



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIÁN

UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
MAGISTER EN DIRECCIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN
PÚBLICA
SEDE CONCEPCIÓN

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EL
HOSPITAL CLÍNICO HERMINDA MARTIN DE CHILLÁN

Tesis para optar al grado de Magister en Dirección
Y Control de Gestión Pública

Profesor guía: Mg. Carlos Sanhueza Sánchez

Alumnos: **Rodrigo Alonso Pérez Aedo**

Marcela Lorena Zúñiga Henríquez

Concepción – Chile
2018

**Rodrigo Alonso Pérez Aedo, Marcela Lorena Zúñiga
Henríquez.**

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haberme dado salud para lograr mis objetivos y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi querido esposo, por incentivarme a tomar este desafío y brindarme su apoyo, aún sabiendo el costo familiar que llevaba consigo. A mis hijos Josefa y Panchito por darme su amor y alegría que me fortalecieron en los momentos más difíciles.

A mis padres, por sus consejos y valores inculcados desde temprana edad, que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

Marcela Lorena Zúñiga Henríquez

Dedico este proyecto de tesis a mi familia, por ser el pilar fundamental en mi crecimiento como persona, inculcándome importantes valores que han guiado mi vida. Destacando a mi padre, que con sus consejos me instó a seguir por esta senda de perfeccionamiento académico y a mi madre por su cariño incondicional y confianza que ha demostrado siempre en mí, como en todos sus hijos.

A mi hijo Lucas, la personita que hoy me roba el corazón, el que me da fuerza y esperanza de que todo puede mejorar y hacerme creer que se puede ser feliz en la vida tan solo con su maravillosa existencia.

Rodrigo Alonso Pérez Aedo

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer en primer lugar a mi familia, a Francisco Lama, mi amado esposo y a mis hijos Josefa y Panchito, por su comprensión y apoyo incondicional durante todo el proceso de estudios y preparación de la presente tesis.

A mis padres, Gilda y Urbano, por darme el ejemplo de continuar estudios de postgrado sin importar la edad ni la distancia.

A mis hermanas Claudia, Gilda y Pamela, por el cariño que siempre me han entregado en el transcurso de nuestras vidas.

Gracias al Dr. Rodrigo Avendaño, Director del Hospital Clínico Herminda Martín, por darnos la idea de estudiar este importante tema.

Gracias a nuestro profesor guía, Carlos Sanhueza, por su constante preocupación y enseñanzas.

Gracias a la Universidad San Sebastián y sus directivos, por escuchar nuestras sugerencias. A los docentes que nos entregaron conocimientos y herramientas que serán de utilidad en nuestro futuro profesional.

Gracias a mis compañeros de estudio, que fueron una agradable compañía en este caminar, en especial a mi compañero de tesis y a su familia.

Gracias a Carmen Sandoval, por colaborar en el cuidado de nuestros hijos durante mi ausencia por motivos de estudio.

Todo esto fue posible gracias a ustedes.

Marcela Lorena Zúñiga Henríquez

Agradecer principalmente a mi familia, en especial a mi hijo Lucas, que nació estando ya en este proceso académico; siendo mi luz inspiradora en todos mis desafíos actuales y futuros.

A mi pareja Magdalena, quien me acompañó en todo este proceso y tuvo la comprensión de entender la importancia de culminar este proceso con éxito.

A mi mamá, que siempre ha confiado en mí, tanto en mis aptitudes personales como profesionales.

A mi papá, que siempre me ha motivado a seguir estudiando y perfeccionándome en lo profesional.

A mi tía Sonia, pilar fundamental en el cuidado y compañía de mi hijo Lucas.

A mis hermanos Andrés y Anita María, quienes siempre han estado presente con más de una palabra de apoyo cuando los he necesitado.

A mi compañera de tesis Marcela, con quien vivimos todo este proceso con el mayor optimismo y entusiasmo.

A nuestro profesor guía Carlos Sanhueza, que siempre estuvo dispuesto a orientarnos y apoyarnos, demostrando una preocupación y compromiso digno de destacar.

Rodrigo Alonso Pérez Aedo

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.1. Formulación del Problema	3
1.2. Justificación e importancia de la investigación	4
1.3. Delimitaciones.....	5
1.4. Cobertura geográfica	5
1.5. Estado del Arte	5
1.5.2. Aporte Práctico	7
1.5.3. Aporte tecnológico en la eficiencia energética	10
1.5.4. Aporte de experiencia en hospitales	11
1.6. Hipótesis	13
1.7. Objetivos	13
1.7.1. Objetivo General:	13
1.7.2. Objetivos Específicos:	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	15
2.1. Conceptos y Definiciones.....	16
Energía:	16
Eficiencia Energética	16
Eficiencia Energética en el Mundo.....	17
Países con Mayor Eficiencia Energética	18
Eficiencia de Energía en Chile	18
Fuente de Energía No Renovable.....	20
Fuente de Energía Renovable	20
Energía mareomotriz	21
Energía geotérmica	21
Energía hidráulica.....	23
Energía eólica	24

Energía de la biomasa	25
Energía solar.....	27
Energía Solar Térmica:	28
Energía Solar Fotovoltaica:	28
2.2. Generalidades del HCHM	29
Hospital en Cifras	29
Historia Hospital Clínico Herminda Martin	30
2.3. Estudios Relacionados a Eficiencia Energética	33
2.3.1 Evolución en el uso de la Energía.....	33
2.3.2 Uso de la Energía en Hospitales.....	33
2.3.3 Alternativas de Eficiencia Energética en Hospitales	34
2.4. Programas de implementación de eficiencia energética en hospitales.	35
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	37
3.1. Tipo de investigación.....	38
3.2. Alcance del estudio	38
3.3. Diseño de la investigación	39
3.4. Objeto de estudio.....	40
3.5. Trabajo de Campo	41
3.6. Técnicas de recolección de datos e instrumentos	42
3.7. Criterios Éticos	43
3.8. Técnicas de Análisis.....	44
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	48
4.1. Análisis de nuevas fuentes de energía	49
4.1.1. Alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética	49
4.1.1.1 Instalación de paneles solares fotovoltaicos:	49
4.1.1.2 Instalación de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología Led:.....	50
4.1.1.3 Cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED:	52

4.1.2. Análisis de Viabilidad de las alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética	53
4.1.2.1 Análisis de Viabilidad Paneles solares Fotovoltaicos	53
4.1.3. Alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética seleccionadas	65
4.2. Análisis de otras opciones de Eficiencia Energética	65
4.2.1. Alternativas de otras opciones de eficiencia energética	65
4.2.1.1 Instalación de Restrictores de flujo de agua	65
4.2.1.2 Instalación de aislación térmica en cañerías de calefacción	70
4.2.2. Análisis de Viabilidad de otras opciones de Eficiencia Energética.....	70
4.2.2.1 Análisis de Viabilidad de Restrictores de Flujo de Agua	70
4.2.2.2 Análisis de Viabilidad de aislación térmica en cañerías de calefacción ...	72
4.2.3. Alternativas de otras opciones de eficiencia energética seleccionadas....	73
4.3. Evaluación del Proyecto	74
4.3.1. Estimación de Beneficios y Costos	74
4.3.2 Flujo de Beneficios Netos.....	81
4.3.3 Valor residual de los Activos	82
4.3.4 Tasa de descuento a utilizar en el proyecto	83
4.3.5 Indicadores de Rentabilidad	83
4.3.6 Análisis de Sensibilidad	85
CAPITULO 5. CONCLUSIONES.....	90
5. Conclusiones de la evaluación financiera	91
5.1. Resultados de mayor a menor rentabilidad:	91
5.1.1. Cambio de iluminación tradicional por tecnología LED:.....	91
5.1.2. Instalación de Restrictores de flujo de agua en salas de pacientes:	91
5.1.3. Aislación térmica en cañerías de calefacción:	92
5.1.4. Instalación Planta Solar Fotovoltaica sector lado Norte del Edificio Antiguo del Hospital:	92

5.1.5. Cambio de Kit Fotovoltaico Foco LED Solar de 50 w para la iluminación perimetral del Hospital Modular y Torre Quirúrgica:	93
5.2. Recomendaciones	94
5.2.1. Implementación en dos etapas.....	94
5.2.2. Recomendaciones para Implementación	97
Conclusión	101
CAPÍTULO 6 REFERENCIAS	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS	108

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Movimiento de las olas del mar.	21
Ilustración 2. Energía Mareomotriz	21
Ilustración 3. Emanación del calor de la tierra	22
Ilustración 4. Central Geotérmica.....	23
Ilustración 5. Embalses.	23
Ilustración 6. Generación Hidráulica	24
Ilustración 7. Aeroturbinas	25
Ilustración 8. Biomasa residual.	26
Ilustración 9. Sistema fotovoltaico en serie.	27
Ilustración 10. Sistema fotovoltaico en paralelo.	27
Ilustración 11 Cifras actualizadas año 2017.....	29
Ilustración 12 Poste solar con iluminación solar para alumbrado público.....	51
Ilustración 13 Funcionamiento Ley 20.571; Error! Marcador no definido.	
Ilustración 14: Restrictores de Flujo de Agua para Duchas y Grifería	67
Ilustración 15: Aplicable a todo tipo de grifería de Lavamanos, lavaderos y lavaplatos.....	68
Ilustración 16: Aplicable a todo tipo de grifería de Ducha.	69
Ilustración 17: Aplicable a todo tipo de grifería de Ducha/Bañera.....	69
Ilustración 18. Fórmula para obtener el valor actual neto	83

Ilustración 19. Fórmula para obtener la tasa interna de retorno.....	84
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha de datos aplicada en Hospital de Los Ángeles y Puerto Montt. (Ver Anexo n°1).....	43
Tabla 2. Consumo Agua Potable 2012 al 2016.....	45
Tabla 3. Gastos de agua potable entre el 2012 al 2016	45
Tabla 4. Consumo de energía eléctrica entre el 2012 al 2016.....	46
Tabla 5. Gastos de Energía eléctrica entre el 2012 al 2016	46
Tabla 6. Consumo de gas natural entre el 2012 al 2016	47
Tabla 7. Gastos gas natural entre el 2012 al 2016	47
Tabla 8. Alternativa N°1	75
Tabla 9. Alternativa N°2	76
Tabla 10. Tubos fluorescentes contabilizados en el Hospital.....	77
Tabla 11. Alternativa N°3	78
Tabla 12. ARTEFACTOS SANITARIOS CONTABILIZADOS EN EL HOSPITAL	78
Tabla 13. ALTERNATIVA N°4.....	79
Tabla 14. Cotización de cañerías.....	80
Tabla 15. Alternativa N°5	80
Tabla 16. Resumen Ahorro Energía	81
Tabla 17. Equipos con su valor residual en 10 años.....	83

Tabla 18. RESUMEN VAN Y TIR.....	84
Tabla 19. 20% MENOS EN EL CÁLCULO DEL AHORRO	86
Tabla 20. 20% MÁS DE LA INVERSIÓN	86
Tabla 21. 20% MÁS EN EL COSTO DE MANTENCIÓN	87
Tabla 22. RESUMEN DE ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	88

Resumen

El objetivo del presente estudio es evaluar la implementación de un proyecto de eficiencia energética en el Hospital Herminda Martín.

Se realizaron visitas a otros hospitales donde se han desarrollado proyectos de eficiencia energética, como Los Ángeles y Puerto Montt.

Se toma contacto con empresas que suministran paneles solares fotovoltaicos e iluminación con tecnología LED, con el objetivo de cuantificar el costo de implementación de estas tecnologías.

También se estudia la posibilidad de mejorar la aislación de cañerías de agua caliente para reducir el consumo de gas.

Otra alternativa estudiada, es la instalación de Restrictores de flujo para el ahorro de agua potable.

Se analiza el consumo histórico de agua, electricidad y gas natural del Hospital Clínico Herminda Martín.

Se realiza el estudio financiero de los proyectos, para evaluar la rentabilidad de ellos y elegir qué alternativas serían las que se implementarían en una primera y segunda etapa.

Finalmente, se estudian vías de financiamiento como las ESCOs

Se concluye que la implementación de alternativas de eficiencia energética en este hospital es una propuesta viable, generando beneficio económico.

Palabras Claves: Hospital, Eficiencia energética, Paneles fotovoltaicos, iluminación led, aislación cañerías, ahorro de agua, restrictor de flujo.

Abstract

The objective of this study is to evaluate the implementation of an energy efficiency project at the Herminda Martín Hospital.

Visits were made to other hospitals where energy efficiency projects have been developed, such as Los Angeles and Puerto Montt.

Contact is made with companies that supply photovoltaic solar panels and LED technology lighting, in order to quantify the cost of implementing these technologies.

The possibility of improving the insulation of hot water pipes to reduce gas consumption is also being studied.

Another alternative studied is the installation of flow restrictors to save drinking water.

The historical consumption of water, electricity and natural gas at the Herminda Martín Clinical Hospital is analyzed.

The financial study of the projects is carried out, to evaluate the profitability of them and to choose which alternatives would be those that would be implemented in a first and second stage.

Finally, financing methods such as ESCOs are studied.

It is concluded that the implementation of energy efficiency alternatives in this hospital is a viable proposal, generating economic benefit

Keywords: Hospital, energy efficiency, photovoltaic panels, LED lighting, pipe insulation, water saving, flow restrictor.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo principal, estudiar y analizar distintos métodos y/o alternativas de eficiencia energética que se hayan implementado o se estén implementando en distintos establecimientos hospitalarios a nivel nacional u otras experiencias internacionales. Esto último, con la finalidad de evaluar la factibilidad de implementar algunas de estas alternativas en el Hospital Clínico Herminda Martín, desde ahora “HCHM” de la ciudad de Chillán.

La problemática en la que se basa el estudio surge de la siguiente interrogante: ¿Qué podemos hacer para optimizar los recursos fiscales utilizados en el pago de consumos básicos, tales como energía eléctrica, agua potable y gas natural en el HCHM?

Como sustento teórico, se parte de la premisa de que en otros hospitales se han desarrollado proyectos de ahorro de energía con muy buenos resultados o con proyecciones bastante optimistas, para el caso de proyectos que aún se encuentran en vías de desarrollo.

Con lo que respecta al ámbito de la metodología, podemos definir que el tipo de investigación o enfoque será mixto (de diseño explicativo), mediante un método deductivo, el cual va de lo general a lo particular, teniendo un alcance de estudio descriptivo. Para este caso, se investigarán distintas alternativas de eficiencia energética utilizadas en otros establecimientos de atención de salud y se evaluarán cuáles serían las más indicadas para ser utilizadas en el HCHM, de acuerdo con las características territoriales de emplazamiento en la ciudad de Chillán, tales como radiación solar y ubicación geográfica, por nombrar algunos.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

El HCHM es un establecimiento que se ha visto en la necesidad de ir creciendo permanentemente en el tiempo, debido principalmente al aumento de la población de la ciudad de Chillán, (que se estima en un 10,92% en la última década). Además, recibe pacientes de las 21 comunas que conforman Ñuble Región. Por consiguiente, existe un aumento de distintas atenciones médicas, de camas de hospitalizados e incorporación de nuevas patologías asociadas al AUGE, entre otras.

Esta situación ha llevado consigo un aumento en el gasto de los consumos básicos, situación que complica enormemente al área financiera del HCHM, que periódicamente debe cancelar altos montos en energía eléctrica, agua potable y gas natural, no teniendo siempre los recursos disponibles para ello, lo que, a su vez, origina el cobro de intereses por el tiempo de mora en el pago y los riesgos de corte de estos suministros. Esta situación no es aislada, ya que hoy en día, la mayoría de los hospitales del país se encuentran endeudados.

Los establecimientos hospitalarios en general, por sus características de logística y soporte, destacan por ser edificios altamente demandantes en el consumo de energía. Esta situación no solo obedece a su naturaleza de estar en funcionamiento de manera continua las 24 horas del día y los 365 días del año, sino también al tener la responsabilidad y particularidad de suministrar energía a todo el equipamiento médico, industrial y de iluminación del edificio, sin dejar de mencionar el grado de complejidad del hospital según el número de camas existentes en él. El HCHM es un establecimiento auto gestionado de alta complejidad, que cuenta actualmente con 466 camas, lo que implica que el consumo de energía sea bastante significativo, materia de constante preocupación para el equipo directivo, en su afán de poder reducir estos costos, sin

perder la seguridad, confort y calidad del servicio prestado a la comunidad.

1.2. Justificación e importancia de la investigación

Se propone evaluar las alternativas de implementación de uso de nuevas tecnologías de eficiencia energética que permitan una disminución en el consumo de energía y la consiguiente baja en las cuentas de servicios básicos, considerando la inversión a realizar, lo que permitirá disminuir la problemática de la formulación del problema.

El paradigma de las instituciones públicas refiere que: por lo general, los recursos son escasos y las necesidades son múltiples. Habitualmente los establecimientos de salud pública se ven forzados a destinar un presupuesto relacionado a consumos básicos a un precio dado por el mercado, donde no existen mayores competencias u ofertas en las fuentes de energía. En relación con a esto último es que, es de nuestro interés, el estudiar otras alternativas de energía que posean, además, una eficiencia energética que puedan generar disminuciones en los costos de estos suministros básicos.

Finalmente, el HCHM, dentro de su administración de recursos, tiene la responsabilidad de priorizar y destinar los recursos económicos para el buen funcionamiento de la organización. Por lo tanto, los beneficios de ahorros impactarían directamente disminuyendo el endeudamiento de la institución, liberando recursos económicos, los cuales pueden ser redestinados a cubrir otras necesidades básicas que puedan ir en directo beneficio del paciente. Es por lo anterior, que cobra una real importancia el proyecto de tesis en estudio.

1.3. Delimitaciones

El presente estudio se desarrollará durante los meses de junio a noviembre del año 2017, en donde se analizarán publicaciones y datos obtenidos del HCHM de la ciudad de Chillán desde el año 2012 a la fecha de estudio.

Las propuestas de mejoras se presentarán al equipo directivo de la institución antes mencionada.

1.4. Cobertura geográfica

El estudio bibliográfico se realizará en base a la experiencia de establecimientos de atención de salud a nivel nacional e internacional donde se hayan desarrollado mejoras en el ámbito del ahorro energético.

Paralelamente, se realizarán visitas a dos establecimientos hospitalarios de alta complejidad dentro del territorio nacional, similares al establecimiento en estudio, los cuales abarcarán geográficamente desde la VIII a la X región.

1.5. Estado del Arte

Los documentos seleccionados fueron separados de acuerdo con el aporte de cada uno:

1.5.1. Aporte Metodológico

1.5.1.1. MSc. Gladys Cañizares-PentónI, MSc. Mary Fé Rivero-AragónI, Dr. Raúl A. Pérez-BermúdezII y Dr. Erenio González-Suárez (2014). En su obra The Energetic Management and his Impact at Villa Clara's Industry, Cuba. Afirman que para lograr eficiencia energética se debe implementar un sistema de gestión energética y para ello hay que normalizarlo, es decir, establecer un conjunto de requisitos para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor eficacia. Se debe comenzar con una revisión energética, que es el diagnóstico para encontrar las causas del bajo nivel de eficiencia energética para posteriormente desarrollar e integrar un Sistema de Gestión Energético (SGEn).

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha puesto a disposición una norma que permite la implementación de un sistema de gestión energética. En Cuba se analizó dicho documento y se plantea que los principales objetivos son:

- Facilitar el establecimiento de sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético.
- Conducir a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía.
- Permitir a la organización alcanzar los compromisos derivados de la política.
- Tomar acciones para mejorar su desempeño energético y demostrar conformidad del sistema con los requisitos de esta norma.

La importancia de este documento radica principalmente en definir indicadores de desempeño energético, que deben ser revisados y comparados con la línea base energética (revisión energética inicial).

Ejemplos de Indicadores:

- Índices de consumo: energía consumida/ Servicios prestados (N° de camas y/o prestaciones).
- Índice económico energético: Gastos energéticos/ gastos totales.

1.5.2. Aporte Práctico

1.5.2.1. Environmental management in public hospitals: Environmental management in Colombia- Autores: Juan Pablo Rodríguez-Miranda, César Augusto García-Ubaque y María Camila García-Vaca³ (2016). Este documento plantea que la actividad hospitalaria genera impactos ambientales que deben ser manejados en forma correcta para evitar riesgos a la salud humana y ambiental. Habitualmente el enfoque de la gestión ambiental se traduce sólo al manejo de residuos sólidos, pero existen otros temas de gran interés y relevancia, como:

- **Disminución en el uso de sustancias químicas**, buscando otras alternativas y estableciendo políticas para mejorar la información.
- **Manejo de alimentos**, incentivando la compra de productos orgánicos, eliminar las comidas rápidas para las visitas de los pacientes, minimizar residuos alimentarios, establecer opciones de reutilización de sobras como abono o comida para animales y promover en los predios de los hospitales huertas comunitarias.
- **Manejo de medicamentos**. Estableciendo protocolos y difundiendo a los funcionarios del hospital métodos de disposición segura de medicamentos vencidos o no utilizados, capacitar a los médicos con el fin de optimizar la

prescripción de medicamentos, celebrar contratos que garanticen la devolución de los fármacos sobrantes al fabricante, promover programas de recuperación de medicamentos para evitar que sean arrojados al desagüe o junto con los residuos domésticos.

- **Energía:** Se pueden realizar auditorías energéticas que permitan encontrar puntos de desperdicio y alternativas eficientes de ahorro. Iniciar programas de sustitución de energía por fuentes renovables como solar o eólica. Sustituir los combustibles actuales por otros más limpios y establecer programas de capacitación para reducir el consumo de energía en las actividades desarrolladas.
- **Agua:** Se puede reducir el consumo instalando llaves e inodoros eficientes y realizando mantenciones para prevenir pérdidas. Eliminar agua en refrigeración y sellado de bombas de vacío. Pasar a equipos radiológicos con imágenes digitales, recoger aguas lluvias y reciclar aguas grises para su uso en distintos procesos e implementar tecnologías de tratamiento de aguas residuales in situ.
- **Residuos:** Se puede evitar comprar materiales tóxicos y productos desechables innecesarios, capacitación a los funcionarios para hacer una buena segregación, establecer programas de basura cero e introducir tecnologías de tratamiento de residuos alternativos a la incineración.

En países como Inglaterra y EEUU los hospitales representan aproximadamente entre un 3 y 8 % de la huella de carbono, razón por la cual es indispensable instaurar y/o mejorar la gestión ambiental para disminuir el impacto.

La importancia de este documento radica en el cambio de la visión del impacto ambiental de los hospitales, el que debe abordarse en forma global, tomando todas las aristas de los efectos que podría tener el buen o mal manejo de la gestión ambiental en un hospital.

Este documento orienta e incentiva que los hospitales utilicen instrumentos de gestión ambiental más amplios, que incluyan el análisis de ciclo de vida de sus servicios y productos, seguimiento de la huella de carbono y que se tenga en cuenta las diferentes áreas de impacto ambiental de su operación. Para la presente tesis los puntos más relevantes a considerar son las recomendaciones para el ahorro de energía eléctrica, agua potable y gas natural, a fin de estudiar las propuestas y complementar el trabajo desarrollado.

1.5.2.2. Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético – Hospitales- Dirección General de eficiencia energética Ministerio de Energía y Minas. (2014).

El artículo sugiere que la agenda de energía tiene dentro de sus metas, fomentar el uso eficiente de la energía, estableciendo una meta de ahorro de 20% al año 2025, considerando el crecimiento esperado en el consumo de energía del país para esa fecha. La implementación de distintos planes, campañas y programas, así como la futura Ley de Eficiencia Energética apunta a lograr al 2025 un ahorro total de 20.000 GWh/año, lo que equivale a una capacidad instalada a carbón de 2.000 MW.

La importancia de este documento radica en la necesidad de establecer y comprometer metas en un plazo definido, para poder hacer seguimiento a corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de corregir a tiempo la metodología empleada si no se visualiza el cumplimiento de los objetivos propuestos.

1.5.3. Aporte tecnológico en la eficiencia energética

1.5.3.1. Electronic application for saving electric power using an alternative source of energy- Autores: Juan Carlos Cruz-Ardila, Juan Carlos Cardona-Gómez y Diego Mauricio Hernández-Porras (2013).

Este documento presenta un trabajo orientado a disminuir el consumo de energía eléctrica, a través del aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Se propone el diseño de un sistema de transferencia electrónica que facilita el uso de la energía eléctrica proveniente de paneles solares, suprimiendo la utilización del inversor de voltaje, usado habitualmente para transformar la corriente continua de los paneles solares a corriente alterna, que es la utilizada en la red eléctrica, ya que eleva el costo de utilización de la energía solar.

Se revisaron muchas publicaciones, lo que permite conocer la experiencia de otros países y contextualizar el problema resuelto a partir de la energía renovable fotovoltaica. España es el país con mayor desarrollo en este tema. También se describen los dispositivos usados, como el sensor de corriente, la regulación y la rectificación.

Se concluye que los resultados y las pruebas operacionales realizadas demuestran la funcionalidad y rentabilidad de la aplicación electrónica en el ahorro de la energía eléctrica utilizando una energía alternativa.

1.5.3.2. Feasibility of the use of solar cooling of small capacity. Autor: Dr. César A. Cisneros Ramírez (2014).

En el documento se presenta la evaluación económica de la implementación de la climatización con empleo de la energía solar para las condiciones de radiación y temperatura ambiente en La Habana, Cuba. La evaluación se realizó para máquinas de pequeña capacidad, las cuales se encuentran en el mercado internacional. El estudio se

realizó empleando el tiempo de recuperación de la inversión y el ahorro en el ciclo de vida como criterios de medida. Además, se analizó la influencia que tiene la relación volumen de almacenamiento versus el área de captación sobre la fracción solar, la energía auxiliar, el costo de la energía ahorrada, ahorro de la energía primaria y ahorro en la cantidad de CO2 emitido.

El aporte de este documento radica en la importancia de la investigación para conocer nuevos equipamientos que puedan utilizar energía solar para la climatización u otro objetivo de eficiencia energética.

1.5.4. Aporte de experiencia en hospitales

1.5.4.1. “Hospital Puerto Montt implementará medidas de eficiencia energética” -Ministerio de Energía (2017).

La publicación informa que en el hospital de Puerto Montt se están implementando proyectos de eficiencia energética por un monto de 200 millones de pesos, financiados por el Ministerio de Energía. Este Hospital cuenta con 111.000 m², 525 camas y 2.800 funcionarios aproximadamente.

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AchEE) informó que la empresa adjudicada para el desarrollo del proyecto fue Enel distribución S.A.

El plazo de ejecución es de 30 días corridos para realizar la primera parte de ingeniería de detalle del proyecto, que permitirá mejorar los sistemas consumidores de energía, tales como, sistemas de climatización, iluminación artificial, calentamiento de agua sanitaria, calderas e incorporación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos,

entre otros. El proyecto ya se encuentra en ejecución y la carta Gantt tiene una duración total de 255 días.

Esta publicación sirve para conocer la realidad de la implementación de proyectos de eficiencia energética en un hospital de similares características al hospital en estudio e incentiva conocer en terreno las innovaciones de dicho complejo hospitalario.

1.5.4.2. Los Hospitales, una gran oportunidad para ahorrar energía- Autor: David Sanz (2012)

En este documento se expone que los hospitales consumen una gran cantidad de energía. Arquitectos, ingenieros y expertos buscan la manera de que esa energía sea más eficiente y segura. Un hospital nunca se puede quedar sin electricidad, ya que hay muchas vidas en riesgo. Además, el medio ambiente y la salud cada vez están más relacionados. Cuanto peores son las condiciones del medio ambiente, peor es la salud de las personas. Así que, a largo plazo, cuidar la energía y disminuir la contaminación en hospitales beneficia también a la salud.

Una investigación del Integrated Design Lab de la Universidad de Washington ha demostrado que los hospitales pueden reducir el consumo energético en más del 60% con una inversión de entre 1 y 3% sobre los costos actuales.

El objetivo es lograr que los edificios lleguen a un gasto energético nulo, es decir, generar la propia energía para las instalaciones del hospital. El primer paso es utilizar menos energía. Los hospitales cuentan con numerosos equipos médicos que dependen de la electricidad para su correcto funcionamiento. Pero también gastan, como el resto de los edificios, en refrigeración y en agua caliente sanitaria.

Uno de los problemas en los hospitales es la necesidad de climatizar el aire para mantener las dependencias a una cierta temperatura que

cumpla con las Normas Técnicas Básicas exigidas por la Autoridad Sanitaria competente.

Este estudio abre una esperanza importante, ya que plantea que no es necesario hacer una gran inversión para conseguir ahorros energéticos significativos, sino que se deben estudiar las mejores alternativas de acuerdo a las características de cada hospital y su entorno.

1.6. Hipótesis

El desarrollo de un proyecto de innovación tecnológica, en el ámbito del consumo de energía del Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán, genera beneficios económicos netos, producto del ahorro en el gasto por concepto de energía, en relación con la inversión requerida, generando rentabilidad social.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General:

Evaluar propuestas de solución de eficiencia energética relacionada a la implementación de nuevas tecnologías las cuales puedan generar un beneficio económico neto para el Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán.

1.7.2. Objetivos Específicos:

1. Estudiar fuentes de energía alternativas y/o tecnologías que puedan ser aplicadas en el Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán.
2. Evaluar otras alternativas de ahorro energético que puedan ser aplicadas en el Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán.
3. Identificar beneficios y costos de cada una de las alternativas estudiadas.
4. Demostrar que la reducción de costos proyectados justifique la inversión.
5. Presentar propuestas de ahorro y eficiencia energética factibles de implementar al equipo directivo del HCHM y servir de modelo para otros hospitales.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Conceptos y Definiciones

Energía:

De acuerdo con ENDESA “La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas”.

La energía tiene cuatro propiedades básicas:

- **Se transforma.** La energía no se crea, sino que se transforma, siendo durante esta transformación cuando se ponen de manifiesto las diferentes formas de energía.
- **Se conserva.** Al final de cualquier proceso de transformación energética, nunca puede haber más o menos energía que la que había al principio, siempre se mantiene. **La energía no se destruye.**
- **Se transfiere.** La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor, ondas o trabajo.
- **Se degrada.** Solo una parte de la energía transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido (vibraciones mecánicas no deseadas).

Eficiencia Energética

De acuerdo con ANESCO CHILE A.G. “Se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir la calidad de vida, protegiendo el medio

ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso”.

La eficiencia energética tiene que ver con la optimización de las energías convencionales, aspecto que requiere algunas veces una reingeniería simple en los procesos donde intervienen dichas energías, sin representar grandes costos, recuperando lo invertido en un corto y mediano plazo.

El concepto de eficiencia energética mueve a un gran mercado en el mundo y tiene un potencial cercano a los US\$200 millones anuales dentro de nuestro país, según un estudio de Fundación Chile y PRIEN de la Universidad de Chile.

Eficiencia Energética en el Mundo

Cada vez son más los países que están generando medidas para optimizar la energía. A pesar de las permanentes acciones realizadas por autoridades y privados, como acuerdos voluntarios y campañas de educación para promover el buen uso de la energía, la imposición de regulaciones es cada vez más utilizada.

Los objetivos del Protocolo de Kyoto para los países de la OCDE, además, han aumentado la importancia dada a las políticas de eficiencia energética.

Por ello, aproximadamente el 70% de los países del mundo han creado programas de eficiencia energética, que, por lo general, buscan los mismos objetivos, tales como:

- Asegurar el abastecimiento de energía en condiciones de eficiencia productiva.

- Mantener el equilibrio con los recursos naturales disponibles y provocar el menor impacto ambiental posible.
- Promover el uso de fuentes energéticas alternativas y renovables.
- Desarrollar marcos regulatorios que propicien medidas de eficiencia energética.
- Estimular el mercado mediante incentivos económicos.
- Facilitar mecanismos financieros apropiados.
- Fomentar la investigación en materia energética.

Países con Mayor Eficiencia Energética

“El American Council for an Energy-Efficient Economy (Aceee) realizó un estudio que midió la eficiencia del consumo energético de 16 países que en conjunto representan el 81% del Producto Interno Bruto (PIB) global”.

“El resultado de la investigación resalta a la Unión Europea, compuesta por 28 países, que se comprometió a reducir el consumo energético en un 20% para el año 2020, con metas a implementar para cada una de las naciones miembros. Estos son: Alemania, Italia, Unión Europea, China, Francia, Japón, Reino Unido, España, Canadá, Australia, India, Corea del Sur, Estados Unidos, Rusia, Brasil y México” (s.f) Según información obtenida de la ANESCO CHILE A.G.

Eficiencia de Energía en Chile

El primer antecedente de políticas de eficiencia energética en Chile se dio el año 2005 con la creación del Programa País de Eficiencia

Energética (PPEE) de la Comisión Nacional de Energía (CNE), dependiente del Ministerio de Economía de Chile.

Dos años después surge ANESCO Chile, la primera asociación en el país de empresas de eficiencia energética, como parte del programa de “Energías Limpias” de Fundación Chile y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En el año 2010 se crea el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, organismo público privado y coordinador entre el mercado y el Estado.

El crecimiento en la demanda de energía en Chile, así como la dependencia energética, el calentamiento global y la expansión del sistema eléctrico, entre otros factores, ha incidido en la necesidad de buscar soluciones vinculadas al mejoramiento de la eficiencia energética.

Dentro de este contexto, el Gobierno ha impulsado el Plan de Acción de eficiencia energética que tiene el objetivo de establecer los pilares sobre los cuales asentar una estrategia país para el uso eficiente de la energía.

El desarrollo económico experimentado por Chile ha implicado un aumento de 122% en el consumo de energía entre 1991 y 2011. Por lo tanto, mirando hacia el futuro, se debe asegurar un suministro de energía que sea confiable.

Según el Ministerio de Energía, el consumo eléctrico del país se proyecta que podría crecer entre un 5,5% y 6,5% anualmente hasta el año 2020. Ello implica que Chile requerirá aumentar su capacidad de generación entre 7.000 MW y 8.000 MW hacia fines de esta década.

El Plan de Acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada hacia el año 2020. Para ello, propone una serie de medidas cuyo objetivo es aumentar la eficiencia energética

en todo el país. Estas medidas se dividen por sector industrial, minero, transporte y edificación, uso final de artefactos y restricción de uso de leña, más algunas propuestas orientadas a generar un cambio cultural en la población, transversales a todos los sectores mencionados.

Fuente de Energía No Renovable

Un artículo publicado en el Rincón Educativo describe que la Energía no Renovable (“son aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable, s.f.”). Dentro de las energías no renovables existen dos tipos de combustibles:

- Los combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas natural.
- La energía nuclear.

Fuente de Energía Renovable

En un artículo, “las energías renovables son aquellas energías que provienen de fuentes naturales prácticamente inagotables. Se consideran inagotables por la gran cantidad de energía que contienen o bien por poderse regenerar de forma natural”, (s.f).

Existen varias fuentes de energía renovables, tales como:

- Energía mareomotriz (mareas)
- Energía geotérmica (calor de la tierra)
- Energía hidráulica (embalses)
- Energía eólica (viento)
- Energía de la biomasa (vegetación)
- Energía solar (Sol)

Energía mareomotriz

Es la producida por el movimiento de las masas de agua provocado por subidas y bajadas de las mareas, así como por las olas que se originan en la superficie del mar por la acción del viento.



ILUSTRACIÓN 1. MOVIMIENTO DE LAS OLAS DEL MAR.



ILUSTRACIÓN 2. ENERGÍA MAREOMOTRIZ

Energía geotérmica

Es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor al interior de la Tierra. Un ejemplo de la energía geotérmica son las aguas termales que se encuentran a poca profundidad y que emanan vapor. Otra fuente de energía geotérmica es

el magma (mezcla de roca fundida y gases), aunque no existen recursos tecnológicos suficientes para una explotación industrial del mismo.

Esta energía renovable aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica. Ese calor contenido en el subsuelo es empleado mediante el uso de bombas de calor geotérmicas para calefaccionar en invierno, refrigerar en verano y suministrar agua caliente sanitaria. Por tanto, cede o extrae calor de la tierra, según la necesidad de obtener refrigeración o calefacción, a través de un conjunto de colectores (paneles) enterrados en el subsuelo por los que circula una solución de agua con glicol.



ILUSTRACIÓN 3. EMANACIÓN DEL CALOR DE LA TIERRA

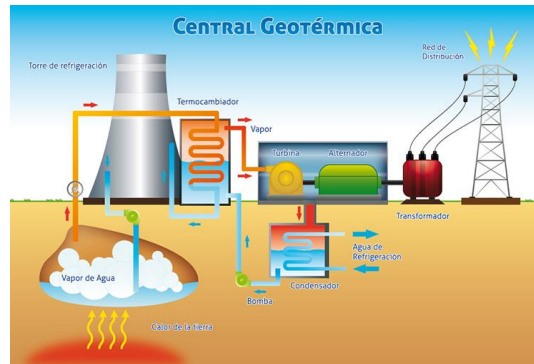


ILUSTRACIÓN 4. CENTRAL GEOTÉRMICA

Energía hidráulica

Es la producida por el agua retenida en embalses (que posee energía potencial gravitatoria). Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica.



ILUSTRACIÓN 5. EMBALSES.

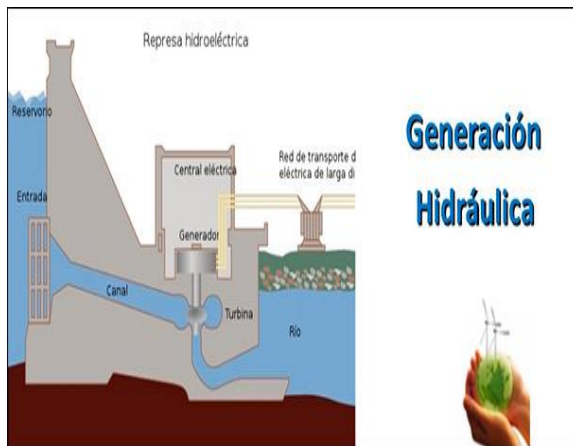


ILUSTRACIÓN 6. GENERACIÓN HIDRÁULICA

Energía eólica

Es aquella que convierte el viento en forma de energía cinética, la que se puede transformar en otro tipo de energía como la eléctrica, mecánica, hidráulica, etc. Una de las formas más utilizadas para el aprovechamiento a gran escala de este tipo de energía es a través de aeroturbinas, las que pueden transformar la energía eólica en mecánica por medio de aeromotores o en energía eléctrica con aerogeneradores. Los aeromotores se han utilizado por siglos para la molienda de grano y para el bombeo del agua, actualmente se utilizan en menor proporción para estos usos, aunque se suele utilizar para la desalación del agua. Por otro lado, los aerogeneradores son los sistemas de aprovechamiento eólico más utilizados en la actualidad, básicamente consiste en que al incidir el viento en sus palas se produce un trabajo mecánico de rotación que mueve un generador que produce electricidad.



ILUSTRACIÓN 7. AEROTURBINAS

Energía de la biomasa

- **Biomasa:**

Un artículo publicado en la Plantas de Biomasa, (s.f), refieren que “la biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica”.

Las principales fuentes de biomasa son:

- **Biomasa Natural:**

Es la que se produce en ecosistemas naturales. La explotación intensiva de este recurso no es compatible con la protección del medio ambiente, aunque sea una de las principales fuentes energéticas en los países subdesarrollados.

La biomasa natural se produce sin la intervención del hombre para potenciarla o para modificarla. Se trata fundamentalmente de residuos forestales, tales como:

- ✓ Derivados de limpieza de bosques y de restos de plantaciones

- ✓ Leñas y ramas
- ✓ Coníferas
- ✓ Frondosas

○ Biomasa Residual:

Es la que se genera en las actividades humanas que utilizan materia orgánica. Su eliminación en muchos casos supone un problema. Este tipo de biomasa tiene asociadas las siguientes ventajas en su utilización:

- ✓ Reduce la contaminación y riesgos de incendios.
- ✓ Reduce el espacio en vertederos.
- ✓ Los costos de producción pueden ser bajos.
- ✓ Los costos de transporte pueden ser bajos.
- ✓ Evita emisiones de CO₂.
- ✓ Genera puestos de trabajo.
- ✓ Contribuye al desarrollo rural.

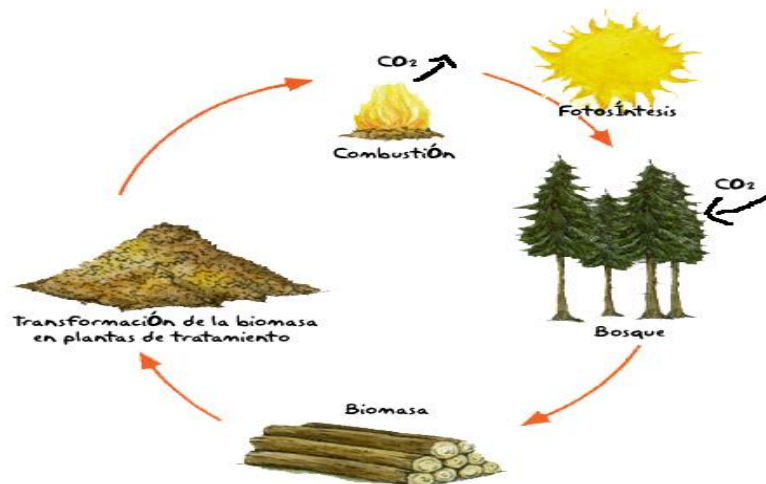


ILUSTRACIÓN 8. BIOMASA RESIDUAL.

Energía solar

La Energía solar es la que llega a la tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema foto térmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).



ILUSTRACIÓN 9. SISTEMA FOTOVOLTAICO EN SERIE.



ILUSTRACIÓN 10. SISTEMA FOTOVOLTAICO EN PARALELO.

El sol de forma indirecta o directa es la fuente de la mayoría de las energías renovables. Esta energía se desplaza en forma de radiación electromagnética, donde por lo menos la mitad de la radiación solar llega efectivamente a la superficie terrestre, siendo esa parte la que se utiliza para fines energéticos.

A continuación, se describen las fuentes de energía solar y sus principales usos.

Energía Solar Térmica:

Es utilizada principalmente para calentar fluidos, principalmente agua. El fluido puede alcanzar diferentes temperaturas según las instalaciones, por lo que éstas se dividen en tres tipos principalmente. Las de baja, media y alta temperatura.

Energía Solar Fotovoltaica:

La energía solar se puede transformar de forma directa en energía eléctrica mediante células fotovoltaicas. El efecto fotovoltaico se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores, generando un flujo de electrones en el interior del material que permite generar energía eléctrica. Las instalaciones de este tipo se caracterizan por su simplicidad, fácil instalación, son de carácter modular, no contaminan el medioambiente, son silenciosas y poseen una larga vida útil que en muchos casos supera los 30 años.

2.2. Generalidades del HCHM

El Hospital Clínico Herminda Martin es el principal Centro de Salud de la nueva Región de Ñuble, el cual concentra el mayor número de cirugías, atención de especialidades, hospitalizaciones y exámenes, respondiendo a los requerimientos de salud de los habitantes de dicho territorio nacional. Es un hospital de alta complejidad y pertenece al Servicio de Salud de Ñuble.

Hospital en Cifras

	Número de camas	466
	Planta de trabajadores contratados	2.370
	Egresos Hospitalarios	19.466
	Total de partos anuales	2.830
	Atenciones de Unidad de Emergencia	163.358
	Exámenes	1.542.158
	Atenciones ambulatorias de especialidades	305.180

ILUSTRACIÓN 11 CIFRAS ACTUALIZADAS AÑO 2017.

Fuente: Página Web. HHM.

A continuación, se presenta la Misión, Visión y Valores fundamentales de este establecimiento hospitalario:

Misión:

“Cuidar y mejorar la salud de las familias de Ñuble, con un equipo de personas que trabaja con calidad”.

Visión:

“Ser un Hospital Clínico de excelencia, líder en innovación y desarrollo, que contribuye a mejorar la calidad de vida de la comunidad, con trabajadores comprometidos”.

Valores:

- **Liderazgo:** Trabajamos motivados para ser los mejores.
- **Respeto:** Promovemos un trato amable entre todas las personas.
- **Excelencia:** Trabajamos con calidad, evaluando y mejorando nuestros resultados.
- **Equidad:** Brindamos acceso a la atención, de acuerdo a las prioridades sanitarias.
- **Compromiso:** Cumplimos con dedicación nuestras metas y propósitos.
- **Trabajo en equipo:** Fomentamos la colaboración al interior del hospital, con la red asistencial y la comunidad.

Historia Hospital Clínico Herminda Martin

Entre los años 1941 y 1945 fue construido el Hospital Herminda Martin, con fondos donados por Doña Herminda Martin Mieres, generosa dama chillaneja quien antes de morir, aportó parte de su fortuna para la construcción del nuevo Hospital, dado que el antiguo establecimiento de salud, de nombre San Juan de Dios, fuera completamente destruido por el terremoto del año 1939.

Tras su construcción, el recinto contó con 380 camas y 10 mil metros cuadrados, divididos en dos grandes edificios que estaban comunicados entre sí, por un tercero. En ese entonces, el Hospital estaba compuesto por los cuatro servicios básicos (Medicina, Pediatría, Obstetricia y Cirugía), además de pabellones quirúrgicos; salas de atención de emergencia, pensionado, Dirección y consultas para atención abierta. En tanto, que las oficinas administrativas se encontraban en el subterráneo.

A principios del año 1970 empezó la edificación del Consultorio Adosado de Especialidades (CAE) y también del auditorio que hoy lleva el nombre del Dr. Germán Villagrán, con capacidad superior a 150 personas. Con ambas obras concluidas, la superficie del Hospital aumentó a 13 mil metros cuadrados, la que seguiría creciendo hasta los 23 mil, tras finalizar la construcción de la Torre Quirúrgica (1991-1996) donde se emplazaron los servicios clínicos críticos como la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios, de Emergencia y Radiología, entre otros.

No obstante, esta ampliación de espacio se vio mermada con el terremoto del 27 de febrero del año 2010, que destruyó más de un tercio de la infraestructura del Hospital, dejando la Torre Quirúrgica inutilizable, lo que obligó a reubicar a la mayoría de los servicios en el antiguo edificio que resistió sin mayores problemas el sismo.

En abril del año 2010, se inició la reconstrucción con la edificación de un módulo de invierno de 300 metros cuadrados y 32 camas, que fue inaugurado el 7 de junio de ese mismo año y que estaba destinado a cubrir la contingencia de las enfermedades de la estación. Paralelamente, se inició el trabajo de diseño del Hospital de Construcción Acelerada, cuya edificación se realizó entre diciembre del año 2010 y mayo del año 2011. Esta obra, de 3.654 metros cuadrados, se emplazó en el sector de estacionamientos y permitió la habilitación de 100 camas y seis pabellones quirúrgicos, el que fue inaugurado el 10 de junio del

año 2011. Posterior a ello, y también como medida de reconstrucción, en enero del año 2013 se inició la reparación de la Torre Quirúrgica. El proyecto de reconstrucción de la Torre consideró además la normalización de la Central de Esterilización del Hospital, que agregó nuevas dependencias en un espacio de 615 metros cuadrados, mientras que en la Torre se edificaron 7 mil 200 metros cuadrados, ambos con un presupuesto de casi 8 mil millones de pesos.

La nueva infraestructura, que conservó cinco de los seis pisos del antiguo edificio, cuenta con un completo refuerzo antisísmico realizado a toda la construcción, desde las fundaciones hasta el encamisado con hormigón armado que envuelve a toda la estructura, transformándolo en un espacio aún más seguro y una construcción que cumple con la normativa sísmica vigente en el país. Se renovaron también las instalaciones de agua potable, electricidad, alcantarillado, gases clínicos y climatización, a lo que suma la instalación de nuevos ascensores para pacientes y usuarios.

Un importante avance para el Hospital Clínico Herminda Martín significó la habilitación de la Torre Hospitalaria, la que había quedado inutilizada luego del terremoto del 27 de febrero del año 2010.

En esta nueva edificación, se encuentran las salas de hospitalización de las unidades críticas (UCI-TIM) así como también los Servicios de Pediatría, Cirugía Infantil y Unidades de Cuidados Intensivos de los pacientes más pequeños del establecimiento asistencial.

La nueva infraestructura, considera espacios más amplios y modernos, destacando también el equipamiento renovado, para prestar atención con los estándares de calidad reconocida por la comunidad de Ñuble. Además de cómodas y climatizadas salas de espera, para mejorar la experiencia de los familiares, cuando viven la hospitalización de uno de sus miembros.

De esta manera, el HCHM se emplaza como el establecimiento de salud de alta complejidad base de la Red Asistencial de la Región de Ñuble, que cuenta entre sus principales desafíos el Proyecto del Nuevo Hospital para Ñuble, el que se ubicará en los terrenos del antiguo Hospital San Juan de Dios.

2.3. Estudios Relacionados a Eficiencia Energética

2.3.1 Evolución en el uso de la Energía

La energía posibilita y facilita toda la actividad humana. Las distintas fuentes de energía han marcado las etapas en el desarrollo de la sociedad humana. Antiguamente el hombre utilizaba fuerza muscular para satisfacer sus necesidades, después se comenzó a utilizar el fuego, el uso de tracción animal para comenzar rápidamente con el uso de nuevas tecnologías, como el carbón, petróleo, gas natural, vapor y electricidad.

El modelo energético actual, basado fundamentalmente en la utilización de los combustibles fósiles es insostenible, se requiere entonces del ahorro de energía y el incremento de la eficiencia energética no solo por el aumento continuo de los precios de la energía, sino también, por el deterioro ambiental causado por la producción y consumo de energía.

2.3.2 Uso de la Energía en Hospitales

Las investigaciones enfocadas a estudios de ahorro de energía y/o eficiencia energética en hospitales, arrojan como resultado una alta demanda de consumo de energía, esto debido a la diversidad de

instalaciones que pueden llegar a albergar estos edificios, así como los servicios que pueden ofrecer, entre ellos, (pabellones quirúrgicos, laboratorios, radiología, salas de urgencias, oficinas, etc.), que para su óptimo funcionamiento dependen de “energía”.

Se menciona además que por norma general los consumos de energía se concentran principalmente en equipos o maquinarias (como es el caso de las instalaciones de climatización) por su fundamental importancia en la atención sanitaria y, por otra parte, la iluminación por la cantidad de horas que se utiliza. Para graficar este último caso, se estima que la iluminación de un hospital representa aproximadamente el 35% de consumo eléctrico de un edificio de estas características. Es por ello, que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costos.

Por lo anterior, es de gran importancia y utilidad el determinar cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y, por ende, un ahorro en el consumo de energía.

2.3.3 Alternativas de Eficiencia Energética en Hospitales

La eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre sí, estas son:

- Mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de operación y mantenimiento (administración de energía - medidas técnico-organizativas).
- Tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o instalaciones nuevas (inversiones).

La primera vía tiene un menor costo, pero los resultados son más difíciles de conseguir y mantener.

La segunda vía requiere mayores inversiones, pero el potencial de ahorro es más alto y asegura mayor permanencia de los resultados. Sin embargo, cualquiera de las dos permite reducir el consumo específico, pero la combinación de ambas es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo.

2.4. Programas de implementación de eficiencia energética en hospitales.

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro. Es un organismo autónomo, técnico y ejecutor de políticas públicas en torno a la eficiencia energética, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía.

Bajo este marco, “existe un proceso de diagnóstico energético en 21 hospitales de alta complejidad a lo largo de Chile, denominado Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos (PEEEP)”, según la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (17 de diciembre 2015). La totalidad de estos establecimientos fueron seleccionados en conjunto por el Ministerio de Salud y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

El proyecto de “Diagnostico Energético” enmarcado en el PEEEP, iniciativa desarrollada por el Ministerio de Energía e implementado por la AChEE, se enfoca principalmente en el desarrollo de proyectos de reacondicionamiento de edificaciones públicas, con el objetivo de aumentar la eficiencia en el uso de la energía. En esta iniciativa se consideran las siguientes etapas:

- Diagnostico

- Implementación
- Medición y Verificación
- Capacitación

“Esta iniciativa busca mejorar y optimizar el uso de la energía de los edificios públicos, a través de la utilización de tecnologías y buenas prácticas en iluminación, calefacción y automatización, como también, a través de la incorporación de herramientas para el desarrollo de sistemas de gestión de la energía, permitiendo en el caso de los hospitales, mejorar la tecnología y el confort del hospital, lo que significa un aporte a la comunidad hospitalaria en general”. Referente a artículo Eficiencia energética en Hospitales, (30 de marzo de 2015).

En relación con la iniciativa, es que se desarrollarán visitas a Hospitales que hayan implementado algún tipo de energía alternativa o complementaria de eficiencia energética, perteneciente al programa de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de enfoque será mixto de diseño explicativo, tomando como guía la información entregada por Creswell & Plano (2007) donde explica el procedimiento del diseño explicativo como modelo de dos etapas, definiendo una primera fase cuantitativa, seguida de una fase cualitativa que permite la interpretación de los datos.

Para el desarrollo de la presente de tesis, se capturarán una serie de datos relacionados con la materia en estudio, para continuar con el análisis de los resultados de los datos anteriormente capturados y evaluados. Todo esto con la finalidad de comprobar la hipótesis.

3.2. Alcance del estudio

El alcance del estudio será de tipo descriptivo, razón por la cual, se describirán características y/o funciones relacionadas a distintas alternativas de eficiencia energética con el propósito de generar beneficios económicos netos a la institución de salud en estudio. Esto, mediante eventuales mediciones, evaluaciones y recolecciones de datos de las distintas publicaciones y experiencias de otros establecimientos de salud que hayan implementado o estén en proceso de implementación mediante algún tipo de tecnología energética alternativa, distinta a las convencionales.

3.3. Diseño de la investigación

La presente investigación comienza con la identificación del problema, el cual se origina principalmente por el crecimiento de la población de la ciudad de Chillán, indicador que tiene directa relación a un mayor número de atenciones médicas; y por otro lado, la incorporación de nuevas instalaciones, (incluyendo las de tipo industrial), mejoras tecnológicas en equipamiento médico, entre otras innovaciones del área de salud; factores que claramente generan dentro del edificio hospitalario un aumento en el consumo de suministros básicos, los cuales a su vez generan significativos costos por dicho concepto.

De lo anterior y con el fin de justificar la presente investigación, es que se propone evaluar distintas alternativas de eficiencia energética que permitan disminuir el consumo y, por ende, generar una disminución en estos costos. Por consiguiente, se analizaron los siguientes antecedentes:

- Las áreas de estudios de esta investigación (publicaciones de eficiencia energética a nivel nacional e internacional y publicaciones en el sector salud, principalmente en hospitales); para este último caso se visitarán hospitales de alta complejidad con el fin de recopilar información de ahorro en los costos e inversión de cada uno de los proyectos ejecutados o en vías de desarrollo que tengan relación a eficiencia energética.
- Se analizará la demanda histórica (consumo y gasto) de los últimos cinco años en los principales consumos básicos generados en el HCHM, con el fin de proyectar el ahorro de estos consumos si se concretaran las propuestas de eficiencia energética, incorporando la inversión necesaria para tales efectos y de esta manera calcular el beneficio económico neto para el Hospital Clínico Herminia Martín de Chillán.

El siguiente paso será identificar alternativas de eficiencia energética, recopiladas, analizadas y estudiadas en las distintas investigaciones dentro del proceso de revisión de antecedentes anteriormente descrito, con el fin de seleccionar las alternativas con mayor factibilidad de implementación, acordes a la realidad y ubicación zonal del HCHM.

Una vez identificadas estas alternativas, se analizará la viabilidad del proyecto, dentro de un ámbito técnico, legal, de gestión, política y ambiental. Para concluir finalmente en la evaluación del proyecto en donde se estimarán los beneficios, los costos, indicadores de rentabilidad, análisis de sensibilidad, para finalizar con las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

3.4. Objeto de estudio

Los principales conceptos de estudio en este proyecto son:

- Alternativas de eficiencia energética
- Alternativas de ahorro energético
- Costos económicos para la implementación
- Generación de beneficios económicos netos
- Justificación de la inversión
- Indicadores de rentabilidad
- Recomendaciones de ahorro

3.5. Trabajo de Campo

El primer paso de la presente investigación será recopilar la información histórica de los principales consumos básicos (energía eléctrica, agua potable y gas natural), generados en el HCHM en un periodo de cinco años. En este caso, se fijó un periodo entre los años 2012 al 2016, para obtener los datos que definen el consumo y gastos históricos del establecimiento.

El segundo paso será ordenar la información recopilada de los años antes descritos. Continuando con la revisión bibliográfica asociada a publicaciones de eficiencia energética en el ámbito internacional, nacional, de salud y hospitales. Se rescatarán las ideas más relevantes, que sirvan de apoyo a la presente investigación.

Se visitarán dos hospitales, el Complejo Asistencial Dr. Víctor Ríos Ruiz de la ciudad de Los Ángeles de la VIII Región del Bio Bio y el Hospital Dr. Eduardo Schutz Schroeder de la ciudad de Puerto Montt en la X Región de los Lagos, establecimientos de salud seleccionados dentro del contexto en estudio, y que bajo el marco del convenio de colaboración técnica entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Salud, fueron seleccionados dentro de los 21 hospitales de alta complejidad a lo largo de Chile.

Una vez capturados los antecedentes empíricos de publicaciones y la información de los hospitales visitados, se evaluarán las alternativas de ahorro, rescatando las innovaciones de nuestro interés con la finalidad de proyectar el beneficio económico neto para el HCHM.

3.6. Técnicas de recolección de datos e instrumentos

- Las técnicas se basarán en revisiones bibliográficas relacionadas al tema en estudio, revisión y selección de publicaciones de eficiencia energética en establecimientos de salud.
- Contacto con empresas que tengan experiencia en haber implementado tecnologías energéticas alternativas.
- Participación en el Cluster de eficiencia energética en la ciudad de Concepción, octubre 2017.
- Reuniones sostenidas con profesionales de la SEREMI de energía.
- Participación de Talleres sobre el Plan Energético Regional de Ñuble.
- Visitas a terreno a los Hospitales de Los Ángeles y Puerto Montt donde se aplicó una ficha de datos con la finalidad de dimensionar el tamaño y producción del hospital, además de los principales antecedentes sobre los proyectos de eficiencia energética implementados o en proceso de implementación.

En la tabla adjunta se presenta la ficha aplicada:

TABLA 1. FICHA DE DATOS APLICADA EN HOSPITAL DE LOS ÁNGELES Y PUERTO MONTT. (VER ANEXO N°1).

1	Metros cuadrados del hospital
2	Número de camas de hospitalización
3	Cantidad de funcionarios que trabajan en el establecimiento (incluyendo empresas externas)
4	Año de normalización del nuevo hospital
5	Alternativas de eficiencia energética en desarrollo
6	Monto de la inversión
7	Tiempo de implementación de los proyectos
8	Ahorro de cada tipo de energía (eléctrico, agua y luz)

Fuente: Elaboración propia

3.7. Criterios Éticos

Se tendrá reserva de la información confidencial recibida en las entrevistas de los distintos hospitales y de la SEREMI de Energía.

Además, si no se tiene toda la información necesaria para el desarrollo de la tesis, se solicitará esta información por transparencia en las plataformas informáticas correspondientes.

3.8. Técnicas de Análisis

Se crearán indicadores de evaluación económica, tales como el valor actual neto (VAN) y la tasa de retorno de la inversión (TIR). Por otra parte, se evaluará el riesgo del proyecto mediante un análisis de sensibilidad en los escenarios optimista, tendencial y pesimista. De esta forma, se podrá comprobar la veracidad de la hipótesis.

A continuación, se detallarán distintos antecedentes a tener presente para el análisis de datos.

TABLA 2. CONSUMO AGUA POTABLE 2012 AL 2016

Analisis Consumo Agua Potable 2012 al 2016					
M³					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	12.114	11.122	15.582	15.151	12.867
Feb	11.741	11.509	15.432	13.277	12.374
Mar	11.434	11.957	12.510	11.967	12.450
Abr	12.429	11.919	14.873	16.048	11.620
May	11.517	13.191	13.451	15.444	12.225
Jun	12.121	10.793	13.132	14.494	12.153
Jul	11.705	11.833	13.876	14.313	11.476
Ago	11.919	11.809	13.472	15.913	10.853
Sep	12.418	11.644	14.515	11.332	10.832
Oct	10.826	11.171	13.843	15.816	11.228
Nov	10.374	13.377	14.494	11.895	12.130
Dic	12.729	11.260	13.642	13.573	13.599
TOTAL	141.327	141.585	168.822	169.223	143.807

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

TABLA 3. GASTOS DE AGUA POTABLE ENTRE EL 2012 AL 2016

Analisis gasto Agua Potable 2012 al 2016					
\$					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	\$ 13.671.020	\$ 13.329.221	\$ 21.361.640	\$ 20.330.558	\$ 18.115.152
Feb	\$ 13.249.202	\$ 14.047.058	\$ 21.779.947	\$ 17.193.020	\$ 17.410.818
Mar	\$ 12.887.301	\$ 14.845.703	\$ 16.040.665	\$ 15.994.584	\$ 17.440.744
Abr	\$ 15.599.574	\$ 14.195.793	\$ 18.723.024	\$ 21.832.957	\$ 16.118.059
May	\$ 13.543.812	\$ 15.518.305	\$ 16.785.490	\$ 20.611.226	\$ 16.971.835
Jun	\$ 14.415.576	\$ 12.622.872	\$ 16.407.242	\$ 16.182.021	\$ 16.837.665
Jul	\$ 13.498.750	\$ 13.895.477	\$ 17.795.680	\$ 15.508.911	\$ 15.903.381
Ago	\$ 13.702.250	\$ 13.886.666	\$ 17.302.667	\$ 21.431.707	\$ 14.888.882
Sep	\$ 14.197.136	\$ 14.072.965	\$ 18.604.002	\$ 15.344.545	\$ 15.144.499
Oct	\$ 14.197.136	\$ 13.492.153	\$ 17.803.561	\$ 21.729.906	\$ 15.739.975
Nov	\$ 12.634.887	\$ 16.101.864	\$ 18.622.182	\$ 16.474.496	\$ 17.006.028
Dic	\$ 14.948.698	\$ 13.573.952	\$ 18.622.183	\$ 18.831.202	\$ 20.467.659
TOTAL	\$ 166.545.342	\$ 169.582.029	\$ 219.848.283	\$ 221.465.133	\$ 202.044.697

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

TABLA 4. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE EL 2012 AL 2016

Analisis Consumo Energia Electrica 2012 al 2016					
Kwh					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	248.020	228.122	302.976	366.976	371.344
Feb	308.923	279.676	272.371	325.880	370.081
Mar	260.916	263.514	285.044	352.780	371.025
Abr	262.340	235.964	272.391	315.692	341.760
May	235.240	267.706	272.796	315.552	362.453
Jun	257.473	268.222	278.971	348.338	369.357
Jul	246.500	253.762	233.382	341.627	363.776
Ago	262.196	287.464	278.189	344.279	382.796
Sep	243.834	250.350	283.240	324.992	352.342
Oct	230.466	244.331	265.592	334.047	342.004
Nov	241.634	250.630	282.970	337.489	389.137
Dic	239.348	279.533	324.789	475.192	372.455
TOTAL	3.036.890	3.109.274	3.352.711	4.182.842	4.388.530

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

TABLA 5. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE EL 2012 AL 2016

Analisis Gasto Energia Electrica 2012 al 2016					
\$					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	\$ 22.756.000	\$ 27.838.300	\$ 23.305.335	\$ 32.936.794	\$ 39.996.219
Feb	\$ 27.820.299	\$ 21.037.164	\$ 21.677.157	\$ 34.189.679	\$ 40.547.123
Mar	\$ 22.606.401	\$ 20.034.836	\$ 22.328.742	\$ 35.993.650	\$ 41.521.452
Abr	\$ 21.756.210	\$ 17.721.264	\$ 21.481.200	\$ 33.907.289	\$ 43.515.531
May	\$ 16.083.461	\$ 22.639.600	\$ 21.875.237	\$ 33.684.034	\$ 44.673.375
Jun	\$ 20.919.539	\$ 22.599.100	\$ 21.603.859	\$ 39.353.365	\$ 41.196.852
Jul	\$ 20.251.961	\$ 21.958.500	\$ 18.739.285	\$ 39.591.164	\$ 40.975.652
Ago	\$ 21.645.839	\$ 23.855.000	\$ 22.610.341	\$ 38.984.547	\$ 41.766.863
Sep	\$ 18.086.761	\$ 20.403.400	\$ 22.020.210	\$ 36.531.164	\$ 38.548.538
Oct	\$ 18.203.439	\$ 19.902.444	\$ 23.393.900	\$ 40.166.992	\$ 39.153.574
Nov	\$ 16.947.636	\$ 20.354.800	\$ 24.136.762	\$ 39.137.131	\$ 42.848.818
Dic	\$ 25.019.641	\$ 21.972.300	\$ 26.273.163	\$ 51.514.892	\$ 42.064.421
TOTAL	\$ 252.097.187	\$ 260.316.708	\$ 269.445.191	\$ 455.990.701	\$ 496.808.418

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

TABLA 6. CONSUMO DE GAS NATURAL ENTRE EL 2012 AL 2016

Analisis Consumo Gas 2012 al 2016					
M³					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	64.663	70.462	53.887	71.065	56.952
Feb	62.846	65.078	48.845	66.530	56.952
Mar	68.256	78.041	52.027	71.994	60.588
Abr	79.356	82.601	90.825	88.940	88.620
May	110.884	111.094	111.710	131.077	113.094
Jun	125.105	118.789	137.958	134.649	129.138
Jul	139.107	124.893	136.572	148.142	136.462
Ago	135.082	120.204	137.371	144.883	132.361
Sep	110.857	97.353	128.921	117.629	110.699
Oct	92.113	84.714	103.923	100.020	99.929
Nov	74.944	62.933	75.796	61.847	99.929
Dic	71.570	52.991	63.628	59.758	60.730
TOTAL	1.134.783	1.069.152	1.141.462	1.196.533	1.145.454

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

TABLA 7. GASTOS GAS NATURAL ENTRE EL 2012 AL 2016

Analisis Gasto Gas 2012 al 2016					
\$					
Pdo.	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	\$ 46.166.282	\$ 55.041.207	\$ 45.500.522	\$ 67.771.390	\$ 45.730.308
Feb	\$ 48.644.596	\$ 50.518.909	\$ 42.416.504	\$ 63.131.080	\$ 45.730.308
Mar	\$ 53.188.229	\$ 61.407.346	\$ 57.549.316	\$ 68.721.533	\$ 39.170.533
Abr	\$ 62.511.953	\$ 65.238.786	\$ 87.988.437	\$ 86.059.675	\$ 57.429.270
May	\$ 88.995.377	\$ 89.171.581	\$ 109.355.270	\$ 112.801.992	\$ 78.644.388
Jun	\$ 100.940.339	\$ 95.635.263	\$ 136.210.175	\$ 112.503.720	\$ 87.431.311
Jul	\$ 112.700.720	\$ 104.726.688	\$ 134.791.155	\$ 124.099.996	\$ 75.692.655
Ago	\$ 109.320.842	\$ 101.887.504	\$ 135.977.855	\$ 118.129.265	\$ 72.441.000
Sep	\$ 88.972.492	\$ 81.891.904	\$ 126.963.897	\$ 97.876.816	\$ 70.667.638
Oct	\$ 73.228.042	\$ 70.693.108	\$ 101.387.935	\$ 82.744.437	\$ 66.444.255
Nov	\$ 58.806.781	\$ 51.392.993	\$ 72.608.552	\$ 49.937.068	\$ 66.444.255
Dic	\$ 55.972.880	\$ 42.583.115	\$ 75.717.744	\$ 48.141.884	\$ 35.557.286
TOTAL	\$ 899.448.533	\$ 870.188.404	\$ 1.126.467.362	\$ 1.031.918.856	\$ 741.383.207

Fuente: Unidad Control Interno CRASI. 2016

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Análisis de nuevas fuentes de energía

4.1.1. Alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética

Energía Eléctrica:

Iluminación

La iluminación representa aproximadamente el 35% del consumo eléctrico dentro de una instalación del sector salud, dependiendo este porcentaje de varios factores: tamaño, fachada, iluminación natural, zona donde esté ubicada y del uso que se le dé a cada estancia de la instalación. Es por ello que, cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costos.

De acuerdo con, la guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales, (2010), “se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20% y el 85% en el consumo eléctrico de alumbrado, en relación a la utilización de componentes más eficientes, al empleo de sistemas de control y al aprovechamiento de la luz natural”.

De lo anterior se estudiarán las siguientes alternativas de eficiencia y ahorro energético.

4.1.1.1 Instalación de paneles solares fotovoltaicos:

Para desarrollar este proyecto, se tomó contacto con una empresa externa dedicada a la instalación de estos paneles para que pudiera conocer la infraestructura del hospital y de esta manera determinar qué techumbre es la más adecuada para su instalación. La empresa seleccionada para este estudio técnico fue Antupower la cual está ubicada en la ciudad de Chillán. Se realizó el levantamiento y se

determinó que la techumbre del edificio antiguo cumple con los requisitos para la instalación de estos paneles. La construcción de este edificio data del año 1945 y aún se mantiene firme debido a la buena calidad de su construcción. Cuenta con tres pisos y su estructura de techumbre tiene un ángulo de 35° aproximadamente, en donde no existen ductos que sobresalgan de la techumbre, que obstruyan la radiación solar a los paneles, lo que favorece la absorción de energía solar y por ende aumenta la cantidad de energía eléctrica que se podría entregar a la red.

Habitualmente, cuando se instalan paneles fotovoltaicos generadores de electricidad existe un excedente de energía que no es utilizada por el edificio y se entrega a la red de suministro eléctrico (medidor bidireccional), obteniendo beneficios económicos por ello, pero en el caso de un hospital la demanda de consumo energético es muy alta, por esta razón, es que la energía recibida a través de los paneles es consumida antes de poder entregar algún aporte a la empresa eléctrica local, que en este caso, corresponde a la Compañía General de Electricidad (CGE).

4.1.1.2 Instalación de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología Led:

Un kit fotovoltaico es un dispositivo de iluminación compuesto por una lámpara de LED, un panel solar fotovoltaico, y una batería recargable.

Las luminarias solares para alumbrado público pueden tener la lámpara, panel solar y batería integrados en una sola unidad.



ILUSTRACIÓN 12 POSTE SOLAR CON ILUMINACIÓN SOLAR PARA ALUMBRADO PÚBLICO

En el HCHM existe un camino de circulación interno por el que transitan vehículos y personas que necesitan ingresar al establecimiento por diversas razones, como, por ejemplo: entrega de productos a Bodega, entrega de insumos a la Central de Alimentación, entrega de ropa a Lavandería, etc. Este camino actualmente está iluminado con focos tradicionales. Se estudiará la reutilización de los postes e instalación de un kit que incluye panel fotovoltaico y foco Led.

Estos pequeños paneles fotovoltaicos captan la energía solar y la transforman en energía eléctrica que alimenta a los focos Led, que, por

su bajo consumo y batería de respaldo, permite que el sistema funcione en forma autónoma.

Durante las horas del día en que se tiene mayor radiación solar el panel fotovoltaico absorbe la energía, que es acumulada en una batería de gran capacidad. Cuando la iluminación natural baja, se acciona automáticamente el encendido de las luces LED y se mantienen encendidas hasta que la iluminación natural del sol hace que el dispositivo apague las luces y siga almacenando energía, y así se repite este ciclo diariamente.

4.1.1.3 Cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED:

Se trata de un dispositivo electrónico que incorpora una fuente luminosa LED y los elementos necesarios para un funcionamiento estable y continuo como fuente de luz.

Las características de los sistemas de iluminación LED que suponen una ventaja frente a la iluminación tradicional son su larga vida útil, su escaso consumo, y la reducción al mínimo de la emisión de calor y rayos ultravioleta. Tampoco contienen gases ni metales pesados, por lo tanto son menos contaminantes que el resto ya que incluso las de bajo consumo, fluorescentes compactas, llevan mercurio.

Otras ventajas de esta tecnología son: la flexibilidad, ya que es sencillo adaptar su diseño a cualquier proyecto de iluminación particular, se encienden instantáneamente al 100% de su rendimiento, permiten multitud de ciclos de encendido y apagado, trabaja muy bien en ambiente fríos (hasta menos 40° C), es insensible a las vibraciones, ofrece varias tonalidades de blanco y es fácilmente regulable.

Con este importante cambio, se obtendría un ahorro significativo en el gasto por concepto de energía eléctrica, la cual considera el cambio de la iluminación interior del edificio mediante tubos y/o ampolletas Led, lo cual reflejaría una importante disminución en la facturación mensual asociada a la empresa CGE.

4.1.2. Análisis de Viabilidad de las alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética

4.1.2.1 Análisis de Viabilidad Paneles solares Fotovoltaicos

- **Viabilidad Técnica Paneles solares Fotovoltaicos**

La viabilidad técnica de esta alternativa se analizó con una empresa de vasta experiencia en el rubro. Se concretó una visita en terreno, evaluando la factibilidad de implementación al interior del establecimiento hospitalario.

En el caso de los paneles fotovoltaicos, la empresa Antupower recorrió el hospital y se revisaron varias techumbres para descartar y definir cuál es la más apropiada. Después de este estudio, se determinó que el lugar más adecuado es la techumbre del tercer piso del edificio antiguo del HCHM, esto es, porque esta techumbre es resistente y tiene la pendiente necesaria para poder recibir mayor radiación solar, ya que no se observan ductos que sobresalgan de la cubierta que den sombra sobre los paneles fotovoltaicos. Por otra parte, existe un tablero eléctrico en el tercer piso con capacidad disponible para recibir este sistema y sus instalaciones. Desde este tablero se tiene acceso al entretecho y está ubicado en el sector central del edificio, lo que es favorable técnicamente hablando, ya que disminuye las distancias de cableado y permite un trabajo más limpio.

Por otra parte, se realizó el estudio histórico de la radiación solar en Chillán, con respecto a su latitud ($36,6613^{\circ}\text{S}$), longitud (72.0422°O), elevación (177 m) y la fluctuación de radiación durante el año y en las diferentes horas del día, para poder saber cuál sería la cantidad de energía que se podría lograr en estas condiciones. (Ver Anexo n°2).

- **Viabilidad Legal Paneles solares Fotovoltaicos**

En el caso de la instalación de paneles fotovoltaicos para generación de electricidad existe una normativa legal, específicamente la Ley 20.571 (Anexo n°3), que autoriza la instalación de plantas solares fotovoltaicas hasta 100 KW de potencia instalada, esto es por normativa de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC). Así mismo, la empresa que realice estos trabajos debe contar con personal calificado y los paneles a instalar deben estar certificados por la SEC.

Se deben hacer todos los trámites legales ante la SEC y la distribuidora eléctrica, en este caso, la Compañía General de Electricidad (CGE).

Se debe hacer un estudio, diseño y cálculo estructural de la techumbre y del edificio existente para asegurar que resista el peso de los paneles fotovoltaicos y no existan inconvenientes posteriores a la instalación de éstos.

Este sistema de generación de energía utilizando paneles fotovoltaicos se encuentra regulado por Ley, la cual permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Esta Ley, conocida también como Netbilling, Netmetering o Generación Distribuída, entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado, el cual está publicado en el sitio web de cada empresa distribuidora.

Todo sistema de generación eléctrica que busque acogerse a esta ley debe ser declarado ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, que desde el año 2015 cuenta con una Unidad Técnica Especializada en ERNC para atender los requerimientos de la ciudadanía. Esta declaración eléctrica debe ser realizada por un instalador autorizado, y debe contener además los detalles técnicos de la instalación, así como de los productos a utilizar. Posteriormente, la SEC fiscaliza la instalación y si ésta cumple con los requerimientos técnicos, autoriza su funcionamiento, tras lo cual, el propietario deberá notificar su conexión a la red de la empresa de distribución eléctrica.

La SEC pone a disposición de la ciudadanía un listado de los productos autorizados para ser utilizados en sistemas de generación ciudadana, así como la información de contacto de todos los instaladores que ya han declarado exitosamente algún sistema de este tipo, mediante el trámite TE4.



ILUSTRACIÓN 13 FUNCIONAMIENTO LEY 20.571

- **Viabilidad de Gestión Paneles solares Fotovoltaicos**

La implementación de Paneles fotovoltaicos en el HCHM es un proyecto complejo, específico y de un costo no menor. Por esta razón, para su adquisición, se deben preparar las bases técnicas y administrativas con la finalidad de realizar una licitación pública, siguiendo el proceso legal correspondiente, es decir, subir las bases de licitación a la plataforma de Mercado Público, estudio de las ofertas y evaluación en base a los porcentajes definidos para el precio, experiencia de los oferentes, garantías, tiempo de ejecución, etc. Se deberá contemplar una visita a terreno obligatoria y el cumplimiento de todas las normativas legales, además de las multas asociadas en el caso de algún incumplimiento.

Para poder implementar paneles solares se debe cumplir con los siguientes requisitos generales:

- Clientes regulados: clientes con tarifas reguladas de hasta 500 kW de potencia conectada, o entre 0,5 y 5 MW que hayan optado por tarifas reguladas.
 - Generación basada en energías renovables o cogeneración eficiente.
 - Capacidad de generación de hasta 100 kW.
 - Medidor bidireccional.
 - Inversores y módulos fotovoltaicos autorizados por la SEC.
 - Instalación ejecutada e inscrita por un electricista autorizado por la SEC.

- **Viabilidad Ambiental Paneles solares Fotovoltaicos**

La energía solar fotovoltaica, como fuente renovable representa una fórmula energética radicalmente más amigable con el medio ambiente que cualquier otra energía convencional ya que se trata de una energía limpia, renovable, que no consume recursos limitados y que aún, tiene una gran potencialidad por desarrollar; por ello, estas ventajas son las que impulsan a apostar por este tipo de instalaciones.

El impacto principal se produce en la fase de extracción de la materia prima de los paneles solares, el silicio, que a pesar de ser el material más abundante de la tierra se precisan grandes cantidades de energía para su transformación.

Otro de los temas a analizar en el ámbito ambiental es la generación de ruidos:

- El tránsito de camiones y utilización de grúas para subir los paneles sobre la cubierta pueden generar altos niveles de ruido, pero esta alteración será solo temporal, limitándose a lo que duren las obras.
- Módulos fotovoltaicos: La generación de energía de los módulos fotovoltaicos, es un proceso totalmente silencioso.

- Inversor: Trabaja a alta frecuencia no audible por el oído humano.

Con respecto a las emisiones gaseosas generadas a la atmósfera, se puede informar que un sistema fotovoltaico no requiere ninguna combustión para proporcionar energía, solo de una fuente limpia como es el Sol. Por lo tanto, se provoca un efecto positivo sobre el aire de la zona donde se ubica la instalación, que consiste en el ahorro de emisiones de CO₂ a la atmósfera, respecto a lo que hubiera producido con energía eléctrica convencional o con un generador diésel.

No existe impacto de flora, fauna o del paisaje natural, ya que la ubicación definida para los paneles es sobre la techumbre de un edificio existente de tres pisos.

- **Viabilidad Económica Paneles solares Fotovoltaicos**

El HCHM es un establecimiento auto gestionado y como tal, tiene autonomía en la toma de decisiones frente a un proyecto, pero existen algunas limitantes como los montos disponibles para ello. En este caso, efectivamente el costo de implementar paneles fotovoltaicos tiene un valor considerable, por lo que se tendría que levantar un proyecto y presentarlo al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) u otro organismo que pudiera financiarlo.

Existen distintas opciones de financiamiento administradas por diversas instituciones públicas. Las iniciativas de financiamiento pueden corresponder a subsidios, créditos, garantías estatales o beneficios tributarios.

El Ministerio de Energía pone a disposición de la comunidad un buscador de fuentes de financiamiento en la página <http://minenergia.cl/pfinanciamiento/>, el cual es una herramienta de acceso público que recopila la información de diversas instituciones

estatales que poseen líneas de financiamiento o cofinanciamiento para proyectos de energías renovables no convencionales a pequeña escala.

La información contenida en el buscador se actualiza mensualmente. El Ministerio de Energía recopila y pone a disposición la información entregada por cada institución que administra una determinada fuente de financiamiento, siendo dicha información de responsabilidad exclusiva de estas instituciones.

Para consultar por alguna fuente de financiamiento específica, hay que dirigirse a la institución estatal responsable.

Otras páginas donde se puede encontrar más información del rubro son las siguientes:

- <http://www.sec.cl/generacionciudadana>
- <http://www.minenergia.cl/ley20571/>
- <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>
- <http://www.minenergia.cl/techossolares/>
- <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>

4.1.2.2. Análisis de Viabilidad de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED

- **Viabilidad Técnica de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED**

En el caso de la instalación de postes de luz con tecnología LED y paneles fotovoltaicos, se realizó un levantamiento en terreno para visualizar la cantidad de postes con luminarias tradicionales que pudieran ser transformadas a postes con sistema de iluminación autónomo y se determinó que la totalidad de ellos pueden ser transformados, para lo cual se reutiliza la estructura del poste y se cambia la instalación en el

extremo superior. Esta modificación ya ha sido realizada anteriormente por esta empresa en otros proyectos, por lo que existe factibilidad técnica dada su experiencia en el desarrollo y ejecución de estos trabajos.

Se realizó un estudio de la radiación solar de esta zona y en base a esto, se logró dimensionar la capacidad de la batería necesaria para poder brindar iluminación en forma continua, aún en el escenario más desfavorable. En este caso, la batería alcanzaría para iluminar hasta tres días completos, lo que sería de gran ayuda si por alguna situación extraordinaria, como incendios forestales, se disminuye la radiación solar habitual.

- **Viabilidad Legal de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED**

La Superintendencia de Electricidad y combustible, (s.f.) informa que "el Sistema de Certificación, que incluye las luminarias, se establece mediante el Decreto Supremo 298 publicado el 01/02/2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, "Aprueba Reglamento para la certificación de productos eléctricos y de combustibles, y deroga decreto que indica"

Todas las luminarias para uso en alumbrado público independiente de la fuente de luz que utilicen para su funcionamiento, a nivel nacional, desde el 01.04.2011 deben disponer del Certificado de Aprobación de Seguridad emitido por algún Organismo de Certificación autorizado por la SEC, de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Análisis y/o Ensayos de Seguridad de Productos Eléctricos y Luminarias para Alumbrado Público PE N° 5/07, protocolo que no incluye las luminarias LED de 12, 24, 36 o 48 Volt Corriente Continua (VDC) que funcionan con energía solar a través de paneles fotovoltaicos autónomos y baterías, sin estar conectadas a la red de distribución de la empresa eléctrica, por lo que no

se encuentran con obligación de certificación para su comercialización en Chile.

No obstante, lo anterior, en estos casos en que los productos no tienen obligatoriedad de certificación, la eventual responsabilidad por daño a las personas o cosas recaerá en quienes desarrollen la actividad comercial de que se trate. Tal responsabilidad se verá agravada si quien genera el riesgo con la comercialización del producto, no adopta las medidas pertinentes en el resguardo de las personas o cosas, entre las que pudiera estimarse como un deber ineludible el someter voluntariamente el producto a las pruebas y ensayos que garanticen su seguridad, mediante un laboratorio o entidad de control autorizado.

- **Viabilidad de Gestión de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED**

En el caso de la instalación de postes de luz con paneles fotovoltaicos y tecnología LED, se debe preparar las bases técnicas y administrativas para realizar una licitación pública, con el objetivo de poder realizar el proceso legal. Se deberá contemplar una visita a terreno obligatoria, ya que, en este caso, se reutilizarán postes de iluminación tradicional existentes en el hospital. Se deben cumplir todas las normas legales correspondientes al proceso de licitación que determina la Ley de compras públicas.

- **Viabilidad Ambiental de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED**

La instalación de postes de luz con este tipo de tecnología ha aumentado mucho este último tiempo, principalmente en el norte de

nuestro país, ya que busca conseguir ahorro de energía eléctrica de una forma sencilla y no contaminante.

Al utilizar esta energía renovable se reducen los riesgos de incendio ya que, si existe un corte de cables eléctricos en postes con cableado aéreo tradicional por caída de ramas de árboles u otros, se podría generar un incendio o riesgo de electrocución.

Por otra parte, existe contaminación visual del alambrado de los postes tradicionales, en cambio los postes con tecnología LED y paneles fotovoltaicos no requieren de conexión a la red eléctrica y por ende, no utilizan cables que contaminen visualmente.

- **Viabilidad Económica de luminarias exteriores con paneles fotovoltaicos y tecnología LED**

El HCHM es un establecimiento auto gestionado y como tal, tiene autonomía en la toma de decisiones frente a un proyecto, pero existen algunas limitantes como los montos disponibles para ello. En este caso, se propone incluir esta propuesta en el Plan de Obras del hospital o levantar proyectos y presentarlos al FNDR u otro organismo que pudiera financiarlos.

Al igual que el proyecto asociado a la instalación de paneles fotovoltaico, el Ministerio de Energía pone a disposición de la comunidad un buscador de fuentes de financiamiento en la página <http://minenergia.cl/pfinanciamiento/>.

4.1.2.3 Análisis de Viabilidad cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED

- **Viabilidad Técnica cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED**

En el caso de la instalación de luminarias de tecnología LED, no existe ningún inconveniente técnico, ya que la empresa Random (proveedora de elementos e insumos de tecnología LED) en conjunto con funcionarios del área de mantención del HCHM visitaron las distintas dependencias del establecimiento, realizando el levantamiento del número y tipo de luminarias que se necesitan para hacer el cambio total de éstas. Para lo anterior basta con retirar la ampolla o tubo fluorescente existente y cambiarlo por uno de tecnología LED, no es necesario ningún tipo de adaptador especial, ya que el tipo de conexión es el mismo para iluminación tradicional y LED.

- **Viabilidad Legal cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED**

Este tipo de iluminación es cada vez más común y podemos encontrarlo en el comercio local.

Con el objetivo de que la ciudadanía conozca los productos de alumbrado público que cumplen con la normativa vigente para ser comercializados en el país y que no presentan riesgos para su seguridad, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) publica un listado de productos de alumbrado certificados en su página oficial.

- **Viabilidad de Gestión cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED**

Para poder gestionar estos proyectos debemos comenzar por analizar las vías legales de adquisición de productos o servicios que contempla la Ley de compras. En este caso, el primer paso es agotar la búsqueda de productos y/o elementos requeridos para la implementación de estos proyectos en convenio marco.

También se puede analizar la alternativa de incluir productos de iluminación LED en el convenio de ferretería eléctrica vigente.

Si las instancias anteriores están agotadas, se debe trabajar en las bases técnicas y administrativas para licitar la proveeduría de estos elementos.

- **Viabilidad Ambiental cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED**

Las nuevas tecnologías en iluminación son cada vez más utilizadas y han bajado los precios con la finalidad de incentivar el uso de este tipo de luminarias.

Al utilizar luminarias de tecnología LED se obtiene un ahorro de energía muy importante, ya que consume menos electricidad e ilumina más que las ampolletas y tubos de iluminación tradicional.

Se estima que este tipo de iluminación tiene una duración aproximada de 50.000 horas, 42 veces más que una ampolleta tradicional, debido a que no se “quema” con tanta facilidad.

- **Viabilidad Económica cambio de sistema de iluminación tradicional por tecnología LED**

El costo del cambio de luminarias por tecnología LED es accesible y además implica un ahorro a corto plazo, lo que incentiva y facilita la aprobación de este cambio de tecnología.

4.1.3. Alternativas de fuentes de energía y/o tecnologías de eficiencia energética seleccionadas

- ✓ Paneles Fotovoltaicos
- ✓ Postes de luz con paneles fotovoltaicos y tecnología LED.
- ✓ Cambio de luminarias con tecnología LED

4.2. Análisis de otras opciones de Eficiencia Energética

4.2.1. Alternativas de otras opciones de eficiencia energética

4.2.1.1 Instalación de Restrictores de flujo de agua

Se propone la instalación de Restrictores de flujo en llaves de lavamanos y duchas existentes en los baños de las salas de atención de pacientes. Corresponde a la instalación de un pequeño dispositivo en la salida del agua, limitando y restringiendo la presión original de la llave, lo que genera que el flujo del agua sea menor y por ende, el consumo de agua potable baje considerablemente. La cantidad de artefactos (lavamanos y duchas) en baños de pacientes al interior del HCHM es de 555 unidades, razón por la cual se puede proyectar un gran ahorro por concepto de este consumo en la facturación mensual de la empresa ESSBIO.

Con el objeto de ahorrar agua potable, algunos establecimientos utilizan como sistema de ahorro el cierre parcial de las llaves de paso de los artefactos sanitarios. Estas llaves resultan útiles en caso de reparaciones, pero producen malestar en los usuarios, si se utilizan para moderar el paso del agua, ya que las tuberías producen vibraciones auditivas que molestan bastante, sobre todo, a la hora de conciliar el sueño. Las vibraciones suelen ser de tipo "golpeteo", que repercute en las paredes, las que actúan como amplificador del sonido producido por las tuberías, transmitiéndolo a otras salas de pacientes.

El uso de Restrictores de flujo no produce molestias, ya que son fabricados con materiales de última tecnología y difusores especiales para la reducción de caudal, evitando ruidos molestos originados por el choque de agua a alta presión.

Las llaves de paso como elemento de reducción producen un flujo restringido del caudal de agua a nivel visual, que deja en el usuario una mala imagen del servicio ofrecido por el establecimiento.

Un economizador no solo reduce el paso de agua, sino que, además, distribuye armónicamente la salida en un chorro amplio y burbujeante, mediante la incorporación de aire.

¿Cómo se instalan los Restrictores de flujo de agua?

No necesita instalación profesional, cambio de llaves, ni nuevos cabezales de ducha.

En lavamanos: Se colocan simplemente roscando con la mano los Restrictores de flujo de agua, a cambio de los filtros de agua o atomizadores que vienen incorporados en las llaves. Se puede completar el ajuste con una llave inglesa.

En duchas: Se intercala el restrictor de flujo de agua entre la salida de agua de la llave de ducha (o ducha/bañera) y el flexible de ducha, roscando a mano. Se puede completar el ajuste con una llave inglesa o con una pinza o alicate tipo pico-loro.

Como se puede apreciar, la instalación es muy rápida, ya que en menos de 5 minutos queda el restrictor de flujo de agua instalado y listo para empezar a ahorrar.



ILUSTRACIÓN 14: RESTRICTORES DE FLUJO DE AGUA PARA DUCHAS Y GRIFERÍA

Restrictores de flujo de agua para lavamanos:

Los dispositivos ahorradores incluyen mallas anti cal, son cromados, con rosca estándar, externa o interna. Entregan un chorro espumoso, suave al tacto y abundante manteniendo el caudal dentro de los parámetros ecológicos de ahorro. Son silenciosos ya que, por su elaborado diseño, no producen ruidos en las tuberías, o en la llave.



ILUSTRACIÓN 15: APLICABLE A TODO TIPO DE GRIFERÍA DE LAVAMANOS, LAVADEROS Y LAVAPLATOS.

Restrictores de flujo de agua para Ducha:

Existe en el mercado un modelo muy pequeño para adaptar a duchas fijas o ducha teléfono. Pasa desapercibido una vez colocado, es de metal cromado con malla de acero interior para evitar que se tapen los pequeños orificios de salida. Entrega 8 a 9 litros por minuto, contra 15 a 25 litros por minuto de una ducha sin restrictor de flujo, es decir, se obtiene un ahorro cercano al 50%.



ILUSTRACIÓN 16: APLICABLE A TODO TIPO DE GRIFERÍA DE DUCHA.



ILUSTRACIÓN 17: APLICABLE A TODO TIPO DE GRIFERÍA DE DUCHA/BAÑERA.

4.2.1.2 Instalación de aislación térmica en cañerías de calefacción

El HCHM cuenta con una central térmica, compuesta por tres calderas de agua caliente y dos de vapor. En la central térmica se genera el agua caliente que se utiliza en el hospital, abasteciendo el agua para calefacción por radiadores y el agua caliente sanitaria que se requiere para el buen funcionamiento del hospital.

Para conducir el agua caliente a cada punto donde se necesite, existen cañerías que sirven de canal de distribución hacia las distintas dependencias de los edificios ubicados en el establecimiento hospitalario, pero estas cañerías no están aisladas en un 100%, existe un gran porcentaje que no tiene aislación, lo que produce que en tiempo de invierno, cuando baja la temperatura en la ciudad de Chillán, (incluso bajo 0°), se pierda mucha temperatura en los tramos de cañería que se encuentran a la intemperie, lo que a su vez, genera que las calderas deban exigirse aún más (para llegar a una temperatura adecuada), lo que produce un aumento de consumo de gas natural (suministro básico utilizado para el funcionamiento de las calderas). Para evitar esta pérdida de temperatura y por consiguiente el aumento en el gasto de este combustible, es que se propone recubrir las cañerías con un sistema de aislación que mantenga la temperatura del agua caliente, aún en periodos de bajas temperaturas.

4.2.2. Análisis de Viabilidad de otras opciones de Eficiencia Energética

4.2.2.1 Análisis de Viabilidad de Restrictores de Flujo de Agua

- **Viabilidad Técnica de la implementación de Restrictores de Flujo**

Para la instalación de Restrictores de flujo se tomó como referencia la experiencia del Hospital Víctor Ríos Ruiz de la ciudad de Los Ángeles, donde se instalaron estos dispositivos en llaves de lavamanos y lavaplatos, lo que sirve como referencia al no existir inconveniente técnico en esta materia.

- **Viabilidad Legal de la implementación de Restrictores de Flujo**

Con respecto a la instalación de Restrictores de flujo, estos elementos se encuentran en el comercio, por lo tanto, es factible su utilización y/o implementación sin solicitar autorización previa a algún organismo de la nación.

- **Viabilidad de Gestión de la implementación de Restrictores de Flujo**

Para poder gestionar estos proyectos debemos comenzar por analizar las vías legales de adquisición de productos o servicios que contempla la Ley de compras. En este caso, el primer paso es agotar la búsqueda de productos y/o elementos requeridos para la implementación de estos proyectos en convenio marco.

También se puede analizar la alternativa de incluir productos como Restrictores de flujo de agua en los convenios de ferretería normal y/o industrial vigentes.

- **Viabilidad Ambiental de la implementación de Restrictores de Flujo**

La implementación de Restrictores de flujo de agua sigue los lineamientos ambientales fomentados por la SEREMI de Energía, ya que este tipo de proyectos ha sido implementado por la AChEE en otros

hospitales, generando un ahorro sustancial de agua, cuidando este vital recurso para el planeta.

- **Viabilidad Económica de la implementación de Restrictores de Flujo**

La implementación de Restrictores de flujo no requiere una inversión elevada, por el contrario, es factible acceder a este insumo, puesto que tiene un bajo costo y un importante beneficio en el ahorro de agua y facturación asociada.

4.2.2.2 Análisis de Viabilidad de aislación térmica en cañerías de calefacción

- **Viabilidad Técnica de implementación de aislación térmica en cañerías de calefacción**

Con respecto a la aislación de cañerías, se tomó contacto con la empresa IVZ, especialista en este tipo de trabajos, quienes en conjunto con personal de mantención del hospital realizaron una revisión en terreno y cuantificaron los metros lineales de cañerías sin revestimiento. En la revisión se determinó que la factibilidad técnica de aislar estas cañerías es 100% viable.

- **Viabilidad Legal de la implementación de aislación térmica en cañerías de calefacción**

Con respecto a la instalación de aislación de cañerías, estos elementos se encuentran en el comercio, por lo tanto, es factible su utilización y/o implementación sin solicitar autorización previa a algún organismo de la nación.

- **Viabilidad de Gestión de la implementación de aislación térmica en cañerías de calefacción**

En el caso de la implementación de aislación de cañerías, se debe trabajar en la preparación de bases técnicas y administrativas para una licitación pública, con el objetivo de poder realizar el proceso legal. Se deberá contemplar una visita a terreno obligatoria y el cumplimiento de todas las normativas legales correspondientes.

- **Viabilidad Ambiental de la implementación de aislación térmica en cañerías de calefacción**

La implementación de aislación de cañerías busca evitar la pérdida de calor y conseguir ahorro energético. Al momento de ahorrar gas estamos reduciendo la contaminación ambiental y la huella de carbono, lo que es favorable para nuestro medio ambiente.

- **Viabilidad Económica de la implementación de aislación térmica en cañerías de calefacción**

El HCHM es un establecimiento auto gestionado y como tal, tiene autonomía en la toma de decisiones frente a un proyecto. En este caso, se propone incluir esta mejora en el plan de obras del año 2019, ya que el costo de implementación es accesible utilizando recursos propios.

4.2.3. Alternativas de otras opciones de eficiencia energética seleccionadas

- ✓ Restrictores de Flujo
- ✓ Implementación de aislación de cañerías

4.3. Evaluación del Proyecto

En esta etapa se desarrollará la evaluación del proyecto, identificando las alternativas de ahorro energético seleccionadas en él, cuantificando los beneficios y costos que generarían cada una de ellas.

Como hemos mencionado anteriormente el objetivo principal de la investigación es evaluar distintas propuestas de eficiencia energética relacionadas a nuevas tecnologías, las cuales podrían ser aplicadas dentro de las instalaciones del HCHM, con el fin de contribuir a la disminución del consumo de energía eléctrica, agua potable y gas natural y por consiguiente la generación de ahorro en los costos de estos consumos básicos.

A continuación, se presenta la evaluación económica del proyecto, el que busca establecer la conveniencia técnico - económica, por intermedio de un análisis de costo beneficio del proyecto.

4.3.1. Estimación de Beneficios y Costos

El enfoque costo beneficio, busca determinar si los beneficios que se obtienen son mayores a los costos involucrados. Por lo anterior es necesario identificar, medir y cuantificar los costos y beneficios del proyecto.

Alternativa N°1: Instalación Planta Solar Fotovoltaica sector lado Norte del Edificio Antiguo del Hospital (600 m² aproximadamente).

Se propone la instalación de una planta solar fotovoltaica On Grid trifásica de 100 kw de potencia instalada, con el fin de abastecer de energía eléctrica a este sector del edificio. Esta planta funcionaría durante las horas de luz solar y en el caso que se interrumpa la energía

eléctrica desde la red, este sistema solar dejará de funcionar hasta que el suministro se reponga. Lo anterior está establecido por normativa eléctrica de la SEC.

Una de las grandes ventajas de estos sistemas es que son expandibles en el tiempo.

- Cuantificación del beneficio: \$13.445.940.
- Cuantificación del Costo de Implementación: \$109.239.525 pesos¹.

TABLA 8. ALTERNATIVA N°1

Alternativa	Ahorro de consumo en kw/año	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Paneles FV	144.580	\$ 109.239.525	\$13.445.940

Fuente: Elaboración propia

Alternativa N°2: Cambio de Kit Fotovoltaico Foco LED Solar de 50 w para la iluminación perimetral del Hospital Modular y Torre Quirúrgica.

Se propone la instalación de veinte Kit LED Solar de 50 w, con el fin de abastecer iluminación perimetral en distintos sectores del recinto hospitalario. Estos equipos tienen una autonomía de 3 días, con 12 horas continuas de uso para épocas de baja radiación. Las baterías de ciclo profundo tienen una carga de hasta 36 horas con lo cual entrega la seguridad que se podrá iluminar en el caso que existan varios días nublados. El foco LED genera 4.000 lúmenes brindando gran

¹ Presupuesto levantado por la empresa Antu Power, Energía Solar y Eficiencia Energética

luminosidad, generando un encendido y apagado automático ya que incluye un fotosensor.

- Cuantificación del Beneficio: \$1.464.750.
- Cuantificación del Costo de implementación: \$25.917.486².

TABLA 9. ALTERNATIVA N°2

Alternativa	Ahorro de consumo en kw/año	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Cambio Kit FV	15.750	\$25.917.486	\$1.464.750

Fuente: Elaboración propia

Alternativa N°3: Cambio de iluminación de tubos fluorescentes y ampollitas tradicionales por tecnología LED en todas las dependencias del Hospital. Se propone realizar el cambio de todos los tubos fluorescentes y ampollitas existentes dentro del establecimiento hospitalario.

² Presupuesto levantado por la empresa Antu Power, Energía Solar y Eficiencia Energética

TABLA 10. TUBOS FLUORESCENTES CONTABILIZADOS EN EL HOSPITAL

Detalle de Equipos de Iluminación	N° de Equipos de Iluminación
Equipo de iluminación 2x26	1.148
Tubos fluorescentes 60cm 25w (Considerando partidor o Ballat)	676
Tubos fluorescentes 120 cm 45w (Considerando partidor o Ballat)	4.374
Ampolletas E-27	169
Ampolletas tipo dicroico Gu-10	103
Total	6.470

Fuente: Elaboración propia

- Cuantificación del Beneficio: Si se compara el consumo energético con las actuales luminarias con el consumo de luminarias de tecnología LED se tiene como resultado que el ahorro anual es de \$84.408.504. Esto quiere decir que si se realizara el cambio de luminarias por tecnología LED se recuperaría la inversión en un plazo de 4 meses aproximadamente.
- Cuantificación del Costo de implementación: \$ 26.052.706³

³ Presupuesto levantado por la empresa RANDOM, eficiencia e innovación

TABLA 11. ALTERNATIVA N°3

Alternativa	Ahorro de consumo en kw/año	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Cambio de Iluminación LED	907.620	\$26.052.706	\$84.408.504

Fuente: Elaboración propia

Alternativa N°4: Instalación de Restrictores de flujo de agua en las llaves de lavamanos y duchas de los baños de pacientes del Hospital.

Estos dispositivos reducen aproximadamente un 50% del consumo de agua. En el caso del agua caliente sanitaria, involucra además un ahorro en el consumo de gas natural.

TABLA 12. ARTEFACTOS SANITARIOS CONTABILIZADOS EN EL HOSPITAL

Tipo de artefactos	Cantidad de artefactos
Lavamanos	384
Duchas	171
Total	555

Fuente: Elaboración propia

- Cuantificación del Beneficio: Al utilizar Restrictores de flujo de agua en los artefactos mencionados anteriormente se tendría un ahorro de 6.804 m³ anuales, lo que implica un ahorro anual de \$8.695.512.
- Cuantificación del Costo de implementación: El valor de cada restrictor de flujo de agua es de 3 dólares aproximadamente (Valor del dólar observado al día 29 de diciembre del año 2017). Si se considera la instalación en 555 artefactos, se tiene un costo de \$1.024.530

TABLA 13. ALTERNATIVA N°4

Alternativa	Ahorro de consumo en m³	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Restrictores de flujo	6.804	\$1.024.530	\$ 8.695.512

Fuente: Elaboración propia

Alternativa N°5: Aislación Térmica en cañerías de calefacción.

Se realizó un levantamiento de los metros lineales de cañerías de calefacción sin recubrimiento, para luego cotizar con una empresa del rubro el costo de instalar aislación térmica en dichas cañerías con la finalidad de disminuir el consumo de combustible (gas natural). El principal ahorro se tendría en las estaciones de otoño e invierno, cuando baja considerablemente la temperatura ambiente, llegando incluso a varios grados bajo cero. En estas condiciones, se tiene una gran pérdida de energía. Esto significa que, si se requiere llegar a un determinado punto de consumo con cierta temperatura, las calderas deben exigirse más, por la pérdida de calor durante el trayecto, lo que conlleva un aumento en el consumo y en el gasto de gas natural

En este levantamiento se visualizan varios diámetros de cañerías, pero para todas se utilizará el tipo de aislación pre moldeada, que se refiere a cilindros de lana mineral formados en moldes que les dan uniformidad, tanto en su densidad como en sus dimensiones físicas.

TABLA 14. COTIZACIÓN DE CAÑERÍAS

Detalle por diámetro de cañerías			
Cañería	Metros	Curvas	Tees
1/2" x 25	262	100	2 3
3/4" x 25	209	48	
1" x 25	123	27	2
1 1/4" x 25	44	10	
1 1/2" x 25	347	32	4
2" x 25	92	14	
4" x 25	11	10	
Total	1088	241	2 9

Fuente: Elaboración propia

- Cuantificación del Beneficio: \$5.602.855
- Cuantificación del Costo de implementación: \$ 27.682.494⁴

TABLA 15. ALTERNATIVA N°5

Alternativa	Ahorro de consumo en m³ gas /año	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Aislación térmica de cañerías	7.421	\$27.682.494	\$5.602.855

Fuente: Elaboración propia

⁴ Presupuesto levantado por la empresa de aislación térmica D. Iván Villegas Zamorano

TABLA 16. RESUMEN AHORRO ENERGÍA

Alternativas	Ahorro de consumo anual	Costo de Inversión	Ahorro anual en \$
Paneles FV	144.580 Kw	\$109.239.525	\$13.445.940
Cambio Kit FV	15.750 Kw	\$ 25.917.486	\$ 1.464.750
Cambio de Iluminación LED	907.620 Kw	\$ 26.052.706	\$84.408.504
Restrictores de Flujo	6.804 m ³	\$1.024.530	\$8.695.512
Aislación Térmica de Cañerías	7.421 m ³	\$ 27.682.494	\$ 5.602.855

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Flujo de Beneficios Netos

Una vez calculados los beneficios y costos del proyecto, se calculará el flujo de beneficios netos, dentro de un horizonte de tiempo establecido para la evaluación social de esta iniciativa.

Se consideró pertinente un horizonte de evaluación de 10 años, sustentado en la lógica que el edificio hospitalario continuará su funcionamiento al menos dentro de este período, independiente del uso que se le determine. Por otra parte, la vida útil de los activos fijos a considerar es de 30 años para el caso de los paneles fotovoltaicos y postes con foco LED. Lo que asegura su continuidad técnica en dicho período. Finalmente, es difícil que la variación de los costos de los suministros de energía eléctrica y agua potable se vea enfrentados a un comportamiento tan cambiante en este horizonte de tiempo, dado que, según los registros históricos del HCHM, en los últimos cinco años (2012 al 2016), ha aumentado su precio en 36% y 19%, respectivamente. Para el caso del gas natural el escenario es aún más favorable debido a que en el mismo período ha experimentado una disminución en su precio en un 18%.

No obstante lo anterior, es importante mencionar que existen algunas limitaciones relevantes al proyectar los flujos, como, por ejemplo:

- Cantidad de camas y funcionarios que utilicen el recinto hospitalario en el periodo de evaluación, lo que tiene directa relación con el consumo de energía eléctrica, agua potable y gas natural que se utilice en el centro de salud.
- Cantidad de equipos e instalaciones existentes en el edificio durante el período de evaluación, dado que tendrá una directa relación con el consumo de servicios básicos y sus costos asociados.

Se deja establecido además que no es posible determinar actualmente el consumo específico (kw y m³) de estos suministros básicos por servicios, dado que, para el caso de la energía eléctrica, existen cuatro empalmes asociados a cuatro facturaciones, para el caso del agua potable existen seis medidores asociados a seis facturas y finalmente para el caso del gas existe un remarcador asociado a una facturación, el cual menciona los m³ totales de consumo en todo el edificio.

4.3.3 Valor residual de los Activos

Dado que el horizonte de tiempo de la evaluación del proyecto es menor a la vida útil de los equipos que se propone incorporar (paneles fotovoltaicos y postes con foco LED), es que se debe considerar el valor residual de estos equipos. Este hace referencia al valor que podría obtener la institución con la disposición de los activos al final del periodo de evaluación, los cuales naturalmente no tendrán el mismo precio que en el momento de ser adquiridos, principalmente por su desgaste y obsolescencia, producto del avance tecnológico en este último caso.

TABLA 17. EQUIPOS CON SU VALOR RESIDUAL EN 10 AÑOS

Equipos	Valor residual del activo al año 10
Paneles Solares Fotovoltaico	\$36.413.175
Kit Fotovoltaico	\$8.639.162

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Tasa de descuento a utilizar en el proyecto

- Evaluación Social del proyecto: 6%

Esto está determinado por el Ministerio de Desarrollo Social en las metodologías existentes en el Servicio Nacional de Inversión. Objetivo de la evaluación: comparar los costos y beneficios de un proyecto, para determinar la conveniencia de su ejecución.

4.3.5 Indicadores de Rentabilidad

En el presente estudio se considerarán los indicadores de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

VAN: Este indicador calcula el valor presente de un determinado grupo de flujos de cajas. Este método además descuenta una determinada tasa de costo de capital igual para todo el período comprendido. Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero.

$$\text{VAN: } VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

ILUSTRACIÓN 18. FÓRMULA PARA OBTENER EL VALOR ACTUAL NETO

TIR: El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero.

$$\underline{\text{TIR:}} \quad 0 = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

ILUSTRACIÓN 19. FÓRMULA PARA OBTENER LA TASA INTERNA DE RETORNO

TABLA 18. RESUMEN VAN Y TIR

Tabla Resumen		
Alternativas	VAN	TIR
Paneles Solares	\$ 8.019.377	7,30%
Cambio Kit FV	-\$ 10.312.736	-1,47%
Cambio de iluminación LED	\$ 595.201.231	324%
Restrictores de Flujo	\$ 62.975.195	849%
Aislación térmica en cañerías de calefacción	\$ 13.555.007	15%

Fuente: Elaboración propia. Para el cálculo del costo de mantención para la alternativa de los paneles solares, se consideró el valor UF al día 31/12/2017.

De acuerdo a los resultados observados en la tabla anterior, podemos concluir que cuatro de las cinco alternativas evaluadas poseen VAN positivo, es decir, que son económicamente viables. La TIR de estas iniciativas también es positiva, obteniendo un porcentaje mayor a la tasa de descuento.

En definitiva, las alternativas más beneficiosas del presente estudio, corresponden al cambio de iluminación LED y la instalación de Restrictores de flujo de agua, las que generan la mayor rentabilidad de

todas las alternativas evaluadas, proyectando un valor actual neto de \$595.201.213 y de \$62.975.195, respectivamente; y una tasa interna de retorno de un 324% y 849% en el mismo orden.

4.3.6 Análisis de Sensibilidad

En todo análisis de sensibilidad es importante crear distintos escenarios con el fin de tener una mejor perspectiva del proyecto en diferentes situaciones. En este análisis se contemplan las siguientes condiciones:

- Optimista: en esta situación, las variables toman valores que sobrepasan las expectativas del proyecto.
- Esperado: es el escenario más probable en el que las variables toman valores normales de operación teniendo en cuenta los resultados obtenidos por estudios de factibilidad o históricos.
- Pesimista: es en el que se toman en cuenta valores que son desfavorables para la institución o el proyecto, pero que pueden suceder y deben contemplarse.

Al hacer cualquier análisis económico proyectado a futuro, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas que se estudian y es precisamente esa falta de certeza lo que hace que la toma de decisiones sea bastante difícil.

Con el objeto de facilitar la toma de decisiones dentro de la empresa, es que se realiza este ejercicio, el que indicará las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y cuáles son las que tienen poca incidencia en el resultado final. Para este análisis consideraremos las alternativas de 20% menos de ahorro, 20% más en el monto de la inversión y 20% más en los costos de mantención.

Para la estimación del costo de la alternativa de paneles solares, se consideró el valor UF al día 31/12/2017.

TABLA 19. 20% MENOS EN EL CÁLCULO DEL AHORRO

Tabla 20% menos en el cálculo del ahorro		
Alternativas	VAN	TIR
Paneles Solares	-\$ 11.773.280	4,05%
Cambio Kit FV	-\$ 12.468.873	-3,14%
Cambio de iluminación LED	\$ 470.950.444	259%
Restrictores de Flujo	\$ 50.175.250	679%
Aislación térmica en cañerías de calefacción	\$ 5.307.506	10%

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 20. 20% MÁS DE LA INVERSIÓN

Tabla 20% más de la inversión		
Alternativas	VAN	TIR
Paneles Solares	-\$ 13.828.528	4,04%
Cambio Kit FV	-\$ 15.496.233	-3,86%
Cambio de iluminación LED	\$ 589.990.690	270%
Restrictores de Flujo	\$ 62.770.289	707%
Aislación térmica en cañerías de calefacción	\$ 8.018.508	11%

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 21. 20% MÁS EN EL COSTO DE MANTENCIÓN

Tabla 20% más en los costos de mantención		
Alternativas	VAN	TIR
Paneles Solares	\$ 7.611.915	7,24%
Cambio Kit FV	-\$ 10.312.736	-1,47%
Cambio de iluminación LED	\$ 595.201.231	324%
Restrictores de Flujo	\$ 62.975.195	849%
Aislación térmica en cañerías de calefacción	\$ 13.555.007	15%

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 22. RESUMEN DE ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Tabla Resumen de Análisis de Sensibilidad						
Alternativas	20% menos de ahorro		20% más de inversión		20% más costo de mantención	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Paneles Solares	-\$ 11.773.280	4,05%	-\$ 13.828.528	4,04%	\$ 7.611.915	7,24%
Cambio Kit FV	-\$ 12.468.873	-3,14%	-\$ 15.496.233	-3,86%	-\$ 10.312.736	-1,47%
Cambio de iluminación LED	\$ 470.950.444	259%	\$ 589.990.690	270%	\$ 595.201.231	324%
Restrictores de Flujo	\$ 50.175.250	679%	\$ 62.770.289	707%	\$ 62.975.195	849%
Aislación térmica en cañerías de calefacción	\$ 5.307.506	10%	\$ 8.018.508	11%	\$ 13.555.007	15%

Fuente: Elaboración propia. VALOR UF al 31/12/2017.

De acuerdo a los resultados observados en la tabla anterior, podemos mencionar que solo tres de las cinco alternativas evaluadas, obtienen un VAN positivo en todos sus escenarios, es decir que son económicamente viables. La TIR de dichas alternativas también es positiva.

En definitiva, las alternativas rentables en el presente análisis de sensibilidad, corresponden al cambio de iluminación LED, la instalación de Restrictores de flujo de agua y la aislación térmica en cañerías de calefacción, las que generan la mayor rentabilidad de todas las alternativas evaluadas, proyectando un VAN y TIR positivos en todos sus escenarios.

Por otra parte, y a diferencia del análisis financiero proyectado en la tabla resumen del VAN y TIR del proyecto original (**TABLA N°18**), la alternativa de los paneles solares es viable, solo en el escenario de tener un 20% más de costos de mantención, dado que arroja ambos indicadores positivos.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

5. Conclusiones de la evaluación financiera

Teniendo en cuenta la evaluación financiera del capítulo anterior, se pudo concluir que los resultados de las alternativas en estudio se pueden ordenar de la siguiente manera:

5.1. Resultados de mayor a menor rentabilidad:

5.1.1. Cambio de iluminación tradicional por tecnología LED:

Este cambio tecnológico, que tiene una inversión estimada de \$26.052.706; arroja un ahorro anual de \$84.408.504 aproximadamente, lo que equivale a un período de recuperación de la inversión en 4 meses.

En relación a la evaluación del flujo financiero proyectado en un período de 10 años el VAN es positivo, obteniendo un monto de \$595.201.231 y la TIR de un 324%, lo que hace que el proyecto sea muy rentable en un corto plazo.

5.1.2. Instalación de Restrictores de flujo de agua en salas de pacientes:

La incorporación de este dispositivo en los artefactos sanitarios (lavamanos y duchas) del hospital tiene una inversión estimada de \$1.024.530; arrojando un ahorro anual de \$8.695.512 aproximadamente; lo que equivale a un período de recuperación de la inversión en 2 meses.

En relación con la evaluación del flujo financiero proyectado en un período de 10 años el VAN es positivo, obteniendo un monto de

\$62.975.195 y la TIR de un 849%, lo que hace que el proyecto sea rentable en un corto plazo.

5.1.3. Aislación térmica en cañerías de calefacción:

La incorporación de revestimiento a las redes de agua caliente de calefacción del hospital tiene un costo estimado de \$27.682.494; que significa un ahorro anual de \$5.602.855 aproximadamente; lo que equivale a un período de recuperación de la inversión en 5 años.

En relación con la evaluación del flujo financiero proyectado en un período de 10 años el VAN es positivo, obteniendo un monto de \$13.555.007 y la TIR de un 15%. Lo que hace que el proyecto sea rentable en un tiempo de mediano a largo plazo.

5.1.4. Instalación Planta Solar Fotovoltaica sector lado Norte del Edificio Antiguo del Hospital:

El llevar a cabo este proyecto tiene una inversión estimada en \$109.239.525; arrojando un ahorro anual de \$13.455.940 aproximadamente; lo que equivale a un periodo de recuperación de la inversión en 9 años.

En relación con la evaluación del flujo financiero proyectado en un período de 10 años el VAN es positivo, obteniendo un monto de \$8.019.377 y la TIR de un 7,30%. Lo que hace que el proyecto sea rentable en un largo plazo.

5.1.5. Cambio de Kit Fotovoltaico Foco LED Solar de 50 w para la iluminación perimetral del Hospital Modular y Torre Quirúrgica:

El llevar a cabo este proyecto tiene una inversión estimada en \$25.917.486; que significa un ahorro anual de \$1.464.750 aproximadamente; lo que equivale a un período de recuperación de la inversión de 18 años.

En relación con la evaluación del flujo financiero proyectado en un período de 10 años el VAN es negativo, obteniendo un monto de -\$10.312.736 y la TIR de un -1,47%, lo que hace que el proyecto no sea rentable en este período de evaluación.

Además de la última alternativa mencionada, se agregan dos escenarios desfavorables al momento de realizar el análisis de sensibilidad, éstas son:

Instalación Planta Solar Fotovoltaica sector lado Norte del Edificio Antiguo del Hospital

Con un 20% menos en el cálculo del ahorro

Con un 20% más de la inversión

Se visualiza que en ambos casos el VAN es negativo, es decir, que el proyecto es muy sensible ante cualquier eventualidad, no siendo rentable. Esto se produce porque el costo de inversión es muy alto, y el retorno de ésta, es a largo plazo.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Implementación en dos etapas

Las razones para la priorización de estas alternativas de ahorro energético surgen a raíz de la evaluación financiera del proyecto, con sus respectivos indicadores de rentabilidad y del análisis de viabilidad realizado en el presente estudio, en el que se evaluaron aspectos técnicos, legales, de gestión, ambientales y económicos.

Se concluye que sería beneficioso para el HCHM separar el proyecto a ejecutar en dos etapas, las que se plantean a continuación:

5.2.1.1. Primera etapa:

Cambio de iluminación tradicional por tecnología LED:

En relación a esta propuesta, predomina claramente el aspecto económico, lo cual se pudo evidenciar en el estudio financiero del proyecto.

El monto de este cambio de tecnología implica un presupuesto referencial de \$26.052.706; monto accesible en relación con el beneficio proyectado, con un período de recuperación de la inversión en 4 meses.

Agregar además que este cambio tecnológico pudiera ser ejecutado de forma íntegra o de forma parcializada; esto último dependiendo de las vías de adquisición de estos insumos.

La primera vía sería mediante un proceso de licitación pública, la que se ajusta a una licitación tipo LE, donde su rango es de 100 a 1.000 UTM.

La segunda vía de adquisición es mediante el convenio de ferretería eléctrica existente en el área de Mantenición del Hospital, adquisición que puede ser fraccionada.

Otro punto a considerar es que para la instalación de estos equipos, se utilizaría mano de obra interna del hospital, por lo que su costo se reduce significativamente al monto originalmente presentado por la empresa RANDOM (que incluía mano de obra para el cambio de los equipos de iluminación), empresa a la que se le solicitó el levantamiento y presupuesto de esta alternativa de ahorro energético.

Instalación de Restrictores de flujo de agua en salas de pacientes:

Con respecto a esta propuesta, también predomina claramente el aspecto económico, lo cual se pudo evidenciar en el estudio financiero del proyecto.

El monto de incorporación de este dispositivo implica un presupuesto referencial de \$1.024.530 pesos; monto bastante accesible en relación con el beneficio proyectado; el que se traduce en un período de recuperación de la inversión en 2 meses.

La vía más recomendable de adquisición es mediante la incorporación de este insumo en el convenio de ferretería normal existente en el área de Mantenición de Edificios y Talleres, adquisición que puede ser fraccionada o íntegra dado el bajo costo asociado.

Otro punto a considerar es que para la instalación de estos Restrictores de flujo, se utilizaría mano de obra interna del hospital.

Aislación térmica en cañerías de calefacción:

El principal atractivo de esta propuesta, además de tener indicadores favorables para su implementación, es que se puede ejecutar de manera parcial.

El monto del recubrimiento de la totalidad de las cañerías de agua caliente de calefacción implica un presupuesto referencial de \$26.052.706; que se traduce en un período de recuperación de la inversión en 5 años.

No obstante, como se menciona anteriormente la implementación de esta propuesta se puede realizar de manera parcializada.

La vía sería mediante un proceso de licitación pública, que se ajusta a una licitación tipo LE, donde su rango es de 100 a 1.000 UTM.

5.2.1.2. Segunda Etapa:

Instalación Planta Solar Fotovoltaica sector lado Norte del Edificio Antiguo del Hospital:

Se define que esta propuesta clasifica en una segunda etapa, dado el elevado monto a considerar en la implementación del proyecto.

El monto de este proyecto implica un presupuesto referencial de \$109.239.525; que se traduce en un periodo de recuperación de la inversión en 9 años. Considerando este resultado versus la vida útil de los paneles fotovoltaicos, que son de 30 años, es que sugerimos su implementación en el horizonte de tiempo que el hospital determine.

5.2.2. Recomendaciones para Implementación

5.2.2.1. Fuentes de Financiamiento

Describiremos algunas alternativas de financiamiento que tienen por finalidad fomentar y financiar proyectos de carácter social en la implementación de eficiencia energética y uso de energías renovables no convencionales.

- **Modelo ESCO**

Las Empresas de Servicios Energéticos o ESCOs (Energy Services Companies) surgieron en países industrializados (Europa y EEUU) hace más de 25 años como una vía para superar las principales barreras para la implementación de proyectos de Eficiencia Energética.

A nivel latinoamericano las ESCOs constituyen un negocio de rápido desarrollo con un potencial de mercado muy atractivo, que se ha realizado en países como México, Uruguay, Brasil y actualmente en Chile.

Las ESCOs (s.f), “son empresas que están orientadas a mejorar la forma en que se utiliza la energía. Una ESCO ofrece implementar soluciones de eficiencia energética en todo el espectro de proyectos, facilitando el acceso al financiamiento para su ejecución. El proyecto se paga con el ahorro generado”.

- **Beneficios para el cliente de una ESCO**

Nuevos negocios. El cliente identifica nuevas oportunidades de negocios dentro de su empresa.

Baja inversión inicial del cliente. La ESCO o el agente financiero aporta los recursos necesarios y la inversión se recupera con los ahorros generados por los proyectos de ahorro de energía.

Garantía de resultados. Los pagos se relacionan directamente con los resultados medidos que se obtienen del proyecto de Eficiencia Energética implementado.

Ahorros energéticos y económicos de largo plazo. Los ahorros se mantienen aún después del período de contratación.

El cliente se enfoca en su negocio, sin tener que preocuparse más que por brindar las condiciones mínimas para el desarrollo del proyecto.

Transfiere riesgos técnicos y financieros a la ESCO, ya que su rentabilidad está directamente asociada al éxito del proyecto.

Optimización de proyectos técnicos, porque la ESCO tiene una visión orientada a la eficiencia.

- **Modelos de Negocios ESCO**

Contratos por Desempeño Energético (CDE)

Contrato por Ahorro compartido: La Esco busca el financiamiento para el proyecto y proporciona las maquinarias y tecnologías al cliente, para posteriormente compartir los ahorros obtenidos de la disminución del consumo energético, en proporción a la inversión realizada.

Contrato por Ahorro garantizado: El cliente consigue el financiamiento, la Esco proporciona las maquinarias, tecnología y contrata servicio de proveedores. Posteriormente la Esco se beneficia de una proporción del ahorro por un periodo de tiempo que se acuerde. Una vez cumplido este período el 100% del ahorro va directamente al cliente.

Contrato por Fast Out: Esco consigue el financiamiento, presta todos los servicios al cliente, y el 100% de los ahorros van al pago del financiamiento y la cuota de Esco.

Contrato por venta de energía o chauffage: Esco consigue el financiamiento, instala los equipos, y vende la energía al cliente con un precio preferencial. Por ejemplo, por medio de la instalación de un sistema termo solar, es posible vender el agua caliente a un precio menor del que demandaría el consumo de gas.

Dadas las características y la situación económica actual en la que se encuentra el HCMC se recomienda y concluye el uso del modelo de financiamiento ESCO Contrato por Fast Out, puesto que es la mejor alternativa para el desarrollo de los proyectos propuestos y evaluados en la presente tesis.

- **Etapas en el desarrollo de un proyecto tipo ESCO**

Para efectos de comprender los flujos de dinero que tienen lugar en un proyecto de estas características, podemos dividir el proceso de un proyecto ESCO en tres grandes etapas:

1. Antes de la realización del proyecto, aún no se han realizado inversiones y, por lo tanto, no se ha aprovechado el potencial de ahorros energéticos y económicos.

2. Duración del contrato (generalmente de 3 a 5 años). Una vez realizado el proyecto, y durante un tiempo menor a la vida útil del mismo, los ahorros son compartidos entre el usuario y la ESCO, para la recuperación de su inversión.

3. Vida útil después del período de contrato. Los equipos son ya propiedad del usuario de energía (contrato de compraventa) y todos los ahorros generados son en beneficio del usuario, quien se responsabiliza de la operación y mantenimiento. Ya no existe relación contractual.

Conclusión

La hipótesis de la presente tesis hace referencia al beneficio económico que traería consigo el desarrollo de un proyecto de innovación tecnológica para el ahorro de energía en el HCHM y su rentabilidad social en base a la inversión realizada. Efectivamente, podemos concluir que existen varias alternativas de ahorro de energía que pudieran ser ejecutadas y traer consigo dicho beneficio.

Durante el transcurso de esta tesis se estudiaron fuentes de energías alternativas, como además, nuevas tecnologías para el ahorro energético, con la finalidad de ser aplicadas en el Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán. Se identificaron los beneficios y costos de cada una de ellas, resultados que fueron presentados en tablas comparativas, llegando a la conclusión que en la mayoría de los casos el ahorro proyectado justifica la inversión.

Los proyectos presentados se pueden ejecutar en forma independiente o en forma paralela, ya que no son excluyentes entre sí.

El financiamiento de estos proyectos en el HCHM se realizaría con fondos públicos, y es por ello, que se deben visualizar previamente todos los escenarios y riesgos asociados a cada alternativa, con la finalidad de poder elegir los mejores proyectos, que aseguren el cuidado y buen uso de los recursos públicos.

Se sugiere a futuro analizar las alternativas desechadas, realizando estudios financieros en un mayor plazo, por ejemplo, a 20 ó 30 años y reevaluar las propuestas, ya que la evaluación económica se realizó sólo en un periodo de 10 años.

Las presentes conclusiones se han realizado bajo los siguientes supuestos:

- ✓ Que la economía del país se mantenga estable.
- ✓ Factibilidad de conseguir insumos a través de mercado público (convenio marco, licitaciones públicas, licitaciones privadas o trato directo).
- ✓ Que la techumbre del edificio antiguo del HCHM soporte el peso de los paneles solares.
- ✓ Que los postes de luz existentes son compatibles con la instalación de los kits de paneles fotovoltaicos e iluminación LED.
- ✓ Que el personal de mantención del hospital cuente con las competencias para la instalación de insumos, tales como luminarias LED, Restrictores de flujo de agua y aislación térmica.

Una vez validada la presente tesis por el comité evaluador, se presentará una copia al equipo directivo del HCHM para dar a conocer las propuestas de ahorro y eficiencia energética estudiadas y que sean factibles de implementar.

El HCHM siempre ha sido un establecimiento pionero y referente para otros hospitales, además el equipo directivo ha sido generoso al compartir su experiencia y los avances con los hospitales de la red, por lo que, sin duda, se podrá compartir este interesante documento.

CAPÍTULO 6 REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SITIOS WEB

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética (17 de diciembre de 2015). Recuperado de: <https://www.acee.cl/tag/agencia-chilena-de-eficiencia-energetica-achee/>
- ANESCO CHILE A.G. (s,f). Recuperado de: <http://www.anescochile.cl/que-es-eficiencia-energetica/>
- ANESCO CHILE A.G. (s,f). Recuperado de: <http://www.anescochile.cl/eficiencia-energetica-en-el-mundo/>
- Cañizares, G. Rivero, M. Dr. Pérez, R. Dr. González, E. (enero-abril 2014). The Energetic Management and his Impact at Villa Clara's Industry, Cuba. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222461852014000100002

- Cisneros, C. (mayo-agosto, 2014) Feasibility of the use of solar cooling of small capacity. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181559012014000200002
- Cruz, J. Cardona, J. Hernández, D. (julio-diciembre 2013). Electronic application for saving electric power using an alternative source of energy. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S190038032013000200017
- Eficiencia energética en Hospitales, (30 de marzo de 2015). Recuperado de: https://visaempresarial.com/cl/noticias/eficiencia-energetica-en-hospitales_915
- Energía Solar (s.f). Recuperado de: <https://solar energia.net/energias-renovables>
- ESCOs (s.f). Recuperado de: <http://www.anesochile.cl/esco/>
- Fuentes de Energía no renovable (s.f). Recuperado de: <http://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/fuentes-de-energia-no-renovables>

- Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales, (2010). Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Hospitales-fenercom-2010.pdf>
- Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético – Hospitales- Dirección General de eficiencia energética Ministerio de Energía y Minas. (mayo 2014). Recuperado de: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con_uibd.nsf/76990F3C96DBCC6F052574F8006F5DD1/\\$FILE/Guia13.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con_uibd.nsf/76990F3C96DBCC6F052574F8006F5DD1/$FILE/Guia13.pdf)
- Hospital Puerto Montt implementará medidas de eficiencia energética (s.f.). Recuperado de: <http://www.hospitalpuertomontt.cl/index.php/hpm/16-prensa/183-hospital-puerto-montt-implementar%C3%A1-medidas-de-eficiencia-energ%C3%A9tica>
- La Energía (s.f). Recuperado de: https://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/i.-la-energia-y-los-recursos-energeticos
- Los hospitales comienzan a utilizar Energía Solar (27 de febrero, 2012). Recuperado de: <http://www.esrenovable.com/2012/02/hospitales-utilizan-energia-solar.html>

- Plantas de Biomasa. (s.f). Recuperado de:
<http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>
- Reporte estadístico comunales (2015). Comuna de Chillán. Recuperado el 02 de julio de 2016 de:
<http://reportescomunales.bcn.cl/2015/index.php/Chill%C3%A1n>
- Rodríguez, J. García, C. García, M. (octubre-diciembre 2016). Environmental management in public hospitals: Environmental management in Colombia. Recuperado de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012000112016000400621&script=sci_arttext&tlng=es
- Superintendencia de Electricidad y Combustible (s.f). Recuperado de
http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5659695&_dad=portal&_schema=PORTAL

ANEXOS

ANEXO A. Ficha de datos aplicada en los hospitales.....	109
ANEXO B. PRESUPUESTOS.....	113
ANEXO C. Diagrama de Procedimiento de conexión	126

ANEXO A. FICHA DE DATOS APLICADA EN LOS HOSPITALES.

FICHA DE DATOS HOSPITAL DE LOS ÁNGELES	
1	Metros cuadrados del hospital: 75.000 m2
2	Número de camas de hospitalización: 524 camas.
3	Cantidad de funcionarios que trabajan en el establecimiento (incluyendo empresas externas): 2.400 funcionarios aproximadamente
4	Año de normalización del nuevo hospital: La última etapa de normalización del complejo asistencial comenzó en el año 2005.
5	Alternativas de eficiencia energética en desarrollo: Están implementados desde la construcción del nuevo hospital el uso de: • Iluminación pública exterior con tecnología Led. Dentro de los nuevos proyectos implementados gracias a la AChEE están: • Calentamiento de ACS en tiempo real. • Instalación de 2 bombas de calor para ACS, 85 KW cada una. • Instalación de 5 calderas de condensación para ACS y ACC, 280 KW cada una. • Economizador para 2 calderas de vapor, se instalan en las chimeneas para precalentar agua de alimentación. • Termorregulación con válvula de 3 vías en 7 pisos mecánicos (1, 2, 3, 4, A, C, CDT). • Iluminación Led: reemplazo de 2044 tubos fluorescentes T8 por

	tubos Led. • Eficiencia Hídrica: Instalación de 716 Restrictores de flujo en lavamanos, lavaplatos y duchas. • Sistemas de control integrado para nuevos equipos de central térmica. • Sistema de control individual para termorregulación en 7 pisos mecánicos.
6	Monto de la inversión: \$550.000.000.
7	Tiempo de implementación de los proyectos: La implementación comenzó a fines del mes de marzo 2017 y se programa que todo el proceso termine a principios del mes de noviembre del presente año
8	Ahorro de cada tipo de energía (eléctrica, agua y gas). Sin respuesta por encontrarse en proceso de implementación y re formulación de eventuales cambios en el proyectos.

FICHA DE DATOS HOSPITAL DE PUERTO MONTT	
1	Metros cuadrados del hospital: 111.394 mts ²
2	Número de camas de hospitalización: 525 camas.
3	Cantidad de funcionarios que trabajan en el establecimiento (incluyendo empresas externas): 2.817. funcionarios contrata
4	Año de normalización del nuevo hospital: La normalización se efectuó entre los años 2008 al 2010. Se construyó entre los años 2010 a 2014. El traslado se realizó en dos etapas: La primera en febrero del año 2014 y la segunda en noviembre del año 2014.
5	Alternativas de eficiencia energética en desarrollo: Existen algunos proyectos de eficiencia energética implementados desde la construcción del nuevo hospital, tales como: • Aguas grises: El agua proveniente de un pozo profundo se utiliza para el funcionamiento de los estanques de WC, ya que no se necesita agua tratada para ello, disminuyendo el consumo de agua potable. • Fachada ventilada: Otro elemento considerado desde la construcción del edificio es la fachada ventilada, que colabora al ahorro en climatización. Dentro de los nuevos proyectos implementados gracias a

	la AChEE están: • Habilitación de Chiller N° 3 en modo calefacción. • Grupo hidráulico para calentamiento en tiempo real de ACS (Agua caliente sanitaria). • Bypass de boiler de lavandería. • Conexión en serie de Chiller, caldera a pellet y calderas a petróleo. • Recambio de luminarias por tecnología Led. • Poner en funcionamiento la Energía Geotérmica, que nos sirve para capturar la energía térmica proveniente de la tierra y utilizar la temperatura del agua de pozo para precalentar el agua antes de ingresar a las calderas.
6	Monto de la inversión: \$ 200.000.000
7	Tiempo de implementación de los proyectos: Comenzó en el mes de septiembre 2017 y finaliza en el mes de noviembre 2017, con un año de garantía.
8	Ahorro de cada tipo de energía (eléctrica, agua y gas): Se dice que puede ser hasta un 15% en el total de consumos básicos.

ANEXO B. PRESUPUESTOS

*Antu Power EIRL, Energía Solar y Eficiencia
Energética. Venta, Asesoría e Ingeniería.*

Rut: 76.263.031-1

Libertad 229, Oficina 201

Chillán.



Presupuesto N° 315

Instalación Planta Solar Fotovoltaica On Grid Trifásica de 100 kw

Fecha: 7 de Noviembre de 2017

Estimada Marcela.

Por la presente me es grato enviar un presupuesto por la instalación de una Planta Solar Fotovoltaica On Grid Trifásica de 100 kw de potencia instalada, con una el fin de abastecer de energía eléctrica y generando un ahorro de hasta un 17 % del consumo anual.

Esta Planta Solar Fotovoltaica de 100 kw, funcionará durante las horas de luz solar. En el caso que se interrumpa la energía eléctrica desde la red, este sistema solar dejará de funcionar hasta que el suministro se reponga. Lo anterior es por normativa eléctrica de la SEC.

Come ntarios:

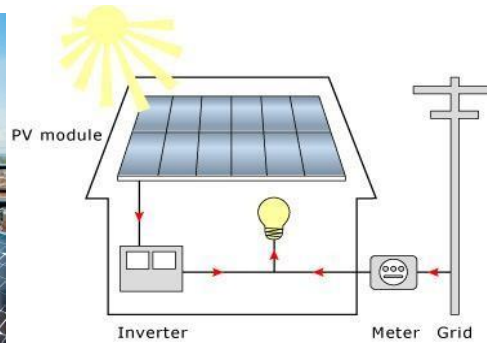
Este sistema Fotovoltaico, inyectará a la red eléctrica los excedentes generados, recibiendo por parte de la empresa distribuidora el pago por los Kw inyectado. Esto se hará efectivo una vez por año.

En nuestra empresa contamos con personal calificado y Certificado por la SEC.

Una de las grandes ventajas de estos sistemas es que son expandibles en el tiempo, para así llegar hasta el máximo de autoconsumo eléctrico posible.

Este presupuesto tiene una Validez de 15 días.

Imágenes de instalación Solar Fotovoltaica On Grid.



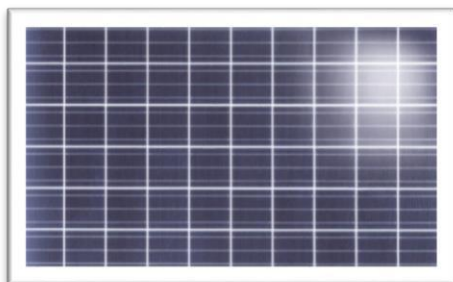
Los servicios que se incluyen dentro del presupuesto son:

- ☐ Dimensionado e instalación y puesta en marcha de una Planta Fotovoltaica Trifásica de 100 Kw. El Plazo de instalación efectivo será de Sesenta (60) días.
- ☐ Tramitación ante la empresa Distribuidora Eléctrica local y Certificación ante la SEC para obtener los permisos de conexión y así acogerse a los beneficios de la Ley 20571.
- ☐ Mantenimiento periódica durante los dos primeros años, sin costo para el usuario. A partir del tercer año el costo anual de mantenimiento será de 10 UF+IVA.
- ☐ Para hacer efectivas las Garantías, estas solo contemplan fallas de los equipos y componentes instalados y el montaje de los mismos. No se hará efectiva la garantía en el caso de que terceros intervengan o manipulen la instalación en parte o en su totalidad. Esto solo lo debe realizar personal calificado o autorizado por Antu Power E.I.R.L. Tampoco corre la garantía en el caso de incendios o catástrofes naturales, del tipo que sea.
- ☐ Se Capacitará al personal que quedará a cargo de la Instalación Solar y entrega de un Manual del Usuario. Esta se realizaría al día siguiente de terminada la Planta Fotovoltaica con una duración de 3 Horas, con contenido teórico-práctico.
- ☐ Se instalarán equipos y componentes certificados por la SEC.
- ☐ Los Inversores Marca FRONIUS modelo SYMO ECO de 25 kw, es de origen Austriaco y está certificado por la SEC. Vida útil de 20 años y garantizado por 5 años. Este inversor cuenta con conexión a Internet para monitoreo de datos en tiempo real.

Imagen Inversor Fronius SYMO ECO de 25 kw, trifásico.



□ Los Paneles Fotovoltaicos, marca JA Solar de 325 W son de origen Chino, con certificación Europea y de la SEC. Vida útil de 30 años y garantizados por 10 años. Imagen Panel JA Solar de 325 W.



☐ La estructura de Montaje Paralela al techo está contruida en aluminio, lo que minimiza las cargas sobre el techo, los pernos y tuercas son de acero inoxidable. El sistema de apriete de los paneles es práctico y simple ya que ni los paneles ni los perfiles donde van montados los son perforados para que no pierdan su características mecánicas de soporte y tracción frente a inclemencias del tiempo. La piezas que darán el angulo de inclinación son de acero anodizado y con pintura electrostática.



- ❓ Los Cables y conectores son marca Bosch-Kyocera y cumplen con la normativa eléctrica chilena.

Imágenes de cable solar



Unidades	Descripción de Equipos a Instalar	Unidades	TOTAL
Planta Fotovoltaica On Grid Trifásica de 100 Kw.			
	Paneles Fotovoltaicos JA Solar Policristalino de 325 W.	308	
	Inversor On Grid Fronius Symo ECO Trifásico de 25 kw .WebServ	4	
	Set de Conectores macho-hembra, Radox MC4.	30	
	Estructura Tri Stand de montaje triangular sobre techo (690 M2).	1	
	Medidor Bidireccional Trifásico, Elster AS 1440	1	
	Cable solar Radox de 6 mm2, negro (en metros)	1500	
	Malla de Tierra de Protección Eléctrica	1	
	Tablero con protecciones Eléctricas para conexión a Tablero gral.	1	
	Materiales eléctricos y accesorios	1	
	INSTALACIÓN Y MONTAJE	6	
	Instalación y puesta en marcha de planta Fotovoltaica		
	CONTROL Y SEGURIDAD	1	
	DISEÑO E INGENIERÍA DE DETALLE	1	
	COMENTARIOS		
	Este es un Sistema On Grid, es decir se mantiene conectado a la red eléctrica, automático y que generará un importante ahorro anual de hasta un 17 % de la Energía utilizada.		
	El ahorro es constante.		
	Este servicio incluye todos los trámites ante la SEC y la Distribuidora Eléctrica. Nuestro personal y equipos a utilizar están certificados por la SEC.		
	SEC. PLAZO DE INSTALACIÓN		
	El plazo de instalación, desde la aprobación de este presupuesto hasta la puesta en marcha de la planta Solar Fotovoltaica será de Sesenta (60) días corridos.		
	GARANTÍAS y VIDA ÚTIL		
	Instalación: 2 años		
	de garantía. Paneles: 10 años de garantía Inversor: 5 años de garantía		
	Resto del equipamiento: 3 años de garantía.		
	BENEFICIOS		
	Hay que considerar el bajo costo de mantención. No se genera impacto ambiental.		
	FORMAS DE PAGO		
	50 % a la firma del contrato y el 50 % restante al término de la instalación		
	Se emitirá una factura por este servicio.		
			\$ 91.797.920
	NETO		
	IVA		\$ 17.441.605
	TOTAL		\$109.239.525

Atte.

Andrés Reyes Dehays, Gerente General
Antu Power EIRL

Antu Power EIRL, Energía Solar y Eficiencia
Energética. Ingeniería y Proyectos
Rut: 76.263.031-1
Libertad 229, oficina 201, Chillán.

Presupuesto N° 320

20 Kits Fotovoltaicos con Foco LED Solar
de 50 W. Fecha: 29 de Noviembre del
2017

Estimada Marcela.

Por la presente me es grato entregar a usted un presupuesto por la venta e instalación de Dieciocho Kits Led Solar de 50 w y 6 mts de altura. Estos equipos tienen una autonomía de 3 días, con 12 horas continuas de uso para épocas de baja radiación como en el mes de Junio. Las baterías de Ciclo Profundo tendrán una carga de hasta 36 horas con lo cual entrega la seguridad que se podrá iluminar en el caso que hayan varios días nublados. El foco LED generará 4000 lúmenes brindando gran luminosidad y se encenderá y apagará automáticamente gracias a un fotosensor incluido.

En términos generales el ahorro energético que significa el cambio de luminarias convencionales por tecnología LED, será de un 100 %, en el costo anual sobre ese concepto.

Se incluye el desmontaje de los postes convencionales existente para adaptarlos a los kits solares.

La Garantía para este producto será de dos años. Esta garantía será efectiva solo por falla del equipo, no por efecto de la acción de la naturaleza, incendios fortuitos o intencionales o por acción de terceros al manipularlos.

**Vigencia de este
presupuesto: 5 días.**

**Imagen de Poste LED solar de 50 W con kit fotovoltaico
instalado.**



Descripción	Unidades	Total
20 Kits Solar, Foco LED de 50 W		
EQUIPOS A INSTALAR		
panel JA Solar Polycristalino, 325 W(1636x990x40)	20	
Porta panel galvanizado para poste solar Panel 270 w 36 celdas	20	
Porta batería para fijar a 4,5 mts de altura en el poste	40	
Regulador de carga, Victron Blue solar PWM (12-24 v/20A)	20	
Batería de ciclo profundo Kaise 100 A/12 v Ah AGM.	40	
Cable solar Radox 4 bk, en mt, 4 mm2 negro, en metros	620	
Conector hembra 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	30	
Conector macho 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	30	
Foco LED Nicchia 50 W BF IP-66, IK 08 CREE, 4000 lúmenes.	20	
Caja de distribución 200x150x85 mm negra Detzel	20	
Victron Orion 24-12/10 A	20	
Estructura de montaje aero tornillo hexagonal M6x16A2, Tri-sta	20	
INSTALACIÓN Y MONTAJE	4	
Instalación y puesta en marcha del Poste Solar Fotovoltaico		
DISEÑO E INGENIERÍA	1	
COMENTARIOS		
Este es un Sistema Off Grid, es decir se mantiene desconectado de la red eléctrica, con baterías, automático y que generará un importante Ahorro por día de un 100 % de la Energía utilizada		
El ahorro es permanente.		
Este equipo tendrá una autonomía de hasta 3 días en invierno, considerando la baja radiación en el mes de Junio.		
La autonomía será de 12 horas continuas de uso		
durante la noche. Se dimensionó de acuerdo a la radiación local.		
PLAZO DE INSTALACIÓN		
El plazo de instalación, para los 20 Postes será de 50 días.		
GARANTÍAS y VIDA ÚTIL		
Paneles Fotovoltaicos: 5 años de garantía y 30 años de vida útil. Regulador de carga: 2 años de garantía y 10 años de vida útil. Instalación: 2 años de garantía.		
Resto del equipamiento: 2 años de garantía.		
BENEFICIOS		
Hay que considerar el bajo costo de mantención. No se genera impacto ambiental.		
FORMAS DE PAGO		
<u>50 % al inicio y el 50 % restante a 30 días documentad</u>		
		Neto \$21.917.400
		IVA \$4.138.086

TOTAL \$ 25.917.486

Atte.

Andrés Reyes Dehays, Gerente General.

Móvil: +56 9 76968363

Email: areyes@antupower.cl

www.antupower.com

Presupuesto N° 314

Kit Fotovoltaico Foco LED Solar
de 50 W. Fecha: 7 de Noviembre
del 2017



Estimada Marcela

Por la presente me es grato entregar a usted un presupuesto por la venta e instalación de Dieciocho Kits Led Solar de 50 w y 6 mts de altura. Estos equipos tienen una autonomía de 3 días, con 12 horas continuas de uso para épocas de baja radiación como en el mes de Junio. Las baterías de Ciclo Profundo tendrán una carga de hasta 36 horas con lo cual entrega la seguridad que se podrá iluminar en el caso que hayan varios días nublados. El foco LED generará 4000 lúmenes brindando gran luminosidad y se encenderá y apagará automáticamente gracias a un fotosensor incluido.

En términos generales el ahorro energético que significa el cambio de luminarias convencionales por tecnología LED, será de un 100 %, en el costo anual sobre ese concepto.

Se incluye el desmontaje de los postes convencionales existente para adaptarlos a los kits solares.

La Garantía para este producto será de dos años. Esta garantía será efectiva solo por falla del equipo, no por efecto de la acción de la naturaleza, incendios fortuitos o intencionales o por acción de terceros al manipularlos.

**Vigencia de este
presupuesto: 5 días.**

**Imagen de Poste LED solar de 50 W con kit fotovoltaico
instalado.**



DESCRIPCIÓN	Unidades	TOTAL
Poste Solar, Foco LED de 50 W		
EQUIPOS A INSTALAR		
Panel JA Solar Polycristalino, 325 W(1636x990x40)	18	
Porta panel galvanizado para poste solar Panel 270 w 36 celdas	18	
Porta batería para fijar a 4,5 mts de altura en el poste	36	
Regulador de carga, Victron Blue solar PWM (12-24 v/20A)	18	
Batería de ciclo profundo Kaise 100 A/12 v Ah AGM.	36	
Cable solar Radox 4 bk, en mt, 4 mm2 negro, en metros	550	
Conector hembra 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	26	
Conector macho 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	26	
Foco LED Nicchia 50 W BF IP-66, IK 08 CREE, 4000 lúmenes.	18	
Caja de distribución 200x150x85 mm negra Detzel	18	
Victron Orion 24-12/10 A	18	
Estructura de montaje aero tornillo hexagonal M6x16A2, Tri-stan	18	
INSTALACIÓN Y MONTAJE	4	
Instalación y puesta en marcha del Poste Solar Fotovoltaico		
DISEÑO E INGENIERÍA	1	
COMENTARIOS		
Este es un Sistema Off Grid, es decir se mantiene desconectado de la red eléctrica, con baterías, automático y que generará un importante Ahorro por día de un 100 % de la Energía utilizada El ahorro es permanente. Este equipo tendrá una autonomía de hasta 3 días en invierno, considerando la baja radiación en el mes de Junio. La autonomía será de 12 horas continuas de uso durante la noche. Se dimensionó de acuerdo a la radiación local. PLAZO DE INSTALACIÓN El plazo de instalación, para los 18 Postes será de 40 días. GARANTÍAS y VIDA ÚTIL Paneles Fotovoltaicos: 5 años de garantía y 30 años de vida útil. Regulador de carga: 2 años de garantía y 10 años de vida útil. Instalación: 2 años de garantía. Resto del equipamiento: 2 años de garantía. BENEFICIOS Hay que considerar el bajo costo de mantención. No se genera impacto ambiental. FORMAS DE PAGO 50 % al inicio y el 50 % restante a 30 días documentado		
	Neto	\$19.601.460
	IVA	\$ 3.724.277
	TOTAL	\$23.325.737

Atte.

Andrés Reyes Dehays, Gerente General.

Presupuesto N° 312

Poste LED Solar de 50 W.

Fecha: 7 de Noviembre del 2017

Estimada Marcela.

Por la presente me es grato entregar a usted un presupuesto por la venta e instalación de Siete Postes Led Solar de 50 w y 6 mts de altura. Estos equipos tienen una autonomía de 3 días, con 12 horas continuas de uso para épocas de baja radiación como en el mes de Junio. Las baterías de Ciclo Profundo tendrán una carga de hasta 36 horas con lo cual entrega la seguridad que se podrá iluminar en el caso que hayan varios días nublados. El foco LED generará 4000 lúmenes brindando gran luminosidad y se encenderá y apagará automáticamente gracias a un fotosensor incluido.

En términos generales el ahorro energético que significa el cambio de luminarias convencionales por tecnología LED, será de un 100 %, en el costo anual sobre ese concepto.

La Garantía para este producto será de dos años. Esta garantía será efectiva solo por falla del equipo, no por efecto de la acción de la naturaleza, incendios fortuitos o intencionales o por acción de terceros al manipularlos.

Vigencia de este presupuesto: 5 días.

Imagen de Poste LED solar de 50 W instalado.



Descripción		
Poste Solar, Foco LED de 50 W		
EQUIPOS A INSTALAR		
Panel JA Solar Polycristalino, 325 W(1636x990x40)	7	
Poste galvanizado de 6 mts., 4 pulg base 30x30 con canastillo	7	
Porta panel galvanizado para poste solar Panel 270 w 36 celdas	7	
Porta batería para fijar a 4,5 mts de altura en el poste	7	
Regulador de carga, Victron Blue solar PWM (12-24 v/20A)	7	
Batería de ciclo profundo Kaise 100 A/12 v Ah AGM.	14	
Cable solar Radox 4 bk, en mt, 4 mm2 negro, en metros	250	
Conector hembra 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	10	
Conector macho 4-6 mm2, Bosch-Kyocera	10	
Foco LED Nicchia 50 W BF IP-66, IK 08 CREE, 4000 lúmenes.	7	
Caja de distribución 200x150x85 mm negra Detzel	7	
Victron Orion 24-12/10 A	7	
Pernos de anclaje 60 cms	28	
Estructura de montaje aero tornillo hexagonal M6x16A2, Tri-stan	7	
Base de hormigón H 25	7	
INSTALACIÓN Y MONTAJE	4	
Instalación y puesta en marcha del Poste Solar Fotovoltaico		
DISEÑO E INGENIERÍA	1	
COMENTARIOS		
Este es un Sistema Off Grid, es decir se mantiene desconectado de la red eléctrica, con baterías, automático y que generará un importante Ahorro por día de un 100 % de la Energía utilizada		
El ahorro es permanente.		
Este equipo tendrá una autonomía de hasta 3 días en invierno, considerando la baja radiación en el mes de Junio.		
La autonomía será de 12 horas continuas de uso durante la noche. Se dimensionó de acuerdo a la radiación local.		
PLAZO DE INSTALACIÓN		
El plazo de instalación, para los 7 Postes será de 25 días.		
GARANTÍAS y VIDA ÚTIL		
Paneles Fotovoltaicos: 5 años de garantía y 30 años de vida útil. Regulador de carga: 2 años de garantía y 10 años de vida útil. Instalación: 2 años de garantía. Resto del equipamiento: 2 años de garantía.		
BENEFICIOS		
Hay que considerar el bajo costo de mantención. No se genera impacto ambiental.		
FORMAS DE PAGO		
<u>50 % al inicio y el 50 % restante a 30 días documentado</u>		
NETO		\$8.574.902
IVA=\$1.629.231		
TOTAL=\$10.204.13		

Proyecto Eficiencia Energética Iluminación



Cliente: Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán	Mail: marcela.zuniga@redsalud.gov.cl	Fecha:
Dirección:	Contacto: Marcela Zuñiga	Teléfono: +56 9 8828 6928

Potencia Instalada Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán				
Ítems	N° Equipo	Detalle de Equipo	Potencia (W)	Total Potencia (W)
1	1148	Equipo de ahorro de energía 2x26	52	59.696
2	676	Tubos fluorescentes 60cm 25w (Considerando partidor o Ballat)	25	16.900
3	4374	Tubos fluorescentes 120 cm 45w (Considerando partidor o Ballat)	45	196.830
4	169	Ampolletas E-27	60	10.140
5	103	Ampolletas tipo dicroico Gu-10	50	5.150
6				-
7				-
	6470	TOTAL (W)		288.716

Ítems	N° Equipo	Detalle de Equipo	Precio Neto Unitario	Precio TOTAL	Potencia (W)	Total Potencia (W)
1	1148	Plafon embutido 18w	\$ 8.990	\$ 10.320.520	18	20.664
2	676	Tubo LED 60 cm 10w	\$ 1.990	\$ 1.345.240	10	6.760
3	4374	Tubo LED 120 cm 18w	\$ 2.190	\$ 9.579.060	18	78.732
4	169	Ampolleta LED E-27 11w Chip LED Samsung	\$ 2.190	\$ 370.110	11	1.859
5	103	Ampolleta tipo dicroico LED Gu-10	\$ 2.700	\$ 278.100	6	618
6				\$ -		0
7				\$ -		0
	6470	TOTAL (W)		\$ 21.893.030		108.633

Calculo Facturación y ahorro								
Iluminación	N° Equipo	Consumos Potencia (w)	Horas x días de consumo	Potencia Diaria	Potencia Mensual	KW Mensual	Costo KW	Costo Mensual
Actual	6470	288.716	12	3.464.592	103.937.760	103.938	\$ 86	\$ 8.938.647
LED	6470	108.633	12	1.303.596	39.107.880	39.108	\$ 86	\$ 3.363.278
						Ahorro Mensual		\$ 5.575.370

% Ahorro Energía
62%

Costo instalación o mano de obra				TOTAL PRESUPUESTO		
Ítems	N° Equipos	Valor Unitario	Total	Total Neto		\$ 36.714.210
1	1148	\$ 2.900	\$ 3.329.200	IVA	19%	\$ 6.975.700
2	5050	\$ 2.190	\$ 11.059.500	Total		\$ 43.689.910
3	169	\$ 1.590	\$ 268.710			
4	103	\$ 1.590	\$ 163.770			
TOTAL Costo Instalación			\$ 14.821.180			

Análisis Inversión Vs. Ahorro			
Costo Equipos	Mano de obra	Total Inversión	Tiempo recuperación (Meses)
\$ 21.893.030	\$ 14.821.180	\$ 36.714.210	7

ANEXO C. DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN

