> prorrateo	8109	m <sup>2</sup>
Consumo anual edificio La Concepción (10 h./AA)	1.503,96	UF
Ahorro anual		
Infraestructura (28%)	421,11	UF
superficie celosías	477	m <sup>2</sup>
superficie total construcción	477	
valor neto construcción celosías exterior	14,17	UF/m <sup>2</sup>
valor (ahorro)	0,44	UF/m <sup>2</sup> * semestre
periodo de evaluación	15	Años
tiempo de construcción	1	Semestre
tiempo explotación	30	Semestres
tasa VAN	8%	
% ocupación	100%	

### **INGRESOS**

AHORRO GENERADO	6.317	UF
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>6.317</b>	<b>UF</b>

### **EGRESOS**

COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN	6.757	UF
MANTENCIÓN (3 SEM)	400	UF
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>7.157</b>	<b>UF</b>

<b>UTILIDAD APARENTE</b>	<b>-841</b>	<b>UF</b>
--------------------------	-------------	-----------

[Tabla 33]: Tabla de datos implementación Celosías, elaboración propia.

Tras el análisis de perfectibilidad económica, de la instalación de celosías exteriores en la fachada norte, se puede identificar el Valor actual neto (VAN) de **-3.436** y una tasa de retorno (TIR) de **-1,58%**.

Según el análisis realizado, la inversión se recuperaría en 10 años, con un financiamiento particular.

Si consideramos que el VAN exigido al proyecto es de 8%, podemos tener la siguiente tabla de sensibilización.

Calculo de VAN	% Ocupación - Valor ahorro				
-3.436	0,20	0,30	0,44	0,55	0,65
60%	-6.011	-5.531	-4.858	-4.329	-3.848
65%	-5.931	-5.410	-4.681	-4.109	-3.588
70%	-5.851	-5.290	-4.505	-3.888	-3.327
75%	-5.771	-5.170	-4.329	-3.668	-3.067
80%	-5.691	-5.050	-4.153	-3.448	-2.807
85%	-5.611	-4.930	-3.976	-3.227	-2.546
90%	-5.531	-4.810	-3.800	-3.007	-2.286
100%	-5.370	-4.569	-3.448	-2.566	-1.765

[Tabla 34]: Tabla de sensibilización VAN, celosías exteriores, elaboración propia

Calculo de TIR	% Ocupación - Valor ahorro				
-1,58%	0,20	0,30	0,44	0,55	0,65
60%	-15,65%	-11,51%	-7,49%	-5,02%	-3,08%
65%	-14,83%	-10,68%	-6,61%	-4,10%	-2,11%
70%	-14,07%	-9,91%	-5,79%	-3,23%	-1,20%
75%	-13,37%	-9,19%	-5,02%	-2,40%	-0,33%
80%	-12,71%	-8,51%	-4,28%	-1,62%	0,50%
85%	-12,09%	-7,86%	-3,57%	-0,86%	1,31%
90%	-11,51%	-7,24%	-2,89%	-0,13%	2,08%
100%	-10,42%	-6,09%	-1,62%	1,25%	3,55%

[Tabla 35]: Tabla de sensibilización TIR, celosías exteriores, elaboración propia

Como se puede apreciar, el proyecto no es rentable en las condiciones y periodo de tiempo exigido. Si bien es una buena solución al control solar, no resulta rentable la instalación de celosías fijas exteriores, ya que dentro de los 15 años de explotación no se alcanza a recuperar la inversión y por lo tanto no tenemos un ahorro o ingreso extra asociada la inversión inicial.

Si generamos un flujo financiando por una entidad externa, del 75% de la inversión, tenemos que los indicadores empeoran, esto se debe a que actualmente la tasa de interés anual se encuentra por sobre el VAN exigido.

FLUJO FINANCIADO		
TIR SEMESTRAL		<b>-0,79%</b>
TIR ANUAL		<b>-1,58%</b>
VAN	<b>8,00%</b>	<b>-4.630,29</b>

CRÉDITO		
Valor Construcción		<b>6.757,34</b>
Crédito	75%	<b>5.068,01</b>
Tasa (anual)	14,4%	6,96%
Financiamiento propio		<b>1.689,34</b>

[Tabla 36]: Indicadores flujo financiado 75%, celosías Fachada Norte (elaboración propia)

INDICADORES CELOSÍAS FACHADA NORTE		
Indicadores	Flujo Puro	Flujo financiado 75%
<b>VAN</b>	<b>-3.436</b>	<b>-4.630</b>
<b>TIR</b>	<b>-1,58%</b>	<b>-1,58%</b>

[Tabla 37]: Resumen indicadores económicos celosías, flujo puro y financiado, elaboración propia

# Instalación de persianas exteriores

---

## Diseño

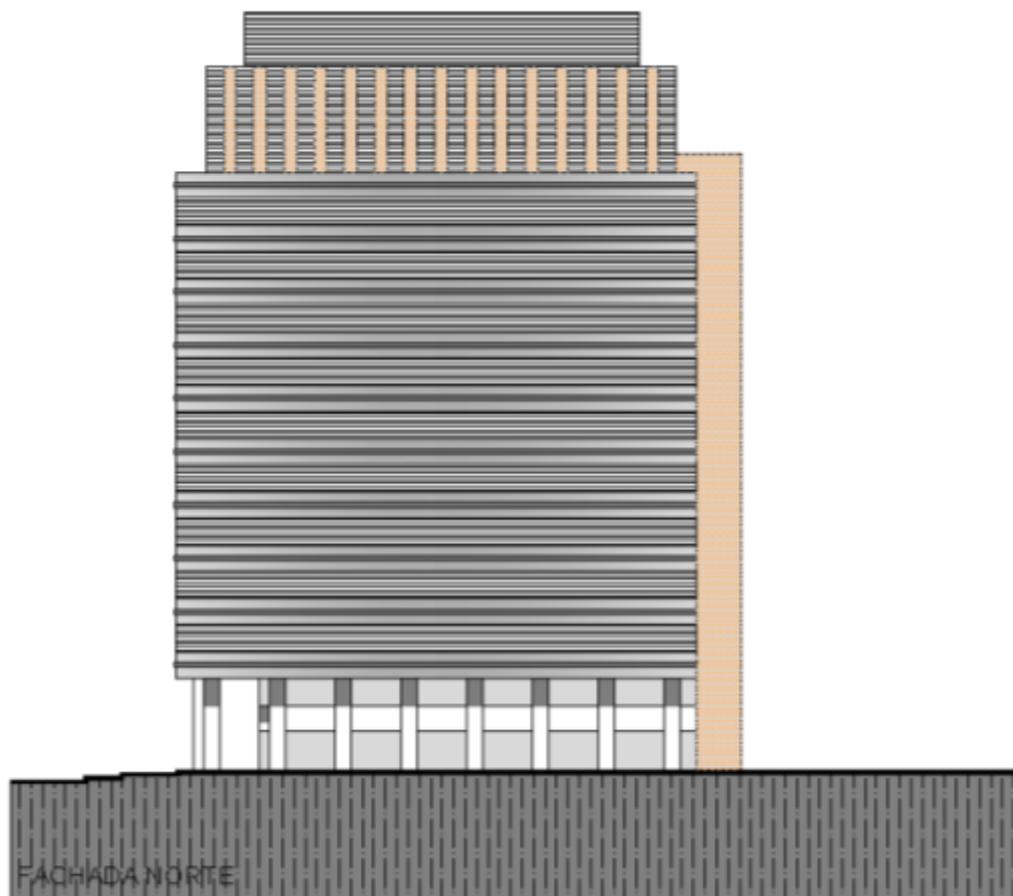
El uso de persianas exteriores, surgieron como una alternativa al uso de celosías exteriores. Las persianas permiten una solución sutil en cuanto a imagen, además de ofrecer la flexibilidad para recogerlas en época invernal.

Se consideró la utilización de persianas en fachada de mayor exposición solar, fachada norte.

## Productos

En este caso, el producto escogido fueron Persianas exteriores de aluminio 80 mm, de Hunter Douglas. Debido a su gran prestigio, alta calidad de los productos ofrecidos junto a las múltiples soluciones técnicas que ofrece.

El valor de implementación por m<sup>2</sup> fue de \$80.000.ver anexo 3.



[Fig.85]: Imagen objetiva implementación de persianas, elaboración propia.

## Persianas de Exterior aluminio 80 mm

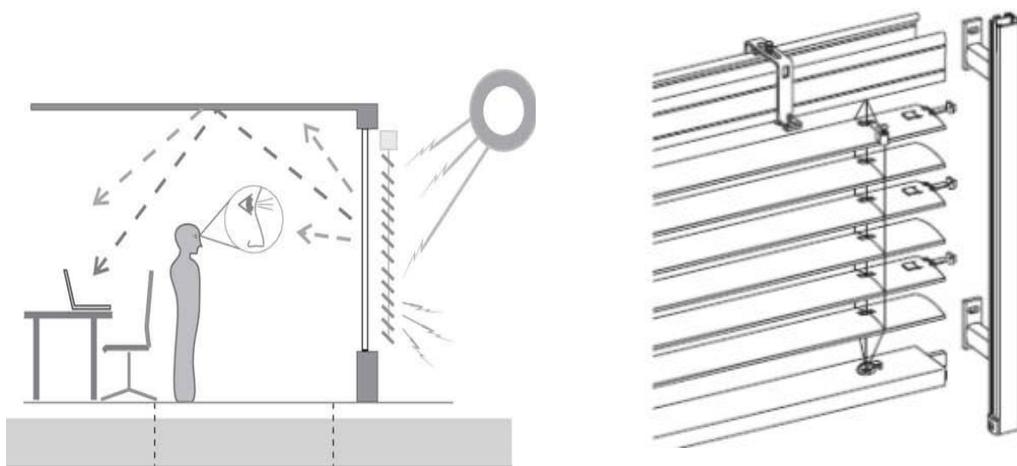
Características: .[31]

- Disminución de transferencia de calor desde el exterior al interior, presentando un factor de sombra del 90% del control solar al cubrir las ventanas.
- Control de la difusión de luz y brillo al interior
- Se pueden subir y bajar según las condiciones del clima.
- Ángulos de regulación para control solar.
- Instaladas sobre rieles.
- Controlada automáticamente en todos sus movimientos.
- Tiempo de garantía 5 años

## Persianas de aluminio 80mm

TIPO	ANCHO DE LÁMINA (mm)	TIPO DE OPERACIÓN (lift/tilt)	GUÍA LATERAL	LÍMITES DE FABRICACIÓN			
				ANCHO MIN. (mm)	ANCHO MAX. (mm)	ALTURA MAX. (mm)	SUPERFICIE MAX. (m <sup>2</sup> )
EL 80 A	80	Motor	Cable	800	5000	4500	12
EL 80 AS	80	Motor	Perfil Lateral estándar	800	4000	4000	12
EL 80 ASK	80	Motor	Perfil Lateral con sujeción	800	4000	4000	12

[Tabla 38]: Descripción técnica persianas de aluminio 80mm



[Fig.86]: Control de la luz y brillo y rieles de instalación persianas de aluminio 80mm



[Fig.87]: Aplicación Persianas Exteriores deAluminio 80 mm

[Ficha 14]: Ficha resumen persianas aluminio 8º mm, elaboración propia

## Ventajas y desventajas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Control solar efectivo e inmediato</li> <li>✓ Corto tiempo de implementación</li> <li>✓ Bajo costo de inversión inicial</li> <li>✓ Solución flexible, permite control solar en verano e iluminación en invierno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Cuanto a las desventajas tenemos:</li> <li>✗ Corta vida útil, relativamente frágil</li> <li>✗ Requiere mantención semestral</li> </ul>

[Tabla 39]: Tabla comparativa ventajas y desventajas aplicación persianas de aluminio 80mm, elaboración propia

## Análisis Económico persianas exteriores

Para el análisis económico de las persianas exteriores se consideró la instalación en la fachada norte. Para esto se obtuvo el siguiente presupuesto: ver anexo 3

**Persianas** \$ 145.167 (valor m<sup>2</sup>)

Revestimiento	Unidad	Cantidad	\$ Unitario	Total
Persianas	m <sup>2</sup>	477	\$ 60.000	\$ 28.620.000
instalación	m <sup>2</sup>	477	\$ 3.000	\$ 1.431.000
andamios	Gl	1	\$ 1.567.500	\$ 1.567.500
			<b>NETO</b>	<b>\$ 31.618.500</b>
			<b>IVA</b>	<b>\$ 37.626.015</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 69.244.515</b>

[Tabla 40]: Cotización real Fabricis

## Análisis de prefactibilidad persianas exteriores

Para generar el análisis de prefactibilidad debemos identificar algunos datos específicos de la implementación, los cuales se especifican en la siguiente tabla:

PROPUESTA	TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup> a impl.	VALOR Construcción/m <sup>2</sup>		AHORRO m <sup>2</sup> construido	
	\$	UF		\$	UF	\$	UF
PERSIANAS EXTERIOR	\$ 69.244.515	UF 2.883,87	477	\$ 145.167	UF 6,05	\$ 21.198	UF 0,88

[Tabla 40]: Cotización real instalador Fabricis.

Además se identifican los siguientes datos relevantes:

#### DATOS

Valor UF (al 25-7-14)	\$ 24.011	
m <sup>2</sup> prorrateo	8109	m <sup>2</sup>
Consumo anual edificio La Concepción (10 h./AA)	1.503,96	UF
Ahorro anual	421,11	UF
Infraestructura (28%)		
superficie persianas	477	m <sup>2</sup>
superficie total construcción	477	
valor neto construcción persianas exterior	6,05	UF/m <sup>2</sup>
valor (ahorro)	0,44	UF/m <sup>2</sup> * semestre
periodo de evaluación	15	Años
tiempo de construcción	1	Semestre
tiempo explotación	30	Semestres
tasa VAN	8%	
% ocupación	100%	

#### INGRESOS

ahorro generado	6.317	UF
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>6.317</b>	<b>UF</b>

#### EGRESOS

costo directo de construcción	2.884	UF
mantención ( 2 sem )	200	UF
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>3.084</b>	<b>UF</b>

<b>UTILIDAD APARENTE</b>	<b>3.233</b>	<b>UF</b>
--------------------------	--------------	-----------

[Tabla 41]: Tabla de datos implementación persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia

Tras el análisis de perfectibilidad económica, de la instalación de persianas exteriores en la fachada norte, podemos identificar el Valor actual neto (VAN) de 543 y una tasa de retorno (TIR) de 10,86%

Según el análisis realizado, la inversión se recuperaría en 10 años, con un financiamiento particular.

Si consideramos que el VAN exigido al proyecto es de 8%, podemos tener las siguientes tablas de sensibilización:

**Calculo de VAN      % Ocupación - Valor ahorro**

543	0,20	0,30	0,44	0,55	0,65
60%	-2.032	-1.552	-879	-350	131
65%	-1.952	-1.431	-702	-130	391
70%	-1.872	-1.311	-526	91	652
75%	-1.792	-1.191	-350	311	912
80%	-1.712	-1.071	-174	531	1.172
85%	-1.632	-951	3	752	1.433
90%	-1.552	-831	179	972	1.693
100%	-1.391	-590	531	1.413	2.214

[Tabla 42]: Tabla de sensibilización VAN, persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia

**Calculo de TIR      % Ocupación - Valor ahorro**

10,86%	0,20	0,30	0,44	0,55	0,65
60%	-6,97%	-2,27%	2,74%	6,02%	8,71%
65%	-6,08%	-1,28%	3,88%	7,28%	10,08%
70%	-5,24%	-0,33%	4,97%	8,49%	11,40%
75%	-4,44%	0,56%	6,02%	9,66%	12,69%
80%	-3,69%	1,43%	7,03%	10,80%	13,93%
85%	-2,96%	2,25%	8,01%	11,90%	15,15%
90%	-2,27%	3,05%	8,97%	12,98%	16,34%
100%	-0,96%	4,58%	10,80%	15,06%	18,64%

[Tabla 43]: Tabla de sensibilización TIR , persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia

Si generamos un flujo financiando el 75% de la inversión, tenemos que los indicadores empeoran el escenario, esto se debe a que actualmente la tasa de interés anual se encuentra por sobre el VAN exigido.

FLUJO FINANCIADO		
TIR SEMESTRAL		3,09%
TIR ANUAL		6,27%
VAN	8,00%	-157,16

CRÉDITO		
Valor Construcción		2.883,87
Crédito	75%	2.162,90
Tasa (anual)	14,4%	6,96%
Financiamiento propio		720,97

[Tabla 44]: Indicadores flujo financiado 75%, Jardineras Fachada Norte (elaboración propia)

INDICADORES JARDINERAS FACHADA NORTE		
Indicadores	Flujo Puro	Flujo financiado 75%
VAN	543	-157,16
TIR	10,86%	6,27%

[Tabla 45]: Resumen indicadores económicos Jardineras, flujo puro y financiado, elaboración propia

## Cuadros comparativos

Dados los resultados de los análisis realizados para las 3 propuestas de implementación, jardineras, celosías exteriores y persianas de aluminio, podemos comparar los valores obtenidos para la implementación por m<sup>2</sup> versus el ahorro producido por cada una de estas implementaciones. [Tabla 46]:

PROPUESTA	TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup> a impl.	VALOR Construcción/m <sup>2</sup>		AHORRO m <sup>2</sup> construido	
	\$	UF		\$	UF	\$	UF
Jardineras Norte	\$ 55.974.972	UF 2.331,22	114	\$ 491.009	UF 20,45	\$ 88.695	UF 3,69
Celosías Exterior Norte	\$ 162.250.495	UF 6.757,34	477	\$ 340.148	UF 14,17	\$ 21.198	UF 0,88
Persianas Exterior Norte	\$ 69.244.515	UF 2.883,87	477	\$ 145.167	UF 6,05	\$ 21.198	UF 0,88

[Tabla 46]: Cuadro comparativo inversión, valor de construcción y ahorro generado, de las 3 aplicaciones. Elaboración propia.

Al comparar los indicadores económicos (VAN , TIR) de cada solución, se puede inferir que la aplicación de celosías exteriores fue la opción menos recomendable ya que la inversión inicial es la mayor y no se alcanza a recuperar en un periodo de 15 años.

PROPUESTAS	VAN	TIR
Jardineras Norte	431	10,51%.
Celosías Exterior Norte	-3.436	- 1,58%
Persianas Exterior Norte	543	10,83%

[Tabla 47]: Cuadro resumen comparativo de las 3 implementaciones. VAN y TIR. Elaboración propia.

De acuerdo a los indicadores obtenidos, vemos que la implementación de celosías no resulta factible, ya que presenta una alta inversión inicial, la cual no se alcanza a recuperar en el tiempo estipulado para la evaluación económica.

En cuanto a la aplicación de una doble piel vegetal y persianas de aluminio, vemos que presenta indicadores económicos similares, un que los costos iniciales difieren.

Es por este motivo que se planteó un análisis de factores anexos que debemos considerar al escoger una de las dos soluciones económicamente viables.

Dentro de este análisis se rescatan aquellas que influyen tanto en el uso del sistema a aplicar, la administración que requiere, facilidad de limpieza, vida útil o tiempo de duración, si aporta o no al medio ambiente, etc.

A continuación se presenta un cuadro comparativo con los diferentes factores analizados para la aplicación de las 3 soluciones técnicas de control solar:

## Cuadro análisis comparativo

Consideraciones	Jardineras Norte	Celosías Exterior Norte	Persianas Exterior Norte
Genera control solar efectivo e inmediato	Yellow	Green	Green
costo de implementación	Green	Red	Green
Tiempo de implementación	Green	Green	Green
Costo de mantención	Yellow	Green	Yellow
Frecuencia de mantención	Red	Green	Yellow
Solución interfiere en la iluminación de invierno y verano.	Green	Red	Green
Aporte al medio ambiente	Green	Red	Red
Facilidad de aseo	Green	Red	Red
Larga vida útil	Green	Green	Red
Presenta una Instalación resistente	Green	Green	Red
Infraestructura requiere administración	Yellow	Green	Yellow
<p>Aporte negativo       Aporte Medio       Aporte positivo </p>			

[Tabla 48]: Cuadro comparativo evaluaciones de las 3 aplicaciones. Elaboración propia según datos de la investigación.

Al considerar todos los factores de ejecución, administración, costos y usabilidad, podemos ver que:

El uso de celosías exteriores no solo presenta un alto costo inicial, sino también no es una solución adaptable a las necesidades del usuario, además de no generar aporte alguno al medio ambiente.

Con respecto a la implementación de persianas en la fachada norte, observamos, que si bien es una inversión abordable, presenta varios inconvenientes con respecto a la fragilidad del sistema y su nulo aporte al entorno.

En cuanto a la aplicación de una doble piel vegetal, podemos inferir que la inversión es abordable y recuperable en el corto plazo., ahora, si bien presenta inconvenientes en temas de frecuencia de mantención estos no llegan a ser de gran incidencia si se mantiene una administración adecuada. Dentro de las ventajas comparativas con respecto a las otras dos soluciones, tenemos que la aplicación de vegetación en la fachada, genera un gran aporte al entorno y da la facilidad de mantener las fachadas limpias.

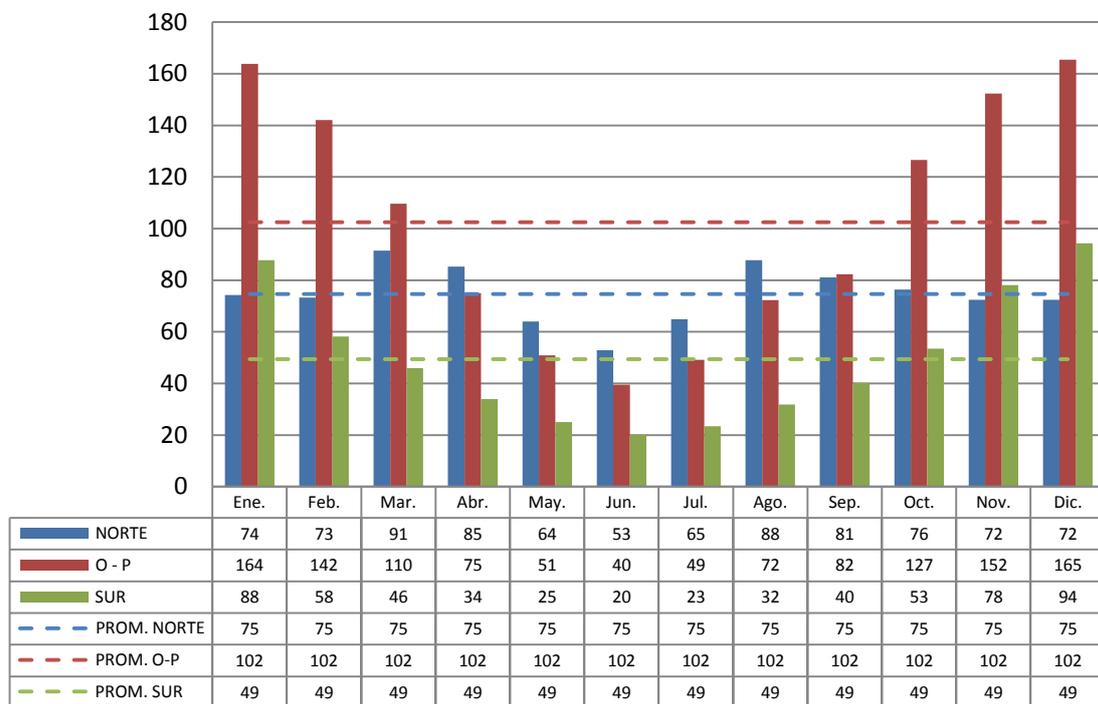
Tras analizar las tres opciones evaluadas, podemos definir que la mejor opción a aplicar es la doble piel vegetal.

## Aplicación fachada norte y poniente

Dados los resultados positivos en la aplicación de la solución de control solar en la fachada norte, se evaluó aplicarla también en la fachada poniente, según las mismas especificaciones técnicas, para corroborar la incidencia en la inversión y el ahorro energético que se podría generar.

Para esto se consideró la radiación promedio por fachada en la ciudad de Santiago, ver gráfico de radiación total mensual.

### Radiación total mensual kWh/m<sup>2</sup> Inclinación 90°



[Gráfico 36]: Radiación solar total mensual.

Al analizar la relación de ahorro versus la radiación solar promedio calculada de la fachada norte y se aplica en la fachada poniente según los indicadores de radiación correspondientes al edificio de la Concepción, se puede aumentar el ahorro en el edificio según lo especificado en **¡Error! No encuentra el origen de la referencia.**

FACHADAS	AHORRO ENERGÍA	AHORRO ECONÓMICO	RADIACIÓN PROMEDIO ANUAL
Fachada norte	48%	28%	75
Fachada Poniente	65%	38%	102
Fachada Poniente La Concepción (Se considera 50%)	32%	19%	102

[Tabla 49]: Ahorro energético por fachada y radiación solar. Elaboración propia.

Se consideró que la fachada poniente del edificio de la Concepción presenta una opacidad del 50%, entonces del ahorro calculado de 38% se debe emplear solo el 50%, esto arroja un ahorro económico efectivo de aplicar del 19% y un **32%** de ahorro en consumo de energía. En la fachada poniente

### Análisis económico del control solar aplicado en las fachadas norte y poniente

Para aplicar las distintas soluciones de control solar en las fachadas norte y poniente, que son las más desfavorables para el caso del edificio de la Concepción, debemos tener en cuenta el porcentaje total de ahorro que se lograría solo por concepto de control solar [Tabla 50]:

FACHADAS	AHORRO ECONÓMICO
Fachada norte	28%
Fachada Poniente La Concepción	19%
<b>TOTAL AHORRO CONTROL SOLAR</b>	<b>47%</b>

[Tabla 50]: [Tabla 50]: Ahorro económico estimado por fachada, elaboración propia.

### Análisis de prefactibilidad control solar

Para realizar el análisis correspondiente a ambas fachadas, se obtuvieron los siguientes datos para las soluciones estudiadas

PROPUESTAS	TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup> a impl.	VALOR construcción/m <sup>2</sup>		AHORRO m <sup>2</sup> construido	
	\$	UF		\$	UF	\$	UF
CELOSÍAS EXTERIOR	\$ 255.110.842	UF 10.624,75	750	\$ 340.148	UF 14,17	\$ 22.630	UF 0,94
PERSIANAS EXTERIOR	\$ 108.837.525	UF 4.532,82	750	\$ 145.117	UF 6,04	\$ 22.630	UF 0,94
JARDINERAS	\$ 86.357.329	UF 3.596,57	178	\$ 485.154	UF 20,21	\$ 95.351	UF 3,97

[Tabla 51]: Cuadro comparativo inversión, valor de construcción y ahorro generado, de las 3 aplicaciones n fachada norte y poniente. Elaboración propia.

Según los datos entregados, aumentó en un 57% el costo de implementación en el caso de las persianas y celosías y un 54% en jardineras. Este aumento produce un incremento en el ahorro del costo energético del 19% y un 32% en consumo energético.

Se analiza la relación del ahorro en el gasto del consumo energético y la superficie a implementar, se obtiene que incrementa el ahorro por m<sup>2</sup> en un 6%.

PROPUESTAS	Aumento	
	Inversión Inicial	ahorro m <sup>2</sup> Construido
CELOSÍAS EXTERIOR TOTAL	57%	7%
PERSIANAS EXTERIOR TOTAL	57%	7%
JARDINERAS TOTAL	54%	8%

[Tabla 52]: Tabla comparativa aumentos de inversión y ahorro a generar.

DATOS	JARDINERAS	CELOSÍAS	PERSIANAS	
valor UF		\$ 24.011		
m <sup>2</sup> prorrateo		8109		m <sup>2</sup>
Consumo anual edificio La Concepción (10H/AA)		1.503,96		UF
Ahorro anual Infraestructura (47%)		706,86		UF
Superficie	178	750	750	m <sup>2</sup>
Superficie total construcción	178	750	750	
Valor neto construcción	20,21	14,17	6,04	UF/m <sup>2</sup>
Valor (ahorro)	3,97	0,94	0,94	UF/ m <sup>2</sup> * semestre
Periodo de evaluación		15		Años
Tiempo de construcción		1		Semestre
Tiempo explotación		30		Semestres
Tasa VAN		8%		
% ocupación		100%		
<b>INGRESOS</b>				
Ahorro generado		10.603		UF
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>		<b>10.603</b>		<b>UF</b>
<b>EGRESOS</b>				
Costo directo de construcción	3.597	10.625	4533	UF
Mantenimiento	715	400	200	UF
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>3.046</b>	<b>7.157</b>	<b>3.084</b>	<b>UF</b>
<b>UTILIDAD APARENTE</b>	<b>3.270</b>	<b>-841</b>	<b>3.233</b>	<b>UF</b>

[Tabla 53]: Datos globales análisis económico. Elaboración propia.

En cuanto al análisis del VAN y TIR, tenemos los siguientes resultados:[Tabla 54]:

SOLUCIÓN CONTROL SOLAR	FACHADA NORTE		FACHADAS NORTE-PONIENTE	
	VAN	TIR	VAN	TIR
JARDINERAS NORTE	431	10,51%	1.311	12,77%
CELOSÍAS EXTERIOR NORTE	-3.436	-1,58%	-4.904	-0,49%
PERSIANAS EXTERIOR NORTE	543	10,86%	1.294	12,25%

[Tabla 54]: VAN y TIR implementación control solar en fachadas. Elaboración propia.

Al observar los resultados, se tiene que al aumentar la superficie a implementar bajo las condiciones de radiación solar estudiada, se evidencia que los indicadores económicos mejoran sustancialmente, haciendo más atractivas las propuestas de muro verde e instalación de persianas. En cuanto a las celosías, al aumentar la superficie, empeoran los indicadores.

## 4.3 FINANCIAMIENTO

Para buscar un método de financiamiento adecuado al momento de intervenir un edificio como el de la Concepción, se debe considerar que es una copropiedad inmobiliaria, esto significa que las instituciones financieras ofrecen muy pocas opciones de financiar una inversión, debido a que las comunidades no presentan un respaldo económico sólido para algún tipo de crédito hipotecario.

Si bien existe la posibilidad de optar a un crédito de tipo comercial, los cuales tienen plazos desde 1 día a 10 años, según el tipo de crédito. Hay que considerar que la tasa en pizarra de los créditos comerciales se encuentra en un 1,20 mensual, lo que equivale a una tasa 14,4 anual.

Como se estudió previamente en los análisis de prefactibilidad económica de cada solución, no es rentable utilizar un financiamiento externo debido a que la tasa de interés anual de mercado, es mayor que el VAN del 8% exigido al proyecto.

Tras descartar un financiamiento externo, se analizó la opción de financiar las intervenciones necesarias a través de capital propio, es decir que la propia comunidad se haga cargo de la totalidad de la inversión.

Este financiamiento presenta la dificultad de que se debe aprobar el sistema de ahorro por todos los propietarios del edificio para poder llevar a cabo una propuesta de financiamiento.

### Financiamiento por ahorro

---

La opción más factible de aplicar, es la de generar el ahorro total de la inversión a través de los mismos propietarios, esto se debe a que al ser una copropiedad inmobiliaria, no existe la posibilidad de solventar y respaldar un crédito de consumo.

Existe la posibilidad de generar el ahorro directamente solicitando el valor correspondiente a cada propietario según el porcentaje de prorroateo correspondiente a cada uno. Esta solución puede causar incomodidad a los propietarios, ya que la diferencia en las superficies de las propiedades, hacen un contraste sustancial a la hora de definir el valor correspondiente.

Por este motivo, se planteó un ahorro parcelado, agregándolo a los gastos comunes según los porcentajes de participación de cada propiedad. De esta manera se vuelve una solución transparente y viable.

Para determinar los montos de ahorro de cada propietario, se analizan las propuestas de persianas y muros verdes de manera independiente.

El prorrato de la inversión, se realiza en el total de los m<sup>2</sup> útiles del edificio que corresponden a 8.109 m<sup>2</sup>, no se incluyen áreas comunes y estacionamientos.

PROPUESTA		TOTAL IMPLEMENTACIÓN		m <sup>2</sup>	VALOR Construcción/m <sup>2</sup>		PRORRATEO Inversión/ m <sup>2</sup>	
		\$	UF		\$	UF	\$	UF
Jardineras	norte	\$ 55.974.972	UF 2.331	114	\$ 491.009	UF 20,45	\$ 6.903	UF 0,29
	norte y poniente	\$ 86.357.329	UF 3.597	178	\$ 485.154	UF 20,21	\$ 10.650	UF 0,44
Persianas	norte	\$ 69.244.515	UF 2.884	477	\$ 145.167	UF 6,05	\$ 8.539	UF 0,36
	norte y poniente	\$ 108.837.525	UF 4.533	750	\$ 145.117	UF 6,04	\$ 13.422	UF 0,56

[Tabla 55]: Cuadro comparativo inversión, costo construcción y prorrato de la inversión, según tipo de implementación. Elaboración propia

Se considera ahorrar en cuotas, agregando el monto los gastos comunes del edificio, para esto se evaluó el escenario a 6 y 12 meses según el coeficiente de prorrato de cada propiedad y la inversión correspondiente a la fachada norte y la que incluye ambas fachadas (norte y poniente)

El ahorro que se requiere para lograr el monto de las inversiones, se establece en la tabla siguiente, donde se evaluó el valor por m<sup>2</sup> de superficie útil (prorratoable) que se requiere ahorrar. Según los escenarios a 6 y 12 meses, se obtienen los siguientes montos:

PROPUESTA		Inversión	Inversión/m <sup>2</sup>	Ahorro Mensual	Ahorro Mensual
		UF		(6 Ctas)	(12 Ctas)
Jardineras	norte	UF 2.331	UF 0,29	UF 0,048	UF 0,024
	norte y poniente	UF 3.597	UF 0,45	UF 0,075	UF 0,037
Persianas	norte	UF 2.884	UF 0,36	UF 0,060	UF 0,030
	norte y poniente	UF 4.533	UF 0,57	UF 0,094	UF 0,047

[Tabla 56]: Tabla comparativa inversión y ahorro, de jardineras y persianas. Elaboración propia

En las siguientes tablas, se calculó el prorrato de la inversión de cada solución a aplicar en la fachada norte y norte y poniente, estableciendo el monto total a financiar por cada propietario según el porcentaje de prorrato de cada propiedad.

Prorrateo inversión jardinera fachada norte

Propietario/ Arrendatario	Of./ Piso	% prorrateo	Gasto Común Promedio	Jardineras Norte	
				\$	UF
Epson Chile S.A	Loc1	2,71%	\$ 412.619	\$ 1.516.777	UF 63,17
AG Internacional	Loc2	2,10%	\$ 320.122	\$ 1.175.362	UF 48,95
Epson Chile S.A	P 3	10,47%	\$ 1.595.332	\$ 5.860.021	UF 244,06
Celplan Chile S.A	401	2,19%	\$ 333.975	\$ 1.225.735	UF 51,05
Celplan Chile S.A	402	2,55%	\$ 388.328	\$ 1.427.226	UF 59,44
Celplan Chile S.A	403/ 404	2,93%	\$ 446.994	\$ 1.639.910	UF 68,30
Instituto EOS	405	1,22%	\$ 185.960	\$ 682.830	UF 28,44
Asociación De Aseguradoras De Chile	501/ 502	4,94%	\$ 752.727	\$ 2.764.900	UF 115,15
Asociación De Aseguradoras De Chile	503	1,52%	\$ 232.148	\$ 850.739	UF 35,43
Asociación De Aseguradoras De Chile	504	1,28%	\$ 195.451	\$ 716.411	UF 29,84
Asociación De Aseguradoras De Chile	505	1,29%	\$ 197.311	\$ 722.008	UF 30,07
DSV-GL Chile S.A	P 6	9,34%	\$ 1.423.824	\$ 5.227.564	UF 217,72
Bridgestone Of Te Road Tire Latin American	P 7	9,50%	\$ 1.448.205	\$ 5.317.116	UF 221,45
Acuña Y Asociados S.A	P 8	9,57%	\$ 1.458.500	\$ 5.356.295	UF 223,08
IFS Logistic Services	901	2,28%	\$ 348.131	\$ 1.276.108	UF 53,15
instituto de la construcción	902	2,75%	\$ 419.395	\$ 1.539.165	UF 64,10
activa	903/ 904	2,99%	\$ 456.252	\$ 1.673.492	UF 69,70
inquest chile consultores	905	1,44%	\$ 220.012	\$ 805.963	UF 33,57
DALKIA Chile S.A	1001	6,95%	\$ 1.058.470	\$ 3.889.890	UF 162,00
ANS S.A	1101	8,05%	\$ 1.226.211	\$ 4.505.556	UF 187,65
DALKIA Chile S.A	1201	7,00%	\$ 1.066.353	\$ 3.917.875	UF 163,17
E. Viollier Y Asociados	1301	6,74%	\$ 1.027.722	\$ 3.772.354	UF 157,11
<b>Totales</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 15.214.042</b>	<b>\$ 55.969.641</b>	<b>UF 2331,00</b>

[Tabla 57]: Prorrateo inversión jardineras fachada norte, Elaboración propia

Prorrateo inversión persianas fachada norte

Propietario/ Arrendatario	Of./ Piso	% prorrateo	Gasto Común promedio	Persianas Norte	
				\$	UF
Epson Chile S.A	Loc1	2,71%	\$ 412.619	\$ 1.876.613	UF 78,16
AG Internacional	Loc2	2,10%	\$ 320.122	\$ 1.454.202	UF 60,56
Epson Chile S.A	P 3	10,47%	\$ 1.595.332	\$ 7.250.237	UF 301,95
Celplan Chile S.A	401	2,19%	\$ 333.975	\$ 1.516.525	UF 63,16
Celplan Chile S.A	402	2,55%	\$ 388.328	\$ 1.765.817	UF 73,54
Celplan Chile S.A	403 - 404	2,93%	\$ 446.994	\$ 2.028.958	UF 84,50
Instituto EOS	405	1,22%	\$ 185.960	\$ 844.822	UF 35,18
Asociación De Aseguradoras De Chile	501 - 502	4,94%	\$ 752.727	\$ 3.420.838	UF 142,47
Asociación De Aseguradoras De Chile	503	1,52%	\$ 232.148	\$ 1.052.565	UF 43,84
Asociación De Aseguradoras De Chile	504	1,28%	\$ 195.451	\$ 886.371	UF 36,92
Asociación De Aseguradoras De Chile	505	1,29%	\$ 197.311	\$ 893.296	UF 37,20
DSV-GL Chile S.A	P 6	9,34%	\$ 1.423.824	\$ 6.467.737	UF 269,37
Bridgestone Of Te Road Tire Latin American	P 7	9,50%	\$ 1.448.205	\$ 6.578.534	UF 273,98
Acuña Y Asociados S.A	P 8	9,57%	\$ 1.458.500	\$ 6.627.007	UF 276,00
IFS Logistic Services	901	2,28%	\$ 348.131	\$ 1.578.848	UF 65,76
instituto de la construcción	902	2,75%	\$ 419.395	\$ 1.904.312	UF 79,31
activa	903 - 904	2,99%	\$ 456.252	\$ 2.070.507	UF 86,23
inquest chile consultores	905	1,44%	\$ 220.012	\$ 997.167	UF 41,53
DALKIA Chile S.A	1001	6,95%	\$ 1.058.470	\$ 4.812.717	UF 200,44
ANS S.A	1101	8,05%	\$ 1.226.211	\$ 5.574.442	UF 232,16
DALKIA Chile S.A	1201	7,00%	\$ 1.066.353	\$ 4.847.341	UF 201,88
E. Viollier Y Asociados	1301	6,74%	\$ 1.027.722	\$ 4.667.297	UF 194,38
<b>Totales</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 15.214.042</b>	<b>\$ 69.247.724</b>	<b>UF 2884,00</b>

[Tabla 58]: Prorrateo inversión persianas fachada norte, Elaboración propia

Prorrateo Inversión Jardinera Fachada Norte Y Poniente

Propietario/ Arrendatario	OF./ PISO	% Prorrateo	GC Promedio	Jardineras Norte Y Poniente	
				\$	UF
Epson Chile S.A	Loc1	2,71%	\$ 412.619	\$ 2.340.561	UF 97,48
AG Internacional	Loc2	2,10%	\$ 320.122	\$ 1.813.719	UF 75,54
Epson Chile S.A	P 3	10,47%	\$ 1.595.332	\$ 9.042.684	UF 376,61
Celplan Chile S.A	401	2,19%	\$ 333.975	\$ 1.891.450	UF 78,77
Celplan Chile S.A	402	2,55%	\$ 388.328	\$ 2.202.373	UF 91,72
Celplan Chile S.A	403 - 404	2,93%	\$ 446.994	\$ 2.530.570	UF 105,39
Instituto EOS	405	1,22%	\$ 185.960	\$ 1.053.684	UF 43,88
Asociación De Aseguradoras De Chile	501 - 502	4,94%	\$ 752.727	\$ 4.266.558	UF 177,69
Asociación De Aseguradoras De Chile	503	1,52%	\$ 232.148	\$ 1.312.787	UF 54,67
Asociación De Aseguradoras De Chile	504	1,28%	\$ 195.451	\$ 1.105.505	UF 46,04
Asociación De Aseguradoras De Chile	505	1,29%	\$ 197.311	\$ 1.114.142	UF 46,40
DSV-GL Chile S.A	P 6	9,34%	\$ 1.423.824	\$ 8.066.731	UF 335,96
Bridgestone Of Te Road Tire Latin American	P 7	9,50%	\$ 1.448.205	\$ 8.204.919	UF 341,72
Acuña Y Asociados S.A	P 8	9,57%	\$ 1.458.500	\$ 8.265.376	UF 344,23
IFS Logistic Services	901	2,28%	\$ 348.131	\$ 1.969.181	UF 82,01
Instituto De La Construcción	902	2,75%	\$ 419.395	\$ 2.375.108	UF 98,92
Activa	903 - 904	2,99%	\$ 456.252	\$ 2.582.390	UF 107,55
Inquest Chile Consultores	905	1,44%	\$ 220.012	\$ 1.243.693	UF 51,80
DALKIA Chile S.A	1001	6,95%	\$ 1.058.470	\$ 6.002.546	UF 249,99
ANS S.A	1101	8,05%	\$ 1.226.211	\$ 6.952.589	UF 289,56
DALKIA Chile S.A	1201	7,00%	\$ 1.066.353	\$ 6.045.730	UF 251,79
E. Viollier Y Asociados	1301	6,74%	\$ 1.027.722	\$ 5.821.174	UF 242,44
<b>Totales</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 15.214.042</b>	<b>\$ 86.367.567</b>	<b>UF 3597,00</b>

[Tabla 59]: Prorrateo inversión jardineras fachada norte y poniente, Elaboración propia

Prorrateo inversión persianas fachada norte y poniente

Propietario/ Arrendatario	Of./ Piso	% prorrato	Gasto Común promedio	Persianas Norte Y Poniente	
				\$	UF
Epson Chile S.A	Loc1	2,71%	\$ 412.619	\$ 2.949.614	UF 122,84
AG Internacional	Loc2	2,10%	\$ 320.122	\$ 2.285.679	UF 95,19
Epson Chile S.A	P 3	10,47%	\$ 1.595.332	\$ 11.395.743	UF 474,61
Celplan Chile S.A	401	2,19%	\$ 333.975	\$ 2.383.637	UF 99,27
Celplan Chile S.A	402	2,55%	\$ 388.328	\$ 2.775.468	UF 115,59
Celplan Chile S.A	403 - 404	2,93%	\$ 446.994	\$ 3.189.067	UF 132,82
Instituto EOS	405	1,22%	\$ 185.960	\$ 1.327.871	UF 55,30
Asociación De Aseguradoras De Chile	501 - 502	4,94%	\$ 752.727	\$ 5.376.788	UF 223,93
Asociación De Aseguradoras De Chile	503	1,52%	\$ 232.148	\$ 1.654.396	UF 68,90
Asociación De Aseguradoras De Chile	504	1,28%	\$ 195.451	\$ 1.393.176	UF 58,02
Asociación De Aseguradoras De Chile	505	1,29%	\$ 197.311	\$ 1.404.060	UF 58,48
DSV-GL Chile S.A	P 6	9,34%	\$ 1.423.824	\$ 10.165.830	UF 423,38
Bridgestone Of Te Road Tire Latin American	P 7	9,50%	\$ 1.448.205	\$ 10.339.977	UF 430,64
Acuña Y Asociados S.A	P 8	9,57%	\$ 1.458.500	\$ 10.416.166	UF 433,81
IFS Logistic Services	901	2,28%	\$ 348.131	\$ 2.481.594	UF 103,35
instituto de la construcción	902	2,75%	\$ 419.395	\$ 2.993.151	UF 124,66
activa	903 - 904	2,99%	\$ 456.252	\$ 3.254.372	UF 135,54
inquest chile consultores	905	1,44%	\$ 220.012	\$ 1.567.323	UF 65,28
DALKIA Chile S.A	1001	6,95%	\$ 1.058.470	\$ 7.564.509	UF 315,04
ANS S.A	1101	8,05%	\$ 1.226.211	\$ 8.761.770	UF 364,91
DALKIA Chile S.A	1201	7,00%	\$ 1.066.353	\$ 7.618.930	UF 317,31
E. Viollier Y Asociados	1301	6,74%	\$ 1.027.722	\$ 7.335.942	UF 305,52
<b>Totales</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 15.214.042</b>	<b>\$ 108.841.863</b>	<b>UF 4533,00</b>

[Tabla 60]: Prorrateo inversión persianas fachada norte y poniente, Elaboración propia

Al revisar las tablas anteriores, donde se expone el prorrateo de la inversión correspondiente a cada propietario, se puede ver que del total de 22 propiedades, se tienen 9 que se encuentran sobre el promedio del porcentaje de prorrateo 4,54%.

En el caso de implementar jardineras en la fachada norte, el caso de la menor inversión, se obtiene que el menor valor asciende a \$682.830 con un porcentaje de 1,22% y el mayor con un 10,47% y un valor de \$5.860.021.

En el caso de implementar jardineras en la fachada norte y poniente, implementación recomendada, se calculó el menor valor asciende a \$ 1.053.684 con un porcentaje de 1,22% y el mayor con un 10,47% y un valor de \$ 9.042.684

Esto permite identificar que el costo por propietario no supera los \$10.000.000, lo que es un monto abordable de financiar para el tipo de empresas que existen en el edificio.

Esta inversión, se puede dividir en 6 ó 12 meses, según los plazos que se logren acordar con la comunidad del edificio. De esta manera la inversión inicial se realiza en efectivo.

## 4.4 CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Según las medidas de eficiencia energética aplicadas en el edificio la Concepción, se obtienen las siguientes conclusiones:

La gestión energética se debe realizar integralmente, ya que las soluciones particulares no logran resultados óptimos como si se aplican en conjunto y en su totalidad.

Las medidas de administración, climatización e infraestructura en conjunto, generaron un ahorro económico en los gastos comunes del 35%, solo por concepto de ahorro energético tras las medidas tomadas en la fachada norte, lo que significa una disminución del valor total de estos en un 7% mensual.

Al evaluar la solución de control solar aplicada tanto a la fachada norte y poniente, se estableció que se genera un ahorro del costo energético del 54%, lo que equivale a un ahorro en los gastos comunes mensuales del 11%

Cabe destacar que no solo se encuentra el beneficio del ahorro económico una vez impuestas las medias, también se brindó un mayor estándar de habitabilidad que el presentado, esto se dio a través de las medidas de administración y climatización aplicadas.

### Administración e iluminación

1. Las intervenciones en los edificios deben ser globales, esto quiere decir que se deben considerar todos los factores que pudiesen generar ahorro en el consumo energético del edificio.
2. La administración y los usuarios juegan un rol fundamental a la hora de implementar cualquier medida de ahorro de energía, ellos son los que logran implementar estas medidas, especialmente en la regularización de horarios y hábitos de los usuarios. El mayor riesgo de fracaso de las medidas es la baja participación de los usuarios.
3. Las tarifas eléctricas inciden en el ahorro que se puede lograr, para que esto sea aplicable a el edificio, debe presentar ciertas características el consumo y la distribución del consumo por empalme, por ejemplo, en el edificio Consorcio fue beneficioso la modificación de la tarifa eléctrica de la BT-3 a la BT-3.4 porque se tienen 2 empalmes que se intercalan por lo que uno siempre tiene un consumo mínimo. al calcularse esta tarifa con el valor promedio del año anterior, siempre será un consumo casi nulo para comparar.
4. El cambio de tarifa eléctrica solo se justifica si se tiene un sistema de aire acondicionado compartido, esto quiere decir al menos dos sistemas que se puedan rotar en su uso. Por lo tanto solo es aplicable un doble empalme para equipos de climatización en este caso.
5. La regularización de los horarios de ocupación de las oficinas son indispensable para la reducción del consumo eléctrico por iluminación y funcionamiento de equipos de aire acondicionado.
6. Todas las medidas deben ser apoyarse con una gestión administración que logre compatibilizar las acciones en marchas, tales como control de temperatura diurno y nocturno, ventilación del edificio, control de iluminación, horarios de funcionamiento de equipos de aire acondicionado, etc

## Medidas de infraestructura

1. Todas las medidas de control solar garantizan un 60% de sombra para lograr los resultados esperados de 48% de ahorro en el consumo energético y un 28% de ahorro en costo de este.
2. Las modificaciones a la infraestructura se puede aplicar en cualquier tipo de edificio, su resultado depende del costo de implementación, factibilidad técnica y entorno social o comunidad en el cual se quiera aplicar.
3. Si bien los costos de implementación de jardineras colgantes, son bajos en comparación a otras opciones, presenta un costo de mantención y administración que en comunidades poco participativas pueden provocar conflictos o incluso no ser una opción fructífera.
4. La instalación de celosías fijas, independiente del modelo elegido, son una muy buena opción técnica, durable y con un efectivo control solar. Sin embargo el alto costo que estas tienen hace que sea poco factible implementarlas en un edificio ya construido, sin embargo son una buena opción si se consideran desde su diseño original, ya que se pueden aplicar soluciones de diseño que pueden disminuir costos de construcción e instalación, además de los ahorros que se producen en el consumo energético del edificio.
5. En cuanto a la instalación de persianas exteriores, se presentaron como una buena opción de bajo costo de implementación, pero se debe considerar la corta vida útil de estas y la dedicación de la administración para tener un correcto funcionamiento. Actualmente, gracias a la tecnología, existen sistemas de control de tiempo, detección de radiación solar según su intensidad y sistemas de automatización que pueden apoyar las acciones de la administración, esto se debe considerar como un gasto adicional para la aplicación de la solución.
6. Mientras más se extiende la aplicación de la solución de control de radiación solar a otras superficies, la solución se vuelve más atractiva y rentable.

## Financiamiento

1. El financiamiento externo a través de créditos, solo es válido si se le exige al proyecto un VAN mayor a la tasa de interés que ofrezca la institución financiera.
2. Al ser una copropiedad inmobiliaria, se vuelve inviable la solicitud de créditos externos.
3. La opción de financiamiento más certeza es generar el ahorro previo a la inversión, de acuerdo al prorrateo previo entre los propietarios del edificio.



CAPITULO 5:

CONCLUSIONES FINALES

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### Del caso de estudio:

Dentro de los edificios más emblemáticos en Santiago de la década de los '90, se encuentra el edificio Consorcio. Este es particularmente peculiar, ya que, se le consideró pionero en cuanto a las soluciones de doble piel vegetal en altura, además de incorporar elementos de diseño arquitectónico que aportan sustancialmente a la gestión energética, tales como la orientación, hall de acceso, sistemas de ventilación y buena iluminación natural. Es por este motivo que fue escogido como referente de análisis para el estudio.

Ya identificado el edificio para el estudio, se generaron diferentes investigaciones bibliográficas, análisis de diseño, visitas técnicas y entrevistas con la administración y la comunidad del edificio, donde se evidenciaron los principales factores que inciden en el ahorro de energía, estos fueron:

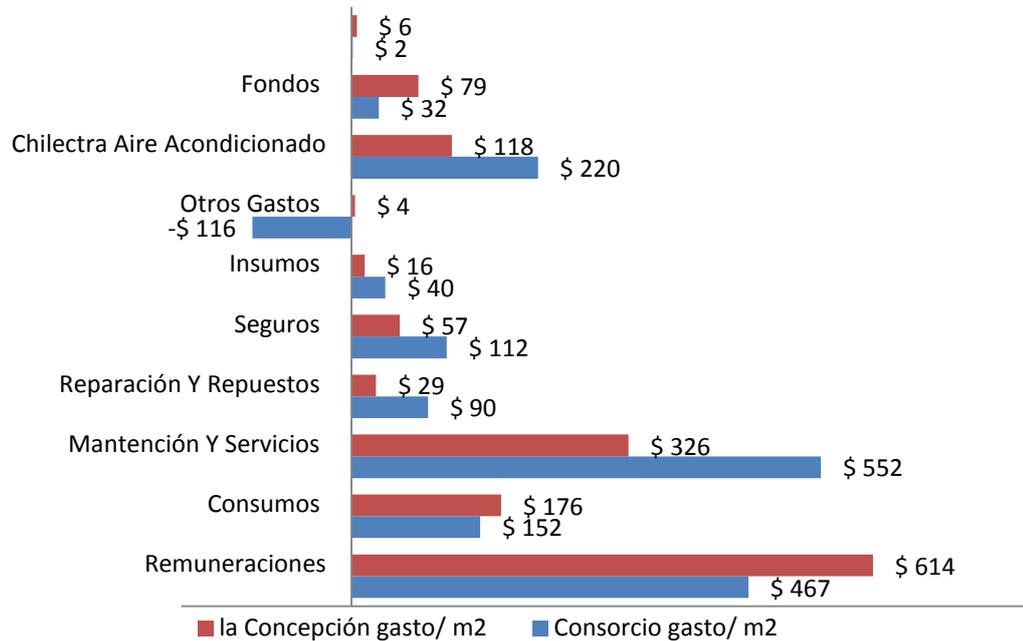
**Condiciones arquitectónicas:** donde la orientación y emplazamiento del edificio jugó un rol fundamental donde se le otorgó una orientación poco favorable en virtud del aprovechamiento espacial. Esta clara desventaja, fue manejada y superada a través de condiciones arquitectónicas como la doble piel vegetal y condiciones de ventilación, donde se manejó el comportamiento energético. El edificio Consorcio se caracterizó por el manejo energético pionero en su época, ya que solo 10 años después de su construcción se comenzaron a manejar conceptos de eficiencia energética en la arquitectura.

**Ocupación y comunidad:** el compromiso participativo de la comunidad y la distribución de los horarios de la ocupación, puede marcar la diferencia en el éxito de las gestiones de eficiencia energética, ya que son ellos los que habitan y mantienen funcionando el edificio. Es de suma importancia lograr la conexión y compromiso de los usuarios con el edificio para llevar a cabo cualquier medida a aplicar

**Administración:** es el impulsor de una gestión energética proactiva, ya que son educados para materializar y controlar las medidas a implementar. Una administración comprometida como la del edificio Consorcio, logró que el ahorro energético fuera efectivo según las medias tomadas como el manejo en la tarifa eléctrica, cambio a una iluminación más eficiente, campañas de ahorro energético, control de horarios de funcionamiento del edificio y ventilaciones pasivas, control de los sistemas de climatización, etc. Todas estas gestiones, se encuentran presentes hoy en las actuales herramientas de gestión energética.

Dentro de los mayores logros de la investigación, se encontró el análisis de la composición de los gastos comunes del edificio Consorcio, ya que desde ahí se logró recabar la información necesaria para formar los principales indicadores a aplicar. También se evidenció que la pared vegetal no generaba un mayor costo para los usuarios, ya que al lograrse una gestión completa de los gastos, se equilibraron y disminuyeron las mantenciones y costos asociados. La experiencia señalada en diferentes publicaciones, manifiesta una exitosa trayectoria del manejo paisajístico vertical.

## Comparación Valor Gasto Común



[Gráfico 37]: Comparación valor ítem gasto común por m<sup>2</sup> en los edificios estudiados. Elaboración propia según antecedentes recabados.

En el análisis realizado, se logró identificar 3 factores principales que potencian un ahorro energético, los cuales son la Administración, climatización e infraestructura. Estos factores en conjunto permitieron alcanzar un ahorro del 59% en energía, lo que correspondió a un 44% de ahorro económico.

FACTOR	AHORRO ENERGÍA	AHORRO ECONÓMICO
Infraestructura	48%	28%
Administración	5%	3%
Aire acondicionado	6%	13%
<b>TOTAL</b>	<b>59%</b>	<b>44%</b>

[Tabla 10]: Cuadro resumen del ahorro producido por cada factor. Elaboración propia según datos de la administración

En cuanto a la infraestructura, cabe mencionar que idealmente se consideró un diseño energéticamente eficiente desde un comienzo. De no ser así, existen posibilidades para mejorar el comportamiento del edificio con respecto a la climatización, un claro ejemplo de esto es la aplicación de la pared vegetal o sombreado, la cual se puede aplicar a cualquier tipo de edificio, y solo variará en la solución técnica y costos asociados a la intervención.

## Posibilidades de aplicación

Dentro de la ciudad de Santiago, se logró identificar y acotar, el sector de desarrollo inmobiliario de mayor relevancia, en la década del os '90. En esta área acotada, se realizó un catastro de los principales edificios. Logrando identificar las características relevantes para la aplicación del estudio.

La fecha en la cual fueron construidos los edificios fue significativa ya que dio indicios de los materiales, aislamientos térmicos y acústicos utilizados, además de guiar en los análisis realizados.

Para el estudio fue necesario enmarcar estas construcciones con características similares para escoger un caso específico, sin embargo, la aplicación de estos factores se pueden aplicar a diferentes tipos de edificios, corporativos, de servicio, habitacional, etc ó en aquellas construcciones que presente problemáticas similares de climatización, infraestructura y administración.

### **Principales características de los edificios:**

Dentro de las características comunes que presentaron las construcciones estudiadas, se encontraron:

- Falta o ausencia total de control solar
- Orientación desfavorable en las fachadas más vidriadas
- Sin conos de sombras aledaños que afecten el edificio que puedan alterar los resultados del análisis.
- Presentaron sistemas de aire acondicionado
- Utilizados como edificios de oficinas
- Presentaron una administración financiera básica

### **Soluciones a implementar:**

Se especificaron y determino el costo de las soluciones a implementar de los principales factores de ahorro, administración, climatización e infraestructura.

Dentro de las medidas a aplicar, se observó que aquellas de bajo costo-que conciernen a la administración, pero que presentan la complejidad al aplicarse en conjunto a la comunidad, se vuelven inciertas en sus resultados, ya que requiere la participación y el compromiso de estas.

Con respecto a las medias a implementar en los sistemas de aire acondicionado, se determinó que uno de los temas más importante para llevar a cabo las mejoras, correspondió al estudio de los horarios de la comunidad. Lo principal en este punto fue mejorar y optimizar el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado, apoyados en procesos de ventilación natural y forzada del edificio y acotar los horarios de operación de los equipos. De esta manera se logró establecer cuál era el periodo de tiempo en el cual se requería mayor esfuerzo de los equipos.

Con respecto a las medidas de infraestructura que podrían generar un control solar efectivo, favoreciendo la gestión energética, en las fachadas más desfavorables del edificio, se identificaron principalmente 3 propuestas que técnicamente se pueden implementar en él:

- Celosías fijas exteriores
- Persianas de aluminio exteriores
- Doble piel vegetal

Al realizar el análisis comparativo de estas soluciones, se encontró que además del valor de inversión de la implementación de las soluciones que inciden en la decisión final, también se presentaron los temas de, administración, impacto en el entorno, tiempo de implementación, duración de la solución, mantenciones, etc; estos en su conjunto son fundamentales a la hora de tomar una decisión de esta naturaleza.

Al realizar el análisis comparativo de estas soluciones, se encontró que el costo de la inversión no era lo único que influía en la decisión de cual aplicar. Se encontraron numerosos factores relevantes que inciden fuertemente en la decisión tales como el manejo de la administración, impacto en el entorno, tiempo de implementación, duración de la solución, mantenciones, etc; estos factores son relevantes si queremos asegurar el éxito de la solución a implementar.

### Cuadro análisis comparativo

Consideraciones	Jardineras Norte	Celosías Exterior Norte	Persianas Exterior Norte
Genera control solar efectivo e inmediato	Yellow	Green	Green
costo de implementación	Green	Red	Green
Tiempo de implementación	Green	Green	Green
Costo de mantención	Yellow	Green	Yellow
Frecuencia de mantención	Red	Green	Yellow
Solución interfiere en la iluminación de invierno y verano.	Green	Red	Green
Aporte al medio ambiente	Green	Red	Red
Facilidad de aseo	Green	Red	Red
Larga vida útil	Green	Green	Red
Presenta una Instalación resistente	Green	Green	Red
Infraestructura requiere administración	Yellow	Green	Yellow
<p>Aporte negativo       Aporte Medio       Aporte positivo </p>			

[Tabla 48]: Cuadro comparativo de cada una de las 3 aplicaciones evaluadas. Elaboración propia según los datos de la investigación.

En cuanto al uso de celosías fijas, se estableció que los costos asociados a la aplicación fueron muy altos lo que transformó en inviable. Ahora SÍ, SE PUEDE CONCLUIR QUE SE CONSTITUYE EN UNA SOLUCIÓN MUY EFICIENTE PARA EL CONTROL SOLAR, la cual se plantea como una muy estrategia a considerarse en la etapa de diseño de los proyectos.

Con respecto a la utilización de persianas de aluminio, se concluyó que podrían aplicarse en un edificio en operación, ya que, presentaron un valor de inversión-factible de incorporar. Sin embargo, las limitantes de esta solución se presentaron en la mantención de la frágil estructura, factor que hizo incierto los costos de reposición y mantención de la misma.

Con respecto a la aplicación de una doble piel vegetal, se verificó que el costo inicial era aceptable y manejable por la comunidad de un edificio de oficinas. Además resultó, poco invasiva en la infraestructura existente, altamente manejable y sin mayores complejidades para una administración competente.

Cuando se analizaron los costos de implementación asociados a cada propuesta de control solar, se verificó que existen diferentes valores para el mismo resultado, lo que nos obliga a estudiar en profundidad la solución a implementar. Los costos asociados se resumen a continuación:

PROPUESTAS	TOTAL IMPLEMENTACIÓN FACHADA NORTE		TOTAL IMPLEMENTACIÓN FACHADA NORTE Y PONIENTE	
	UF	m <sup>2</sup>	UF	m <sup>2</sup>
Jardineras	UF 3.596,57	178	UF 2.331,22	114
Celosías Exterior	UF 10.624,75	750	UF 6.757,34	477
Persianas Exterior	UF 4.532,82	750	UF 2.883,87	477

[Tabla 61]: Cuadro comparativo inversiones y superficies, elaboración propia.

Una de las principales conclusiones de las propuestas de doble fachada a aplicar, fue que al incrementar la superficie de estas, mejoran los indicadores económicos, haciendo más rentable la incorporación de la solución ya que aumenta la capacidad de ahorro significativamente, lo que se refleja en el cuadro siguiente.

TIPOS DE SOLUCIÓN DE CONTROL SOLAR	FACHADA NORTE		FACHADAS NORTE-PONIENTE	
	VAN	TIR	VAN	TIR
Jardineras Norte	431	10,51%	1.311	12,77%
Celosías Exterior Norte	-3.436	-1,58%	-4.904	-0,49%
Persianas Exterior Norte	543	10,86%	1.294	12,25%

[Tabla 54]: VAN y TIR implementación control solar en fachadas. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados indicados en la tabla anterior, podemos identificar que la aplicación de celosías no es rentable, debido a que no se recupera la inversión en el plazo de 15 años ni en las condiciones económicas exigidas.

A su vez la implementación de persianas y doble piel vegetal muestran indicadores bastante alentadores, lo que transforman estas soluciones técnicas en potenciales posibilidades de negocio. Las cuales deben analizarse según el tipo de infraestructura que se presente y la comunidad existente en ella. Además de considerar nuevos materiales más resistentes y de fácil mantención.

La aplicación de muros verdes se vuelve sustancialmente atractiva ya que presenta un “gancho comercial” por la imagen que se logra frente a la comunidad, aportando al medio ambiente y al entorno. Estos factores anexos, son de suma importancia a la hora de insertarse en el mercado existente, ya que si bien existen ejemplos de gestión energética y control solar, son muy pocos edificios los que obtienen el aporte visual y estético que se logra con una doble piel vegetal, transformándose en una ventaja comparativamente muy importante a la hora de una inversión inmobiliaria.

#### **Financiamiento del a solución:**

El financiamiento de los proyectos es uno de los puntos más relevantes para el éxito de estos, es por esto que se revisó aquello que ofrece actualmente el mercado para financiar proyectos de esta envergadura.

Una de las principales barreras que se debe sortear fue que actualmente en Chile no existen políticas claras que apoyen las soluciones de gestión energética, en los edificios existente o en general, dejando el financiamiento de estas soluciones en desventaja con respecto a un proyecto de inversión, ya que si se quiere acudir a un crédito comercial para obtener los recursos, se debe competir con proyectos de inversión de mayor impacto económico, dejando en segundo plano las soluciones de gestión de energía.

Generar el ahorro de la inversión directamente con los propietarios, es la opción más viable, pero de mayor duración, ya que se debe esperar tener el total del costo asociado para poder ejecutar la obra, causando incertidumbre e impaciencia en la comunidad. Esto hace incierto el éxito del proyecto; aun que, no se realice en el marco de potenciar un producto final de mayor plusvalía en el mercado.

Es urgente que se realicen sistemas de financiamiento se garanticen las implementaciones para mejorar los sistemas de gestión energética. La falta de apoyo, hace que incluso las inversiones privadas se vuelvan poco atractivas debido a la incertidumbre del mercado y las condiciones de este.

Si existiera el apoyo económico para aplicar este tipo de soluciones, el escenario y la predisposición de las empresas para realizar estas inversiones se verían favorecidas ya que se lograrían materializar y no solo quedar en buenas intenciones. Esto promovería a toda un área de mercado (sistemas, materiales, asesorías, administración) que se desarrollaría en apoyo a la gestión eficiente de la energía en los edificios, especialmente en aquellos ya construidos.

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta tesis, se encontró información relevante de distintos ámbitos, no solo de envolventes verdes.

Al conocer y analizar el caso de estudio, se descubrió información muy relevante, que enriquecía el análisis. Información propia de la administración y de los habitantes del edificio Consorcio. Sus peculiares sistemas de administración llevaron a explorar otros ámbitos tales como consumos eléctricos, sistemas de aire acondicionado, funcionamientos y mantenimientos, análisis de gastos comunes, etc.

Con esta información se pudo identificar que el edificio Consorcio no solo era un edificio reconocido y premiado por su arquitectura y los logros del diseño implementado, también pudimos observar que sin la administración creativa y planificada instaurada, no se habría logrado instaurar y destacar en el manejo energético existente en el edificio.

La gestión energética instaurada por la administración en el edificio y sistemas de aire acondicionado y ventilación, en conjunto al manejo de la doble piel vegetal, es la clave para lograr ahorros significativos en el consumo energético y los costos asociados a ellos.

Cabe destacar que no fue fácil llegar hasta la información requerida, ya que al ser un edificio tan connotado, mucha información tales como planimetrías, costos y consumos asociados al edificio, gastos comunes, etc. Son de acceso altamente restringido por la administración corporativa de Consorcio.

Dentro del proceso de investigación, se pudo observar desconocimiento con respecto a los temas de gestión energética, esta ignorancia se presentó en distintos niveles como las administraciones de los edificios, directorios, usuarios y personal administrativo.

Se observaron costumbres instauradas en las empresas de administración de los edificios, específicamente en la política de administración, la cual se enfoca solamente en el pago de cuentas y tratar de generar el menor gasto posible. Dejando fuera cualquier posibilidad de mejora con respecto a la administración.

Uno de los principales desafíos que presenta este estudio es romper con esos paradigmas, logrando una gestión administrativa comprometida con el edificio y sus usuarios.

Este tipo de administración se basa en el control de gastos, y no en la gestión del edificio, no aprovechando las potencialidades del mismos, a demás de estar enfocada en el pago de cuentas y no en dar un mejor habitar a los usuarios.

Por otro lado tenemos los usuarios de los edificios, los cuales al no sentirse comprometidos con el edificio y su administración, se vuelven apáticos, o muchas veces llamados usuarios grises. Estos habitantes al no exigir un mayor estándar en la infraestructura y administración, se vuelven una masa indiferente, la cual no actúa ni participa.

El reformar, educar y comprometer estos usuarios grisees el otro de los grandes desafíos que presenta la implementación de los sistemas de gestión energética. Con el compromiso de los usuarios, se pueden llevar a cabo grandes planes de gestión, ya que el interés y la motivación de los usuarios, obliga a la dirección y administración del edificio a tomar las medidas necesarias para complacerlos.

Con respecto a las soluciones de control solar encontradas, se identificó que existen múltiples soluciones dentro del mercado, de diferentes precios. La gran diferencia en cuanto a costos se encuentra en los sistemas de implementación y la tecnología utilizada.

En el caso del edificio de la Concepción, las condiciones técnicas de implementación no significaron mayor intervención, por lo que no se consideró una mayor intervención en la infraestructura del edificio como tal. Con esto tenemos que los costos obtenidos son fieles a la implementación requerida de control solar.

En cuanto a la incorporación de tecnología de punta para maniobrar los sistemas de control solar, se decidió no incluir este tipo de soluciones complementarias, debido a que si bien es un gran aporte a la operatividad del sistema, no tiene mayor impacto en el ahorro generado, no presenta una solución estándar, sino es una solución particular para cada caso, lo que lleva a que los costos de implementación involucrados sean muy elevados para una inversión inicial.

Dentro de los resultados obtenidos en la aplicación de los factores en el edificio de la concepción, se logró establecer un ahorro económico significativo del 35% si aplicando la solución de control solar en la fachada norte, al extenderse esta solución a la fachada poniente, vemos que aumenta un 54%, solo por conceptos de ahorro del costo energético.

Esto se ve reflejado directamente en el gasto común de cada propietario que se reduce en un 7% y 11% respectivamente.

Cabe destacar que en el caso del edificio de la Concepción, no solo es importante el ahorro económico, también se logra mejorar el estándar de habitabilidad del edificio, regulando los horarios y aportando una climatización más eficiente para las personas.

Al revisar las opciones de financiamiento, se pudo ver que el mercado es bastante apático con este tipo de inversiones, esto se debe a la falta de conocimiento del tema y aun más específico, a la falta de ejemplos positivos y resultados obtenidos por aplicaciones de sistemas de gestión energética.

Esto hace que no exista respaldo económico para llevar a cabo un proyecto de esta envergadura. La política Chilena actual, declara y trabaja en encontrar una solución definitiva para la incorporación tanto de la gestión energética como lograr un manejo de la energía eficiente, pero claramente no se ha logrado instaurar aun en la conciencia colectiva del país, lo que se traduce en una falta de interés y múltiples dificultades para lograr implementar todo tipo de proyectos que sean capaces de aportar al medio ambiente.

Si bien se ha comenzado a trabajar en un largo camino para tener un país más eficiente energéticamente, aun se tiene mucho que aprender de otros países, donde las políticas de eficiencia energética ya están instauradas y llevan tiempo funcionando, como Alemania, Japón, etc.

No se debe desconocer que existen en nuestro país muchas buenas ideas, pero al no tener financiamiento, quedan en eso, solo ideas, el trabajo está en lograr sacar adelante cada una de estas innovaciones, las cuales dibujan un mundo mejor.

Ahora si observamos este tipo de soluciones del lado de los inversionistas inmobiliarios, se vuelve muy atractiva, ya que la imagen de una infraestructura amigable con el medio ambiente, se vuelve un gancho comercial extremadamente atractivo a la hora de revitalizar una propiedad ya construida o generar nuevos negocios.

Actualmente los edificios de oficinas ya no son mirados como una edificación que alberga un grupo de habitantes, donde se buscaba responder a la necesidad de agrupar personas bajo un mismo techo. Ahora los inversionistas buscan agregar valor a su inversión de distintas maneras, es así como se ha logrado incluir un valor extra a las propiedades nuevas a través de implementaciones certificadas a través del mecanismo LEED, mediciones de huella de carbono, planes de mitigación medioambiental, etc. Este tipo de soluciones amigables con el entorno las hace más atractivas teniendo gran recepción en el mercado actual

La implementación de un sistema atractivo de gestión energética, potenciado con la implementación de muros verdes, pone en igualdad de condiciones las construcciones más antiguas, las cuales con una pequeña intervención en la infraestructura y cambio en la administración, pueden obtener una mejor calidad de servicio y una imagen impactante frente al mercado actual.

Esto se debe a que si bien existe desconocimiento de los temas de manejo energético, las personas prefieren invertir en una propiedad que les da la confianza en temas de administración, asegurando mantener sus gastos comunes sin mayores variaciones, cubriendo la mayor cantidad posible de servicios y aportando una imagen responsable a la empresa y su comunidad.

Otra ventaja comparativa que presenta la incorporación de la gestión energética estudiada, es el área de la ciudad de Santiago identificada como potencial nicho de negocio, el cual se enfoca en la comuna de Providencia, Las Condes y Santiago Centro. Estas comunas presentan un emplazamiento preferencial para albergar oficinas, debido a su gran conectividad y disponibilidad de servicios complementarios. Actualmente no existe potencial de crecimiento dentro de las comunas estudiadas, lo que hace el refaccionamiento una muy buena alternativa de aumentar la plusvalía de los edificios ya existentes.

Si observamos el crecimiento del mercado de oficinas, se han desplazado del centro neurálgico de la ciudad, como por ejemplo a la comuna de Huechuraba con la ciudad empresarial, o el sector empresarial en Pudahuel, plantas industriales en San Bernardo, etc. Estos desarrollos inmobiliarios, requieren mayor esfuerzo para asegurar su éxito, ya que no cuentan con una buena conectividad ni servicios asociados al nivel que se encuentra en el centro de la ciudad.

Al implementar una nueva imagen a través de la incorporación de la gestión energética e implementación de muros verdes, se potencian construcciones existentes, se revitaliza el centro de la ciudad aportando al entorno inmediato y al medio ambiente, generando una competencia real con respecto a las nuevas ofertas del mercado.





### Agencia Chilena de Eficiencia Energética [24]

**Aislante Térmico:** Los aislantes térmicos que se colocan en techos, tabiques y muros tienen la propiedad de impedir el paso del calor en ambos sentidos; por eso evitan que se escape el calor de un horno, estanques calientes, calderas y líneas de agua caliente o de vapor, etc. al exterior y que no entre el calor a cámaras frigoríficas o líneas de distribución de frío. Los materiales aislantes pueden ser de origen vegetal (corcho, fibra de madera, etc.) o sintético (espuma de poliuretano, poliestireno, espumas fenólicas, lana de vidrio, etc.). La selección depende mucho del nivel de temperatura.

**Conductividad Térmica:** Cantidad de calor transferida a través de un material de espesor unitario por unidad de tiempo y área, al existir un gradiente de temperatura = 1 °C.

**Calefactores Eléctricos:** Dispositivos que producen calor a partir del uso de energía eléctrica. Su rango de potencia varía entre 500 y 2000 W

**Calor Específico:** Cantidad de calor necesario para elevar en 1°C la temperatura de un gramo de material

**Confort Térmico:** Es la sensación térmica agradable en un determinado espacio. La temperatura de confort, en la cual el cuerpo se siente en equilibrio, está en un rango de unos 5 °C y depende del abrigo que tenga la persona. En verano, con ropa liviana y actividad sedentaria, el rango de confort es aproximadamente 21 a 26 °C. En invierno, con ropa medianamente gruesa, el rango de confort es aproximadamente 18 a 23 °C.

**Demanda Energética:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio las condiciones de confort definidas mediante el uso del edificio. Se determina la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y la de refrigeración, corresponde a los meses de la temporada de refrigeración

**Eficiencia Energética:** La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permite optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. ([www.ppee.cl](http://www.ppee.cl))

**Envolvente:** Se entiende como tal a todas las superficies de un edificio construido en contacto con el ambiente exterior.

**Gestión De Energía:** Finalidad y elementos claves. La implementación de un sistema de gestión de energía en la empresa tiene por finalidad: - facilitar el control del consumo y del uso de energía, ayudar a establecer una cultura energética en la empresa y obtener un proceso de mejoramiento continuo de EE

**Horas Punta:** Son los períodos de mayor requerimiento de energía eléctrica y donde los precios por concepto de demanda son mayores.

**Iluminación Eficiente:** Es aquella que ilumina con un menor consumo de energía. Un ejemplo es el uso de lámparas fluorescentes compactas, comúnmente llamadas "lámparas de bajo consumo o lámparas eficientes", que es el mejor medio para lograr una iluminación eficiente. Una

lámpara de bajo consumo es un tubo fluorescente en miniatura con tamaño adecuado para el uso en artefactos residenciales convencionales

**Lux:** La cantidad de luz que llega a una superficie determinada (por ejemplo un escritorio), se mide en lux. Este indicador se utiliza para saber si la cantidad de luz es adecuada, y se mide utilizando un luxómetro.

**Medidas Blandas, Medidas De Operación, Gestión, Sin O Poca Inversión: (para EE)** Medidas que no requieren una inversión significativa; sin embargo, medidas de gestión y operación pueden tener un costo en HH. para introducir cambios en el proceso, documentación, capacitación etc., que no debería ser subestimado.

**Medidas Duras, Medidas De Inversión: (para EE)** Medidas que requieren una mayor inversión, normalmente para introducir cambios mayores en las instalaciones.

**Oscilación Térmica Anual:** Diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas anuales en un lugar.

**Oscilación Térmica Diaria:** Diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias en un lugar.

**Puente Térmico:** Parte del cerramiento de un edificio donde la resistencia térmica normalmente uniforme cambia significativamente debido a: a) Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio, de materiales con diferente conductividad térmica. y / o b) un cambio en el espesor del elemento; y / o c) una diferencia entre las áreas internas o externas, tales como juntas entre paredes, suelos, o techos.

**Radiación Solar:** Amplio espectro de radiación electromagnética emitida por el sol. Se refiere a la que llega a la tierra después de filtrarse por la atmósfera. Contiene radiación ultravioleta, visible y calórica de onda corta.

**Radiación Térmica:** Energía electromagnética emitida espontáneamente por las superficies, ya sea en el vacío o en un medio transparente. Aumenta con la cuarta potencia de la temperatura absoluta.

**Reglamentación Térmica:** Es un conjunto de normas que establecen requisitos de acondicionamiento térmico para edificaciones.

**Sistema De Climatización:** Conjunto de dispositivos empleados para producir condiciones microclimáticas de confort.

**Termopanel:** Es una estructura de doble vidrio que contiene aire u otros gases en su interior. Este sistema ayuda a disminuir las pérdidas térmicas y la transmisión de ruido.

**Zona Térmica:** Corresponde a divisiones geográficas del territorio nacional, en base a los requerimientos térmicos necesarios para calefaccionar un recinto determinado.

## REFERENCIAS

### Referencias Bibliográficas

- [1] AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]
- [2] ECOTELHADO, soluciones en infraestructura verde urbana [en línea] <<http://www.ecotelhado.com.br/Esp/ecoparede/default.aspx>> [consulta 29 julio 2011]
- [3] LAS SIETE MARABILLAS DEL MUNDO, los jardines de babilonia [en línea] <<http://7maravillasmundo.webcindario.com/jardines.htm>> [consulta 1 agosto 2011]
- [4] CENTRE FOR ARCHITECTURAL ECOLOGY. Collaborations in green roofs and living walls: Case Studies. [en línea] <<http://commons.bcit.ca/greenroof/case.html>> [01 agosto 2011]
- [5] TBE, TEJAS Y LADRILLOS DE EUROPA [en línea] <<http://www.tiles-bricks.eu/es/page/42.html>> [01 de agosto del 2011]
- [6] INNATIA, [en línea] <<http://www.innatia.com/s/c-bioconstruccion/a-orientacion-edificios.html>> [consulta 05 agosto 2011]
- [7] WIKIPEDIA, la enciclopedia libre [en línea] <[http://es.wikipedia.org/wiki/Torre\\_Telef%C3%B3nica\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Torre_Telef%C3%B3nica_Chile)> [consulta 02 agosto 2011]
- [8] BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [9] MUÑOZ R., Eficiencia Energética En Chile. Aspectos Generales. Gobierno de Chile Comisión nacional de energía [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.pnud.cl/areas/Energia-Medio-Ambiente/taller\\_energia\\_ppt/pto\\_montt/RubenMunoz.pdf](http://www.pnud.cl/areas/Energia-Medio-Ambiente/taller_energia_ppt/pto_montt/RubenMunoz.pdf)> [consulta: 28 julio 2011]
- [10] TECTAGREEN, Greenroof Applicators: Green Roof Benefits, Urban Heat Island [en línea] <[http://www.greenroof.com/greenroofbene\\_urban\\_heat\\_island.shtml](http://www.greenroof.com/greenroofbene_urban_heat_island.shtml)> [consulta 09 agosto 2011]
- [11] PEÑA ARAYA, Marco, Relación espacial y estadística entre las islas de calor de superficie, coberturas vegetales, reflectividad y contenido de humedad del suelo, en la ciudad de Santiago y su entorno rural. Documento presentado en el Seminario Nacional XXVI y XVI Seminario Internacional de Geografía de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas de la Universidad Católica de Chile, octubre de 2005.
- [12] ROMIEU, Isabelle, en.: polución, partículas en el aire y la mortalidad diaria ¿los resultados pueden ser generalizables a América latina? [en línea] <[http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sciarttext&usq=\\_\\_7e-Gfvg9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbid=108&tbid=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sciarttext&usq=__7e-Gfvg9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbid=108&tbid=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144)> [consulta 05 agosto 2011]
- [13] BONNEFOY, PASCALE: AGUANTE LA RESPIRACIÓN. GlobalPost, junio de 2009 [en línea] <http://www.globalpost.com/dispatch/chile/090421/smog-Santiago-environment-chile> [consulta 29 julio 2011]
- [14] BASE DE DATOS DE COMERCIO Y MEDIO AMBIENTE (TED) Estudios de caso: Chile contaminación del aire [en línea] <<http://www1.american.edu/TED/chileair.htm>> [consulta 15 julio 2011]
- [15] LA ESCUELA DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE. Centro para el Avance de la Tecnología Green Roof: Una introducción a los techos verdes.
- [16] SALGADO S. en el Diario el Mercurio en el artículo "Los edificios más verdes en Chile" publicado el Sábado 16 de mayo de 2009 [en línea] <<http://noticias.uach.cl/uachmedios/2667.pdf>> [consulta 15 julio 2011]
- [17] ] LEGRAND, Fernando: Techos verdes. Algo para imitar en Chile. Buenos Aires quiere ver el cielo desde el verde. Septiembre 2009 [en línea] <<http://calentamientoglobalchile.blogspot.com/2009/09/ley-de-techos-verdes-en-buenos-aires.html>> [consulta 15 julio 2011]
- [18] GREENROOF.COM: Apoyo a la Industria. [en línea] [http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/industry\\_support.htm](http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/industry_support.htm) [consulta 15 de julio]
- [19] AGENCIA CHILENA DE EFICIENCIA ENERGETICA (ACHEE) [en línea] <<http://www.acee.cl/576/article-62167.html>> [consulta 10 agosto 2011]
- [20] RECOMENDACIONES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN OFICINAS, AChEE [en línea] <[http://www.acee.cl/576/articles-62160\\_doc\\_pdf.pdf](http://www.acee.cl/576/articles-62160_doc_pdf.pdf)> [consulta 20 de agosto 2011]
- [21] HORVATH KISS, Antonio: Proyecto de Ley Que modificación la Ley General de Urbanismo y Construcción estableciendo Normas Sobre Cubiertas Ecológicas. De noviembre de 2006. [en línea] [http://sil.senado.cl/cgi-bin/sil\\_abredocumentos.pl?1,5067](http://sil.senado.cl/cgi-bin/sil_abredocumentos.pl?1,5067) [consulta 10 julio 2011]

- [22] HABITA SUSTENTABLE LTDA: Productos / Biotechos. [en línea] <http://www.habitatsustentable.cl/>
- [23] EL DIAL.COM, biblioteca jurídica [en línea] [http://www.eldial.com/nuevo/archivo-legislacion-detalle.asp?base=99&id=12470&id\\_publicar=34202&fecha\\_publicar](http://www.eldial.com/nuevo/archivo-legislacion-detalle.asp?base=99&id=12470&id_publicar=34202&fecha_publicar) [consulta 15 julio 2011]
- [24] ACEE, [en línea] <http://www.acee.cl/576/propertyvalue-13317.html> [consulta 10 agosto 2012]
- [25] GUÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN “SISTEMA PARA AJARDINAR CUBIERTAS INCLINADAS”, (Zinco) [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [26] WIKIPEDIA, la enciclopedia libre, [en línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_de_Chile) [consulta 12 octubre 2014]
- [27] EL EDIFICIO “CONSORCIO -SANTIAGO” 14 AÑOS DESPUÉS [en línea] [http://www.ebrowne.cl/escritos/2007\\_Conсорcio\\_stgo\\_e.pdf](http://www.ebrowne.cl/escritos/2007_Conсорcio_stgo_e.pdf) [consulta 10 junio 2011]
- [28] CHILECTRA [en línea], [http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/NGCHL/chilectracl/hogar2/cuentaconsu/todo+sobre+tarifas/descripcion+arifas+vigentes/bt-4\\_at-4](http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/NGCHL/chilectracl/hogar2/cuentaconsu/todo+sobre+tarifas/descripcion+arifas+vigentes/bt-4_at-4) [consulta 20 enero 2014]
- [29] QUE ES ESCO?, [en línea]; <http://emsega.galeon.com/> [consulta 20 octubre 2014]
- [30] HUNTER DOUGLAS [en línea] <http://www.hunterdouglas.cl/ap/cl/linea/control-solar> [consulta 10 agosto 2014]
- [31] FRABRICS [en línea] <http://www.fabrics.cl/toldos-y-exteriores/persianas-externor-aluminio-80-mm/> [1 julio 2014]

## Referencias Fotos

---

- [Fig.1]: JARDINES COLGANTES DE BABILONIA [en línea] <<http://7maravillasmundo.webcindario.com/jardines.htm>> [consulta 2] agosto 2011
- [Fig.2]: Cubiertas Verdes Escandinavas [en línea] <<http://arquitecturabiosostenible.com/cubiertas-vegetales/>> [consulta 10 agosto 2011]
- [Fig.3]: Conductividad térmica de la envolvente, TBE, tejas y ladrillos de Europa [en línea] <<http://www.tiles-bricks.eu/es/page/42.html>> [01 de agosto del 2011]
- [Fig.4]: Esquema fachada norte 60% y 20% de Transparencia , elaboración propia
- [Fig.5]: Esquema fachada sur 10% de transparencia, elaboración propia
- [Fig.6]: Asoleamiento Anual De Un Edificio <<http://www.renderati.com/renderati/elementos-de-control-biomatico-en-edificios-i-la-orientacion/>>
- [Fig.7]: Ángulo De Incidencia Solar Según Época Del Año; <http://www.innatia.com/s/c-bioconstruccion/a-orientacion-edificios.html>
- [Fig.8]: Ejemplos de Ventilación cruzada, [en línea]; <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1704794> [05 noviembre 2014]
- [Fig.9]: la capacidad de aislamiento de los techos verdes, CENTRE FOR ARCHITECTURAL ECOLOGY. Collaborations in green roofs and living walls: Case Studies. [en línea] <<http://commons.bcit.ca/greenroof/case.html>> [01 agosto 2011]
- [Fig.10]: Aislación generada por techos verdes, CENTRE FOR ARCHITECTURAL ECOLOGY. Collaborations in green roofs and living walls: Case Studies. [en línea] <<http://commons.bcit.ca/greenroof/case.html>> [ consulta 01 agosto 2011]
- [Fig.11]: Estructura de techo verde, CENTRE FOR ARCHITECTURAL ECOLOGY. Collaborations in green roofs and living walls: Case Studies. [en línea] <<http://commons.bcit.ca/greenroof/case.html>> [consulta 01 agosto 2011]
- [Fig.12]: Meydan-Center, Estambul/Turquí [en línea]; [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/referencias/internacional/cubierta\\_inclinada.php](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/referencias/internacional/cubierta_inclinada.php) [consulta 05 noviembre 2014]
- [Fig.13]: edificio acros en fukuoka Japón; [en línea]; <http://www.miprv.com/techos-blancos-techos-verdes/> [consulta 05 noviembre 2014]
- [Fig.14]: El edificio de la Escuela de Arte, Diseño y Multimedia de la Universidad Tecnológica de Nanyang en Singapur ; [en línea]; <http://www.urbanity.es/2008/techo-verde-en-la-universidad-tecnologica-de-nanyang-singapur/> [consulta 05 noviembre 2014]
- [Fig.15]: El Museo de las Ciencias de California [en línea]; <https://heartofearthcompany.wordpress.com/tag/techo-verde/> [consulta 05 noviembre 2014]
- [Fig.16]: Imagen sistema pared canguro, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]

- [Fig.17]:** Paredes verdes exteriores, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [Fig.18]:** Fachada Mall plaza Vespucio, FORMA, arquitectura y construcción, [en línea] <http://www.formaconstruccion.cl/forma-construccion-termina-fachada-vegetal-en-mall-plaza-vespucio/> [ consulta 02 de noviembre del 2014]
- [Fig.19]:** sistema de instalación, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [Fig.20]:** Paredes verdes interiores, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [Fig.21]:** Brise Vegetal, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [Fig.22]:** Sistema Brise Vegetal, BRIMAT, Muros y Techos Verdes, [en línea] <http://www.brimat.cl/muros-y-techos-vegetales> [ consulta 02 de agosto del 2011]
- [Fig.23]:** Mapa físico Santiago de Chile, Lamina Icarito [en Línea]; <http://www.icarito.cl/herramientas/despliegue/laminas/2009/12/376-601537-3-mapa-fisico-region-metropolitana-de-Santiago.shtml> [consulta 11 Octubre 2014]
- [Fig.24]:** Vista panorámica Santiago Chile Wikipdia, la enciclopedia libre, [en línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_de_Chile) [ consulta 12 octubre 2014]
- [Fig.25]:** Vista panorámica Santiago Chile Wikipdia, la enciclopedia libre, [en línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_de_Chile) [ consulta 12 octubre 2014]
- [Fig.26]:** Esquema de isla de calor, [en línea]; <http://www.google.cl/imgres?q=esquema+isla+de+calor+urbana&hl=es&biw=1280&bih=657&gbv=2&tbm=isch&btnid=gMOQiZaP81R0kM:&imgrefurl=http://www.acca.it/euleb/es/glossary/index.html&docid=EolOi580pW9nWM&w=462&h=385&ei=htZWT0K6E8ugtweNyuWVDA&zoom=1&iact=rc&dur=679&page=1&tbnh=158&tbnw=207&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:0,s:0&tx=137&ty=86> [consulta 15 julio 2011]
- [Fig.27]:** Efecto isla de las áreas en la ciudad de Santiago y sus alrededores; PEÑA ARAYA, Marco, Relación espacial y estadística entre las islas de calor de superficie, coberturas vegetales, reflectividad y contenido de humedad del suelo, en la ciudad de Santiago y su entorno rural. Documento presentado en el Seminario Nacional XXVI y XVI Seminario Internacional de Geografía de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas de la Universidad Católica de Chile, octubre de 2005.
- [Fig.28]:** La expansión urbana de Santiago de Chile entre 1970 y 2007; PEÑA ARAYA, Marco, Relación espacial y estadística entre las islas de calor de superficie, coberturas vegetales, reflectividad y contenido de humedad del suelo, en la ciudad de Santiago y su entorno rural. Documento presentado en el Seminario Nacional XXVI y XVI Seminario Internacional de Geografía de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas de la Universidad Católica de Chile, octubre de 2005.; [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php%3Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci\\_arttext&usq=\\_\\_7e-Gfv9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbnid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php%3Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci_arttext&usq=__7e-Gfv9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbnid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144) [consulta 05 agosto 2011]
- [Fig.29]:** Zona de aplicación de factores, elaboración propia
- [Fig.30]:** edificios de Oficinas Echeverría Izquierdo [en línea] <http://www.ei.cl/proyectos/oficinas/> [consulta 10 octubre 2014]
- [Fig.31]:** Edificios de Oficinas con certificación LEED [en línea] <http://www.veoverde.com/2010/04/los-edificios-mas-verdes-de-chile> [consulta 12 octubre 2014]
- [Fig.32]:** Evolución Edificio Consorcio 1993 / 20013 [27]
- [Fig.33]:** Emplazamiento Edificio Consorcio plataforma arquitectura [en línea] <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.34]:** Espacialidad hall acceso pasillos laterales y patio interior, elaboración propia
- [Fig.35]:** Esquematación ocupación del Edificio Consorcio, elaboración propia
- [Fig.36]:** Alternativas de protección solar vegetal; plataforma arquitectura [en línea] <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.37]:** Funcionamiento térmico; plataforma arquitectura [en línea] <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.38]:** Desplazamiento vertical de áreas verdes[27]
- [Fig.39]:** Evolución de las fachadas [27]
- [Fig.40]:** Evolución de la Naturaleza en el Tiempo [27]

- [Fig.41]:** Edificio Consorcio, cambio fachadas según estaciones del año, plataforma arquitectura [en línea]; <<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.42]:** Interior oficinas Consorcio -Santiago (pisos 6 y 14) [27]
- [Fig.43]:** Emplazamiento Edificio Consorcio ; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.44]:** Accesos al edificio Consorcio, elaboración propia
- [Fig.45]:** Acceso edificio Consorcio, elaboración propia
- [Fig.46]:** Planta nivel Acceso edificio Consorcio ; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.47]:** Espacios edificio Consorcio ; elaboración propia
- [Fig.48]:** Corte Edificio Consorcio ; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.49]:** Planta tipo 2 volúmenes; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.50]:** Plantas niveles 5 al 8 piso, tipo torre; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.51]:** Detalle parrones verticales; plataforma arquitectura [en línea]  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/21/edificio-Consorcio-sede-Santiago-enrique-browne-borja-huidobro/> [consulta 20 agosto 2011]
- [Fig.52]:** Logo e imagen corporativa de Consorcio [27]
- [Fig.53]:** Pared vegetal edificio Consorcio, invierno y verano [27]
- [Fig.54]:** Horarios definidos para el funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, elaboración propia
- [Fig.55]:** Intercambio anual de equipos de climatización, elaboración propia
- [Fig.56]:** Distribución abastecimiento eventual de AA, elaboración propia
- [Fig.57]:** Horarios considerados para el cobro de la tarifa BT-4.3, elaboración propia
- [Fig.58]:** Fachadas norte y poniente Edificio La Concepción, elaboración propia
- [Fig.59]:** Esquema emplazamiento Edificio La Concepción , elaboración propia
- [Fig.60]:** Emplazamiento Edificio La Concepción, elaboración propia
- [Fig.61]:** **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Esquema ocupación del Edificio La Concepción, elaboración propia
- [Fig.62]:** Vereda y plaza de acceso , elaboración propia
- [Fig.63]:** Emplazamiento esquemático, elaboración propia
- [Fig.64]:** Hall acceso oficinas la Concepción , elaboración propia
- [Fig.65]:** Plantas esquemáticas áreas comunes , elaboración propia
- [Fig.66]:** Fachadas Edificio La Concepción, elaboración propia
- [Fig.67]:** BT-3, tarifa contratada por el edificio la Concepción, elaboración propia
- [Fig.68]:** Nivel de iluminación en función de la hora del día y la época del año v/s Jornada de trabajo actual, elaboración propia
- [Fig.69]:** Nivel de iluminación en función de la hora del día y la época del año v/s Jornada de trabajo propuesto , elaboración propia
- [Fig.70]:** Consumo ampolleta normal v/s ahorro energía , elaboración propia
- [Fig.71]:** Horarios de funcionamiento de equipo, elaboración propia
- [Fig.72]:** Proceso de ventilación, elaboración propia
- [Fig.73]:** Imagen objetiva incorporación pared vegetal, elaboración propia
- [Fig.74]:** Imagen objetivo propuesta celosías, elaboración propia
- [Fig.75]:** Instalación Aeroscreen Plano 300 [30]
- [Fig.76]:** Angulo de Giro Aeroscreen Plano 300 [30]
- [Fig.77]:** Edificio de la Organización Internacional del Trabajo[30]
- [Fig.78]:** Descripción técnica y perforaciones Estándar Aeroscreen 300 [30]
- [Fig.79]:** Instalación Aeroscreen 300[30]
- [Fig.80]:** Aplicación Aeroscreen[30]

- [Fig.81]:** Dimensiones e instalación Aerobrises 100 / 200 [30]  
**[Fig.82]:** Universidad Santo Tomás [30]  
**[Fig.83]:** instalación Montaje y ángulos de giro Termobrises 335 [30]  
**[Fig.84]:** Automotora Audi[30]  
**[Fig.85]:** Imagen objetiva implementación de persianas, elaboración propia  
**[Fig.86]:** Control de la luz y brillo y rieles de instalación persianas de aluminio 80mm[31]  
**[Fig.87]:** Aplicación Persianas Exteriores de Aluminio 80 mm[31]

## Referencias Gráficas

---

- [Gráfico 1]:** Variación anual PIB / Consumo energético [1]  
**[Gráfico 2]:** Consumo de energía con EE y ahorros acumulados, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]  
**[Gráfico 3]:** Distribución consumo y ahorro acumulado en el sector comercial, público y residencial, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]  
**[Gráfico 4]:** Distribución de consumos finales eléctricos, sector Comercial y Público, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]  
**[Gráfico 5]:** Distribución de consumo de energía en el sector Comercial y público, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]  
**[Gráfico 6]:** División de ahorros según usos finales, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anescochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anescochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]  
**[Gráfico 7]:** El riesgo relativo de la Ciudad de la mortalidad diaria en diferentes ciudades; ROMIEU, Isabelle, en.: polución, partículas en el aire y la mortalidad diaria ¿los resultados pueden ser generalizables a América latina? [en línea] [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php?%3Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci\\_arttext&usq=\\_\\_7e-Gfv9w1RCkvlSAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielosp.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielosp.org/scielo.php?%3Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci_arttext&usq=__7e-Gfv9w1RCkvlSAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144) [consulta 05 agosto 2011]  
**[Gráfico 8]:** Comparación consumo energético promedio edificios convencionales y edificio Consorcio [27]  
**[Gráfico 9]:** Comparación consumo y costo energético en edificio Consorcio, pisos con y sin doble piel vegetal [27]  
**[Gráfico 10]:** Ahorro en consumo energético por administración, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 11]:** Ahorro en costo energético por administración, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 12]:** Comparación de distribución de consumo energético total 2010 / 2012, elaboración propia, según datos de la administración.  
**[Gráfico 13]:** Consumo kWh empalme común CS2, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 14]:** Cobro por consumo eléctrico, empalme común CS2, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 15]:** Consumo KWH, SC 3, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 16]:** Cobro por consumo eléctrico, SC 3, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 17]:** Consumo kWh, SC 4, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 18]:** Cobro por consumo eléctrico, SC 4, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 19]:** Evolución de consumos para AA, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 20]:** Comparación de cobros por consumos para AA, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 21]:** Esquema de comportamiento esperado, elaboración propia según datos de la administración  
**[Gráfico 22]:** Consumo kWh total del edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración

- [Gráfico 23]:** Costo total del edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 24]:** Composición gasto común edificio Consorcio, elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 25]:** Composición de ítem Mantenciones dentro del gasto común del edificio Consorcio
- [Gráfico 26]:** Cuadro comparativo valor Gasto común edificio Consorcio v/s mercado inmobiliario de Santiago.
- [Gráfico 27]:** Distribución de consumos energético edificio La Concepción, elaboración propia, según datos de la Administración.
- [Gráfico 28]:** Consumos Eléctricos Edificio La Concepción, elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 29]:** Cuadro comparativo valor Gasto común edificio La Concepción v/s mercado inmobiliario de Santiago, elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 30]:** Composición Gasto Común edificio La Concepción , elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 31]:** Composición ítem mantención dentro de Gasto Común edificio La Concepción , elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 32]:** Valores Gastos comunes del edificio Consorcio y La Concepción, comparado con mercado inmobiliario de Santiago, elaboración propia.
- [Gráfico 33]:** Composición de Factores que inciden en el Ahorro de Energía, elaboración propia según datos de la administración
- [Gráfico 34]:** Consumo por iluminación y porcentaje de ahorro estimado, elaboración propia
- [Gráfico 35]:** Temperaturas Promedio Anuales en Santiago, Fuente Organización Meteorológica Mundial 38
- [Gráfico 36]:** Radiación solar total mensual
- [Gráfico 37]:** Comparación valor ítem gasto común por m<sup>2</sup> en los edificios estudiados. Elaboración propia según antecedentes recabados, según elaboración propia

## Referencias Tablas

---

- [Tabla 1]:** Tabla ángulo incidencia solar [6]
- [Tabla 2]:** ahorros potenciales al año 2020 por sectores, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anscochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anscochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]
- [Tabla 3]:** Consumo y Ahorro acumulado sector comercial, público y residencial, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anscochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anscochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]
- [Tabla 4]:** principales motivaciones para la utilización de sistemas energéticos eficientes, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anscochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anscochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]
- [Tabla 5]:** periodo de recuperación de capital aceptable para inversiones en EE, AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile. <[http://www.anscochile.cl/Informe\\_Final\\_Mercado\\_EE\\_22-09-10.pdf](http://www.anscochile.cl/Informe_Final_Mercado_EE_22-09-10.pdf)> [consulta: 02 agosto 2011]
- [Tabla 6]:** Parámetros climáticos promedios Santiago Chile Wikipdia, la enciclopedia libre, [en línea ] [http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_de_Chile) [consulta 12 octubre 2014]
- [Tabla 7]:** Comparación de la Ciudad de la contaminación del aire; ROMIEU, Isabelle, en.: polución, partículas en el aire y la mortalidad diaria ¿los resultados pueden ser generalizables a América latina? [en línea] ; [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielo.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielo.org/scielo.php?Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci\\_arttext&usg=\\_\\_7e-Gfvg9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.scielo.org/img/fbpe/spm/v39n5/y054081.gif&imgrefurl=http://www.scielo.org/scielo.php?Fpid%3DS0036-36341997000500002%26script%3Dsci_arttext&usg=__7e-Gfvg9w1RckvISAana48i6O2k=&h=332&w=374&sz=15&hl=es&start=156&tbid=EMznDZWztiPVUM:&tbnh=108&tbnw=122&prev=/images%3Fq%3DCARBON%2BMONOXIDE%2BLEVELS%2BSANTIAGO%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D144) [consulta 05 agosto 2011]
- [Tabla 8]:** Tabla información Edificio Consorcio [27]
- [Tabla 9]:** Ocupación Edificio Consorcio, elaboración propia
- [Tabla 10]:** Cuadro resumen del ahorro producido por cada factor. , elaboración propia según datos de la administración
- [Tabla 11]:** Tabla información Edificio La Concepción, elaboración propia.
- [Tabla 12]:** Ocupación Edificio La Concepción, elaboración propia
- [Tabla 13]:** Comparación de superficies edificios, elaboración propia

- [Tabla 14]: resumen Factores de Ahorro Energético, elaboración propia según datos de la administración
- [Tabla 15]: Comparación ampollas normales y bajo consumo kWh / \$, elaboración propia
- [Tabla 16]: Ahorro anual por cambio de iluminación, elaboración propia
- [Tabla 17]: Ahorro total por cambio de iluminación y horario de funcionamiento, elaboración propia
- [Tabla 18]: Cuadro comparativo Ventajas v/s desventajas pared vegetal elaboración propia
- [Tabla 19]: Cotización implementación Muro Vegetal
- [Tabla 20]: Cuadro resumen costos de implementación pared vegetal, elaboración propia
- [Tabla 21]: Tabla de datos pared vegetal, elaboración propia
- [Tabla 22]: Tabla de sensibilización VAN pared vegetal, elaboración propia
- [Tabla 23]: Tabla de sensibilización TIR pared vegetal, elaboración propia
- [Tabla 24]: Indicadores flujo financiado 75%, Jardineras Fachada Norte, elaboración propia
- [Tabla 25]: Resumen indicadores económicos Jardineras, flujo puro y financiado, elaboración propia
- [Tabla 26]: Descripción técnica Aeroscreen Plano 300 [30]
- [Tabla 27]: Descripción técnica Aeroscreen 300
- [Tabla 28]: Descripción técnica Aerobrise 100 / 200 [30]
- [Tabla 29]: Descripción técnica Termobrise 335 [30]
- [Tabla 30]: Cuadro comparativo ventajas y desventajas implementación de celosías, elaboración propia
- [Tabla 31]: Cotización real ArqLine
- [Tabla 32]: Cuadro comparativo costos de implementación, calor construcción y Ahorro por m<sup>2</sup>. Elaboración propia
- [Tabla 33]: Tabla de datos implementación Celosías, elaboración propia.
- [Tabla 34]: Tabla de sensibilización VAN, celosías exteriores, elaboración propia
- [Tabla 35]: Tabla de sensibilización TIR, celosías exteriores, elaboración propia
- [Tabla 36]: Indicadores flujo financiado 75%, celosías Fachada Norte (elaboración propia)
- [Tabla 37]: Resumen indicadores económicos celosías, flujo puro y financiado, elaboración propia
- [Tabla 38]: Descripción técnica persianas de aluminio 80mm[31]
- [Tabla 39]: Tabla comparativa ventajas y desventajas aplicación persianas de aluminio 80mm, elaboración propia
- [Tabla 40]: Cotización real Fabrics
- [Tabla 41]: Tabla de datos implementación persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia
- [Tabla 42]: Tabla de sensibilización VAN, persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia
- [Tabla 43]: Tabla de sensibilización TIR , persianas de aluminio 80 mm, elaboración propia
- [Tabla 44]: Indicadores flujo financiado 75%, Jardineras Fachada Norte (elaboración propia)
- [Tabla 45]: Resumen indicadores económicos Jardineras, flujo puro y financiado, elaboración propia
- [Tabla 46]: Cuadro comparativo inversión, valor de construcción y ahorro generado, de las 3 aplicaciones. Elaboración propia.
- [Tabla 47]: Cuadro resumen comparativo de las 3 implementaciones. VAN y TIR. Elaboración propia.
- [Tabla 48]: Cuadro comparativo evaluaciones de las 3 aplicaciones. Elaboración propia según datos de la investigación
- [Tabla 49]: Ahorro energético por fachada y radiación solar. Elaboración propia
- [Tabla 50]: ahorro económico estimado por fachada, elaboración propia.
- [Tabla 51]: Cuadro comparativo inversión, valor de construcción y ahorro generado, de las 3 aplicaciones n fachada norte y poniente. Elaboración propia.
- [Tabla 52]: Tabla comparativa aumentos de inversión y ahorro a generar
- [Tabla 53]: Datos globales análisis económico. Elaboración propia.
- [Tabla 54]: VAN y TIR implementación control solar en fachadas. Elaboración propia.
- [Tabla 55]: Cuadro comparativo inversión, costo construcción y prorrato de la inversión, según tipo de implementación. Elaboración propia
- [Tabla 56]: Tabla comparativa inversión y ahorro, de jardineras y persianas. Elaboración propia
- [Tabla 57]: Prorrato inversión jardineras. Elaboración propia
- [Tabla 58]: Prorrato inversión persianas, Elaboración propia
- [Tabla 59]: Prorrato inversión jardineras fachada norte y poniente, Elaboración propia
- [Tabla 60]: Prorrato inversión persianas fachada norte y poniente, Elaboración propia
- [Tabla 61]: Cuadro comparativo inversiones y superficies, elaboración propia.

## Referencias Fichas

---

- [Ficha 1]:** Cubiertas Verdes Inclinas, elaboración propia. Guía técnica de planificación “sistema para ajardinar cubiertas inclinadas, Zinco) [ [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [Ficha 2]:** Techo Verde Ecológico Intensivo, elaboración propia Ficha techos verdes. Guía técnica de planificación “sistema para ajardinar cubiertas inclinadas, Zinco) [ [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [Ficha 3]:** Techo Verde Ecológico Extenso, elaboración propia. Guía técnica de planificación “sistema para ajardinar cubiertas inclinadas, Zinco) [ [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [Ficha 4]:** Jardín de Pared Canguro, elaboración propia [8], Guía técnica de planificación “sistema para ajardinar cubiertas inclinadas, Zinco) [ [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [Ficha 5]:** Ficha techos verdes. Guía técnica de planificación “sistema para ajardinar cubiertas inclinadas, Zinco) [ [en línea] [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias\\_tecnicas/guias/Cubiertas\\_inclinadas\\_ajardinadas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Cubiertas_inclinadas_ajardinadas.pdf) [consulta 13 diciembre 2012]
- [Ficha 6]:** Muro Vegetales , elaboración propia [8], ECOTELHADO, soluciones en infraestructura verde urbana[en línea] ; <<http://www.ecotelhado.com.br/Esp/ecoparede/default.aspx>> [consulta 29 julio 2011]
- [Ficha 7]:** Resumen comparativo del edificio Consorcio v/s La Concepción, elaboración propia
- [Ficha 8]:** Especies consideradas pared vegetal, [en línea], <http://fichas.infojardin.com/trepadoras/> [consulta 15 mayo 2014]
- [Ficha 9]:** Ficha Aeroscreen Plano 300 [en Línea] <http://www.hunterdouglas.cl/ap/cl/Línea/control-solar/cortasoles-accionables> [consulta 4 agosto 14 ]
- [Ficha 10]:** Ficha resumen Aeroscreen 300 [en línea] <http://www.hunterdouglas.cl/ap/cl/Línea/control-solar/cortasoles-accionables> [consulta 4 agosto 14 ]
- [Ficha 11]:** Ficha resumen Aerobrise 100 / 200 [en Línea] <http://www.hunterdouglas.cl/ap/cl/Línea/control-solar/cortasoles-accionables> [consulta 4 agosto 14 ]
- [Ficha 12]:** Ficha resumen Termobrise 335 [en Línea] <http://www.hunterdouglas.cl/ap/cl/Línea/control-solar/cortasoles-accionables> [consulta 4 agosto 14 ]
- [Ficha 13]:** Cuadro resumen modelos celosías posibles de implementar., elaboración propia
- [Ficha 14]:** Ficha resumen persianas aluminio 8º mm, elaboración propia

## Anexos

---

- [Anexo 1]:** Cotización implementación jardinera, Constructora Lenti
- [Anexo 2]:** Cotización implementación Celosías, ArqLine
- [Anexo 3]:** Cotización implementación Persianas, Fabrics

# ANEXOS

## Anexo 1

### Cotización implementación jardinera



RUT 78.896.470-6  
Carabineros de Chile 33 - Oficina 132, Santiago

PRESUPUESTO  
22/08/2014

Señores: NICOLE DAGORRET  
Proyecto: JARDINERAS EN EDIFICIO DE OFICINAS  
At. Señor:

Fecha: 22-ago-14  
e-mail: [ndagorret@metro.cl](mailto:ndagorret@metro.cl)  
Ciudad: santiago

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Instalación de Faenas	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Cierres Provisorios	ml	60	\$ 10.000	\$ 600.000
Aseo (Permanente Obra e Inst. en General )	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Extracción de escombros y otros materiales(incluido demolición)	gl	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Replanteo Trazado y Niveles	gl	1	\$ 100.000	\$ 100.000
andamios	gl	1	\$ -	\$ -
<b>JARDINERA</b>	ml	134	\$ -	\$ -
estructura FE 100x100x4mm	ml	4	\$ 6.080	\$ 24.320
estructura FE 40x40x3mm	ml	10	\$ 3.040	\$ 30.400
pintura intumecente	ml	2	\$ 3.500	\$ 7.000
alucobond	ml	2,4	\$ 95.000	\$ 228.000
rebestimineto interior	ml	1	\$ 50.000	\$ 50.000
sustrato	ml	1,2	\$ 4.500	\$ 5.400
barreras de vapor	ml	4	\$ 1.500	\$ 6.000
riego	ml	1	\$ 2.500	\$ 2.500
parron vertical	ml	10	\$ 1.500	\$ 15.000
<b>JARDINERA TECHO</b>	m2	45	\$ -	\$ -
estructura soportante	m3	1	\$ 80.000	\$ 80.000
jardinera	m4	1	\$ 80.000	\$ 80.000
sustrato	m5	1,2	\$ 4.500	\$ 5.400
barreras de vapor	m6	4	\$ 1.500	\$ 6.000
riego	m7	1	\$ 2.500	\$ 2.500
parron vertical	m8	10	\$ 1.500	\$ 15.000
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$ 1.837.520
<b>GASTOS GENERALES</b>	10%			\$ 183.752
<b>UTILIDADES</b>	10%			\$ 183.752
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 2.205.024
<b>IVA</b>	19%			\$ 418.955
<b>TOTAL</b>				\$ 2.623.979
<b>VALOR UF</b>	\$	24.011		UF 109

[Anexo 1]: Cotización implementación jardinera, Constructora Lenti

# Anexo 2

## Cotización implementación celosías

**ArqLine**

distribuidor Hunter Douglas

1808.370.01.01

Santiago, 07 de Agosto de 2014

Señores:  
METRO S.A.  
At. Nicolás Dagorret  
Presente:

De nuestra consideración:  
Tenemos a bien presentar a usted presupuesto, por lo que a continuación se detalla:

ALTERNATIVA N°1					
ítem	Revestimiento	unidad	cantidad	\$ unitario	total
1.1	Québravista Aerocribe Plano 300, Terminación Lisa, Color Estándar, Mecanismo Manual.	m <sup>2</sup>	1.382,00	50,046	69.163.866
1.2	Accesorios	m <sup>2</sup>	1.382,00	91,935	127.054.309
1.3	Instalación	m <sup>2</sup>	1.382,00	10,000	13.820.000
1.4	Gastos Generales	gl	1	4.200.762	4.200.762
				NETO 1	214.238.937
				IVA	40.765.379
				Total	254.944.316

ALTERNATIVA N°2					
ítem	Revestimiento	unidad	cantidad	\$ unitario	total
2.1	Québravista Aerocribe 300, Terminación Lisa, Color Estándar, Separación entre Ejes 150 mm.	m <sup>2</sup>	1.382,00	97,575	134.848.682
2.2	Accesorios	m <sup>2</sup>	1.382,00	39,925	55.176.850
2.3	Instalación	m <sup>2</sup>	1.382,00	7,500	10.365.000
2.4	Gastos Generales	gl	1	4.200.762	4.200.762
				NETO 2	204.591.294
				IVA	38.872.346
				Total	243.463.640

ALTERNATIVA N°3					
ítem	Revestimiento	unidad	cantidad	\$ unitario	total
3.1	Québravista Termobrise 335, Terminación Lisa, Color Estándar, Mecanismo Manual.	m <sup>2</sup>	1.382,00	132,569	183.210.426
3.2	Accesorios	m <sup>2</sup>	1.382,00	9,711	13.420.942
3.3	Instalación	m <sup>2</sup>	1.382,00	10,000	13.820.000
3.4	Gastos Generales	gl	1	4.200.762	4.200.762
				NETO 3	214.652.130
				IVA	40.783.905
				Total	255.436.034

- 1 El presupuesto no considera estructura soportante
- 2 El precio de instalación considera realizar trabajo en una etapa, en forma continua y horario diurno.
- 3 Forma de Pago:  
Materiales: 100% Contado  
Instalación: Mediante EE.PP. Modalidad Subcontrato Mano de obra.
- 4 Plazo de instalación de la obra, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- 5 Presupuesto no considera andamios o sistema de elevación, este debe ser provisto por el cliente en caso de ser necesario.
- 6 Presupuesto estimativo por falta de información, planos, IETT. Para presupuesto definitivo será necesario contar con la información respectiva.
- 7 Los mecanismos se consideraron de forma manual.
- 8 Vigencia Presupuesto n° 10-08-14

  
Manuel Espinoza Castillo  
+56 9 81156 1734

Del Inca N°4446, Oficina N°202, Las Condes, Santiago - Chile  
Tel: +(56 2) 2207 9990 E-Mail: info@arqline.cl  
www.arqline.cl

Pag. 01 de 01

[Anexo 2]: Cotización implementación Celosías, ArqLine

## Anexo 3

---

### Cotización implementación persianas

**De:** Carolina Valencia [mailto:[cvalencia@fabrics.cl](mailto:cvalencia@fabrics.cl)]  
**Enviado el:** martes, 08 de julio de 2014 13:44  
**Para:** Nicole Dagorret  
**CC:** 'Mario Meneses'  
**Asunto:** Persiana de 80 mm Hunter Douglas  
**Importancia:** Alta

Estimada Nicole,

De acuerdo a lo conversado envío Ficha Técnica de la Persiana de 80 mm.

Como te comentaba con este producto puedes tener protección solar, control de la luminosidad, visibilidad y privacidad, obteniendo una lectura lineal de fachada acorde a las tendencias arquitectónicas, no muy distinto al resultado con los productos arquitectónicos Hunter Douglas consultados.

Además por ser un producto motorizado es de fácil manipulación por el usuario, siendo este un control remoto o un interruptor a pared. Concerniente a la mantención es muy simple, limpieza de láminas una vez al año con una esponja y agua, teniendo la precaución de desconectar el motor. Puedes instalar este producto fuera o dentro de vano o en un nicho para ocultar el depósito de las láminas cuando estén recogidas.

El valor referencial de provisión m2 de la Persiana de 80 mm es de \$ 60.000 más IVA aproximadamente. Este valor incluye el motor.

También aprovecho de consultar si en el proyecto estás considerando la instalación de cortinas del tipo Roller o de otro tipo, en este campo podemos cooperar con especificaciones, soluciones, muestras y cotización. Por favor no dudes en contactarnos por este ítem si el anterior (Persiana 80 mm) no es lo que estás buscando.

Atenta a tus consultas o comentarios, saluda cordialmente,



Carolina Valencia  
Key Account Manager Project  
(+56-2) 2 792 1208 / (+56-9) 8818 2675  
[cvalencia@fabrics.cl](mailto:cvalencia@fabrics.cl)

[www.fabrics.cl](http://www.fabrics.cl)  
Avenida Luis Pasteur 6371  
Vitacura, Santiago, Chile



[Anexo 3]: Cotización implementación Persianas, Fabrics