

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO PARA**  
**REEMPLAZAR LA PLANTA DE EDIFICIO CAPITALES EN EDIFICIO**  
**CAPITALES**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Ingeniero de Ejecución en  
PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumno:

Marco Adolfo San Martín Calderón

Profesor Guía:

Renzo Piazze Rubio

**2017**

*Agradezco a mi familia, mi padre, mi madre, mis hermanos y tíos por el apoyo prestado en esta etapa tan compleja, también a mis hijos los cuales me aportan las fuerzas necesarias para seguir cuando todo se veía adverso, por último a mi novia que estuvo conmigo y fue el motor en la etapa final de este camino.*

## RESUMEN

**KEYWORDS:** EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO – PREFACTIBILIDAD – EDIFICIO CAPITALES.

El presente proyecto tiene como objetivo principal la renovación de la planta de enfriamiento del Edificio Capitaless. Esta renovación contempla una mejora sustancial en las temperaturas de los equipos de aire acondicionado durante los periodos de Octubre a Abril, época en la cual las temperaturas pueden superar los 25°C como promedio.

Con este cambio se espera satisfacer la demanda que crece constantemente, para llevarlo a cabo este informe se dividirá en 4 capítulos:

El capítulo n°1 “El negocio del proyecto”: este capítulo tratara los temas relacionados con el negocio del proyecto, en el cual se realizará un diagnóstico de la situación actual del sistema, los objetivos específicos del proyecto, como también muestra un perfil del negocio, la localización quedará fijada en el Edificio Capitaless, ubicado en Av. Apoquindo, Las Condes. También según el estudio de costos realizado y las cotizaciones realizadas se obtuvo que la inversión necesaria para implementar el proyecto de US\$6.656,86

El capítulo n°2 “La ingeniería conceptual del proyecto”: en este capítulo se abarca las áreas de ingeniería como los cálculos de los equipos, el consumo de aire por oficina, la determinación de marcas y equipos a utilizar. También se hará un diagrama de flujos, balance de masa y energía, además de una definición de la estructura organizacional de la empresa.

El capítulo n°3 “La ingeniería básica del proyecto”: en este capítulo se incluye las cotizaciones realizadas para la compra de los equipos, se realiza un diagrama de disposición de los equipos, se presentan los documentos de proyecto, las bases administrativas y el esquema de las instalaciones e informes y planos.

El capítulo n°4 “Evaluación financiera y económica”: en este capítulo se hará la evaluación financiera del proyecto, se generarán los flujos de caja del proyecto haciendo una evaluación del proyecto puro, con un financiamiento del 75%, con un financiamiento de 50% y con financiamiento de 25%. Con estos resultados se dará una conclusión de este proyecto tomando la decisión de cumplimiento de los objetivos y evaluando la conveniencia de la implementación de dicho proyecto para la empresa.

# ÍNDICE

## **RESUMEN**

## **INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO 1: EL NEGOCIO DEL PROYECTO**

#### 1.1 DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO

1.1.1 Objetivos del proyecto

1.1.3. Sector industrial o giro del negocio

1.1.4. Análisis de fortalezas y debilidades

1.1.5. Localización del proyecto

1.1.6. Tamaño del proyecto e impacto

#### 1.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

1.2.1. Definición de la situación base sin proyecto

1.2.2. Definición base sin proyecto y con proyecto

#### 1.3. ESTUDIO DE MERCADO

1.3.1. Definición del producto

1.3.2. Análisis de la demanda actual

1.3.3. Análisis de la oferta

1.3.4. Análisis de precios y sistema de comercialización

### **CAPÍTULO 2: LA INGENIERIA CONCEPTUAL DEL PROYECTO**

#### 2.1. ESTUDIO DE COSTOS

2.1.1. Determinación de insumos, productos y subproductos

2.1.2. Estructura de costos

2.1.3. Costos de operaciones

2.1.4. Gastos del proyecto: administrativos, financieros y comerciales

#### 2.2. LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

2.2.1. Inversión en activos fijos

2.2.2. Inversión en puesta en marcha

2.2.3. Inversión en capital de trabajo

2.2.4. Imprevistos

#### 2.3. ESTUDIO TÉCNICO

2.3.1. Selección de equipo

2.3.2. Descripción y selección de procesos

2.3.3. Diagrama de flujo

2.3.4. Diagrama Lay out

2.3.5. Balance de masa y energía

## 2.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

- 2.4.1. Estructura organizacional
- 2.4.2. Personal, cargos, perfiles y sueldos
- 2.4.3. Marco legal y estructura societaria
- 2.4.4. Impacto medio ambiental

## **CAPÍTULO 3: LA INGENIERIA BÁSICA DE PROYECTO**

### 3.1. DISEÑO DE LA PLANTA

- 3.1.1. Diseño, cálculo y selección de equipos principales
- 3.1.2. Diseño del sistema de tuberías
- 3.1.3. Diseño del sistema de potencia
- 3.1.4. Diseño de las obras civiles y estructuras
- 3.1.5. Diseño del sistema de instrumentación y control de procesos

### 3.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- 3.2.1. Planos generales de la instalación
- 3.2.2. Especificaciones o bases técnicas
- 3.2.3. Bases administrativas del proyecto

## **CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA**

### 4.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

- 4.1.1. Consideraciones económicas
- 4.1.2. Fuentes y costos del financiamiento
- 4.1.3. Indicadores económicos
- 4.1.4. Resumen de inversiones y definición de moneda
- 4.1.5. Depreciaciones
- 4.1.6. Capital de trabajo
- 4.1.7. Valor residual

### 4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

- 4.2.1. Flujo de caja puro
- 4.2.2. Flujo de caja financiado
- 4.2.3. Resumen y análisis de indicadores
- 4.2.4. Análisis de sensibilidad

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

- Figura 1-1. Ubicación de la planta
- Figura 2-1. Chiller marca York
- Figura 2-2. Chiller marca McQuay
- Figura 2-3. Lay-out
- Figura 3-1. Lay.out de equipos Chiller y bombas, piso -4
- Figura 3-2. Lay.out de Torres, piso 20
- Figura 3-3. Tablero de clima, piso -4
- Figura 3-4. Diagrama enchufes, piso -4
- Figura 3-5. Diagrama alumbrado, piso -4

## **ÍNDICE DE TABLAS**

- Tabla 1-1. Distribución de equipos por piso
- Tabla 1-2. Temperaturas promedios por piso
- Tabla 2-1. Insumos directos para el sistema
- Tabla 2-2. Insumos indirectos para el sistema
- Tabla 2-3. Gastos administrativos de personal
- Tabla 2-4. Planilla de pagos
- Tabla 2-5. Cálculo estimativo impuestos al primer año
- Tabla 3-1. Descripción del suministro
- Tabla 4-1. Flujo de caja puro
- Tabla 4-2. Proyecto financiado al 25%
- Tabla 4-3. Proyecto financiado al 50%
- Tabla 4-4. Proyecto financiado al 75%
- Tabla 4-5. Evaluación de indicadores
- Tabla 4-6. Análisis de sensibilidad

## **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama 2-1. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama 2-2. Estructura organizacional

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1-1. Gasto anual

Gráfico 1-2. Energía

Gráfico 4-1. Análisis de sensibilidad

## INTRODUCCIÓN

Durante los años 90, se comenzó a utilizar masivamente los sistemas de aire acondicionado en oficinas, esto debido a que las empresas fueron creciendo en personal y en tecnología que irradia calor como computadores u otro sistema electrónico. También en esta época se inicia el denominado cambio climático y con este, el aumento de las temperaturas exteriores. Todo lo anterior se traduce en un incremento de las temperaturas internas de las oficinas.

Si bien a principios de esta época eran pocas las oficinas que contaban con este servicio y los sistemas que se instalaban eran exteriores, cumplían con el requerimiento del personal de mantener una temperatura adecuada para el trabajo. Ya a mediados de los 90 se comenzó a masificar y a ser un requerimiento básico en todas las construcciones nuevas contar con sistemas de aire acondicionado. Se instalaron plantas de enfriamiento que aportaban el refrigerante para todo el edificio.

En la época que estamos viviendo se hace indispensable contar con buenos sistemas de refrigeración en los lugares de trabajo. Las personas o trabajadores no aceptan un ambiente en el que no se mantenga en una temperatura adecuada, sobre todo en los meses de verano, donde las temperaturas pueden alcanzar los 36°C a la sombra.

El proyecto de renovación de sistema de refrigeración fue creado para satisfacer las necesidades actuales de demanda de aire acondicionado en el “Edificio Capitales” ubicado en Apoquindo #3000. Este fue estudiado según los siguientes criterios:

Capítulo 1: contempla la visión general del proyecto, ubicación, objetivos e impacto de este.

Capítulo 2: Contempla el estudio del sistema existen y la demanda de los usuarios, esto medido por cantidad de reclamos.

Capítulo 3: Evaluación técnica del nuevo sistema, se realiza una comparación con el sistema antiguo.

Capítulo 4: Estudio económico y financiero, el objetivo es ordenar y generar tablas comparativas de ambos sistemas que sirvan de análisis para obtener la rentabilidad del proyecto.

Con los resultados obtenidos mediante la evaluación se quiere obtener una mejora sustancial en el gasto de energía así como en el ahorro monetario para la administración del edificio.

También se espera que la inversión inicial se recupere dentro de los primeros 5 años del proyecto.

## **CAPÍTULO 1: EL NEGOCIO DEL PROYECTO**

## 1. **EL NEGOCIO DEL PROYECTO**

Lo primero que haremos es explicar a grandes rasgos, el proyecto que evaluaremos.

La forma de atacar el problema de temperaturas es realizando una pequeña evaluación de la masa térmica del edificio, se denomina masa térmica a la masa que tiene la capacidad de almacenar energía en forma de calor. La masa térmica depende de la densidad y el calor específico del material del cual está construido, y en una edificación sea cual sea su material, se puede dividir en masa térmica interna y externa.

La masa térmica externa es la que causa gran parte del problema en la temporada primavera-verano ya que esta en directa proporción con las temperaturas ambientales, y la masa interior es la que aportan tanto equipos electrónicos, personas y muebles o cualquier otro elemento que aporte calor.

Esta masa térmica representa la inercia térmica del sistema, ya que define la respuesta dinámica del edificio ante las variaciones de las condiciones internas y externas de este. El efecto que tiene la transferencia de calor sobre las condiciones térmicas del edificio, está directamente relacionada con la llamada masa térmica ya sea interna y externa, en consecuencia la demanda de la planta de frío del edificio depende en gran medida de la masa térmica.

A continuación se presenta una descripción más amplia del proyecto que, en este caso, corresponde al reemplazo de la planta de frío del Edificio Capitales para poder cumplir con la demanda de aire acondicionado en los meses de altas temperaturas en Santiago.

Para alcanzar este propósito, es necesario conocer los aspectos generales que contemplan la visión general del proyecto: ubicación, objetivos e impacto y tamaño del proyecto a realizar.

### 1.1 **DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO**

La necesidad primaria del edificio es dar protección del ambiente exterior y albergar las actividades humanas y estas puedan desarrollarse con el confort térmico, acústico y visual. Tanto las paredes exteriores como los elementos interiores influyen en las diferencias del ambiente interior como exterior.

Esta conversión climática que se efectúa en el edificio depende tanto de parámetros tanto como del clima como del propio edificio. Es muy importante en el proyecto conocer el envolvente de la estructura para así poder determinar la respuesta térmica. Numerosos factores intervienen en la climatización del edificio, como la orientación, inclinación de muros y tamaño, ubicación de puertas y apertura de ventanas, además de cantidad de personas por metro cuadrado, y el encendido de aparatos emisores de calor, estos factores pueden modificar sustancialmente la temperatura interior de edificio.

Como efecto combinado y simultáneo de estas numerosas variables tanto naturales como arquitectónicas, se producen flujos energéticos que en todo instante están saliendo y entrando del edificio, estableciendo también a cada instante un balance térmico global entre la energía o calor que entra y que sale y el almacenamiento. Los diversos parámetros intervinientes en esta combinación espacial y temporal de causas térmicas aportan continuamente ganancias y pérdidas dentro del edificio.

A modo general, se puede mencionar, que el diagnóstico del proyecto se encuentra relacionado con la incapacidad de satisfacer la demanda de aire acondicionado en los meses de mayor temperatura, basados en los numerosos reclamos recibidos por este problema en el edificio.

A partir de esto, se presenta el proyecto que recopila antecedentes de la situación expuesta con el fin de crear una solución definitiva para este problema.

Se hace hincapié en la importancia de evaluar y mejorar el tema de ahorro energético.

Actualmente, el equipo en funcionamiento es extremadamente antiguo, con tecnología obsoleta. Derivando lo anterior en un gasto energético importante que se traduce en un aumento considerable en los costos.

#### 1.1.1 Objetivos del proyecto

El objetivo general de este trabajo es realizar el estudio prefactibilidad técnico económico para reemplazar la planta de frío en Edificio Capitales.

#### 1.1.2 Los objetivos específicos son:

- Cambio de tecnología del sistema de Chillers.
- Renovar las torres de condensado.
- Distribuir de mejor forma de la sala de máquinas y bombas de condensado y agua fría.

- Mejorar el factor de potencia de los equipos lo cual generara un ahorro de energía.

### 1.1.3. Sector industrial o giro del negocio

El Edificio Capitales, es una construcción de más de 16 años que fue diseñado para alojar oficinas de tipo financiera, empresas de publicidad, empresas de turismo y de otros rubros similares cuya función principal es la atención a clientes y el desarrollo de labores administrativas.

Debido a que en los últimos años el aire acondicionado se ha vuelto parte fundamental para el desempeño óptimo de las funciones de las personas que forman parte de las empresas usuarias en Edificio Capitales, se ha observado un aumento en las solicitudes de este servicio y en el mejoramiento de la calidad del mismo.

Hace más o menos 16 años atrás, cuando se construyó el edificio, la planta de enfriamiento era solo un valor agregado para las oficinas que funcionarían dentro de su estructura. Al pasar los años, se han hecho diversas remodelaciones y arreglos en todos los pisos y oficinas, quedando equipos sub y sobre dimensionados en algunos lugares específicos.

Debido a esto y a un aumento significativo de la demanda por aire acondicionado sobre todo en las épocas de más calor, los arrendatarios de las oficinas han producido aumento desmesurado de equipos de aire para poder palear un poco las altas temperaturas que se producen, sin tomar en cuenta que la planta de frío fue diseñada para trabajar hasta un punto finito de cargas totales.

Para comenzar, se pueden definir los alcances de este proyecto, como aquellos que se nombran en los objetivos: el cambio de la planta de frío, el cambio de las torres de condensación y la reestructuración de la sala de máquinas.

Este proyecto nace de la observación y vivencia en terreno, durante el periodo en que se formó parte de la empresa de aire acondicionado que prestaba servicios de mantención de los equipos y de la planta de frío en el Edificio Capitales.

Se pretende dar un valor agregado al servicio de mantención. Se observó un aumento significativo a los llamados por problemas de temperatura elevada o fallas en los equipos durante las temporadas estivales las que se han hecho frecuentes.

Para lograr una solución definitiva a estos inconvenientes, se plantea un aumento de capacidad y renovación de la planta de enfriamiento del edificio, lo que cubrirá y satisfecerá la demanda actual y las necesidades estimadas para los próximos 5 años en un 20% aproximadamente.

Esta reforma necesitará de nueva tecnología en el sistema de enfriamiento y en el sistema de condensado, haciendo una renovación completa de torres y equipos de frío necesarios para el correcto funcionamiento.

Actualmente en Chile y otros países se ha establecido la importancia de mantener la temperatura adecuada para el desarrollo óptimo del trabajo en oficinas y otras áreas, donde se pueda manejar esta variable de acuerdo a las necesidades específicas. Los empleadores se han visto en la necesidad de responder a la normativa existente sobre la temperatura de confort estipulada por la ACHS para el desarrollo normal de labores.

Por convención se establece que la temperatura de confort de una oficina en verano debe ser de entre 24 y 26°C, para el invierno es entre 21 y 23°C, también se establece que la temperatura interior no debe superar un diferencial de  $\pm 5^\circ\text{C}$  con el exterior, todo esto con una humedad entre el 45 y 60% (Fuente: <http://www.diariopyme.cl/>)

Para la empresa de servicios el buscar un valor agregado a lo que ofrece puede resultar como un aliciente al negocio y dar un plus sobre otras empresas que son competencia.

Por esto, se decidió innovar, buscar y ofrecer a los clientes una forma de ahorro energético asociado a nuestro servicio de mantenimiento de equipos de aire acondicionado.

Al considerar este nuevo sistema tomaremos en cuenta un aumento de 20% en cinco años lo que nos hace pasar desde 245 equipos en todo el edificio hasta la posibilidad de funcionamiento de 294 equipos, según requerimientos. Este aumento de capacidad nos hará satisfacer de mejor manera las demandas de las oficinas más afectadas con la falta de frío, además nos ayudara a mejorar el servicio entregado por el edificio a sus arrendatarios.

Este cambio también contribuirá en la disminución de costos de mantenimiento de la planta y una mejora en la eficiencia del uso de la energía eléctrica lo cual traduciremos en ahorro energético.

Tabla 1-1. Distribución de equipos por piso

Tabla de distribución de equipos de aire por piso			
Piso	Cantidad	Piso	Cantidad
1	10	10	7
2	20	11	12
3	22	12	9
4	20	14	14
5	18	15	11
6	17	16	11
7	15	17	8
8	17	18	7
9	20	19	7

Fuente: Datos obtenidos en terreno, elaboración propia

#### 1.1.4. Análisis de fortalezas y debilidades

Para comprender y analizar el comportamiento del proyecto se utilizan metodologías que permiten reflejar la situación actual donde el proyecto está inserto y como se desarrollará este.

El **FODA** es la metodología que permite realizar el estudio de la situación actual de un proyecto, analizando sus características internas y su situación externas, dando conocer la situación real en que se encuentra el proyecto, y planificar una estrategia a futuro.

A continuación se describirá las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que presenta la empresa Confortaire, enfocada en el servicio de mantención, reparación y reemplazo de equipos de aire acondicionado.

##### 1.1.4.1 Fortalezas:

- Conocimiento del mercado de los equipos de aire acondicionado.  
Debido a que Confortaire es una empresa que lleva varios años en el mercado de mantenciones e instalaciones de equipos da la seguridad de conocer el trabajo que se realiza.
- Personal técnico y profesional altamente calificado para realizar la instalación del equipo nuevo y proyectar necesidades a largo plazo.

El personal que cuenta la empresa tienen títulos de técnicos e ingenieros en el área eléctrica como mecánica.

- Conocimiento amplio de las instalaciones y de ubicación de todos los equipos instalados por piso, ya que la empresa lleva años prestando el servicio de mantenimiento al Edificio Capitales.
- Soporte para la mantención de los equipos instalados.

La empresa al tener el contrato de mantención de los actuales equipos del edificio cuenta con personal de planta en las dependencias por lo cual cualquier problema que se produzca tendrá una rápida solución.

#### 1.1.4.2 Oportunidades:

- Cuenta con un mercado que no ha explotado a cabalidad este tipo de instalaciones.

El edificio trabaja desde que empezó su funcionamiento con la misma planta de frío, y ninguna empresa se ha atrevido a realizar la renovación debido a la alta inversión que implica.

- El confort de los trabajadores en períodos de temperaturas altas ha tomado mucha importancia en las empresas.

Las empresas de todo ámbito han hecho muchos cambios con relación al trato de sus empleados, esto lleva a proveer un buen ambiente de trabajo para que se sientan muy cómodos realizando sus labores y parte fundamental de esto es mantener una temperatura adecuada en las oficinas.

- La exigencia de los arrendatarios de contar con un sistema de aire acondicionado que funcione y satisfaga sus necesidades.

En los períodos de primavera/verano es la temporada donde más reclamos se producen desde los arrendatarios de las oficinas con respecto a la temperatura al interior.

- Los problemas de funcionamiento que tiene la planta por su antigüedad.

La planta de frío con la que cuenta el edificio está en funcionamiento desde hace 16 años, para estos equipos el período de vida útil es de 15 años.

- Destacamos sobre nuestra competencia gracias a la experiencia y conocimientos de las instalaciones.

El hecho de conocer ya hace más de 3 años todo el edificio la empresa Confortaire sabe a ciencia cierta cuales son las oficinas y dependencias que requieren mayor poder de frio.

#### 1.1.4.3 Debilidades:

- Desconocimiento del estado de cañerías del sistema de condensado.  
Al ser una instalación tan antigua de más de 10 años y la empresa solo contar con 3 años trabajando en el edificio no cuenta con los conocimientos del estado de las cañerías que llevan y traen el agua a los equipos.
- Cantidad de personal para la instalación del equipo insuficiente.  
La empresa cuenta con un personal reducido para realizar este tipo de trabajo lo que implica que se pueden extender los tiempos o se debe contratar más personal aumentando los costos del proyecto.
- Una inversión muy alta que se cobrará en gastos comunes a los arrendatarios.  
El cambio de la planta es una inversión del edificio muy elevada y para solventarla debe ser financiado mediante el pago de un ítem adicional en las boletas de gastos comunes, esto puede provocar molestias o trabar el desarrollo del proyecto si es que algún arrendatario se opone.
- No contar con certificación de la empresa que avale la capacidad de poder instalar estos equipos.  
Aunque la empresa Confortaire cuente con la expertis suficiente y sea demostrada, los técnicos no cuentan con un certificado emitido por las empresas que proveen los equipos que indique que están calificados para la instalación de ellos.
- La reticencia de la administración del edificio debido a la alta inversión.  
La administración del edificio siempre se ha mostrado reticente a las altas inversiones en mantención o reparaciones correspondientes a los equipos del edificio.

#### 1.1.4.4 Amenazas:

- Empresas del mismo rubro que quieran ofrecer el servicio.  
En el mercado existen varias empresas de aire acondicionado y como para poder hacer un cambio de este tipo la administración deberá contar con más cotizaciones por los trabajos y esto puede perjudicar la aprobación del proyecto a la empresa Confortaire.
- Traslado de las grandes piezas de los equipos a sus posiciones finales.  
Los equipos tienen como mínimo un volumen estimado de 6 m<sup>3</sup> y como máximo 50 m<sup>3</sup> lo cual nos provoca como problema el retiro e instalación de los equipos, los ascensores existentes solo llegan hasta el piso 19 y debemos instalar y retirar equipos desde el piso 21, por otro lado los otros equipos deben ser instalados en el 4 subterráneo donde los accesos son para una altura máxima de 2 m lo que hace que sea de difícil acceso además los ascensores solo llegan hasta el 3<sup>er</sup> subterráneo.
- Tiempo de desarrollo del proyecto.  
El tiempo de desarrollo es fundamental ya que se ha estimado un tiempo para que la planta este en funcionamiento al 100% pero los retrasos provocan que el costo total del proyecto se eleve y la empresa tenga que solventar gastos no previstos.
- Instalación de los equipos si tienen dimensiones mayores a los existentes.  
Se cotizarán equipos idénticos a los actuales pero dependerá del proveedor definir las dimensiones finales de los equipos si llegaran a cambiar las dimensiones de los equipos se deberían ajustar las instalaciones existentes y esto nos provocarían aumento de costos y un aumento del tiempo de realización del proyecto.

#### 1.1.5. Localización del proyecto

Como es de suponer la localización del proyecto está íntimamente relacionada con el área de operación y el mercado objetivo.

En otras palabras, debido a que es un reemplazo de equipamiento existente, la ubicación de los nuevos equipos será la misma de los anteriores, dentro de las dependencias del Edificio Capitales, el cual esta orientado a albergar las oficinas tanto comerciales como gerenciales de distintas empresas, la mayoría de las oficinas están orientadas a la atención de clientes y personas.

El primer factor a tomar en cuenta para la ubicación de este proyecto es el reemplazo de equipamiento existente mencionado con anterioridad.

Este proyecto estará ubicado en territorio nacional, en la décimo tercera región. Se descarta cualquier otra ubicación en otra región del país. Cabe destacar que por la naturaleza del proyecto obliga a que la distribución de los nuevos equipos sea idéntica a la de los reemplazados por una cuestión de espacio.

#### 1.1.5.1 Ubicación de la planta

La instalación de la nueva planta de refrigeración se llevará a cabo en la sala de máquinas en el cuarto subterráneo del “Edificio Capitales” ubicado en Av. Apoquindo 3000, comuna de Las Condes.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/>

Figura 1-1. Ubicación de la planta

#### 1.1.6. Tamaño del proyecto e impacto

El proyecto consiste en retirar la planta de enfriamiento existente, dicha planta cuenta con varios equipos asociados los cuales son torres de condensado y equipos de refrigeración (Chillers) los cuales deben ser retirados desde su ubicación actual hasta un vertedero que nos permita dejar este tipo de desechos de gran envergadura.

Los nuevos equipos que se instalaran deben ser capaces de soportar la demanda actual y un 20% de aumento proyectado en los próximos 5 años en base a los factores de seguridad acordadas por convención.

El impacto del proyecto se espera que sea muy positivo desde el punto de vista de las personas; esto porque actualmente los equipos existentes de la planta no logran satisfacer las necesidades de temperatura requerida para confort de todos los ocupantes del edificio, generando en temporadas de primavera y verano un listado enorme de reclamos constantes debido a las altas temperaturas que se producen en estas temporadas las cuales hacen que las personas no puedan realizar sus trabajos con comodidad y de buena manera.

La realización de estas modificaciones no ocasionará cambios en la estructura de la sala de máquinas del edificio.

Se buscará poder cumplir con las dimensiones establecidas y producir un ahorro importante en los gastos de operación debido a la implementación de nuevas tecnologías más eficientes que la existente actualmente.

## **1.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

La metodología de este proyecto entregará la información de los beneficios, el tipo de indicadores como patrón de comparación y las variables financieras que se utilizarán para determinar la rentabilidad del proyecto.

También se presentará una carta Gantt a la administración con las fechas y avances que debe ir cumpliendo el proyecto, esto para que se mantenga informado al personal que trabaja en las distintas oficinas si fuese necesario ocasionar algún tipo de molestia en la entrada a los estacionamientos o uso de ascensores.

### **1.2.1. Definición de la situación base sin proyecto**

En estos momentos el edificio Capitales donde se pretende realizar el cambio de planta cuenta con un deficiente sistema.

Sus instalaciones constan de dos equipos Chillers los cuales cada uno tiene dos compresores, en el Chiller n°1 están ambos compresores en funcionamiento pero no al 100%, el compresor número uno funciona en un 50% y el compresor número dos funciona en un 75%. En el Chiller n°2 solo funciona el compresor número uno además

funciona solo al 50%, el compresor número dos se encuentra con problemas hace más de seis meses y sin poder ser reparado.

Esto hace que el sistema de enfriamiento sacando una proporción solo funcione a un 50% de su capacidad total. El compresor que se encuentra dañado ha sido imposible de recuperar a pesar de que le han realizado diversas mantenciones, se debe reemplazar algunas piezas, por este motivo las temperaturas del edificio se mantienen elevadas casi durante por toda la temporada de primavera-verano.

La antigüedad del equipo y a la demanda creciente de los usuarios por contar con sistema de aire acondicionado adecuado, influye notoriamente en la deficiencia del sistema.

Por otro lado el aumento desmesurado de personal por parte de las empresas ubicadas en el edificio Capitales ha hecho un aumento significativo de la emisión de calor dentro de las oficinas.

También debemos añadir que el segundo equipo en importancia para el correcto funcionamiento de la planta son las torres de condensado ubicadas en el piso 21 del edificio.

Como se mencionó antes en el piso 21 se encuentran las dos torres de condensado una para cada Chiller, de las dos solo se mantiene en funcionamiento la torre n°1 que pertenece al chiller n°1, aunque con problemas de fuga de agua cuando alcanza cierto nivel de frío lo cual hace que el personal este constantemente concentrado en la labor de vaciar el sector que retiene el rebalse de la torre.

La torre n°2 perteneciente al chiller n°2 se mantiene apagada ya que tiene problemas en el eje de los rodetes de enfriamiento, este defecto provoca vibraciones en el equipo extremadamente fuertes las cuales son percibidas hasta 3 pisos más abajo de la ubicación de la sala de máquinas donde se ubican las torres, causando malestar y preocupación en los ocupantes de las oficinas inferiores ya que no saben a qué se deben tan fuertes vibraciones, este malestar se transforma en llamados constantes a las personas a cargo de la mantención del edificio y por ende llamados constantes al nuestro personal de mantención de clima.

### 1.2.2. Definición base sin proyecto y con proyecto

El presente proyecto cuenta con las canalizaciones de refrigerante y con el espacio suficiente en la sala de máquinas y en la azotea del edificio para instalar los nuevos equipos.

Además, el edificio cuenta con un contrato de mantención vigente firmado con la empresa Confortaire, por tanto, podemos conocer cada uno de los inconvenientes con los que se encontrarán al momento de realizar la instalación y la puesta en marcha.

Otro dato importante a considerar es que, al instalar un equipo nuevo las fallas por horas de uso se reducen significativamente.

En el equipo actual las fallas van desde un 20% a un 25% de las horas de uso, en cambio en un equipo nuevo, estas no deberían sobre pasar un 5% durante los dos primeros años.

También se debe tomar en cuenta que al ser un equipo de última tecnología la eficiencia de las partes mecánicas es superior a la que puede dar el equipo que se encuentra instalado en estos momentos ya que las partes mecánicas del equipo instalado se encuentran con un desgaste significativo por el funcionamiento y en sus primeros años la nula mantención que se le hacía.

Por otro lado, se debe considerar el aumento progresivo de las temperaturas por efectos medio ambientales (Calentamiento Global) y tomando en cuenta las estadísticas de temperaturas máximas de los años '90 en épocas de verano, éstas se han visto incrementadas en 3 o 4 grados como promedio a través del tiempo.

La temperatura máxima de los años '90 no alcanzaba los 32°C excepto en algunas ocasiones especiales.

En esta década ha llegado incluso a marcar constantemente entre 33°C y 36°C.

Los usuarios de las oficinas necesitan de un buen sistema de aire acondicionado que les permita trabajar en un ambiente confortable.

Para la instalación de la nueva planta de frío se necesitará contar con mecanismos de levantamiento de piezas metálica y herramientas para desarmar lo existente y armar los nuevos equipos.

Por el diseño del edificio que cuenta con ascensores pequeños que no están adaptados para resistir pesos considerables, se ha optado porque las torres nuevas serán de fibra de vidrio, material más liviano que el acero y con mayor resistencia a la oxidación.

Las torres que se instalarán serán desarmadas, subidas a pulso por las escaleras y vueltas a armar en su ubicación final.

Las existentes se cortaran en pedazos pequeños y se bajarán de la misma forma.

Para los equipos Chillers, se ha planificado desarmar y se retirarán en camioneta desde el piso -4 donde existe posibilidad de estacionar el vehículo y donde, en definitiva, se encuentra la sala que será la ubicación final de estos equipos.

El montaje de los nuevos Chillers también se realizara llevando los equipos desarmados y armándolos en su ubicación definitiva, luego del armado e instalación, se le harán las pruebas de hermeticidad pertinentes.

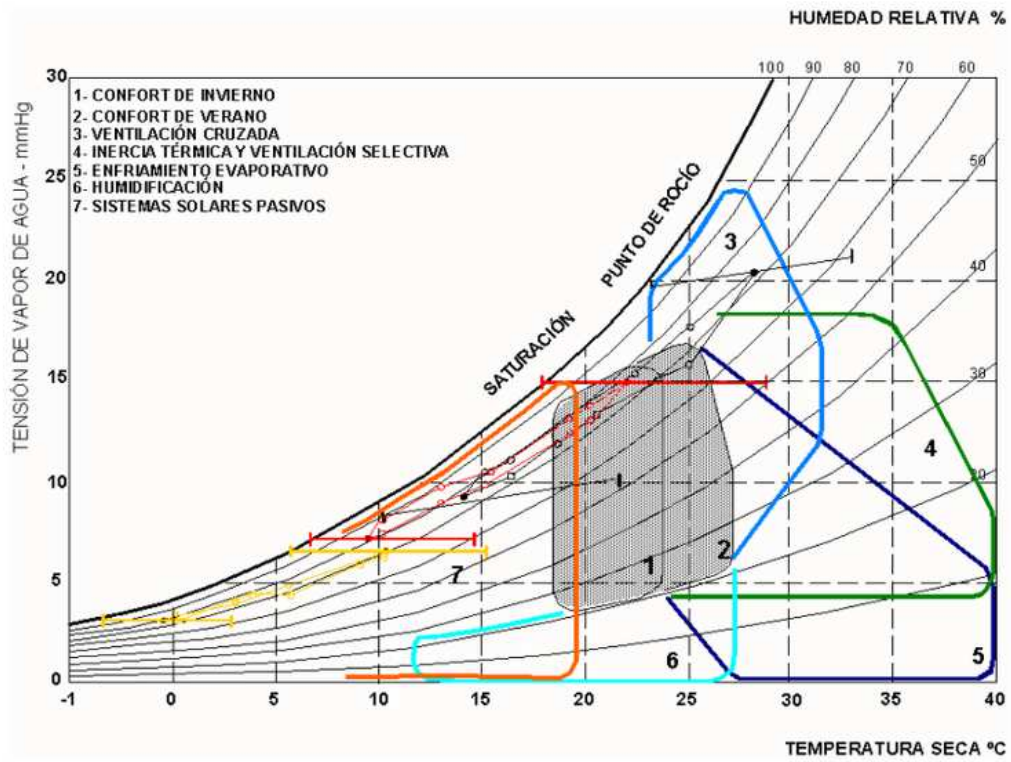
### **1.3. ESTUDIO DE MERCADO**

A continuación se realizará un estudio de mercado el cual dará a conocer la necesidad de ejecución de este proyecto. En este ítem se realizará un estudio económico, además de una investigación del mercado.

#### **1.3.1. Definición del producto**

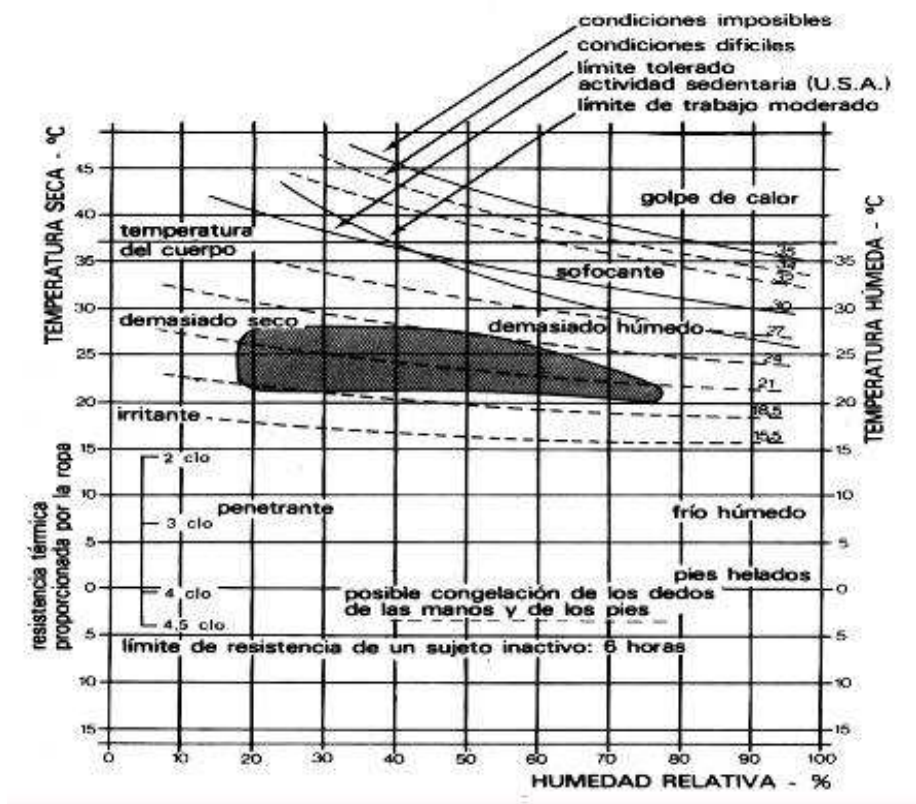
El sistema de aire acondicionado genera el confort higrotérmico de las personas, el cual está influenciado por procesos físicos, fisiológicos y psicológicos. Debido a esto resulta difícil definir de manera precisa este concepto, según ASHRAE el confort se define como “*Condición mental que expresa satisfacción con el medio ambiente*” dicha definición enfatiza el hecho de que el confort es un concepto relativo que involucra diversos procesos. El confort higrotérmico de una persona no está solo influenciado por la temperatura ambiente y por la humedad, también se ve afectado por la velocidad del viento, por la actividad que realiza la persona y por la ropa que usa. La zona de confort puede ser definida como el rango de condiciones climáticas e el que la mayoría de las personas se sienten en un estado de agrado, ya sea debido a una sensación de calor o frío. Existen diversas formas de estimar el confort higrotérmico, una forma de hacerlo es mediante el uso de cartas bioclimáticas.

Las cartas bioclimáticas están estructuradas en base a las zonas de confort, entre las más utilizadas se encuentran las de Givoni y la de Olgyay. Dichas cartas facilitan el análisis de las características climáticas para cualquier ubicación de interés desde el punto de vista de confort humano. Esta herramienta es un auxiliar en el diseño de edificaciones ya que proporciona información útil para maximizar las condiciones de confort al interior de los edificios. Una alternativa para tener el control sobre las condiciones de confort en los recintos es el uso de equipos de aire acondicionado o sistema HVAC (sigla en inglés Heating Ventilation and Air Conditioning).



Fuente: datos obtenidos mediante internet [https://es.wikipedia.org/wiki/Baruch\\_Givoni](https://es.wikipedia.org/wiki/Baruch_Givoni)

Gráfico 1-1. Carta bioclimatica de Givoni



Fuente: datos obtenidos mediante internet

[http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Arquitectura\\_Sostenible/Clima/Olgay.htm](http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Arquitectura_Sostenible/Clima/Olgay.htm)

Gráfico 1-1. Carta bioclimatica de Olgay

Según lo observado durante los años y el aumento sustancial de las temperaturas ambientales en la ciudad de Santiago, el aire acondicionado en las oficinas de trabajo se ha hecho indispensable. El Edificio Capitales no queda exento de esto. Debido a la alta demanda en las temporadas de calor se produce la necesidad de generar más aire frío en las dependencias para llegar a una temperatura de adecuada para las personas. Esto se realiza cambiando la tecnología y el tamaño de la planta existente en el edificio.

Lo que se ofrece es el cambio del equipo y la mantención periódica de los nuevos equipamientos.

Para el proyecto se necesita contar con un procedimiento de montaje y de manipulación del equipo. Para esto, se debe contratar personal apto para la descarga de los materiales y llevarlos a su destino final.

Los equipos comprados deben venir desarmados en piezas de fácil manipulación y que puedan entrar por el estacionamiento cuya altura es de 2,6 mts. Y su ancho tiene 5 mts.

Luego de entrar al estacionamiento, el equipo debe ser llevado al piso -4 donde se encuentra la sala de máquinas del edificio. Esta sala de máquinas cuenta con dos puertas de acceso: una que es para personas (con 2 mts de alto y 1 m de ancho) y la segunda puerta es un portón que se abre mediante un riel quedando un acceso de 5 mts de ancho y 2 mts de alto.

Una vez descargados los materiales e introducidos en la sala de máquinas del edificio, se procede al desarme del equipo existente para sacarlo desde la sala. Al momento de concluir con el trabajo de desarme se procede a armar el nuevo equipo en el mismo lugar en que se encontraba el equipo anterior y usando las mismas conexiones.

Una vez finalizado el armado y la instalación del nuevo equipo de enfriamiento se procede al reemplazo de las torres de condensado. Se desmontan las placas metálicas que se bajan por los ascensores hasta el piso -4. Luego se comienza a montar la nueva torre de fibra de vidrio cuya vida útil es notoriamente mayor a las que se fabrican en con compuestos metálicos.

### 1.3.2. Análisis de la demanda actual

En el Edificio Capitales a aumentado la demanda de aire acondicionado debido al aumento de temperaturas en los periodos de verano, se han tomado valores de temperaturas desde los distintos piso. Cuando el edificio se construyó no era tan importante tener o no aire acondicionado, pero con el pasar del tiempo se ha hecho imprescindible este servicio. Además, se han agregado otros factores al aumento de la temperatura como la gran cantidad de personas o fuentes emisoras de calor por metro cuadrado. Las empresas que tienen sus oficinas en los distintos pisos nunca se han preocupado por los equipos de aire pero si han aumentado la cantidad de trabajadores por metro cuadrado y ha aumentado indiscriminadamente los equipos electrónicos para realizar sus labores.

A continuación presentamos una tabla con la medición de temperaturas por piso. Se presentan algunas temperaturas dentro de lo normal pero debemos considerar que la temperatura exterior es de 15,7°C lo cual hace que los equipos de frío puedan bajar mayormente la temperatura de las oficinas. Si consideramos que en verano la temperatura promedio del exterior es de 25°C, podemos suponer que la temperatura interior debería aumentar por lo menos en unos 2 a 3 °C.

Tabla 1-2. Temperaturas promedios por piso

Tabla de distribución de equipos de aire por piso					
Piso	Temperaturas	cantidad de equipos	Piso	Temperatura	cantidad de equipos
1	23	10	10	22	7
2	24	20	11	20	12
3	20	22	12	18	9
4	19	20	14	23	14
5	18	18	15	18	11
6	21	17	16	23	11
7	24	15	17	21	8
8	26	17	18	20	7
9	20	20	19	20	7

Fuente: datos obtenidos en terreno, elaboración propia

Para las personas se hace cada vez más imperioso contar con un buen aire acondicionado, sobre todo en la temporada de primavera-verano donde las temperaturas sobrepasan por mucho los 20 grados Celsius que son los indicados por convención internacional para un desarrollo agradable de las labores diarias.

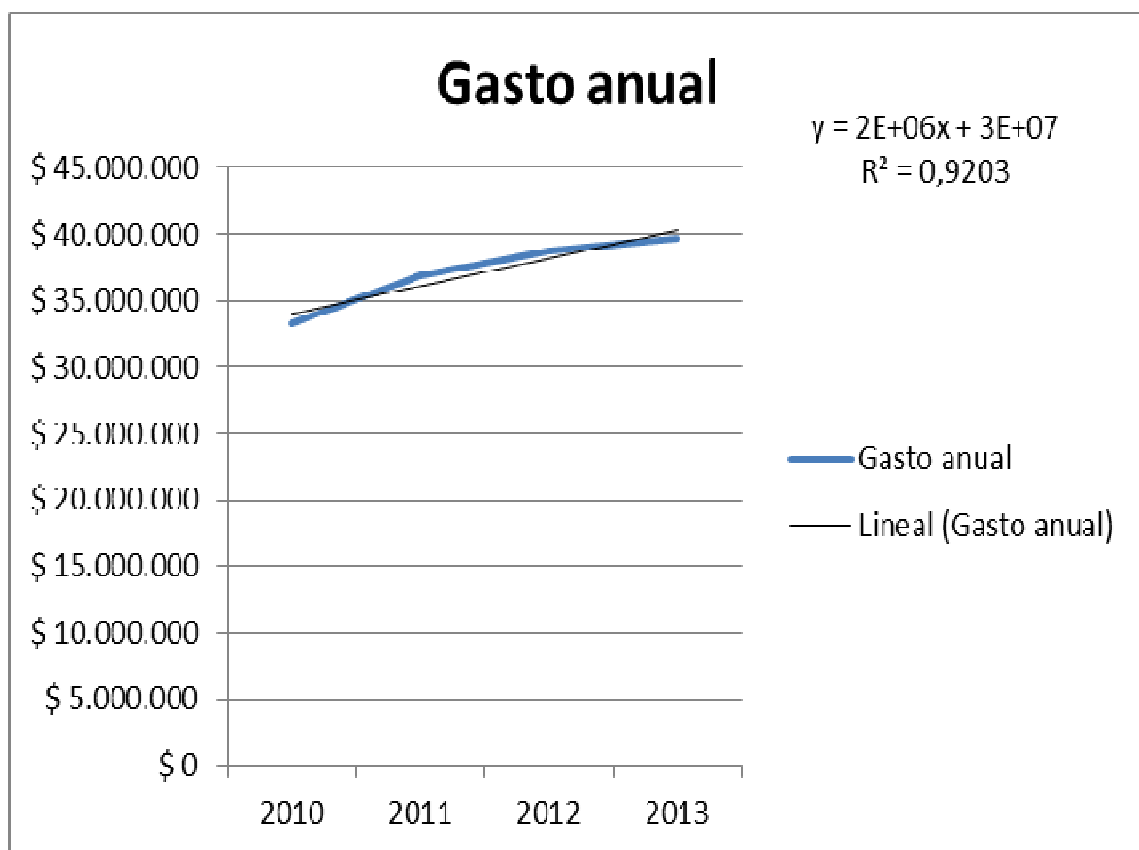
Los trabajadores de las oficinas emplazadas en el Edificio Capitales cada día necesitan más refrigerante en los equipos de aire acondicionado debido al gran aumento de personal en las oficinas y al aumento de equipos emanantes de calor. La cuantificación del crecimiento del personal por oficinas podemos decir que si en un principio fueron proyectadas para 1 persona por 4 mts<sup>2</sup>; ahora existen 2 personas por cada 3 mts<sup>2</sup>. Esto nos indica que existe un hacinamiento en la mayoría de las oficinas lo cual genera un aumento de la temperatura y una demanda mayor de frío en verano.

Las empresas que se ubican en el edificio son financieras, en su gran mayoría; otras son agencias de viajes, agencias de publicidad y el resto es de venta de productos. Por este motivo, tiene una gran afluencia de público y se producen reuniones casi todo el día y todos los días. Para satisfacer estas necesidades de confort de los usuarios y los visitantes, de los equipos de aire acondicionado no pueden parar y no cubre todos los requerimientos de los usuarios.

### 1.3.3. Análisis de la oferta

Desde el punto de vista de la oferta, en este momento el equipo de aire tiene un consumo variado dependiendo de la temporada del año. En el siguiente gráfico se observa cómo el consumo energético hace que el gasto anual se incremente en los últimos años. Por otro lado, según las mediciones realizadas, se puede notar que la temperatura en la temporada de primavera-verano provoca un incremento del consumo. Del mismo modo, en la época de otoño-invierno el consumo disminuye, pero aumenta el consumo de calor en los equipos.

En el último año se ha producido una variación como consecuencia de eventos planificados por algunas oficinas en el mes de junio. Debido al importante aumento en el uso de los equipos, el consumo en horario punta se ha incrementado trayendo como consecuencia que el costo económico de los meses de invierno sea similar al de las estaciones estivales.



Fuente: Datos obtenidos en terreno, elaboración propia

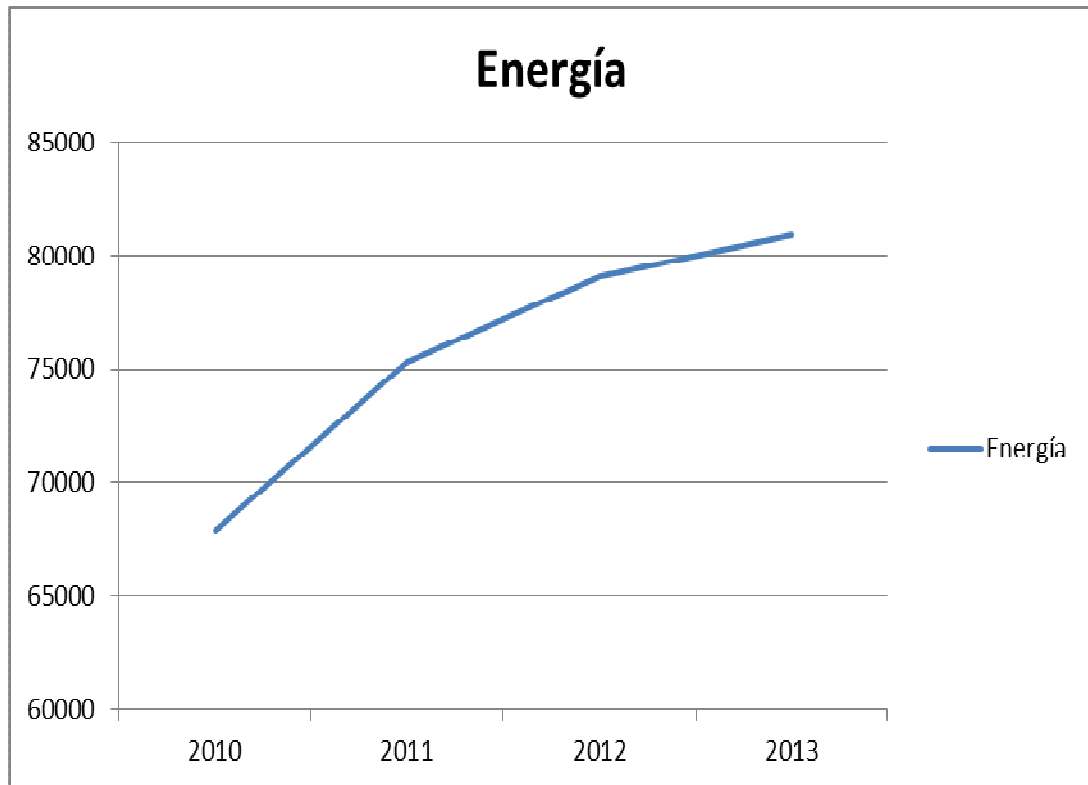
Gráfico 1-3. Gasto anual

El gráfico indica que la planta de frío tiene un aumento progresivo en relación al gasto por concepto de energía. Cabe mencionar, que dicho aumento sigue presente a pesar de que el equipo está en funcionamiento al 75%.

Durante el año pasado, se recibieron 4 reclamos diarios por falla en el sistema de enfriamiento de las oficinas esto nos da un total de 120 reclamos mensuales promedio en los distintos pisos durante los meses de primavera/verano.

Queda claro, por consiguiente que la demanda supera con creces a la oferta.

Nuestro cliente tiene contratada la tarifa BT-3. Esta es una tarifa mixta, con potencia contratada y potencia medida. Todo esto fuera del horario de punta que comienza a las 18:00 hrs y culmina a las 7:00 del día siguiente. Además este horario solo es efectivo en temporada de invierno. La tarifa tiene un costo por zona de \$490 el kilowatt. En el siguiente gráfico se mostrará el consumo energético de la planta.



Fuente: Datos obtenidos en terreno, elaboración propia.

Gráfico 1-4.Energía

Podemos decir que aunque la planta no este a su 100%, el consumo energético sigue aumentando. Esto se debe a la antigüedad de sus componentes y de su tecnología.

#### 1.3.4. Análisis de precios y sistema de comercialización

El análisis de precios y sistema de comercialización no aplica en este caso, debido a que el aire acondicionado no se vende. Es un valor que se le ha agregado en el pago de gasto común por oficina, por lo tanto, la comercialización no corresponde. Es un servicio contratado y no genera nuevos compradores.

Lo que podemos vender es un servicio asociado a este suministro que sería la mantención de los equipos que se instalarán, La empresa que presentará este proyecto ya tiene un contrato de mantención con el edificio en cuestión lo que indica que no habrá un aumento en los ingresos de Confortaire.

## **CAPÍTULO 2: LA INGENIERIA CONCEPTUAL DEL PROYECTO**

## **2. LA INGENIERIA CONCEPTUAL DEL PROYECTO**

La realización del proyecto involucra necesariamente beneficios y costos que se deben asumir al momento de definir si llevar a cabo o no el proyecto.

Referente a los beneficios, éstos se sintetizan en dos variables que se medirán y se explicarán a continuación:

- Confort de personas: ofreciendo las mejoras adecuadas para conseguir una temperatura óptima y, por ende, reduciendo de forma considerable los reclamos en verano por temperaturas elevadas.
- Ahorro energético: Se producirá un considerable ahorro energético con la implementación de los nuevos equipos por su consumo de menor potencia y menores gastos de mantención lo que trae como consecuencia un ahorro de dinero considerable.

En cuanto a los costos generales del proyecto, se deben considerar la compra de los nuevos equipos, la mano de obra para el retiro de los antiguos y la instalación de los nuevos y los gastos asociados a la logística del proyecto (que incluye el traslado desde el lugar de origen hasta su ubicación final). Todos estos aspectos estarán incluidos en el estudio técnico.

### **2.1. ESTUDIO DE COSTOS**

En este estudio se analizarán los factores de costos; se definirán insumos, productos y subproductos que se generen por el proceso; se analizarán los costos administrativos, costos operacionales, etc. Todos estos costos serán llevados a un valor comercial, además debemos considerar costos funcionales ya que por los días que dure el cambio y puesta en marcha de los nuevos equipos disminuirá la eficiencia del sistema y se generará un aumento de temperaturas en varias de las oficinas con mayor problema de calor.

### 2.1.1. Determinación de insumos, productos y subproductos

En el mercado existen varios equipos de diferentes marcas que podrían cumplir con las características técnicas necesarias para nuestro proyecto, se debe considerar que el nuevo equipo debe tener las mismas dimensiones que los existentes ya que de no ser así se deberá realizar un cambio que no está contemplado y se genera un retraso en la puesta en marcha.

Estos equipos pertenecen a marcas como York, McQuay, Trane, etc. El equipo existente es de marca York y tiene las siguientes dimensiones:

Largo: 4,5 mts

Alto: 2 mts

Ancho: 1 mts.

Además de los insumos como los equipos Chillers, también tendremos que dimensionar las torres de condensado y si es necesario reemplazar las bombas de alimentación del equipo, también en el cálculo de los costos del proyecto incluiremos los materiales necesarios para la correcta instalación de todos los equipos.

En este proyecto se definirán dos tipos de insumos para el proceso productivo de la planta de frío, los insumos directos y los insumos indirectos. Los insumos directos están relacionados directamente con el proceso productivo y son necesarios para llevar a cabo el servicio de refrigeración. En cambio los insumos indirectos corresponden a los insumos necesarios para el funcionamiento como por ejemplo energía eléctrica, agua, etc. ya que esos ítems no están relacionados directamente con la producción pero sin embargo son necesarios para el funcionamiento de los equipos y de la planta en general.

Los insumos básicos para la elaboración de este servicio y que corresponden a los insumos del proceso productivo se describen en la tabla 2-1, en cuanto los insumos correspondiente a los elementos de protección persona (EPP), y que son insumos indirectos del proceso productivo se visualizan en la tabla 2-2.

Tabla 2-1. Insumos directos para el sistema

Insumos directos		
Equipo o material	Marca	ubicación
Chiller	Por definir	4° subterráneo
Bombas de agua	WEG	4° subterráneo
Torres de enfriamiento	S/M	22° piso
Agua fría	S/M	N/A

Fuente: Elaboración propia, (Insumos que intervienen en el funcionamiento del sistema)

Tabla 2-2. Insumos indirectos para el sistema

Insumos indirectos		
Equipo o material	Marca	ubicación
Mantención	Conforaire	Todo el sistema
Energía Eléctrica	N/A	Empalme
Repuestos	S/M	Todo el sistema
Tableros Eléctricos	Power Panel S.A.	4° subterráneo

Fuente: Elaboración propia, (Insumos que intervienen en el funcionamiento del sistema)

Debido al cambio de la planta de frío, hay que elegir el equipo que mejor cumpla con la necesidad de la comunidad y que tenga una tecnología que nos pueda generar un ahorro significativo, en las fotos 2-1 y 2-2 (fotos referenciales) se muestran algunos de los equipos que pueden satisfacer el requerimiento.



Fuente: catálogo York, [www.york.com](http://www.york.com)

Figura 2-1. Chiller marca York



Fuente: catalogo McQuay, [www.mcquayeuropa.com](http://www.mcquayeuropa.com)

Figura 2-2. Chiller marca McQuay

El producto ofrecido con este cambio es un refrigerante que logre satisfacer la necesidad completa del edificio en la temporada de mayor temperatura.

#### 2.1.2. Estructura de costos

A continuación se presenta un desglose de la estructura de costos del proyecto, determinada por las siguientes categorías:

- Costos operacionales personal técnico.
- Costos operacionales insumos técnicos.
- Costos administrativos.

En los costos operacionales personal técnico se requiere contratar un técnico con título universitario en refrigeración, eléctrico, mecánico o carrera a fin, la labor a realizar por él es de supervisar, cotizar y definir compra de equipos, también debe generar los protocolos de puesta en marcha y protocolos de prueba del equipo, por otro lado debe generar protocolos de mantenimiento y definir los periodos de mantenimiento preventiva del sistema. Debe contar con amplios conocimientos de electricidad y de

refrigeración, además de contar con la experiencia necesaria para manejar personal a cargo y relación con clientes potenciales.

También se requiere contratar un técnico de nivel superior de colegio u instituto de formación técnica el título solicitado para este cargo es de técnico en refrigeración, electricidad o mecánico, que será el encargado de realizar la mantención preventiva rigiéndose por las planillas elaboradas por el supervisor y correctiva según sea la ocasión, también debe procurar que el equipo esté disponible y funcionando correctamente durante todas las horas de trabajo de las distintas oficinas en los distintos pisos. El sueldo dependerá del grado de estudio y conocimiento de la persona contratada, además la empresa Confortaire cuenta ya con ciertos rangos de remuneraciones de los cuales no puede variar mucho ya que se volvería un gasto operacional fuera del proyecto.

En este momento un técnico de nivel superior de la empresa que realiza labores de mantención en otros edificios recibe una remuneración de \$480.000.- mensuales líquido a pago, solo por el servicio de mantener el sistema actual funcionando y resolver inconvenientes producidos por la antigüedad del sistema actual.

Los costos que abarcan las áreas de personal (necesarios para el funcionamiento del proyecto) se han denominado costos administrativos de la empresa, estos costos incluyen los sueldos de las distintas áreas necesarias para el funcionamiento de la empresa y se detallaran en la tabla 2-3 para mayor claridad.

El personal mínimo necesario para poner en marcha este proyecto será el siguiente:

- Gerente de la empresa Confortaire (encargado de compras y control del proyecto).
- Jefe de Personal (encargado de definir insumos y encargado de personal).
- Técnico de mantención (encargado de realizar las labores de montaje y puesta en marcha del sistema, debido a que la empresa Confortaire consta con personal técnico ya contratado para diferentes programas de mantención puede considerarse reubicar a el distinto personal para poder terminar lo antes posible el proyecto y luego dejando solo un técnico en mantención).

Tabla 2-3. Gastos administrativos de personal

Personal	Cantidad	Remuneración mensual	
		Unitario	Total
Gerente	1	45,12	45,12
Supervisor	1	26,32	26,32
Técnico	1	18,05	18,05
<b>Total</b>			<b>89,49</b>

Fuente: Elaboración propia sueldos en UF, (sueldos sacados de planillas de pagos de la empresa)

### 2.1.3. Costos de operaciones

El consumo de energía del equipo con un 100% de carga es de 3.5 kW/h, el actual equipo consume 6.5 kW/h. La tarifa contratada es BT-3 con un costo es de \$75,563 por kW/h, a este costo de energía le debemos agregar los cargos fijos de la compañía distribuidora de energía estos son \$751,16 más \$1.174,59, por otro lado si ocuparemos el sistema dentro de las horas punta de la compañía distribuidora de energía tendremos un recargo según el consumo que tengamos, este puede ser consumo parcial en horario punta o consumo presente en horario punta. El horario punta definido por la compañía va desde las 18:00 hrs hasta las 23:00 hrs entre el 1 de abril hasta el 30 de septiembre inclusive, el cargo por kWh en este tramo es de: presente en horario punta \$10.17401 kW/h y parcialmente presente en horario punta es de \$6.622,62 kW/h.

Para evitar el cobro adicional de la empresa distribuidora de energía se implementará un programa de trabajo del equipo y se estipularán horarios de uso de la planta de frío, estos se fijarán con el comité administrador del edificio y serán informados a las distintas oficinas.

Los horarios de uso los cuales se fijaran dependiendo de la temporada irán desde 8 a 10 horas seguidas de funcionamiento comenzando a las 8:30 hrs y terminando a las 18:30 hrs en periodo de primavera-verano y desde las 9:00 hrs hasta las 17:45 hrs en periodo de otoño-invierno.

Para su operación constante será monitoreado por el técnico asignado por la empresa Confortaire. El técnico tendrá su base de operaciones en el edificio el horario de trabajo del técnico será de 09:00 a 18:00 hrs.

De esta manera, podrán ser monitoreados tanto los Chillers como las torres de enfriamiento y se garantiza el funcionamiento durante toda la jornada de los equipos.

Que el personal de Confortaire se encuentre con una base de operaciones en el edificio no se genera cobro adicional para la administración, debido a que esta situación se encuentra en el marco de contrato de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado.

Tabla 2-4. Gastos de operación

Insumo	Uso mensual	Costo	
		Unitario	Total
Energía	0,02	2001,31	46,36
Personal	1	18,05	18,05
<b>Total</b>			<b>64,41</b>

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos en terreno.

#### 2.1.4. Gastos del proyecto: administrativos, financieros y comerciales

Los gastos administrativos, financieros y comerciales de la empresa no serán evaluados ya que son parte del funcionamiento diario de la empresa Confortaire y algunos están dentro del marco de contrato de mantención de dicha empresa con la administración del edificio.

## 2.2. LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

Para poder ejecutar el proyecto se debe hacer una inversión inicial la cual se espera recuperar en un plazo estipulado, este plazo puede ser en 5, 10 o 20 años según se decida y también lo determine la devaluación de los equipos a comprar.

A continuación se realiza un detalle de las inversiones a realizar durante todo el proyecto, estas inversiones son los costos operacionales que incurre la empresa Confortaire para la mantención e instalación de los nuevos equipos.

### 2.2.1. Inversión en activos fijos

Para la remodelación del sistema de aire acondicionado se comprarán dos nuevos equipos de enfriamiento (chiller) de marca por definir y capacidades muy superiores a los existentes además de con nueva tecnología, también se debe instalar 2 torres de enfriamiento que puedan soportar la nueva carga de condensado sin causar problemas en su funcionamiento, estas también cuentan con nueva tecnología tanto en sus partes móviles como las fijas.

La capacidad actual de los Chillers es de 40 Ton cada uno, esto equivale a 480.000 BTU, se espera conseguir que los nuevos equipos tengan una capacidad de 50 Ton cada uno.

El producto ofrecido con este cambio es una planta de frío para el edificio completo que logre generar el frío necesario para combatir las altas temperaturas en las temporadas estivales, además de generar un ahorro energético debido a las nuevas tecnologías de alta eficiencia.

También disminuirémos el gasto de la administración por concepto de reparaciones del sistema actual, en este ítem se encuentra la compra de repuestos, las horas hombre adicionales a las de contrato, etc.

### 2.2.2. Inversión en puesta en marcha

Los costos asociados por la instalación del equipo se estiman en alrededor de **UF \$7,08.-** en este valor se considera el arriendo de una grúa horquilla para carga y descarga de los equipos, la compra de un teclé para levantamiento de equipo pesado si fuese necesario y además del personal necesario para poder realizar el montaje del equipo el cual sería 4 técnicos. Los costos de instalación podrán variar dependiendo de algunas contingencias u imprevistos que surjan durante el montaje y puesta en marcha.

Si fuese necesario llevar más personal para concluir el trabajo antes de lo pactado, se cobrará el costo del personal como adicional. Se considera inicialmente 3 semanas de instalación del chiller y 3 semanas para las reparaciones de las torres. Se consideran también 3 meses para la llegada de los equipos (estos no están incluidos en el cálculo de los costos de instalación). En la tabla 2-5 se muestra un desglose del costo óptimo de instalación de los equipos.

Tabla 2-5. Costos de instalación

Costos de instalación			
Maquinarias y personal	Cantidad	Costo	
		Unitario por día	Total
Gruas para descarga	1	3,61	3,61
Tecles para hizaje	1	0,19	0,19
Personal	4	0,82	3,28
<b>Total</b>			<b>7,08</b>

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos en terreno.

### 2.2.3. Inversión en capital de trabajo

La inversión de capital dependerá del flujo de caja y del capital que tenga dispuesto la administración del edificio para mejoras de funcionamiento y eficiencia de los diferentes sistemas que maneja el edificio.

El análisis de lo conveniente y de las inversiones se hará con la administración de edificio y con la junta directiva de este en una reunión donde se expondrán los beneficios y los costos del proyecto.

### 2.2.4. Imprevistos

Como imprevistos se asumirá + 10% de los costos de inversión. A continuación se expone una tabla donde se encuentran los valores de los puntos antes especificados.

Tabla 2-3. Costos de inversión

Equipo	Cantidad de equipos	Tiempo de entrega	Costo unitario de equipo (UF)	Costo total
Chiller	2	3 meses	2813,07	5626,14
Torres de enfriamiento	2	3 meses	408,35	816,7
Personal para	4	2 meses	36,1	144,4
Imprevistos	1	-	325,75	325,75
<b>Total</b>				<b>6912,99</b>

Fuente: Elaboración propia, (datos obtenidos por cotizaciones de empresas)

### 2.3. ESTUDIO TÉCNICO

Esta etapa contempla aspectos técnicos en los cuales se abarca desde procedimientos legales, hasta la descripción del proceso y elección de equipos.

En esta fase se debe determinar lo más preciso posible la carga térmica del edificio para que nuestro equipo quede con la capacidad que se requiere y no generar problemas a futuro.

Para esta fase se definen los factores básicos para el dimensionamiento del equipo de aire los cuales son: el Clima, el área en m<sup>2</sup> y no menos importante la carga térmica que debemos combatir.

Estos factores los analizaremos en detalle en el tercer capítulo “ingeniería del proyecto” donde se harán cálculos para determinar cuál es el aporte de carga térmica de cada uno y poder dimensionar la planta de frío de manera eficiente,

#### 2.3.1. Selección de equipo

Las plantas de aire acondicionado se componen de varios equipos. El primero es el chiller, luego tiene 2 bombas de agua, una de condensado y otra de agua fría, además de una torre de enfriamiento la que hace que la transferencia de calor.

Chiller: Es un equipo enfriador de agua, cuyo cometido es enfriar un líquido (que generalmente es agua) a través de transferencia de calor.

Torre de enfriamiento: Estanque con aspas de ventilación que extrae el calor del agua.

Bombas de condensado: conjunto eléctrico que cumple la función de hacer llegar el agua caliente a la torre de enfriamiento.

Bombas de agua fría: se encargan de hacer circular el agua de refrigeración a través de todos los equipos de aire acondicionado en todos los pisos.

Como fue expuesto antes, en el mercado existen varios equipos de diferentes marcas que pueden dar la prestación necesaria para este proyecto.

Estos equipos pertenecen a marcas como York, McQuay, Trane, etc. Pero este proyecto es evaluado por medio de una sola marca de equipo, York.

Fue seleccionada York por ser reconocida a nivel nacional e internacional y por ser la misma marca del equipo que se reemplazará, facilitando, en cierta medida, la instalación por tener las mismas dimensiones del equipo saliente.

Las dimensiones del equipo existente son: largo 4,5 mts; alto 2 mts; ancho 1 mts.

Otro punto a favor de la marca York, es el amplio conocimiento técnico del personal, quien ya cuenta con la experiencia de la mantención y operación, ahorrándose de esta forma, cualquier tipo de costos asociados a capacitación.

### 2.3.2. Descripción y selección de procesos

Para el proyecto se necesita contar con un procedimiento de montaje y de manipulación del equipo. Para llevar a cabo el montaje se debe contratar personal apto para la descarga de los materiales y llevarlos a su destino final, además de poseer seguro en caso de accidentes a los trabajadores, también se requiere contratar maquinaria la cual puede trasladar las piezas más pesadas para evitar problemas de salud de los trabajadores..

Los equipos comprados deben venir desarmados en piezas pequeñas de bajo peso y de fácil manipulación, con el motivo de poder ingresarlas por el estacionamiento del edificio que cuenta con una altura de 2,6 mts. y 5 mts. de ancho, de no ser posible se deberá buscar una alternativa para el ingreso lo cual retrasaría de gran forma el proyecto.

Luego de entrar al estacionamiento, el equipo debe dirigirse al piso -4 donde se encuentra la sala de máquinas del edificio. Esta sala cuenta con dos puertas de acceso una que para el personal de 2 mts de alto por 1 m de ancho y la segunda, un portón que se abre mediante un riel dejando un acceso de 5 mts de ancho y 2 mts de alto.

A la vez con la llegada de los nuevos equipos se tendrá ya desarmado uno de los equipos antiguos para comenzar el armado del nuevo equipo, esto con motivo de apurar el retiro de las piezas antiguas y no retrasar el proyecto en demasía. Una vez que uno de los nuevos equipos ya se encuentre armado y probado listo para entrar en funcionamiento se comenzará con el desarme del antiguo que aún se encuentra en uso para poder comenzar la instalación del equipo nuevo. Terminado el desarme de ambos equipos se procederá al retiro de las piezas antiguas de ambos equipos desde la sala de máquinas hasta un vertedero autorizado para este tipo de material.

Al concluir el armado e instalación del nuevo equipo de enfriamiento, se procede al reemplazo de las torres de condensado. Se comienza por la torre n°1 la cual se encuentra más cercana al acceso del personal, se desmontan y cortan las placas metálicas en pequeños trozos para poder retirarlas hasta el piso -4 por medio de los ascensores. Una vez desarmada la primera torre se comienza con la construcción y armado de la de reemplazo, terminado el proceso de armado se hace la prueba de puesta en marcha y se comienza a utilizar esta torre para poder dejar fuera la torre n°2 y repetir el proceso anterior. Al concluir el proceso de armado de ambas torres se hace una prueba general de funcionamiento de ambas plantas de enfriamiento. Con esto podemos asegurar que el sistema quedo totalmente operativo y se dejan ambos sistemas en uno.

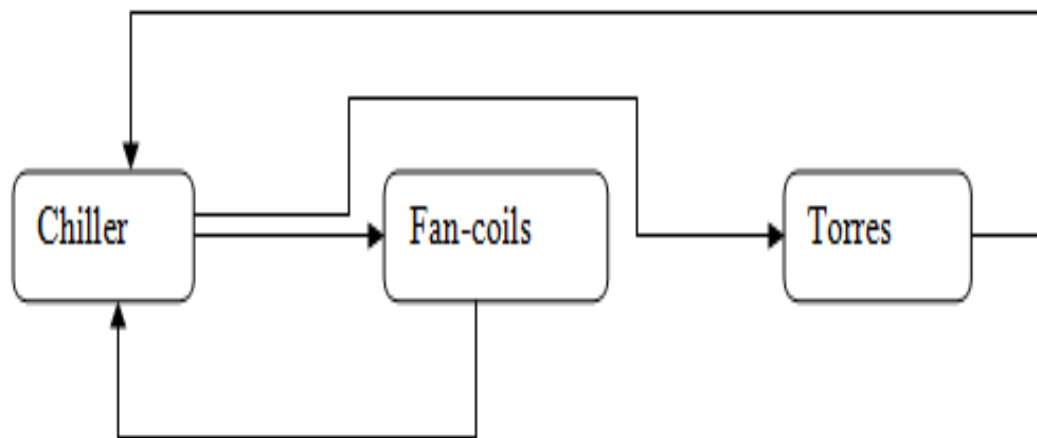
### 2.3.3. Diagrama de flujo

La distribución de los equipos debe ser exactamente idéntica a la existente, para poder cumplir con este objetivo se necesita que los equipos nuevos cumplan con las mismas dimensiones que los ya instalados o en su defecto se puede tener una mínima variación de dimensiones ya que sería fácil de solucionar con pequeñas modificaciones al sistema de empotrado o incluso al sistema de piping.

Asumiendo que las disposiciones de los equipos nuevos será idéntica a la actual, se establece el mismo flujo en el agua refrigerante el cual va por el circuito cerrado desde los Chillers a los fan-coils instalados en el edificio y retornando los Chillers, para ser enfriado nuevamente mediante el proceso de transferencia de calor.

Los Chillers están ubicados en la sala de máquinas en el nivel -4 del edificio junto a los dos sistemas de bombas necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, las bombas de agua fría que llevan el agua enfriada en los Chillers a través de los distintos pisos y oficinas para que los fan-coils instalados puedan producir aire frío y poder generar una baja en la temperatura interior de las oficinas, y las bombas de condensado que son las encargadas de llevar el agua ocupada para la transferencia de calor en el Chiller hacia las torres de enfriamiento que como su nombre lo dicen tienen como proceso enfriar esta agua para que cuando retorne al Chiller pueda extraer el calor del agua que pasa por los diferentes pisos del edificio, si este proceso no se cumple no existirá transferencia de calor en el Chiller y las temperaturas interiores aumentaran y la planta no estará cumpliendo su cometido.

El agua de transferencia de calor o condensado que es enfriada en torres ubicadas en el piso 20 del edificio retorna por gravedad a los Chiller con una temperatura menor para que sea reutilizada en el proceso.



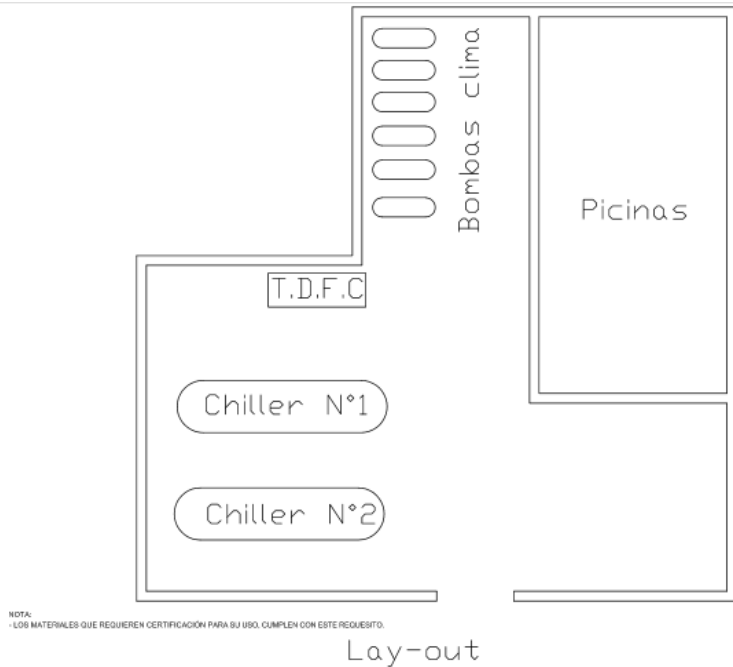
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos en terreno según proyecto.

Diagrama 2-1. Diagrama de flujo del proceso

#### 2.3.4. Diagrama Lay out

El Lay-out corresponde a un diagrama donde se muestra la ubicación y distribución preliminar de los equipos, ya que la distribución definitiva se expondrá en los planos finales del proyecto (planos AS-Built) y se llevará a cabo en la ingeniería básica que es una etapa más acabada de este proyecto, en esta etapa se realiza solo un bosquejo de como quedarán los equipos para poder dimensionar la cantidad de trabajo que requiere el cambio de equipos.

A continuación en la figura 2-3 se muestra serán ubicados los Chiller que reemplazarán a los existentes en el piso -4. En el dibujo se puede ver también la ubicación de las bombas de agua fría y de condensado que interactúan con el Chiller además de la ubicación del tablero de potencia de toda la sala de máquinas.



Fuente: Elaboración propia, levantamiento en terreno

Figura 2-3. Lay-out

### 2.3.5. Balace de masa y energía

Debido a que en este proyecto no existen procesos productivos de ningún tipo, se ha optado por desarrollar el balance energético basándose en el consumo energético que tiene el equipo Chiller para realizar la labor de enfriar el refrigerante.

A continuación se exponen los datos necesarios para hacer el balance energético:

- Valor cancelado por kW/h respecto al sistema de calefacción.
- Consumo energético del equipo.
- Valor mensual cancelado por concepto de calefacción.

Para determinar el consumo energético y el gasto producido se debe tener en cuenta que es solo un estimativo, considerando que no todos los días el equipo funciona la misma cantidad de horas (esto de acuerdo a la temperatura externa y a la solicitud de aire acondicionado desde las oficinas). Se utilizará la siguiente ecuación para calcular el gasto mensual.

$$P_m = P_c * Pot$$

Dónde:

$P_m$ : Pago mensual por concepto de calefacción.

$P_c$ : Valor del kW contratado.

Pot: Potencia usada por el equipo (promedio).

$$P_m = (0,08 * 1.144) = UF 91,52.- kW/h$$

Mediante el cálculo se puede decir que el gasto energético en el tema de refrigeración en la temporada de verano, es un gasto considerable para la administración del edificio, este gasto se transfiere a los arrendatarios de oficinas.

Debido a este cobro considerable a los arrendatarios, es que se debe hacer un cambio en el sistema de refrigeración, ya que con tan alto costo energético no se logra satisfacer las necesidades de todos los arrendatario del edificio, esto quiere decir que en las oficinas de algunos pisos y donde se encuentra más personas por metro cuadrado no es posible alcanzar la temperatura de confort necesaria y se producen muchos reclamos de los usuarios.

## **2.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES**

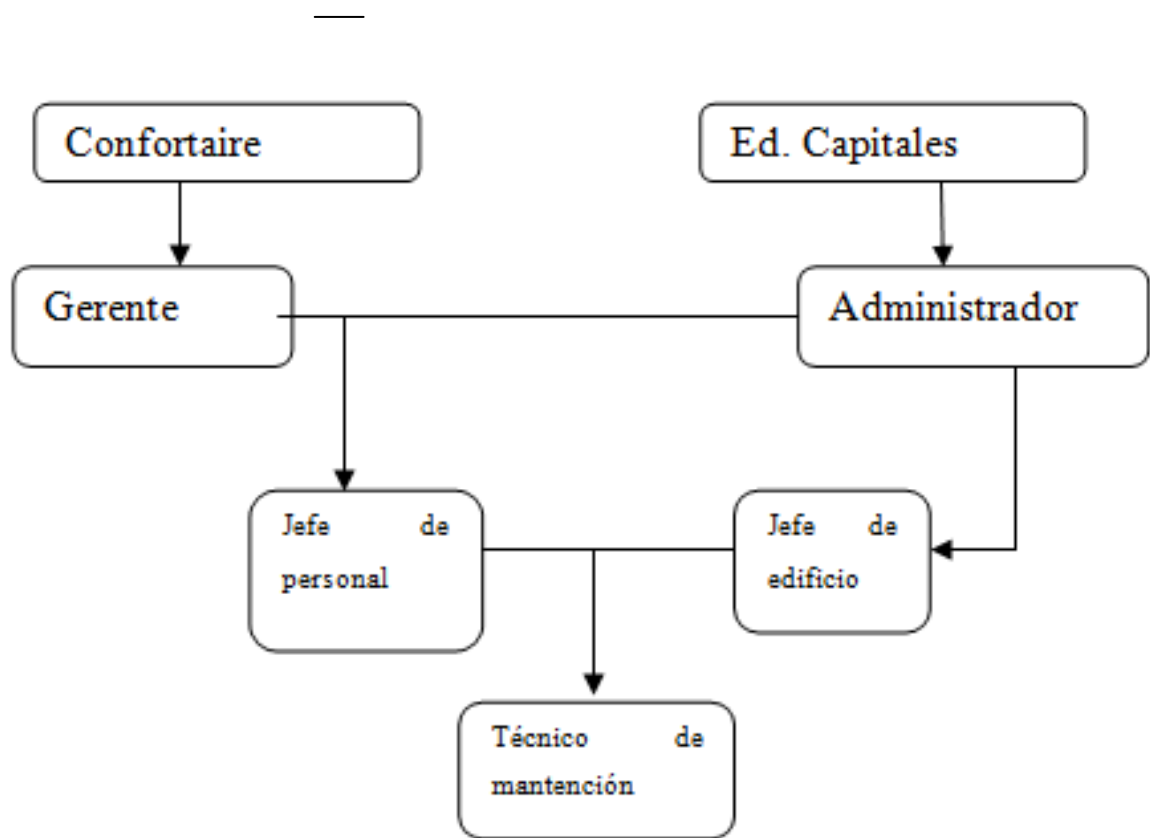
Dentro de este punto se enmarcan todos los requerimientos legales y las políticas de desarrollo que se requieren y deberá cumplir el proyecto cuando se encuentre funcionando.

### **2.4.1. Estructura organizacional**

Para la mantención y operación de los equipos nuevos se utilizará solo una persona, con el perfil de técnico en electricidad, refrigeración o mecánico, la empresa Confortaire no proyecta más contrataciones, esto porque hasta ahora no se ha hecho necesario mayor personal para el correcto funcionamiento de los equipos instalados.

Una vez instalados los nuevos equipos y dependiendo de cómo se desarrolle el funcionamiento de las nuevas unidades se puede evaluar el aumento de personal para su operación y mantención.

La empresa Confortaire en su contrato de mantenimiento de los equipos de refrigeración y calefacción de Ed. Capitales tiene el siguiente diagrama organizacional, en el dibujos se realiza una mezcla a ambas administraciones para obtener una mejor visión, a continuación representamos el diagrama de estructura organizacional:



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la empresa en la cual trabajo.

Diagrama 2-2. Estructura organizacional

La empresa Confortaire utiliza como sistema de información principal el correo electrónico, no obstante no se descarta el uso de la telefonía y minutas de avances del proyecto, además de un libro de obra donde se describa las labores realizadas diariamente, la evaluación se hará mediante cuadros Excel con los respectivos datos obtenidos desde hoja de datos de los fabricantes y distribuidores de los equipos, las compras de materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto se ingresaran al inventario creado para el desarrollo del proyecto con tal de llevar un control y orden de todas las piezas y equipos, este control se hará otorgándole a cada pieza un número de proyecto el cual se replicará a todas las compras para no repetir y tampoco utilizar recursos de otros proyectos.

#### 2.4.2. Personal, cargos, perfiles y sueldos

Todo el personal administrativo que se necesitará para el funcionamiento del proyecto será el gerente de la empresa Confortaire, (encargado de las compras y de llevar un control del proyecto). El personal requerido para este proyecto puede ser considerado en otros proyectos.

- Gerente: este cargo será ocupado por un ingeniero civil mecánico o alguna carrera a fin. Será encargado de hacer contrataciones, compras de insumos, etc. El sueldo de este cargo será de UF 45,12.-
- Jefe de personal: este cargo será ocupado por un técnico universitario eléctrico o carrera a fin. Será el encargado de coordinar las tareas destacadas del proyecto y de supervisar el buen desempeño de los técnicos de servicio, el sueldo para este cargo es de UF 26,32.
- Técnico: este cargo será ocupado por técnico en refrigeración de colegio o instituto. Su labor será realizar los trabajos de montaje de los equipos y las mantenciones programadas, el sueldo para este cargo es de UF 18,05.

Se fabricara una planilla de pagos mensual para la obra en cuestión donde solo se ingresaran los sueldos del personal involucrado en la instalación y mantención de los nuevos equipos. En la tabla 2-4 se realiza el desglose de los sueldos que intervienen.

Tabla 2-4. Planilla de pagos

Planilla de pagos			
Personal	Cantidad	Remuneración mensual	
		Unitario	Total
Gerente	1	45,12	45,12
Supervisor	1	26,32	26,32
Técnico	1	18,05	18,05
<b>Total</b>			<b>89,49</b>

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la empresa en la cual trabajo.

### 2.4.3. Marco legal y estructura societaria

El edificio y la contratación de personal cumplen con todos los marcos legales vigentes para el Estado de Chile.

El sistema tributario chileno está conformado por diversos tributos vigentes, por una legislación que contiene franquicias o exenciones tributarias y por cuerpos legales que crean una administración tributaria.

La legislación impositiva, contiene las leyes por las cuales el Estado fija la obligación de pagar los impuestos, entre las principales podemos señalar:

- Ley sobre impuesto a la venta y servicios D.L. N°825.
- Ley sobre impuesto a la renta D.L. N°824
- Ley sobre impuestos de timbres y estampillas D.L. N°3475
- Una legislación que crea y concede franquicias, entre las principales se pueden señalar
  - Estatuto de inversión extranjera D.L. N°600.
  - Fomento a las exportaciones D.S. N°348.
  - Régimen especial de zonas francas D.S. N°341.
- En la legislación que regula una administración tributaria y que propicia el cumplimiento de las obligaciones tributarias, se encuentra:
  - Código tributario D.L. N° 830.
  - Ordenanzas de aduanas D.L. N°318

En materia de recaudación fiscal interna, el impuesto al valor agregado es el que más contribuye, respecto del impuesto a la renta se dice que permite una mejor redistribución del ingreso, ya que afecta en forma proporcional más a las personas que perciben mayores rentas.

Por lo general, los medios que se emplean para obtener un ingreso, utilidad o renta son el capital y el trabajo. Para los fines de la ley de renta, las actividades se clasifican en consideración de dichos elementos y de la siguiente forma:

✓ **Primera categoría:**

Actividades en las cuales predomina el capital por sobre el trabajo, como por ejemplo: comercio, industria, banca, etc.

✓ **Segunda categoría:**

Actividades por las que predomina el esfuerzo personal, intelectual o físico por sobre los medios de capital.

Tabla 2-5. Cálculo estimativo impuestos al primer año

Impuesto	Total 1er año \$	Total 1er año UF
Impuesto a la venta y servicios (I.V.A)	\$29.997.580.-	1.248,67.-
Impuesto a la renta	\$32.000.-	1.33.-
Impuesto de timbres y estampillas	\$350.000.-	14.57.-
Total	\$30.379.580.-	1.264,57.-

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos desde la empresa donde trabajo.

#### 2.4.4. Impacto medio ambiental

En relación al proceso de funcionamiento de los nuevos equipos, este proyecto no presenta impacto ambiental porque se trata de un sistema de circuito cerrado sin descarga de aguas al exterior, si existiese alguna descarga por un aumento del nivel de agua en las torres se deben revisar las uniones y ya que están diseñadas para soportar toda el agua del sistema.

Existe un pequeño daño ambiental producido por el retiro de los equipos antiguos los cuales tienen varios años de uso y han acumulado una gran cantidad de material oxidado, esto puede ser perjudicial para la salud de los trabajadores como para el medio ambiente.

Por este motivo para el tratamiento de los equipos salientes, se considera minimizar el impacto ambiental separando los desechos y enviándolos a plantas de reciclaje de chatarra en su mayoría y los que no se puedan tratar como reciclados se buscare lugares autorizador para el acopio de materiales metálicos.

En cuanto a los compresores, también se considera buscar un depósito habilitado especialmente para equipos que contengan residuos de gas refrigerante, esto con el motivo de evitar que se perforen y el gas en su interior se escape y se propague provocando un daño directo a personas que pudiesen tener contacto con él o en su defecto y no menos importante daño en la capa de ozono.

**CAPÍTULO 3: LA INGENIERIA BÁSICA DE PROYECTO**

### **3. LA INGENIERIA BÁSICA DE PROYECTO**

#### **3.1. DISEÑO DE LA PLANTA**

En esta etapa se mostrara en forma más acabada el funcionamiento, procedimiento, ubicación y equipos utilizados en el proyecto, se generarán planos AS-BUILT de la ubicación de los equipos, además de generar planillas o tablas de cálculos de los equipos a instalar y por otro lado generar una planilla de fechas de entrega de los equipos de los equipos desde el proveedor y de entregas finales de los equipos ya instalados y probados.

##### **3.1.1. Diseño, cálculo y selección de equipos principales**

En esta etapa elegiremos los equipos necesarios para satisfacer las necesidades del edificio, para poder elegir de mejor forma los equipos debemos hacer mención a la segunda ley de la termodinámica es aquella que dice “el calor siempre viaja del cuerpo más cálido al más frío” el grado de transmisión es directamente proporcional a la diferencia entre ambos cuerpos.

El calor puede viajar en tres formas: radiación, convección y conducción. Radiación es la transmisión de calor por ondas similares a las de la luz o las ondas de radio; por ejemplo como transmite el sol el calor a la tierra.

Una persona puede sentir las ondas de calor moviéndose de la sombra a la luz del sol, aun cuando la temperatura del aire a su alrededor sea idéntica en ambos lugares. Hay poca radiación a bajas temperaturas, también cuando la diferencia de temperaturas entre los cuerpos es pequeña, por lo tanto, la radiación tiene poca importancia en el proceso de refrigeración.

Sin embargo, la radiación al espacio o al de un producto refrigerado por agentes exteriores, particularmente el sol, puede ser un factor importante en la carga de refrigeración. Conducción es el flujo del calor a través de una sustancia. Para que haya transmisión de calor entre dos cuerpos de esta forma, se requiere contacto físico real. La conducción es una forma de transmisión de calor sumamente eficiente.

Cualquier mecánico que ha tocado una pieza de metal caliente puede atestiguarlo. Convección es el flujo de calor por medio de un fluido, que puede ser un gas o un líquido, generalmente agua o aire. El aire puede ser calentado en un horno y

después descargado en el cuarto donde se encuentran los objetos que deben ser calentados por convección.

Luego de la pequeña explicación de los sistemas de transmisión de calor debemos enfocarnos desde ahora en la elección de los equipos para la planta de frío.

Tal como se ha mencionado en capítulos anteriores, los equipos de mayor importancia para el proyecto son aquellos que intervienen activamente en el proceso de enfriar mediante la transferencia de calor las áreas donde se desarrollan actividades dentro de las oficinas.

La totalidad de los equipos que se reemplazaran son de suma importancia para el correcto funcionamiento del proyecto y para poder lograr el objetivo que es reducir las temperaturas dentro de las oficinas instaladas en el edificio Capitales.

El equipo que se requiere debe cumplir con la necesidad de aportar una cantidad de 124.764,87 BTU, por esto debemos elegir un equipo que cubra esta capacidad y atenga la posibilidad de aportar un 15% más por un posible crecimiento, resumiendo el equipo necesario debe cubrir un requerimiento de 120.000 a 145.000 BTU.

El cálculo del equipo necesario se hace en base a los BTU/h necesarios. En este cálculo intervienen los factores de carga térmica latente y carga térmica sensible, con estos dos datos podemos obtener el cálculo de la carga de refrigeración necesaria para cumplir con los requerimientos del edificio.

$$Q_r = Q_s + Q_l$$

$Q_r$ : Carga de refrigeración.

$Q_s$ : Carga Sensible.

$Q_l$ : Carga Latente

Para obtener nuestro  $Q_s$  debemos aplicar la siguiente formula:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai}$$

$Q_{sr}$ : Carga sensible debido a la radiación solar a través de superficies acristaladas.

$Q_{str}$ : Carga sensible por transmisión y radiación de paredes y techos exteriores.

$Q_{st}$ : Carga sensible por transmisión a través de techos, paredes, puertas y suelos interior.

$Q_{si}$ : Carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior.

$Q_{sai}$ : Carga sensible debida a aportaciones internas.

Carga sensible por radiación:

Para el cálculo de Qsr debemos tomar en cuenta la siguiente formula:

$$Q_{sr} = s * r * F$$
$$Q_{sr} = 1800 * 167,46 * 0,81 = 244.156,68 \text{ [w]}$$

S: superficie translúcida o acristalada expuesta a radiación.

R: radiación solar que atraviesa la superficie.

F: factor de corrección de la radiación en función del tipo de material empleado.

Carga sensible por transmisión de paredes y techos exterior.

$$Q_{str} = K * S * (T_{ec} - T_i)$$
$$Q_{str} = 1,4 * 1000 * (36 - 20) = 22.400 \text{ [w]}$$

K: Coeficiente global de transmisión térmica de cerramiento.

S: Superficie del muro expuesta a la diferencia de temperatura.

Tec: Temperatura exterior del local

Ti: temperatura interior del diseño del local.

Carga por transmisión a través de paredes, techos, puertas y suelos interiores.

$$Q_{st} = K * S * (T_e - T_i)$$
$$Q_{st} = 1,4 * 1.585,84 * (36 - 20) = 35.522,86 \text{ [w]}$$

K: Coeficiente global de transmisión térmica de cerramiento.

S: Superficie del cerramiento interior.

Te: Temperatura exterior del diseño del local.

Ti: temperatura interior del diseño del local.

Carga sensible por infiltraciones de aire.

$$Q_{si} = V * \rho * C_e \text{ aire} * \Delta t$$
$$Q_{si} = 1800 * 1,18 * 1012 * 16 = 5760 \text{ [w]}$$

V: Caudal del aire infiltrado o de ventilación.

$\rho$ : Densidad del aire.

$C_e$ : Calor específico del aire.

$\Delta t$ : Diferencias de temperaturas.

Carga sensible por aportaciones internas.

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{se}$$

$$Q_{sai} = 10000 + 21000 + 60000 = 91.000 \text{ [w]}$$

$Q_{sil}$ : Carga por iluminación interior.

$Q_{sp}$ : Carga por persona.

$Q_{se}$ : Carga por aparatos eléctricos.

$$Q_s = 244.156,68 + 22.400 + 35.522,84 + 5.760 + 91.000 = 398.839,52 \text{ [w]}$$

Para obtener nuestra carga latente debemos obtener lo siguiente:

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp}$$

$Q_{li}$ : Carga latente transmitida por infiltraciones del exterior.

$Q_{lp}$ : Carga latente debida a ocupación del lugar.

Carga latente por infiltraciones.

$$Q_{li} = V * \rho * C_{l \text{ agua}}$$

$$Q_{li} = 8 * 1,18 * 626,94 = 5.918,31 \text{ [w]}$$

$V$ : caudal de aire infiltrado o ventilado.

$\rho$ : densidad del aire.

$C_{l \text{ agua}}$ : calor específico del agua.

Carga latente por ocupación.

$$Q_{lp} = n * C_{l \text{ persona}}$$

$$Q_{lp} = 300 * 69,8 = 20.940 \text{ [w]}$$

$$Q_l = 5.918,31 + 20.940 = 26.858,31 \text{ [w]}$$

Una vez obtenidos todos los datos calculamos nuestra carga de refrigeración total la cual no da lo siguiente:

$$Q_r = 398.839,52 + 26.858,31 = 425.697,62 \text{ [w]} \text{ o } 124.764,87 \text{ BTU}$$

Una vez finalizado nuestro cálculo tomaremos la más grande necesidad de flujo 143.479,6 BTU, para la temperatura de entrada de agua tomaremos como referencia 25°C que es la temperatura que se observo en terreno más alta alcanzada en temporada de verano y como temperatura de salida del equipo se ha visto que con 8°C el equipo actual cumple con la necesidad de todo el edificio.

Una vez definidas estas variantes nos dirigimos a la página de internet del fabricante donde se encuentra toda la ayuda necesaria para la elección del equipo comenzaremos con la elección del equipo mediante tablas de fabricantes.

Para una correcta proporción debemos tomar en cuenta que 3.024 kcal son igual a 1 Ton de refrigeración.

Al ingresar los datos seleccionados en el asistente de cálculo de la marca york el cual encontramos en (<http://www.ecochillers.net/pasos-para-el-calculo-y-seleccion-de-chillers>) no da como resultado la cifra de 11.9 Ton de refrigeración, con este valor vamos a las tablas de la empresa y seleccionamos el equipo con los datos obtenidos

Datos:

M<sup>3</sup>/h: 60 m<sup>3</sup>/h

Temp: entrada 25°C – salida 8°C.

Ton frio: 11.9 Ton refrigeración

Seleccionaremos el equipo por las toneladas de refrigeración según la siguiente tabla:

Tabla 2-6. Tabla para la elección de Chiller en base a las Toneladas de inyección de la máquina o fuerza de Cierre

TON.	GRAM.	TOTALES	MOLDE	ACEITE
20	40	3,000	750	2,250
30	70	4,000	1,000	3,000
50	110	6,000	1,500	4,500
65	150	8,000	2,500	5,500
70	170	9,000	2,700	6,300
80	210	10,000	3,000	7,000
85	220	10,500	3,150	7,350
100	250	12,000	3,600	8,400
135	400	15,000	6,000	9,000
150	500	16,000	6,400	9,600
175	600	17,000	6,800	10,200
190	700	18,000	7,200	10,800
200	750	20,000	8,000	12,000
250	900	23,000	8,200	13,800
270	950	24,000	9,600	14,400
300	1,100	30,000	13,500	16,500
350	1,400	33,000	14,850	18,150
400	1,700	36,000	16,200	19,800
450	2,100	40,000	19,000	21,000
500	2,500	44,000	22,000	22,000
550	2,750	50,000	25,000	25,000
600	3,000	56,000	28,000	28,000
650	3,400	62,000	31,000	31,000
750	4,000	72,000	36,000	36,000
850	4,750	84,000	42,000	42,000
900	5,000	90,000	45,000	45,000
1,000	8,000	110,000	55,000	55,000
1,400	12,000	140,000	70,000	70,000
1,800	17,000	180,000	90,000	90,000
2,000	21,000	200,000	100,000	100,000
2,300	28,000	240,000	120,000	120,000

Fuente: <http://www.ecochillers.net>.

Según nuestra tabla no hay para la cantidad calculada así que elegimos la superior más cercana a lo calculado.

### 3.1.2. Diseño del sistema de tuberías

El sistema de tuberías ya se encuentra diseñado, se hará un reemplazo de los equipos existentes adecuando esta intervención a la disposición de estas, Los cambios debieran ser mínimos.

Actualmente, la tubería que alimenta a todos los equipos Fan-coil existentes tiene una sección nominal de 10", es de cañería de acero al carbono y con un espesor de 4 mm; la tubería que alimenta las torres de condensado es de sección nominal de 8" de acero al carbono y de 4 mm de espesor, el cambio del sistema de tuberías en el edificio no se puede realizar debido a que sus instalaciones están ocupadas, por este motivo se deja el sistema existente y solo se realizará cambios en las llegadas y salidas de los Chillers como en las torres de condensado, solo de ser absolutamente necesario. Se define como necesario si es que alguna presenta deterioro notorio o adelgazamiento de sus paredes, también se puede considerar como factor de reemplazo la ubicación y la dimensión de los nuevos equipos.

### 3.1.3. Diseño del sistema de potencia

El sistema de potencia se refiere a la alimentación eléctrica de los equipos, en este proyecto se utilizará la misma alimentación y canalizaciones ya existentes.

Este sistema está alimentado desde el exterior llegando directamente hasta el tablero que alimenta el Chiller y las bombas de condensado y agua fría El cable alimentador del tablero tiene una sección nominal es de 3 AWG equivalente a 26,7 mm<sup>2</sup>. Este cable puede soportar una corriente nominal 83 [A] app a una temperatura ambiente de 30°C.

Son 3 cables alimentadores uno por fase y todos de las mismas dimensiones ya descritas con las mismas capacidades, estos alimentan un interruptor general de capacidad 150 [A] el cual alimenta las barras de distribución, de donde salen los alimentadores de los Chillers cuya sección nominal es de 4 AWG equivalente a 21, 2 mm<sup>2</sup> y soporta una capacidad de corriente nominal de 61[A] app.

De las mismas barras se alimentan los circuitos de fuerza y control de las bombas de condensado y de agua fría, estos circuitos están conectados por medio de un cable de sección nominal de 10 AWG equivalente a 5,26 mm<sup>2</sup> el cual soporta una

corriente nominal de 25 [A] app. Este mismo cable se utiliza para alimentar los circuitos de control, estos se encuentran sobredimensionados ya que la corriente de control es mucho menor que la de fuerza, debido a que en el proyecto se ocupará la instalación existente no se intervendrá el tablero y se dejara tal como se encuentra.

En esta parte de potencia se notan varias irregularidades ya que si existe un interruptor de 150 [A] el cable debería estar dimensionado para soportar la corriente máxima pero al contrario esta para soportar la corriente del equipo, también falta un equipo de medida para controlar el consumo de los equipos.

No se realizan cambios en el sistema eléctrico ya que el proyecto solo se enfoca a la parte de aire acondicionado y se quiere mantener la mayor parte de la instalación para que el tiempo de desarrollo sea reducido y no alargar el tiempo que el edificio se encuentre sin climatización.

#### 3.1.4. Diseño de las obras civiles y estructuras

Las obras civiles contempladas para el desarrollo del proyecto son instalaciones de electricidad y colectores de aguas servidas ya existentes, los tableros eléctricos como las acometidas y las distribuciones están debidamente marcadas e instaladas, el sistema de recolección de aguas servidas funciona perfectamente si llegase a ocurrir un incidente en los equipos o alguno de sus accesorios..

Estas obras fueron desarrolladas por personal calificado y hechas cuando se construyó el edificio.

No se consideran cambios en las obras civiles a menos que sea necesario e inevitable, ya que al realizar modificaciones se puede encontrar con problemas estructurales no detectados a simple vista.

Para el caso de la instalación eléctrica, el circuito de alimentación es externo y viene directamente desde el empalme en el exterior del edificio y llega al tablero general de calefacción. Este tablero cuenta con dos circuitos para alimentar los Chillers y 6 circuitos de fuerza para alimentar las bombas de condensado y agua fría, estos equipos eléctricos ubicados en la sala de máquinas del piso -4, en la sala de las torres de condensación se encuentra un tablero alimentado desde el general del tablero de calefacción y este cuenta con un interruptor general y 6 circuitos diferenciados los cuales alimentan ventiladores de las 2 torres, unidades extractoras de aire y bombas de

inyección de productos químicos para evitar la acumulación de sarro en la tubería de agua.

### 3.1.5. Diseño del sistema de instrumentación y control de procesos

La empresa Confortaire tiene contrato de mantención con el Edificio Capitales. Esto genera un constante control sobre los equipos y asegura el correcto funcionamiento de los equipos de refrigeración. Dando, como consecuencia de esto, mayor tiempo para invertir en reparación y mantención que aseguran la continuidad del proceso.

Dicho proceso no cuenta con un sistema de instrumentación demasiado elaborado, esto porque no se necesita una gran automatización debido a que la mayor parte del funcionamiento de los equipos lo comanda el Chiller con su PLC incorporado, por lo que cuando reconoce cargas de refrigeración parte y a su vez hace partir los evaporizadores de las torres.

Para garantizar una óptima temperatura en las oficinas se realizará una inspección diaria por oficina tomando temperaturas existentes y se comparara con la temperatura que nos indica el panel de control del Chiller.

#### 3.1.5.1. Instalación de los equipos

Dentro de ambas salas de máquinas, tanto en el piso 20 como en el piso -4, se instalarán los equipos que son de tipo estático. Estos son de gran tamaño por lo que para su instalación se necesitará el proveedor los despache desarmados y embalados en piezas (lo más pequeñas posible) con el fin de facilitar las maniobras de traslado y montaje en el edificio.

Una vez las piezas lleguen a las dependencias del proyecto estas serán desembaladas y marcadas para su reconocimiento. Se comenzará con el armado del equipo chiller ubicándolo en su posición final. Para esto, se necesitará de un tecele que levante y sostenga las piezas de pesaje superior y que van ubicadas en altura (como los compresores).

Ya ubicado en su lugar y correctamente armado y conectado se le harán pruebas de hermeticidad y se cargará con gas refrigerante antes de comenzar con la puesta en marcha.

Para la instalación de la torre, el proceso será bastante parecido; la diferencia es que no se harán pruebas de hermeticidad porque este equipo no es sellado completo, la parte superior queda abierta para que pueda ser usada como enfriador.

### **3.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

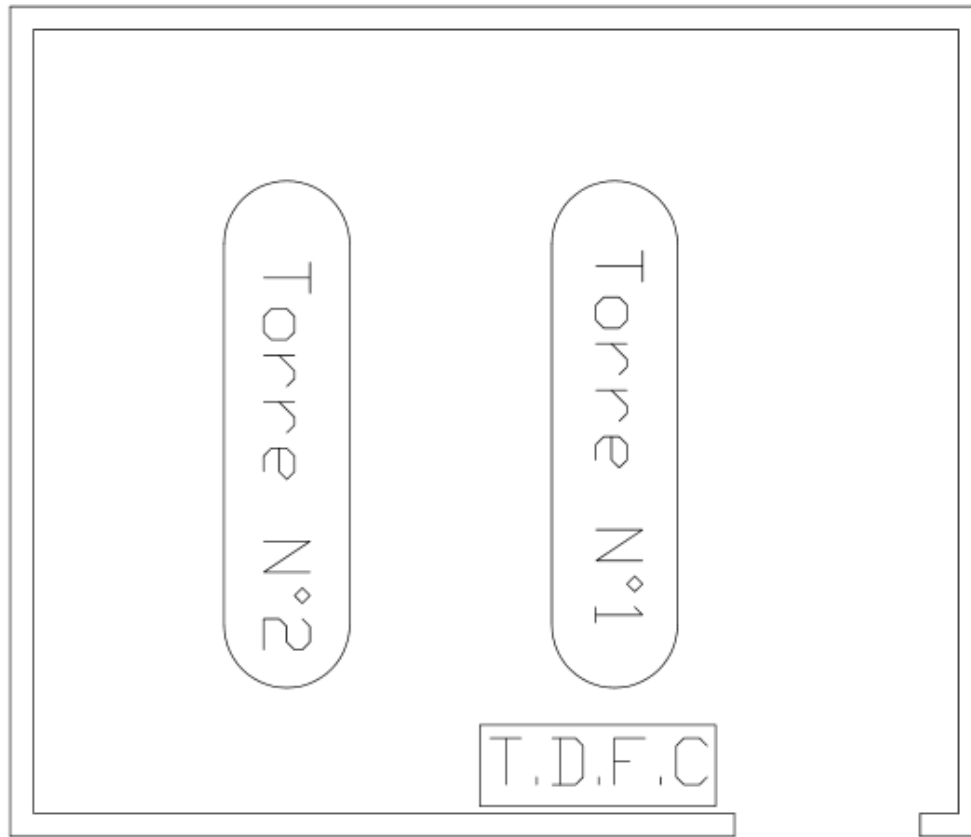
A continuación se entregará una serie de datos definitivos del proyecto, tanto de manera gráfica como en forma dura, dentro de los cuales se encuentran especificados planos finales de disposición, cotización de equipos, plano de tablero eléctrico, etc.

Dichos datos aportan información fundamental para el desarrollo del proyecto, generando las bases de la selección de equipos y de ubicación de estos

#### **3.2.1. Planos generales de la instalación**

Para seguir con el estudio de este proyecto se adjuntan planos los cuales proporcionarán la información gráfica necesaria para lograr el entendimiento específico de la ubicación general de los equipos Chillers.

Estos planos son fundamentales para la elaboración de un plan de trabajo y nos hacen ver que parte es la prioridad en nuestro proyecto, sin ellos la etapa de evaluación sería nula y al momento de montar nuestros nuevos equipos no se tendría la claridad para ubicarlos correctamente.



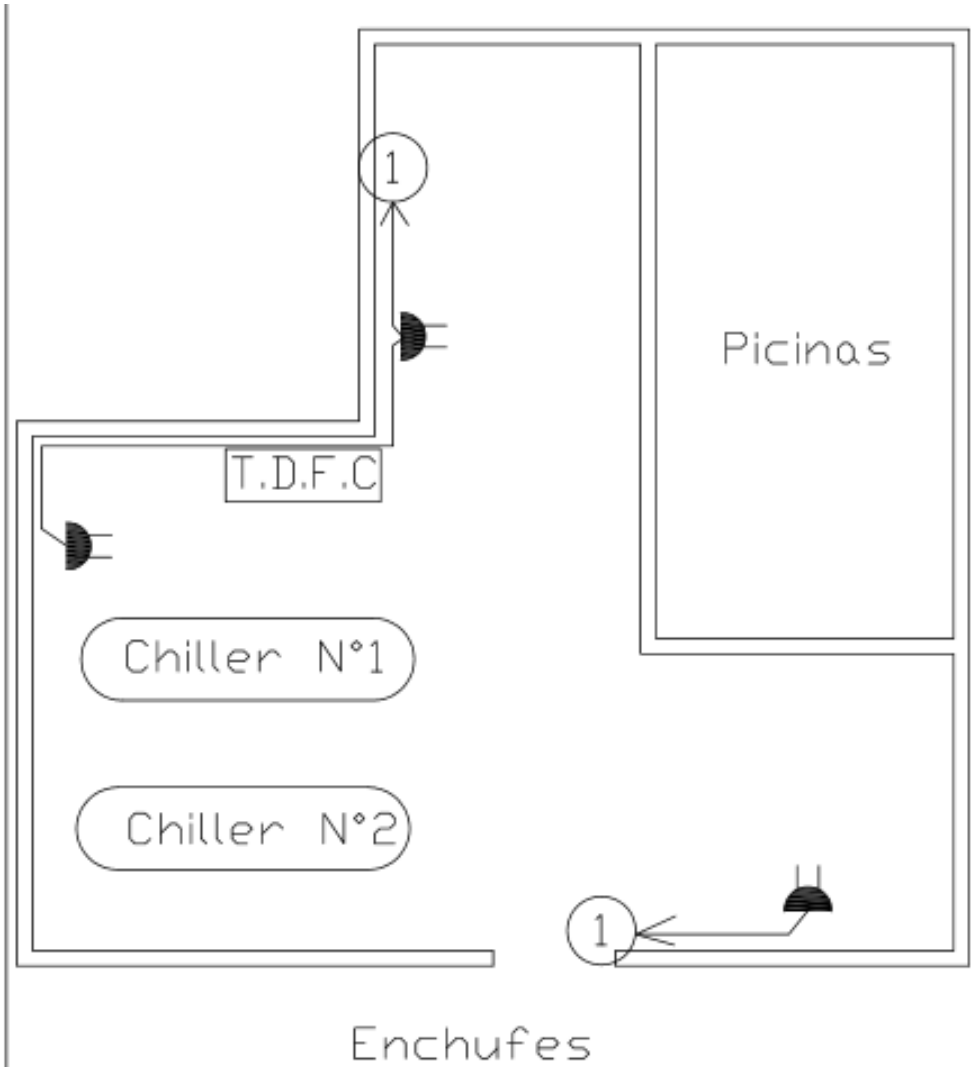
Fuente: Elaboración propia, levantamiento en terreno.

Figura 3-2. Lay.out de Torres, piso 20

Además se adjunta plano físico del tablero eléctrico utilizado para energizar los Chillers, esto servirá en caso que sea indispensable intervenir para conectar los equipos.

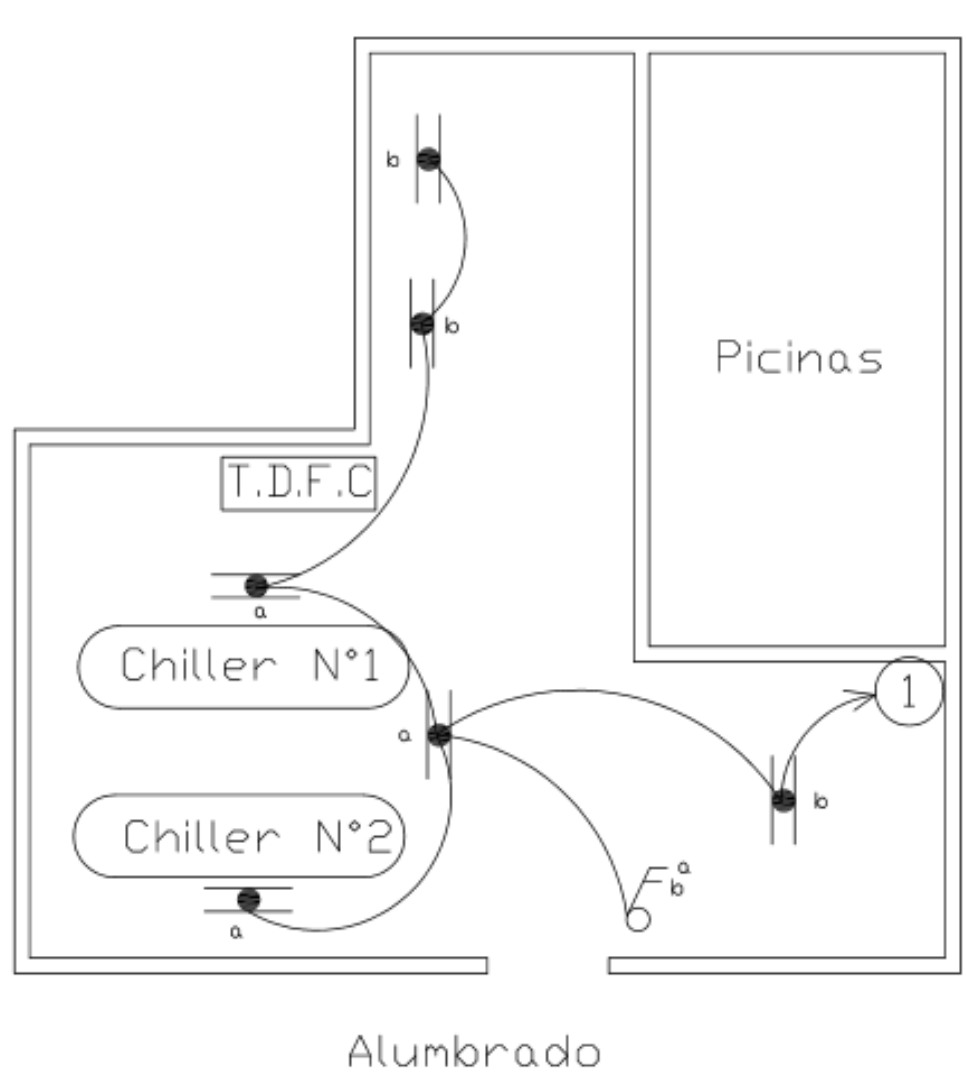


Por último se adjunta un esquema eléctrico de iluminación de la sala de máquinas del edificio donde quedara instalado el Chiller.



Fuente: Elaboración propia, levantamiento en terreno

Figura 3-4. Diagrama enchufes, piso -4



Fuente: Elaboración propia, levantamiento en terreno

Figura 3-5. Diagrama alumbrado, piso -4

### 3.2.2. Especificaciones o bases técnicas

Para este proyecto se necesita un equipo enfriador de agua “Chiller” que pueda proporcionar una carga de frío equivalente a 143.479,6 BTU, además debe tener dimensiones definidas debido a que el espacio donde será instalado está demarcado. No puede sobrepasar los 2 metros de largo y los 1,5 mt de ancho además como máximo debe tener una altura de 2 mt, cualquier cambio en alguna de estas dimensiones pueden causar cambios fundamentales en el proyecto y generar una demora o retraso en los plazos establecidos.

La carga de frío requerida no podrá ser suministrada por un solo equipo sino que se tendrá que distribuir en dos equipos de las mismas características, así cada uno

aportará el 50% de la carga total, con esta medida intentamos asegurarnos que las dimensiones del equipo nuevo no sean mayores a las antes señaladas.

Los equipos deberán tener incorporado todo su sistema de control y programación, desde el edificio solo se aportara la energía para el funcionamiento de ellos. El voltaje de operación de los equipos será 380 VAC, además deben poseer una hoja de datos y un manual de instrucciones de programación así como de montaje y mantenimiento, con el fin de poder darle una adecuada programación al momento de ponerlos en funcionamiento, estos manuales deberán estar escritos en español para el fácil entendimiento del personal que estará a cargo de la mantención y programación constante de dichos equipos, también se debe proporcionar los diagramas unilineales de los equipos con el fin de tener todo el material que se requiera para las mantenciones programadas.

La conexión eléctrica se realizará mediante un cable SUPLERFEX de calibre 8 AWG, capacidad nominal de 66 [A] al aire, temperatura de 40°C, sección nominal de 8,37 mm<sup>2</sup> y el espesor de la aislación es de 0,7 mm, por último este cable tendrá una resistencia máxima de 2,14 Ω/Km.

Los equipos estarán protegidos eléctricamente por interruptores termomagnéticos, los cuales serán dimensionados según la capacidad nominal de los equipos conectados además deberán soportar partidas y paradas de los equipos constantemente. Estos interruptores deberán ser de marca ABB, Schneider, Legrand o alguna otra que cumpla con la descripción realizada y sea aprobado por el ITO del proyecto.

Los motores de las torres de enfriamiento deberán ser del tipo jaula de ardilla, con un voltaje nominal de 380 Vac. La partida y funcionamiento de este motor será estrella-triángulo, para que la corriente de partida logre alcanzar de 3 a 5 veces su corriente nominal. Las protecciones de estos motores también deberán ser dimensionadas para el correcto funcionamiento del equipo y protegerlo de daños por sobre corriente y corto circuito.

Las protecciones del motor deberán ser termomagnéticas de marca ABB, Schneider, Legrand u otra que cumpla con la descripción realizada o que sea aceptada por el ITO del proyecto.

Las tuberías por donde se transportará el agua de refrigeración y el agua de condensado no sufrirán cambios en este proyecto. Se ocuparan los tendidos existentes y la posición de los equipos se hará según la ubicación de estas cañerías.

### 3.2.3. Bases administrativas del proyecto

En las bases administrativas de este proyecto, se contemplan una serie de acciones en las que los involucrados en el desarrollo acorde a los tiempos programados deberán cumplir a cabalidad, de lo contrario, puede desencadenar en retrasos en la ejecución del proyecto.

Debemos considerar que las cotizaciones se pueden demorar postergando la toma de decisión o la compra de los equipos.

Los permisos para realizar el trabajo en el Edificio Capitales dependen de que la administración y el comité de arrendatarios, ellos deben autorizar y especificar los días y horarios en que se puede trabajar, para que la empresa Confortaire programe sus labores y pueda darle el descanso debido a sus trabajadores, junto con esta programación se debe autorizar el uso de los ascensores del edificio para el transporte de todos los materiales desde el piso -3 hasta el piso 21 donde se encuentran las torres de enfriamiento, ya que otra forma de traslado de piezas muy pesadas causarían problemas de salud y tiempos no establecidos en la entrega final del proyecto, cabe señalar que dichos ascensores son de uso diario por personal que trabaja en las oficinas del edificio por lo cual se producirá un problema no menor en los horarios de mayor tránsito de personas.

También se debe contar con esta autorización para realizar cualquier acción que se encuentre dentro de la naturaleza de la organización y sus actividades o puedan ser aplicables ante contingencias.

En este marco se adjuntan la cotización de los equipos a reemplazar tanto como los Chillers y las torres de condensado cuyo material es fibra de vidrio.

**Santiago, 30 de agosto de 2017**

**Señores  
Confortaire S.A.  
Presente**

**Atn: Sr Marco San Martín C.**

Ref.: Equipos de clima

Oferta N°: 510 2014

**Estimado señor Marco San Martín,**

A continuación se presenta nuestra propuesta técnica referente a Equipos de clima para el proyecto de la referencia, la cual está basada en los documentos proporcionados por el cliente.

**Atentamente,**

**Power Panel S.A.**

Introducción

El objetivo del presente documento es presentar la oferta técnico – económica de Equipos de clima para el proyecto “Edificio Capitales” así como normas, consideraciones que Power Panel S.A. incluye dentro de su propuesta.

Oferta técnica:

Los componentes considerados en nuestra oferta son los siguientes:

- Equipo Chiller marca York.
- Torres de enfriamiento.

### Consideraciones adicionales

Los equipos Chillers se entregan completamente armados en fábrica. Se incluyen pruebas. Los resultados de estas pruebas se entregan conjuntamente con el Equipo.

Aprobado el presupuesto se hará llegar al cliente diagramas de construcción para su aprobación. Cualquier modificación a los esquemas unilineales y/o antecedentes entregados por el cliente, puede afectar el valor de esta cotización.

### Descripción del suministro

Tabla 3-1. Descripción del suministro

Descripción	Valor	Cant.	Valor total
Equipo Chiller	\$2.813,07.	2	\$5.626,14.
Torres de frio	\$408,35.-	2	\$816,7.-
Total	\$6.442,84		

Fuente: Cotización de Power Panel S.A.

### Notas:

La presente oferta económica se ha generado en base a características dadas por el cliente vía correo electrónico.

Cualquier cambio en estos, generará una nueva cotización.

Las modificaciones que se generen por parte del cliente o mandante, que no sean errores u omisiones técnicas del Presupuesto, Montaje y Conexionado serán evaluadas para determinar el reestudio de la oferta.

### Condiciones comerciales

Forma de Pago : 60 Días fecha de entrega.

Precios : Valores netos en UF.

Plazo de Entrega : A convenir con el cliente, una vez recepcionada la orden de compra y la firma de planos por parte del cliente.

Lugar de entrega : Sobre camión en bodegas de Power Panel S.A. en Santiago. Se considera embalaje apropiado para transporte en camión desde Santiago a bodega cliente.

Validez de la oferta : 30 días corridos desde la fecha de presentación de la oferta.

Garantía : Por defectos de fabricación por un periodo de 12 meses desde la fecha de puesta en marcha o 18 meses desde el aviso de llegada a las bodegas de Power Panel S.A. lo que ocurra primero.



Nelson Orellana

**CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA**

## 4. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

### 4.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

En este capítulo se muestran los análisis financieros t económicos del proyecto, a través de indicadores como el VAN, TIR y PRI. También se detallan las fuentes de financiamiento, tasas de interés, impuestos, depreciaciones y otros.

Para realizar estos análisis primero se debe establecer una base de estimación, en la cual se indican las consideraciones tomadas para el análisis.

Posteriormente, se realiza una evaluación económica, la cual se realiza en base a un flujo de caja que refleja todos los datos del proyecto. Como se deben analizar varias alternativas, se realizaron flujos de caja puros y financiados con distintos porcentajes, para realizar sensibilizaciones con algunos indicadores.

Este estudio económico fue posible realizar gracias a la información recopilada en las otras etapas del proyecto tanto como en el negocio del proyecto y la ingeniería conceptual.

#### 4.1.1. Consideraciones económicas

Las consideraciones económicas se basan en indicadores establecidos a la fecha, y en los costos de inversión del proyecto los cuales entregan datos de cubicaciones, manejo de residuos entre otros.

##### 4.1.1.1 Moneda Base

La estimación de costos estará expresada en Unidades de Fomento (UF). Para lo cual se presenta la siguiente tabla con el cambio utilizado y otros datos que se utilizan para la conversión de precios de equipos debido a su lugar de origen.

Moneda Base		
- tasa de cambio	\$/UF	26.602,38

#### 4.1.1.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento utilizada es calculada de acuerdo a la formula siguiente:

$$R_i = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

Donde:

R<sub>f</sub>: Tasa libre de riesgo, en este caso por ser un proyecto evaluado en UF, utilizamos la tasa estipulada por el “Banco Central” para el mes de Julio del 2017 cuyo valor es de 1,47.

β: Es el beta de la inversión (riesgo de la industria). En este caso el coeficiente a utilizar, es el correspondiente a la industria: “Engineering”, en el cual se indica un β=1,20.

R<sub>m</sub>: Es el retorno esperado del mercado (rentabilidad del índice de mercado, que en el caso de Chile corresponde al IPSA). Cuyo valor se asume como 12,6.

De lo anterior se calcula la expresión:

$$R_i = 1.47\% + 1.2 \cdot (12.6\% - 1.47\%) = 15.4938\%$$

#### 4.1.1.3. Impuestos

El tipo de impuesto utilizado para la evaluación es el impuesto a la renta que en este caso asciende al 20%, impuestos de internación dependiendo de la procedencia del equipo, piezas u otros.

Estos se utilizarán en distintos esquemas ya que los derechos de internación se incluirán en los costos de inversión y los impuestos a la renta se incluirán en el flujo de caja.

#### 4.1.2. Fuentes y costos del financiamiento

Las fuentes de financiamiento se refieren directamente al inversionista o banco involucrado, en este caso, el proyecto seria de tipo puro, de todas formas e realizarán los ejercicios de financiamiento con entidades bancarias.

Las consideraciones de este costo es principalmente la tasa de interés, la que sería de acuerdo a una clasificación de la empresa solicitante.

#### 4.1.2.1. Instituciones financieras

Las instituciones financieras que otorgan este tipo de crédito son principalmente bancos o financieras que dan acceso a créditos de tipo corporativo, la idea de acceder a esta clasificación es principalmente el que mantiene una tasa de interés más baja que otros tipos de créditos, a la vez tiene requisitos exigentes para el otorgamiento.

#### 4.1.2.2. Tasa de interés

La tasa de interés clave al evaluar un proyecto on financiamiento, la fija el banco central, y da un punto de referencia para las instituciones financieras como bancos, financieras u otros.

En este caso para evaluar el proyecto se busca una tasa promedio vigente la cual es otorgable de acuerdo a requisitos y clasificaciones que se explican a continuación.

Créditos corporativos: este tipo de créditos es otorgado a personas jurídicas con ventas anuales mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años, de acuerdo a los estados financieros anuales, si la empresa puede justificar dichos ingresos se analizará una tasa para este tipo de crédito.

Créditos a grandes empresas: Crédito otorgado a personas jurídicas con ventas anuales mayores a S/. 20 millones pero no mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años. También créditos otorgados a deudores que hayan mantenido en el último año emisiones de instrumentos representativos de deuda en el mercado de capitales.

Crédito financiamiento contado: Es un financiamiento en moneda extranjera o nacional para cancelar importaciones, esto corresponde al financiamiento otorgado por el banco con pago contado a su proveedor.

#### 4.1.2.3. Sistema de amortización

La amortización del crédito se realizará mes a mes de acuerdo al flujo de caja y con un crédito solicitado a 5 años, para el caso con financiamiento de 75%, 50% y para el caso del 25%.

#### 4.1.3 Indicadores económicos

Los indicadores económicos utilizados en la evaluación de este proyecto serán VAN, TIR PRI, estos indicadores se explicaran a continuación:

##### 4.1.3.1. Valor actual neto (VAN)

El VAN s un cálculo que se realiza para actualizar los flujos de caja futuros a tiempo cero, como resultado del cálculo se verifica si los beneficios a futuro actualizados son mayores a los costos actualizados, lo que nos revela inmediatamente la rentabilidad del proyecto, esta se cálcula mediante la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

Vt: es el flujo de caja en un periodo t.

I0: Valor inicial de inversión.

n: número de periodos considerados.

k. es el tipo de interés.

##### 4.1.4. Resumen de inversiones y definición de moneda

Las inversiones del proyecto, ya revisadas en capítulos anteriores, contienen los costos directos de materias primas, equipos y horas hombre, en tanto los costos indirectos de construcción y montaje, incluyen fletes, gastos indirectos de construcción, costos de internación, puesta en marcha y otros.

Los costos de operación incluyen el suministro eléctrico y de agua, además del personal de planta a cargo de la mantención de los equipos del edificio.

Las inversiones son calculadas en unidades de fomento (UF) por tratarse de un proyecto de alto costo material, en otras palabras, la inversión que se requiere de parte de la empresa Confortaire además de la administración del edificio requiere este tipo de cambio para el proyecto.

Debido a esto todos los valores utilizados en el proyecto son en UF, ya sean equipos, piezas y mano de obra. Este tipo de proyectos, por lo general son presentados y

asignados a grandes empresas dentro del mercado de inmobiliario, estas empresas manejan sus costos en USD o UF, de todas maneras y como una definición estándar, la empresa Confortaire, define una contingencia en estos tipos de proyecto, la cual contiene imprevistos, diferencias por tipos de cambio entre otros.

Esto también se aplica a los servicios productivos, los costos productivos del proyecto varían según el tipo de cambio.

Este proyecto cuenta con energía recogida de la red de ENEL instalada en el edificio.

Los sueldos en cambio se estiman en pesos transformándolos a Unidades de Fomento UF para efectos del análisis económico.

#### 4.1.5. Depreciaciones

Por tratarse de un proyecto con vida útil de 10 años, la depreciación, e un ítem que debe calcularse de manera óptima, para esto existen varios tipos de depreciación, los pasos importantes son:

- 1.2 El valor a depreciar.
- 1.3 El valor de recuperación.
- 1.4 La vida útil.
- 1.5 Método de depreciación.

El método utilizado para el cálculo de depreciación es la depreciación acumulada, la vida útil será establecida mediante la tabla de depreciaciones del servicio de impuestos internos según resolución N°43.

#### 4.1.6. Capital de trabajo

El capital de trabajo corresponde a una asignación de fondos destinados al funcionamiento del proyecto, este incluye el arriendo de maquinaria para carga y descarga de materiales, sueldos e insumos, eso hasta el momento de generar ingresos, además se incluye la puesta en marcha de los equipos.

#### 4.1.7 Valor residual

El valor residual se estima como una recuperación de la inversión por la venta de activos, es decir, equipos que al terminar su vida útil pueden ser vendidos generando un ingreso, para este proyecto se estima que no existirá un valor residual ya que todos los equipos deben ser enviados a plantas de desechos con tratamientos especiales y no se pueden vender.

## 4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica del proyecto es crucial, ya que define si hay o no proyecto desde el punto de vista del negocio.

En está se evalúa el proyecto con los indicadores mencionados anteriormente, restricciones y rentabilidades esperada, para lo cual, se realiza un flujo de caja en el que se expresan desde los ingresos, impuestos, costos, depreciaciones hasta la amortización.

Para los casos estudiados con financiamiento, se realiza una evaluación ara el proyecto como puro, es decir, con capitales propios y para los casos con financiamiento de 25%, 50% y 75%.

Posterior a estos flujos de caja, se realizará una sensibilización buscando precisar el rango en el que el ingreso se puede mover y cuanto impacta esto en el VAN y el TIR.

Se considera como periodo de evaluación 10 años, los equipos pueden durar más de 20 años con sus mantenciones periódicas, pero para efectos de evaluación solo pondremos este rango de tiempo.

Los equipos deben comenzar a trabajar en el año 0.

Condiciones de préstamo:

- Plazo 5 años
- interés: 75% de financiamiento, 10,2% de interés real.  
50 % de financiamiento, 9,6% de interés real.

25 % de financiamiento, 8,7% de interés real.

○ Cuota: mensual fija.

- Préstamo se solicita el año 0 y se invierte el mismo año.
- La moneda aplicada en el proyecto es la UF. Este tipo de moneda no se devalúa en el tiempo y es utilizada por Confortaire para confeccionar sus presupuestos y evaluaciones de proyectos.

#### 4.2.1. Flujo de caja puro

Con los antecedentes expuestos, a continuación se procederá con la evaluación de flujo de caja puro.

El capital para esta evaluación se obtiene de nuevos inversionistas que aportan los recursos necesarios.

Tabla 4-1. Flujo de caja puro

Flujo de fondos del proyecto en UF		Años											
		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00		
Ingresos por ventas	-	1.983,64	2.023,32	2.063,78	2.105,06	2.147,16	2.190,10	2.233,90	2.278,58	2.324,15	2.370,64		
Egresos por ventas	-	-74,95	-81,70	-89,05	-97,06	-105,80	-115,32	-125,70	-137,01	-149,34	-162,78		
= UTILIDAD BRUTA		1.908,69	1.941,62	1.974,73	2.008,00	2.041,36	2.074,78	2.108,21	2.141,57	2.174,81	2.207,85		
GASTOS OPERACIONALES		-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30		
=UTILIDAD OPERACIONAL		1.615,39	1.649,32	1.682,43	1.715,70	1.749,06	1.782,48	1.815,91	1.849,27	1.882,51	1.915,55		
-Depreciación		-1.171,77	-1.054,60	-937,42	-820,24	-703,06	-585,89	-468,71	-351,53	-234,35	-117,18		
=UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		443,62	594,72	745,01	895,45	1.046,00	1.196,60	1.347,20	1.497,74	1.648,16	1.798,38		
-Impuesto a la renta		-100,04	-142,73	-189,98	-241,77	-292,42	-343,08	-393,74	-444,39	-495,00	-545,56		
=UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		343,58	451,99	555,04	653,68	763,58	873,51	983,45	1.093,35	1.203,15	1.312,81		
+Depreciación		1.171,77	1.054,60	937,42	820,24	703,06	585,89	468,71	351,53	234,35	117,18		
INVERSIÓN	-6.740,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-Capital fijo	-6.045,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-Capital de trabajo	-695,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
- Puesta en marcha	-87,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-Imprevistos	-41,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
+recuperación del capital de trabajo												366,05	
FLUJO DE CAJA ANTES DEL FINANCIAMIENTO	-6.740,12	1.515,35	1.506,59	1.492,46	1.473,92	1.466,64	1.459,40	1.452,16	1.444,88	1.437,51	1.430,04		
FLUJO NETO DE CAJA	-6.740,12	1.515,35	1.506,59	1.492,46	1.473,92	1.466,64	1.459,40	1.452,16	1.444,88	1.437,51	1.430,04		
FLUJO ACTUAL NETO	-6.740,12	1.373,50	1.360,62	1.356,78	1.339,93	1.333,31	1.326,73	1.320,15	1.313,53	1.306,81	1.450,95		
FLUJO DE CAJA ACUMULADO ACTUALIZADO	-6.740,12	-5.223,77	-3.711,18	-2.224,73	-750,80	715,84	2.175,24	3.627,40	5.072,38	6.509,79	8.105,83		

#### 4.2.2. Flujo de caja financiado

A continuación se presenta a evaluación del proyecto financiado en un 25%, 50% y un 75%, esto ayudará a tomar la mejor decisión.

Junto con esto aplicaremos una tasa de descuento y para calcular la tasa se utilizará CAPM (Capital Asset Pricing Model o Modelo de Valoración de Activos Financieros), que relaciona linealmente el riesgo del mercado con el proyecto específico.

La fórmula del CAPM es:

$$\text{Tasa de descuento} = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

- $\beta$ : es el beta de la inversión (riesgo de la industria). En este caso el coeficiente a utilizar, es el correspondiente a la industria: "Engineering", en el cual se indica un  $\beta = 1,20$ .
- $R_m$ : es el retorno esperado del mercado (rentabilidad del índice de mercado, que en el caso de Chile corresponde al IPSA). Cuyo valor se asume como 12,6.
- $R_f$ : es la tasa libre de riesgo. Para el caso de Chile, esta información la entregan los valores de bonos del "Banco Central", en este proyecto se utilizará el valor que es 1,47.-

Con estos datos se calcula la tasa de descuento:

$$\text{Tasa de descuento} = 1,79 + 1,20 \cdot (12,6 - 1,79)$$

$$\text{Tasa de descuento} = 14,76\%$$

Luego del cálculo se asume una tasa de descuento del 15%.

Una vez que obtuvimos nuestra tasa de descuento se procede a la evaluación por tablas de flujo de caja.

La primera tabla es la evaluación con un 25% de financiamiento.

La tabla siguiente es con un 50% de financiamiento.

La última tabla presentada es con la evaluación de un 75% de financiamiento.

Tabla 4-2. Proyecto financiado al 25%

Proyecto financiado 25%												
Flujo de fondos del proyecto		Años										
en UF		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Años												
Ingresos por ventas	-	1.983,04	2.023,32	2.063,78	2.105,06	2.147,16	2.190,10	2.233,90	2.278,58	2.324,15	2.370,64	
Egresos por ventas	-	-74,95	-81,70	-89,05	-97,06	-105,80	-115,32	-125,70	-137,01	-149,34	-162,78	
= UTILIDAD BRUTA		1.908,09	1.941,62	1.974,73	2.008,00	2.041,36	2.074,78	2.108,21	2.141,57	2.174,81	2.207,85	
GASTOS OPERACIONALES		-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	
=UTILIDAD OPERACIONAL		1.616,39	1.649,32	1.682,43	1.715,70	1.749,06	1.782,48	1.815,91	1.849,27	1.882,51	1.915,55	
-Depreciación		-1171,77	-1054,60	-937,42	-820,24	-703,06	-585,89	-468,71	-351,53	-234,35	-117,18	
-Interés de L.P.		-99,85	-92,28	-84,25	-75,74	-66,71	-57,15	-47,01	-36,26	-24,87	-12,80	
=UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		344,77	502,45	660,77	819,72	979,28	1.139,45	1.300,19	1.461,47	1.623,28	1.785,58	
-Impuesto a la renta		-77,57	-120,59	-168,50	-221,32	-269,41	-307,65	-351,05	-394,60	-438,29	-482,11	
=UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		267,19	381,86	492,27	598,39	714,88	831,80	949,14	1.066,88	1.185,00	1.303,47	
-Cuota préstamo L.P.		-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	-226,11	
+Depreciación		1171,77	1054,60	937,42	820,24	703,06	585,89	468,71	351,53	234,35	117,18	
+Intereses de L.P.		99,85	92,28	84,25	75,74	66,71	57,15	47,01	36,26	24,87	12,80	
INVERSIÓN		-6740,12										
-Capital fijo		-6445,00										
-Capital de trabajo		-166,05										
- Puesta en marcha		-87,44										
-Imprevistos		-41,63										
+recuperación del capital de trabajo												166,05
FLUJO DE CAJA ANTES DEL FINANCIAMIENTO		-6740,12	1.312,71	1.302,62	1.287,82	1.268,26	1.258,54	1.248,72	1.238,74	1.228,56	1.218,11	1.207,64
+Credito de L.P.		1.664,22										
FLUJO NETO DE CAJA		-5075,91	1.312,71	1.302,62	1.287,82	1.268,26	1.258,54	1.248,72	1.238,74	1.228,56	1.218,11	1.207,64
FLUJO ACTUAL NETO		-5075,91	1.193,97	1.184,20	1.170,75	1.152,96	1.144,13	1.135,20	1.126,13	1.116,87	1.107,37	1.097,63
FLUJO DE CAJA ACUMULADO ACTUALIZADO		-5075,91	-3763,20	-2460,58	-1172,75	95,50	1.354,04	2.602,76	3.841,50	5.070,06	6.288,17	7.661,56

Fuente: Elaboración propia, cálculos hechos mediante datos de distintos sectores.

Tabla 4-2. Proyecto financiado al 50%

Proyecto financiado 50%												
Flujo de fondos del proyecto		Años										
en UF		0	1	2	3	4	5	5	7	8	9	10
Años												
Ingresos por ventas	-	1.983,64	2.021,32	2.063,78	2.105,06	2.147,16	2.189,10	2.233,90	2.278,58	2.324,15	2.370,64	
Egresos por ventas	-	-74,95	-81,70	-89,05	-97,06	-105,80	-115,32	-125,70	-137,01	-149,34	-162,78	
= UTILIDAD BRUTA		1.908,69	1.941,62	1.974,73	2.008,00	2.041,36	2.074,78	2.108,21	2.141,57	2.174,81	2.207,85	
GASTOS OPERACIONALES		-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	
=UTILIDAD OPERACIONAL		1.616,39	1.649,32	1.682,43	1.715,70	1.749,06	1.782,48	1.815,91	1.849,27	1.882,51	1.915,55	
-Depreciación		-1.171,77	-1.054,60	-937,42	-820,24	-703,06	-585,89	-468,71	-351,53	-234,35	-117,18	
-Interés de L.P.		-199,71	-184,55	-168,46	-151,47	-133,42	-114,30	-94,02	-72,53	-49,75	-25,60	
=UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		244,91	410,17	576,52	741,98	912,57	1.082,30	1.253,17	1.425,21	1.598,41	1.772,78	
-Impuesto a la renta		-55,11	-99,44	-147,01	-200,88	-246,39	-292,22	-338,16	-384,81	-431,57	-478,65	
=UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		189,81	311,73	429,51	541,11	666,18	790,08	914,82	1.040,40	1.166,84	1.294,13	
-Cuota préstamo L.P.		-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	-452,23	
-Depreciación		1.171,77	1.054,60	937,42	820,24	703,06	585,89	468,71	351,53	234,35	117,18	
-Intereses de L.P.		199,71	184,55	168,49	151,47	133,42	114,30	94,02	72,53	49,75	25,60	
INVERSIÓN		-6.740,12										
-Capital fijo		-6.445,00										
-Capital de trabajo		-166,05										
-Puesta en marcha		-87,44										
-Imprevistos		-61,63										
-recuperación del capital de trabajo												166,05
FLUJO DE CAJA ANTES DEL FINANCIAMIENTO		-6.740,12	1.109,06	1.098,65	1.083,19	1.067,59	1.050,44	1.038,03	1.025,32	1.012,24	998,71	1.150,73
+Credito de L.P		3.328,43										
FLUJO NETO DE CAJA		-3.411,69	1.109,06	1.098,65	1.083,19	1.067,59	1.050,44	1.038,03	1.025,32	1.012,24	998,71	1.150,73
FLUJO ACTUAL NETO		-3.411,69	1.008,24	998,78	984,72	965,99	954,94	943,67	932,11	920,22	907,92	1.046,11
FLUJO DE CAJA ACUMULADO ACTUALIZADO		-3.411,69	-2.402,63	-1.203,98	-120,74	940,81	1.992,25	3.090,28	4.055,60	5.067,84	6.066,55	7.217,28

Fuente: Elaboración propia, cálculos hechos mediante datos de distintos sectores.

Tabla 4-4. Proyecto financiado al 75%

Proyecto financiado 75%											
Flujo de fondos del proyecto		Años									
en UF											
Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por ventas	-	1.983,64	2.033,32	2.063,78	2.105,06	2.147,16	2.190,10	2.233,90	2.278,58	2.324,15	2.370,64
Egresos por ventas	-	-74,95	-81,70	-89,05	-97,06	-105,80	-115,32	-125,70	-137,01	-149,34	-162,78
= UTILIDAD BRUTA		1.908,69	1.941,62	1.974,73	2.008,00	2.041,36	2.074,78	2.108,21	2.141,57	2.174,81	2.207,85
GASTOS OPERACIONALES		-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30	-292,30
=UTILIDAD OPERACIONAL		1.616,39	1.649,32	1.682,43	1.715,70	1.749,06	1.782,48	1.815,91	1.849,27	1.882,51	1.915,55
- Depreciación		-1.171,77	-1.054,60	-937,42	-820,24	-703,06	-585,89	-468,71	-351,53	-234,35	-117,18
- Interes de L.P.		-299,56	-276,83	-252,74	-227,21	-200,14	-171,45	-141,03	-109,79	-74,62	-39,40
=UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		145,06	317,89	492,27	668,25	845,86	1.025,15	1.206,16	1.388,95	1.573,54	1.759,98
- Impuesto a la renta		-32,64	-76,29	-125,53	-180,43	-228,38	-276,79	-325,66	-375,02	-424,85	-475,19
=UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		112,42	241,60	366,74	487,82	617,48	748,36	880,50	1.013,93	1.148,68	1.284,78
- Cuota préstamo L.P.		-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34	-678,34
= Depreciación		1.171,77	1.054,60	937,42	820,24	703,06	585,89	468,71	351,53	234,35	117,18
= Intereses de L.P.		299,56	276,83	252,74	227,21	200,14	171,45	141,03	108,79	74,62	39,40
INVERSIÓN		-6.740,12									
- Capital Fijo		-6.445,00									
- Capital de trabajo		-166,05									
- Puesta en marcha		-87,44									
- Imprevistos		-41,63									
=recuperación del capital de trabajo											166,05
FLUJO DE CAJA ANTES DEL FINANCIAMIENTO		-6.740,12	894,69	878,56	856,93	842,34	827,35	811,90	795,91	779,32	928,07
=Credito de L.P.		4.992,65									
FLUJO NETO DE CAJA		-1.747,47	894,69	878,56	856,93	842,34	827,35	811,90	795,91	779,32	928,07
FLUJO ACTUAL NETO		-1.747,47	813,35	798,69	779,02	765,76	752,14	738,09	723,56	708,47	843,70
FLUJO DE CAJA ACUMULADO ACTUALIZADO		-1.747,47	-842,06	931,19	1.788,12	2.630,46	3.457,81	4.269,71	5.065,62	5.844,93	6.773,00

Fuente: Elaboración propia, cálculos hechos mediante datos de distintos sectores.

#### 4.2.3. Resumen y análisis de indicadores

Con los flujos de caja presentados anteriormente se hace una evaluación con los criterios obtenidos en el presente trabajo de titulación, considerando una tasa de descuento de un 12%, de acuerdo a la contingencia actual y con la experiencia en este tipo de proyectos.

Tabla 4-5. Evaluación de indicadores

<b>Financiamiento</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>	<b>PRC</b>
<b>%</b>	<b>UF</b>	<b>%</b>	<b>Años</b>
<b>0</b>	<b>-382,62</b>	<b>9%</b>	<b>4</b>
<b>25</b>	<b>-624,06</b>	<b>6%</b>	<b>4</b>
<b>50</b>	<b>1.040,15</b>	<b>23%</b>	<b>4</b>
<b>75</b>	<b>2.704,37</b>	<b>65%</b>	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia

TIR = Tasa interna de retorno se expresa en tanto por ciento

VAN = Valor actualizado neto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Por los antecedentes expuestos en la tabla que antecede, y con los criterios de evaluación de este proyecto, se observa que el mejor escenario para este proyecto es con un financiamiento de un 75%. Como los valores de VAN y TIR son elevados al igual que el valor de PRC (dentro de 3 años), permite cierta holgura en este proyecto y sus consideraciones económicas, además podrá tener un tiempo de rezago considerable si es que algunas de las variables llega a cambiar.

#### 4.2.4. Análisis de sensibilidad

Es importante en todos los proyectos tener claro cuáles podrían ser las principales causas por la que los resultados proyectados en los flujos de caja

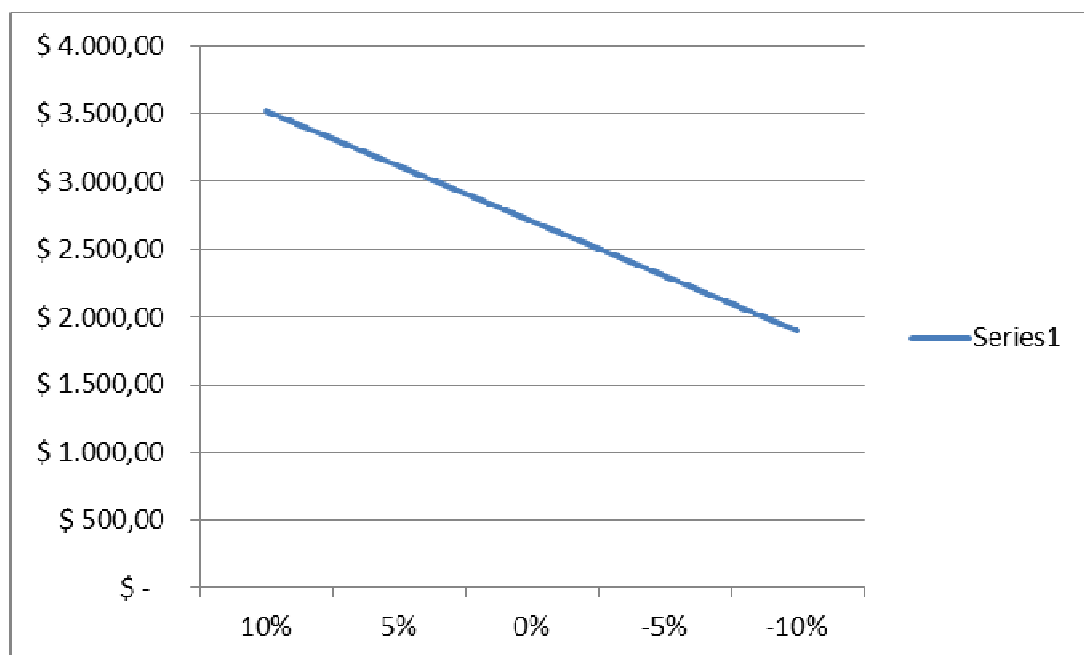
eventualmente resultaran negativos o los valores de VAN o TIR puedan bajar provocando que el desarrollo de lo planificado sea poco rentable.

Para saber cuáles son los costos que se deben cuidar para mantener lo proyectado se debe realizar el análisis de sensibilidad. Para este proyecto se analizará la variación en el precio de los equipos que se compraran.

Tabla 4-6. Análisis de sensibilidad

%variación del precio	Valor VAN	% variación VAR	Valor TIR
+ 10 %	\$ 3.515,68	30%	68%
+ 5 %	\$ 3.110,03	15%	65%
0%	\$ 2.704,37	0%	63%
- 5 %	\$ 2.298,72	-15%	61%
- 10%	\$ 1.893,06	-30%	48%

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-1. Análisis de sensibilidad

Viendo el grafico y analizando sus datos, podemos concluir que el proyecto puede aguantar una variación en el precio del 10%.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Respecto a la decisión de ocupar una marca determinada de equipo, esta elección no fue muy complicada ya que se optó desde el principio por un equipo de la misma marca que el que será reemplazado, así se evitan los problemas de dimensiones y no tendríamos que recurrir a modificar las instalaciones existentes.

Una vez concluidos todos nuestros análisis sobre la prefactibilidad técnica y económica, se puede decir con total autoridad que el proyecto en todos sus análisis resulta rentable y se recupera la inversión antes de los 5 años a los cuales fue evaluado.

La mejor evaluación resultó ser con el proyecto financiado a un 75% donde los valores de VAN y TIR fueron de 2.704,37 y 65% respectivamente, además de estos indicadores el periodo de recuperación fue de 3 años, un año antes que los otros flujos de caja.

Otro de los factores principales a tener en cuenta para tomar la decisión de realizar la mejora fue la sensibilidad del proyecto, la que se evaluó con el financiamiento del 75% y nos arrojó que soporta un 10% de variación tanto negativa como positiva lo que nos dice que es un proyecto confiable en su desarrollo.

Se espera que con los cambios propuestos eliminar definitivamente el problema de temperatura en la temporada de primavera-verano.

## **BIBLIOGRAFÍA**

COSS RAUL - Análisis y evaluación de proyectos de inversión, editorial Limusa, 2005.

SAPAG CHAIN REINALDO – SAPAG CHAIN NASSIR, Preparación y evaluación de proyectos, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2003

ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD [en línea]. [Consulta: Marzo de 2014].  
Disponible en: <[www.achs.cl](http://www.achs.cl)>

BANCO CENTRAL [en línea]. [Consulta: Mayo de 2014]. Disponible en:  
<[www.bancocentral.cl](http://www.bancocentral.cl)>

SANTANDER [en línea]. [Consulta: Mayo de 2014]. Disponible en:  
<[www.santander.cl](http://www.santander.cl)>