

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**PROPUESTA DE MEJORA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS
SOCIALES TIPO CONDOMINIO UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA
QUINTA REGIÓN**

Por:

**Valeria Natalie Peña Garrido
Felipe Adolfo Recabarren Vigorena**

Trabajo de Título Para Optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la
Ingeniería y Título de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía: Samuel Varela C.

Septiembre, 2016

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios por no abandonarme nunca; en segundo a mis seres queridos, familia, amigos y conocidos, por tolerar mis cambios de ánimo en este largo proceso, por haberme dado fuerzas para continuar y no darme por vencida, llevándome hasta lo que hoy soy. Por último a mis compañeros y amigos de universidad, que tuvieron la paciencia de enseñarme cuando algún ramo fue difícil y con los que compartí momentos inolvidables.

A todos y cada uno, gracias totales!!!

Valeria Natalie Peña Garrido

En primer lugar quiero agradecer a Dios que estuvo conmigo en este largo desafío dándome la fortaleza y esperanza necesaria, a mi familia, la cual estuvo conmigo desde los inicios de esta gran etapa y sueño que hoy se cumple, entregándome su apoyo incondicional y siendo siempre un pilar fundamental para cumplir todos mis logros, a mi pareja por su constante cariño y apoyo, y por supuesto a mi Mom linda, que sé que estás orgullosa de poder decir ¡ Ese es mi Hijo !.

Felipe Adolfo Recabarren Vigorena

Dedicatorias

Dedico esta tesis a mis padres quienes me dieron la vida, educación, principios y me enseñaron a luchar por mis sueños, a pesar de las adversidades. A mis abuelos, quienes fueron un apoyo incondicional tanto en lo emocional como en lo económico. Y sobre todo a mi hermana quien siempre ha sido mi soporte, ejemplo y me prepara día a día para enfrentar los obstáculos de la vida.

Valeria Natalie Peña Garrido

Todo este esfuerzo se lo dedico a mi hermanita, a mis padres, a mis abuelos, y a mi tata que desde el cielo me entregó su fuerza inigualable para seguir adelante y triunfar. A mi viejo querido, que sin dudar siempre estuvo ahí alentándome y motivándome para cumplir y superar los obstáculos de este proceso, esto es para ti Papá.

Felipe Adolfo Recabarren Vigorena

Indice

GLOSARIO	8
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABLAS	13
RESUMEN	16
1. INTRODUCCIÓN	17
2. DESCRIPCIÓN EMPRESA	18
2.1 MINVU	18
2.2 SERVIU VALPARAÍSO	18
2.2.1 Misión SERVIU.....	19
2.2.2 Visión SERVIU	19
2.2.3 Objetivo General SERVIU.....	19
2.2.4 Objetivos Específicos SERVIU.....	19
2.2.5 Organigramas.....	21
2.2.6 Dotación de Personal.....	22
2.2.7 Departamento de Sustentabilidad o Comisión de Desarrollo Sustentable (CSD).....	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
4.1 CONSUMO ELÉCTRICO.....	26
4.2 CONSUMO DE AGUA	29
4.3 CONSUMO DE GAS	30
5. ESTADO DEL ARTE	35
5.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TECNOLOGÍAS EN ÁMBITO INTERNACIONAL	35
5.1.1 Eficiencia Energética.....	36
5.1.2 Plan de mantenimiento.....	46
5.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TECNOLOGÍAS EN CONTEXTO NACIONAL	46
5.2.1 Uso Eficiente De La Energía En Chile	48
5.2.2 Identificación de Fuentes de Consumo de Energía	49
5.2.3 Calificación Energética de Vivienda	50
5.2.4 Operación y Mantenimiento de tecnologías y uso eficiente de energía.....	51
6. MARCO TEÓRICO	52
6.1 PROCESOS	52
6.1.1 Definiciones.....	52

6.1.2	<i>Identificación de los Procesos</i>	54
6.1.3	<i>Mapa de procesos</i>	54
6.1.4	<i>Levantamiento de procesos</i>	55
6.2	MEJORA DE PROCESO	56
6.3	HERRAMIENTAS.....	56
6.3.1	<i>Diagrama De Flujo</i>	56
6.4	MANTENIMIENTO	57
6.4.1	<i>Definición</i>	57
6.4.2	<i>Historia y evolución del Mantenimiento</i>	58
6.4.3	<i>Definición de una Falla</i>	60
6.4.4	<i>Objetivos del Análisis de Fallos</i>	60
6.4.5	<i>Datos que deben recopilarse al estudiar un Fallo</i>	60
6.4.6	<i>Objetivos del Mantenimiento</i>	61
6.4.7	<i>Tipos de Mantenimiento</i>	62
7.	DESARROLLO DEL ESTUDIO ACTUAL	68
7.1	METODOLOGÍA PROPUESTA.....	68
7.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	68
7.2.1	<i>Vivienda Social Actual</i>	69
7.2.2	<i>¿Cómo se financia la compra de una vivienda?</i>	69
7.2.3	<i>¿Cómo se financia la construcción de una vivienda?</i>	70
7.2.4	<i>Fondo Solidario de Vivienda I:</i>	70
7.2.5	<i>Fondo Solidario de Vivienda II:</i>	70
7.2.6	<i>Establecimiento de un Edificio de Vivienda Social Tipo</i>	70
7.3	CONSUMO ENERGÉTICO Y CONFORT.....	74
7.3.1	<i>Procedimiento</i>	74
7.3.2	<i>Factores Socioeconómicos</i>	75
7.3.3	<i>Características de la vivienda</i>	75
7.3.4	<i>Elementos disponibles en vivienda, número y horas de uso</i>	76
7.3.5	<i>Uso de la energía (por servicio energético)</i>	78
7.3.6	<i>Consumo promedio mensual en la vivienda</i>	79
7.4	RELEVAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL DEPARTAMENTO DE SUSTENTABILIDAD.....	80
7.4.1	<i>Levantamiento del Proceso</i>	80
7.4.2	<i>Vivienda Social como Proceso</i>	84
7.5	ANÁLISIS ENCUESTAS.....	85
7.5.1	<i>Factores Socioeconómicos en la vivienda</i>	86
7.5.2	<i>Artefactos en la vivienda</i>	90
7.5.3	<i>Uso de energía (por servicio energético)</i>	96
7.5.4	<i>Consumo Energético</i>	98
7.5.5	<i>Conclusión Encuestas</i>	102
7.6	REDISEÑO PROCESO ENERGÉTICO ELÉCTRICO	103
8.	PROPUESTA DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	116
8.1	ANTECEDENTES	116
8.2	PROPUESTA DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	118
8.2.1	<i>Cotizaciones tecnologías a utilizar</i>	120

8.2.2 Elección Tecnologías	121
8.2.3 Refrigerador	124
8.2.4 Panel solar fotovoltaico	124
9. PLAN DE MANTENIMIENTO	128
9.1 FACTORES DE EFICIENCIA DE UN PANEL FOTOVOLTAICO.....	128
9.2 CLASIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	129
9.2.1 Instalaciones conectadas a la red eléctrica.....	130
9.2.2 Equipos Necesarios para una Instalación Fotovoltaica ON GRID	131
9.3 MANTENIMIENTO PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO ON GRID.....	132
9.3.1 Plan mantenimiento preventivo	135
9.3.2 Plan mantenimiento correctivo	146
9.4 REQUISITOS LEGALES DEL MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED.....	149
9.4.1 Normativas	150
9.4.2 Condiciones técnicas de la instalación conectada a la red	152
9.4.3 Disposiciones Generales de operación y mantenimiento en panel fotovoltaico ON GRID	160
10. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA.....	161
10.1 ESTUDIO TÉCNICO.....	163
10.1.1 Determinación de la superficie a utilizar por los paneles	163
10.1.2 Equipos a utilizar para la propuesta	165
10.1.3 Mano de Obra necesaria para la propuesta	169
10.2 ESTUDIO ECONÓMICO	169
10.2.1 Inversión	169
10.2.2 Costos Variables	170
10.2.3 Costos Fijos.....	170
10.2.4 Depreciación	172
10.2.5 Tabla depreciación	172
10.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA	172
10.3.1 Parámetros de evaluación.....	172
10.3.2 Escenarios de evaluación	173
10.3.3 Flujos.....	173
11. RESULTADOS OBTENIDOS	181
11.1 BALANCE DE EQUIPOS.....	181
11.1.1 Cantidad de paneles solares.....	181
11.1.2 Características de inversor.....	181
11.2 COSTOS DEL SISTEMA	182
11.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA	182
12. CONCLUSIONES	183
REFERENCIAS	186
ANEXOS	192
ANEXO 1 REDISEÑO	192

ANEXO 2 GESTIÓN DE PROYECTO ENERGÉTICO	195
ANEXO 3 MANUAL DEL USUARIO DE TERMO-SOLAR HEAT PIPE	199
ANEXO 4 CÁLCULO CONSUMOS EQUIPOS	202
ANEXO 5 GENERALIDADES PANEL FOTOVOLTAICO	215
ANEXO 6 POTENCIA Y COSTOS PANEL FOTOVOLTAICO	218

Glosario

Confort: Según la RAE, es el bienestar o comodidad material.

Desarrollo Sustentable: Según Chile Desarrollo Sustentable, es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida.

Eficiencia: Según la RAE, es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir un efecto determinado. En términos energéticos, el efecto determinado se debe realizar con el menor consumo del recurso disponible, con la máxima optimización y al costo más bajo posible.

Eficiencia Energética: Según AChEE, es un conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos, es decir, hacer más con menos.

Mantenimiento Preventivo: Consiste en evitar o mitigar consecuencias de fallas o averías.

Mantenimiento Correctivo: Cuando no se puede predecir o prevenir un fracaso se inicia con una avería y un diagnóstico de ella, para determinar causa de la falla.

Plan de Mantenimiento: Todas las acciones que permiten mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual puede llevar a cabo alguna función requerida.

Sustentabilidad: Según ACEE, es mantener la producción limitando el impacto ambiental generado, de manera de no comprometer el bienestar y subsistencia de las generaciones futuras.

Vivienda Social: Solución habitacional dirigida al grupo socioeconómico más vulnerable.

Lista de Abreviaturas y Siglas

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

SERVIU: Servicio de Vivienda y Urbanismo

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

SEREMI: Secretarías Regionales Ministeriales

FSV: Fondo Solidario de Vivienda

CSD: Comisión de Desarrollo Sustentable

ECS: Estrategia de Construcción Sustentable

ENE: Estrategia Nacional de Energía

EVS: Edificio de Vivienda Social

SST: Sistema Solar Térmico

PIB: Producto Interno Bruto

AIE: Agencia Internacional de Energía

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

TFC: Consumo Final de Energía, sigla en inglés

LFC: Lámparas Fluorescentes Compactas

LED: Emisores de Luz con tecnología de Diodos

RD & D: Investigación Desarrollo y Demostración

CYTED: Ciencia y tecnología para el Desarrollo de Iberoamerica

EFESOS: Eficiencia Energética para la Seguridad y Sostenibilidad Iberoamericana

EE: Eficiencia Energética

PPEE: Programa País de Eficiencia Energética

CEV: Calificación Energética de Viviendas

ACS: Agua Caliente Sanitaria

SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios

ACEE: Asociación Chilena de Eficiencia Energética

PAEE20: Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020

MEPS: Estandares Mínimos de Eficiencia Energética, sigla en inglés

CIEE: Comité Interministerial de Eficiencia Energética

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles

AChEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

FV: Fotovoltaico

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 - ORGANIGRAMA SERVIU-MINVU QUINTA REGIÓN.....	21
FIGURA 2.2 - ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO TÉCNICO - SUSTENTABILIDAD	22
FIGURA 4.1 - CONSUMO DE ENERGÍA SECUNDARIA TOTAL NIVEL PAÍS	26
FIGURA 4.2 - MAPA CONSUMO ELÉCTRICO.....	27
FIGURA 4.3 CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA POR ZONA.....	28
FIGURA 4.4 - CONSUMO FINAL GAS LICUADO 2008-2012, KG POR MIL HABITANTES.....	31
FIGURA 4.5 - CONSUMO FINAL GAS CORRIENTE Y GAS NATURAL 2008-2012, M3 POR MIL HABITANTES	31
FIGURA 4.6 - CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	32
FIGURA 4.7 - DESCRIPCIÓN DE NECESIDADES DE MANTENCIÓN DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS...33	
FIGURA 4.8 - IMAGEN SST	34
FIGURA 5.1 - PROYECCIÓN DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA Y PIB DE PAÍSES OCDE.....	35
FIGURA 5.2 - USO GLOBAL DE LA ENERGÍA EN EDIFICIOS POR SUBSECTOR, 2002 - 12.....	39
FIGURA 5.3 - USO DE ENERGÍA MUNDIAL DEL EDIFICIO ESTIMADO POR EL USO FINAL, 2002 -12	40
FIGURA 5.4 - USO DE ENERGÍA MUNDIAL DEL ESDIFICIO ESTIMADO, SEGÚN TIPO DE CONSTRUCCIÓN	40
FIGURA 5.5 - CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL ESTIMADA PARA LA CALEFACCIÓN DE UN EDIFICIO, EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y LA SUPERFICIE CONSTRUIDA (INDEXADOS 2002), 2002-12	41
FIGURA 5.6 - CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL ESTIMADA PARA EL ESPACIO DE REFRIGERACIÓN DE UN EDIFICIO , 2002-12.....	42
FIGURA 5.7 - CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL ESTIMADA PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA DE UN EDIFICIO, 2002-12.....	42
FIGURA 5.8 - CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL ESTIMADA PARA LA ILUMINACIÓN DE UN EDIFICIO, 2002-12	43
FIGURA 5.9 - CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL ESTIMADA PARA LOS ELECTRODOMÉSTICOS DE UN EDIFICIO , 2002-2012.....	44
FIGURA 5.10 - EN LA CONSTRUCCIÓN USO DE ENERGÍA DE CAMBIO Y USO DE ENERGÍA DE ACCIONES, POR REGIÓN, 2002-12	45
FIGURA 5.11 - CONSUMO PORCENTUAL POR SECTORES DE ENERGÍA SECUNDARIA EN CHILE.	47
FIGURA 5.12 - FUENTES DE CONSUMO DE LA ENERGÍA A NIVEL PAÍS.....	49
FIGURA 5.13 - N° DE VIVIENDAS PRE-CALIFICADAS Y CALIFICADAS POR REGIÓN.....	50
FIGURA 5.14 - N° DE VIVIENDAS CALIFICADAS Y PRE CALIFICADAS POR TIPO	51
FIGURA 6.1 - ESQUEMA PROCESO 1.....	52
FIGURA 6.2 - ESQUEMA PROCESO 2.....	53
FIGURA 6.3 - TIPOS DE PROCESOS	55
FIGURA 6.4 - DIAGRAMA DE FLUJO TIPO.....	57
FIGURA 6.5 - EVOLUCIÓN MANTENIMIENTO	59
FIGURA 7.1 - MODELO DE METODOLOGÍA	68
FIGURA 7.2 - CONDOMINIO SOCIAL JUAN PABLO II	71
FIGURA 7.3 - PLANO EDIFICIO VIVIENDA SOCIAL TIPO 1	72

FIGURA 7.4 - PLANO EDIFICIO VIVIENDA SOCIAL TIPO 1A	73
FIGURA 7.5 - GRÁFICO ORIENTACIÓN PROMEDIO VIVIENDA	75
FIGURA 7.6 - ELEMENTOS DISPONIBLES EN UNA VIVIENDA (%)	76
FIGURA 7.7 - TIPOS DE COMBUSTIBLES	78
FIGURA 7.8 - TIPOS DE COMBUSTIBLES EN ACS	78
FIGURA 7.9 - TIPOS DE COMBUSTIBLES EN COCCIÓN DE ALIMENTOS.....	79
FIGURA 7.10 - MAPA GENERAL DEL PROCESO DEL SERVICIO.....	81
FIGURA 7.11 - MAPA GLOBAL DE PROCESOS DE LA CSD - SERVIU V REGIÓN.....	83
FIGURA 7.12 - MAPA GENERAL DE LA VIVIENDA SOCIAL COMO PROCESO	84
FIGURA 7.13 - GRÁFICO DEL NÚMERO DE OCUPANTES POR SEXO	86
FIGURA 7.14 - GRÁFICO DEL NÚMERO DE HABITANTES QUE DUERMEN EN LA VIVIENDA.....	87
FIGURA 7.15 - GRÁFICO INGRESO MENSUAL DEL HOGAR.....	87
FIGURA 7.16 - GRÁFICO NIVEL DE EDUCACIÓN DEL PROPIETARIO	88
FIGURA 7.17 GRÁFICO PROPIETARIO O INQUILINO	89
FIGURA 7.18 - GRÁFICO HORAS DE PERMANENCIA EN LA VIVIENDA.....	90
FIGURA 7.19 - TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN CALEFACCIÓN	97
FIGURA 7.20 - CONSUMO ELÉCTRICO (KW/H) EN LA VIVIENDA SOCIAL	99
FIGURA 7.21 - CONSUMO ELÉCTRICO (\$) EN LA VIVIENDA SOCIAL	99
FIGURA 7.22 - CONSUMO DE AGUA (M3) EN LA VIVIENDA SOCIAL	101
FIGURA 7.23 - CONSUMO MENSUAL POR INMUEBLE RESIDENCIAL - SECTOR SANITARIO.....	101
FIGURA 7.24 - CONSUMO DE AGUA (\$) EN LA VIVIENDA SOCIAL	102
FIGURA 8.1 - FUNCIONAMIENTO SISTEMA ON GRID.....	120
FIGURA 9.1 - FACTOR DE FORMA (FF).....	129
FIGURA 9.2 - ESQUEMA AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO.....	130
FIGURA 9.3 - PROCESO FOTOVOLTAICO DE LA RADIACIÓN SOLAR CONECTADA A LA RED	131
FIGURA 9.4 - LA SOMBRA DE ARBOLES U OTROS OBJETOS SOBRE EL PANEL FOTOVOLTAICO AFECTA EL FUNCIONAMIENTO DE TODO EL SISTEMA.....	136
FIGURA 9.5 - LIMPIEZA DE PANELES FOTOVOLTAICOS	138
FIGURA 9.6 - TERMOGRAFÍA DE UN PANEL FOTOVOLTAICO	140
FIGURA 9.7 - INVERSORES.....	142
FIGURA 10.1 - DIAGRAMA DEL PANEL SOLAR HiS-M250RG	164
FIGURA 10.2 - PLANO SOBRE PLANTA CUBIERTA DE VIVIENDA SOCIAL TIPO	165
FIGURA 10.3 - DIAGRAMA DE FLUJO CON PROPUESTA DE MEJORA.....	167
FIGURA 10.4 - DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DEL SERVICIO	168

Lista de Tablas

TABLA 2.1 - CARACTERISTICAS SERVIU VALPARAÍSO.....	19
TABLA 4.1 - CONSUMO DE ENERGÍA SECUNDARIA.....	26
TABLA 4.2 - EVOLUCIÓN DEL CONSUMO TOTAL DE AGUA POTABLE POR CADA MIL HABITANTES SEGÚN REGIÓN.....	29
TABLA 4.3 - CONSUMO FINAL DE GAS POR CADA MIL HABITANTES, 2008-2012.....	30
TABLA 7.1 - COMPRA VIVIENDA SOCIAL	69
TABLA 7.2 - CONSTRUCCIÓN VIVIENDA SOCIAL	69
TABLA 7.3 - CARACTERÍSTICAS VIVIENDA SOCIAL.....	71
TABLA 7.4 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EDIFICIO VIVIENDA SOCIAL.....	72
TABLA 7.5 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PROMEDIO	72
TABLA 7.6 - FACTORES SOCIOECONÓMICOS 1	75
TABLA 7.7 - FACTORES SOCIOECONÓMICOS 2	75
TABLA 7.8 - CARACTERÍSTICAS VIVIENDA.....	76
TABLA 7.9 - CANTIDAD PROMEDIO DE ELEMENTOS POR VIVIENDA Y HORAS DE USO.....	77
TABLA 7.10 - DATOS CONSUMOS PROMEDIO MENSUAL 2015	79
TABLA 7.11 - NÚMERO DE OCUPANTES POR SEXO	86
TABLA 7.12 - NÚMERO DE HABITANTES QUE DUERMEN EN LA VIVIENDA	86
TABLA 7.13 - INGRESO MENSUAL DEL HOGAR.....	87
TABLA 7.14 - NIVEL DE EDUCACIÓN DEL PROPIETARIO	88
TABLA 7.15 - PROPIETARIO O INQUILINO	88
TABLA 7.16 - HORAS DE PERMANENCIA EN LA VIVIENDA.....	89
TABLA 7.17 - COCINA EN LA VIVIENDA SOCIAL	91
TABLA 7.18 - TELEVISOR EN LA VIVIENDA SOCIAL	91
TABLA 7.19 - REFRIGERADOR EN LA VIVIENDA SOCIAL	91
TABLA 7.20 - LAVADORA EN LA VIVIENDA SOCIAL	92
TABLA 7.21 - DUCHA-BAÑERA EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	92
TABLA 7.22 - LAVAMANOS (COCINA) EN LA VIVIENDA SOCIAL	92
TABLA 7.23 - CARGADOR DE CELULAR EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	93
TABLA 7.24 - EQUIPO MUSICAL EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	93
TABLA 7.25 - PLANCHA EN LA VIVIENDA SOCIAL	93
TABLA 7.26 - CALEFACTOR EN LA VIVIENDA SOCIAL	93
TABLA 7.27 - CALEFONT EN LA VIVIENDA SOCIAL	94
TABLA 7.28 - HORNO (COCINA) EN LA VIVIENDA SOCIAL	94
TABLA 7.29 - COMPUTADOR EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	94
TABLA 7.30 - DVD EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	95
TABLA 7.31 - MICROONDAS EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	95
TABLA 7.32 - HERVIDOR EN LA VIVIENDA SOCIAL	95
TABLA 7.33 - ASPIRADORA EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	95
TABLA 7.34 - HORNILLO ELÉCTRICO EN LA VIVIENDA SOCIAL	96
TABLA 7.35 - CONSOLA DE VIDEO JUEGO EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	96
TABLA 7.36 - TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN CALEFACCIÓN.....	96

TABLA 7.37 - TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN COCCIÓN DE ALIMENTOS	97
TABLA 7.38 - CONSUMO ELÉCTRICO EN LA VIVIENDA SOCIAL	98
TABLA 7.39 - CONSUMO DE GAS EN LA VIVIENDA SOCIAL.....	100
TABLA 7.40 - CONSUMO DE AGUA EN LA VIVIENDA SOCIAL	100
TABLA 7.41 - RESUMEN FACTORES SOCIOECONÓMICOS	104
TABLA 7.42 - RESUMEN ARTEFACTOS EN LA VIVIENDA	105
TABLA 7.43 - RESUMEN ARTEFACTOS ELÉCTRICOS EN LA VIVIENDA.....	106
TABLA 7.44 - CONSUMOS POR ARTEFACTOS ELÉCTRICOS.....	107
TABLA 7.45 - CONSUMOS MENSUALES DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS (kW/H).....	107
TABLA 7.46 - CONSUMOS MENSUALES DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS (HRS.).....	108
TABLA 7.47 - RESUMEN DOCUMENTACIÓN OFICIAL DE EE EN EDIFICACIONES	109
TABLA 7.48 - RESUMEN DOCUMENTACIÓN OFICIAL ENE	110
TABLA 7.49 - RESUMEN DOCUMENTACIÓN OFICIAL PPEE	111
TABLA 7.50 - ASPECTOS REGULATORIOS PAEE20	112
TABLA 7.51 - AHORROS ESTIMADOS PAEE20	112
TABLA 7.52 - LÍNEAS DE ACCIÓN SECTOR EDIFICACIÓN PAE20	113
TABLA 7.53 - LÍNEAS DE ACCIÓN TECNOLOGÍA EE PAE20	114
TABLA 7.54 - RESUMEN PARÁMETRO DE EE	115
TABLA 8.1 - ELECCIÓN PANEL	122
TABLA 8.2 - ELECCIÓN INVERSOR	122
TABLA 8.3 - CÁLCULO GLOBAL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID.....	123
TABLA 8.4 - CANTIDAD DE PANELES	125
TABLA 8.5 - RESUMEN CARACTERÍSTICAS PANELES E INVERSOR DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	125
TABLA 8.6 - INSTALACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID	126
TABLA 8.7 - MANTENCIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID	126
TABLA 8.8 - VALOR MONETARIO PROPUESTA DE EE	127
TABLA 9.1 - GUÍA PARA INSTALACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO	134
TABLA 9.2 - INCLINACIÓN OPTIMA DEL PANEL FOTOVOLTAICO POR REGIÓN DE CHILE.....	137
TABLA 9.3 - CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	142
TABLA 9.4 - FICHA RESUMEN PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	145
TABLA 9.5 - TIPOS DE MANTENIMIENTO	147
TABLA 9.6 - PASOS A EJECUTAR PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO A UN EQUIPO QUE PRESENTA FALLA	149
TABLA 9.7 - FICHA RESUMEN PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	149
TABLA 10.1 - PORCENTAJE DE AHORRO	161
TABLA 10.2 - AHORRO MENSUAL EN DINERO POR DEPARTAMENTO.....	162
TABLA 10.3 - AHORRO ANUAL EN DINERO POR DEPARTAMENTO Y EDIFICIO.....	162
TABLA 10.4 - CASO BASE VS CASO PROPUESTO.....	162
TABLA 10.5 - DIMENSIONES PANEL SOLAR Y TECHO DEL EDIFICIO.....	163
TABLA 10.6 - DIMENSIONES DESGLOSE PARA CÁLCULO	163
TABLA 10.7 - RESULTADOS SUPERFICIE	164
TABLA 10.8 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PANEL SOLAR.....	166
TABLA 10.9 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESTRUCTURA DE MONTAJE	166
TABLA 10.10 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INVERSOR DE CORRIENTE.....	166

TABLA 10.11 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SISTEMA DE INTERCONEXIÓN Y TABLERO DE CONTROL	167
TABLA 10.12 - TABLA DE CARGOS ACORDES A LOS PROCESOS DEL SERVICIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	169
TABLA 10.13 - TABLA REMUNERACIONES DE LOS CARGOS	169
TABLA 10.14 - TABLA MATERIALES PROPUESTA.....	170
TABLA 10.15 - VALOR MONETARIO INSTALACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	170
TABLA 10.16 - MANO DE OBRA MENSUAL	170
TABLA 10.17 - COSTO MANTENIMIENTO EQUIPOS	171
TABLA 10.18 - COSTO MANTENIMIENTO TOTAL POR DEPARTAMENTO Y EDIFICIO	171
TABLA 10.19 - VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS.....	172
TABLA 10.20 - DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	172
TABLA 10.21 - EVALUACIÓN ECONÓMICA, ESCENARIO 1	174
TABLA 10.22 - RESUMEN INDICADORES 1.....	176
TABLA 10.23 - EVALUACIÓN ECONOMICA, ESCENARIO 2.....	177
TABLA 10.24 - VALORES KWH/MES CHILQUINTA	179
TABLA 10.25 - AHORRO ANUAL	180
TABLA 10.26 - RESUMEN INDICADORES 2.....	180
TABLA 11.1 - CANTIDAD DE PANELES SOLARES POR VIVIENDA Y EDIFICIO.....	181
TABLA 11.2 - INVERSOR STECAGRID 300.....	181
TABLA 11.3 - COSTOS TOTAL, INVERSIÓN.....	182
TABLA 11.4 - AHORRO SUBSIDIO PARA MANTENIMIENTO	182

Resumen

En el siguiente trabajo de Título, se aborda el problema energético que se presenta a nivel país, que consiste en el constante aumento del consumo de energía, panorama que se verá triplicado en los próximos 20 años, según el Instituto Nacional de Estadísticas, año 2014 (en adelante INE). En cuanto a este aumento progresivo, un 26% corresponde a consumo domiciliario.

Por lo tanto es ineludible generar una propuesta de mejora de eficiencia energética por medio de la utilización de tecnologías, que a su vez considere un plan de mantenimiento, acorde a los requerimientos de confort de viviendas sociales. Para desarrollar esta propuesta, se tomo como referencia un edificio tipo condominio en la región de Valparaíso, donde se pretende instalar e implementar tecnologías eficientes energéticamente, con la finalidad de reducir el consumo en viviendas sociales y que va en directa relación al subsidio que entrega el Servicio de Vivienda y Urbanismo (en adelante SERVIU), para esos efectos, el cual consta de 55 Unidades de Fomento (en adelante UF).

Para ello, en el presente trabajo se realiza un estudio por medio de encuestas que permiten estimar un promedio del consumo energético actual en un edificio de vivienda social tipo, tanto con tecnologías de eficiencia energética, como sin ellas, de manera de constituir qué tipo de energía es la que más se consume, estableciendo un ahorro en el gasto final. Siendo la energía eléctrica la de mayor consumo, acorde a parámetros cualitativos y cuantitativos, se sugiere una propuesta de eficiencia energética, dirigida al artefacto eléctrico de mayor consumo en la vivienda, siendo este el refrigerador, el cual es un artefacto que incurre en el 60% del gasto total de energía eléctrica en el hogar.

Por consiguiente, la propuesta establece cubrir el 100% de consumo del refrigerador, utilizando un sistema fotovoltaico ON GRID, que al estar conectado directamente a la red, tomará e inyectará energía que, en caso de no producir lo necesario para abastecer al refrigerador, el sistema conectado a la red eléctrica abastecerá el excedente faltante. Dicho sistema incluye un plan de mantenimiento estándar, realizado acorde a las necesidades de los equipos.

Obteniendo como resultado una recuperación de inversión entre los años 14 y 19 del sistema completo y un ahorro energético reflejado desde el séptimo año de puesta en marcha del proyecto.

Concluyendo que en comparación con proyectos de eficiencia energética propuestos por el SERVIU, este considera una optimización de recursos, tanto en el subsidio mismo como en la cantidad de beneficiados, que de haber una mejor distribución de recursos, podrían aumentar.

Palabras-claves : *Eficiencia Energética - Plan de mantenimiento - Optimización - Vivienda Social - Consumo - Energía - Propuesta de Mejora.*

1. Introducción

El SERVIU es una institución pública que se encarga de desarrollar planes y programas que entreguen soluciones habitacionales, por medio de proyectos de calidad, seguros, integrados y sustentables. Esta se ubica en la ciudad de Valparaíso, V Región. Permite principalmente mejorar la calidad de las personas pertenecientes a sectores vulnerables y emergentes, tanto a sus familias como a su entorno.

Actualmente SERVIU junto a su Departamento de Sustentabilidad busca aplicar propuestas de eficiencia energética y sustentabilidad en sus planes de vivienda social, contando con un plan de mantención para sus equipos e instalaciones que permitan definir un estándar técnico de calidad. Los valores de subsidio estipulados que el estado aporta para tecnologías de eficiencia energética en viviendas sociales son 55 UF.

La eficiencia energética es un tema en desarrollo tanto a nivel mundial como a nivel país, Chile en la actualidad carece de recursos energéticos suficientes, que durante el transcurso de los años disminuirán aún más, llevando así a un aumento visible en su precio. Por esta razón, es que el gobierno se ve en la responsabilidad de definir la manera de generar propuestas que contribuyan a la disminución del consumo energético junto con estipular de qué manera se cubrirán los gastos de mantención cuando estos equipos fallen.

En Chile el consumo energético se triplicará en los próximos 20 años; del 100% de consumo energético del país, 26% está asociado a viviendas; por esto nace la iniciativa de abordar este sector. Además, cifras del INE, año 2014 demuestran que Valparaíso es una de las ciudades con mayor consumo energético del país, con un 22.20% en el sector domiciliario.

A raíz de lo anterior, es necesario generar una propuesta por medio de un estudio actual del consumo energético en la vivienda social de manera de identificar el tipo de energía más demandada, con la cual se podrá obtener la tecnología adecuada para la disminución de esta, contribuyendo al ahorro y optimizando los recursos disponibles, junto con entregar una descripción de las necesidades de mantención de cada uno de los sistemas, componentes y materiales de las tecnologías definiendo la periodicidad de cada una de las acciones de mantenimiento.

2. Descripción Empresa

2.1 MINVU

“Ministerio de Vivienda y Urbanismo” (en adelante MINVU) es un organismo de la administración del Estado de Chile, que se encarga de planificar, desarrollar y construir viviendas, además de urbanizar y normar el uso de los espacios de centros urbanos para hacerlos apropiados para vivir. Creado en 1965, año en el cual se incorporan escuelas, centros asistenciales y campos deportivos a los programas habitacionales, los cuales se rigen por ciertas políticas encargadas de construir y reparar las viviendas en mal estado, mejorando las condiciones urbanas de los sectores más vulnerables. Pasado el año 1970, se reorganiza el MINVU y sus servicios dependientes, dando paso así a la creación de Secretarías Regionales Ministeriales (en adelante SEREMI), fusionándose las cuatro corporaciones: Corhabit, Cormu, Corvi y Cou, estableciéndose un SERVIU a nivel nacional, con el cual se promulga la Ley General de Urbanismo y Construcciones. A partir de esto, es que el MINVU realiza grandes cambios en sus programas, al extender el reglamento del Subsidio Habitacional Variable, dando procedencia al Programa de Vivienda Básica, considerándola como el primer paso para una Vivienda Social. Alrededor del 2006, se logra disminuir el déficit habitacional del 20% más pobre de la población, aumentando las superficies de las viviendas; donde 446 mil familias pudieron obtener subsidio para adquirir o construir su casa propia. Luego del terremoto y tsunami del año 2010, se instaura el plan “Chile Unido Reconstruye Mejor”, el cual pretende redefinir el futuro de los centros urbanos por medio de una planificación integral, sustentable y que considere los riesgos naturales.

En la actualidad MINVU, ha enfrentado múltiples desafíos de reconstrucciones de zonas afectadas por catástrofes como en el Norte Grande y en Valparaíso, es por ello que se ha propuesto crear diversos mecanismos para aumentar y perfeccionar el acceso a programas habitacionales, mejorando la calidad de vida de las urbes y perfeccionando herramientas del sector rural para acceder a mejores viviendas. A raíz de esto, es que la misión del MINVU se enfoca en posibilitar el acceso a soluciones habitacionales de calidad y contribuir al desarrollo de barrios y ciudades equitativas, integradas y sustentables, con el propósito de que las personas, familias y comunidades mejoren su calidad de vida y aumenten su bienestar. [(Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015)]

2.2 SERVIU Valparaíso

El SERVIU es una institución pública que se encarga de materializar regionalmente los planes y programas derivados del MINVU, entregando soluciones habitacionales y desarrollando proyectos de calidad, integrados, seguros y sustentables; en ámbitos como: vivienda, barrio y ciudad que permiten a las personas principalmente de los sectores vulnerables, emergentes y medios a mejorar su calidad de vida, la de sus familias y su entorno.

SERVIU se crea en 1976 en cada región del país, como una institución autónoma, descentralizada y relacionada con el gobierno a través del MINVU.[(Gobierno de Chile, 2015)]

Tabla 2.1 Características SERVIU Valparaíso

Rut	61.817.000-4
Rubro	Servicios
Dirección	Bellavista N°168, Valparaíso
N° trabajadores	100 app.

Fuente: Elaboracion Propia

2.2.1 Misión SERVIU

Contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes en su región asignada, a través de programas de vivienda, pavimentos, equipamientos comunitarios, subsidios, parques urbanos y vialidad urbana.[(Gobierno de Chile, 2015)]

2.2.2 Visión SERVIU

La institución desea ser un servicio regional que se reconozca por un estilo de trabajo participativo, que valore el capital humano, tanto en la gestión interna como con los ciudadanos, que nos permita mejorar la calidad de vida construyendo barrios y ciudades amigables con integración social.

2.2.3 Objetivo General SERVIU

Desarrollar planes y programas que entreguen soluciones habitacionales, por medio de proyectos de calidad, seguros, integrados y sustentables.

2.2.4 Objetivos Específicos SERVIU

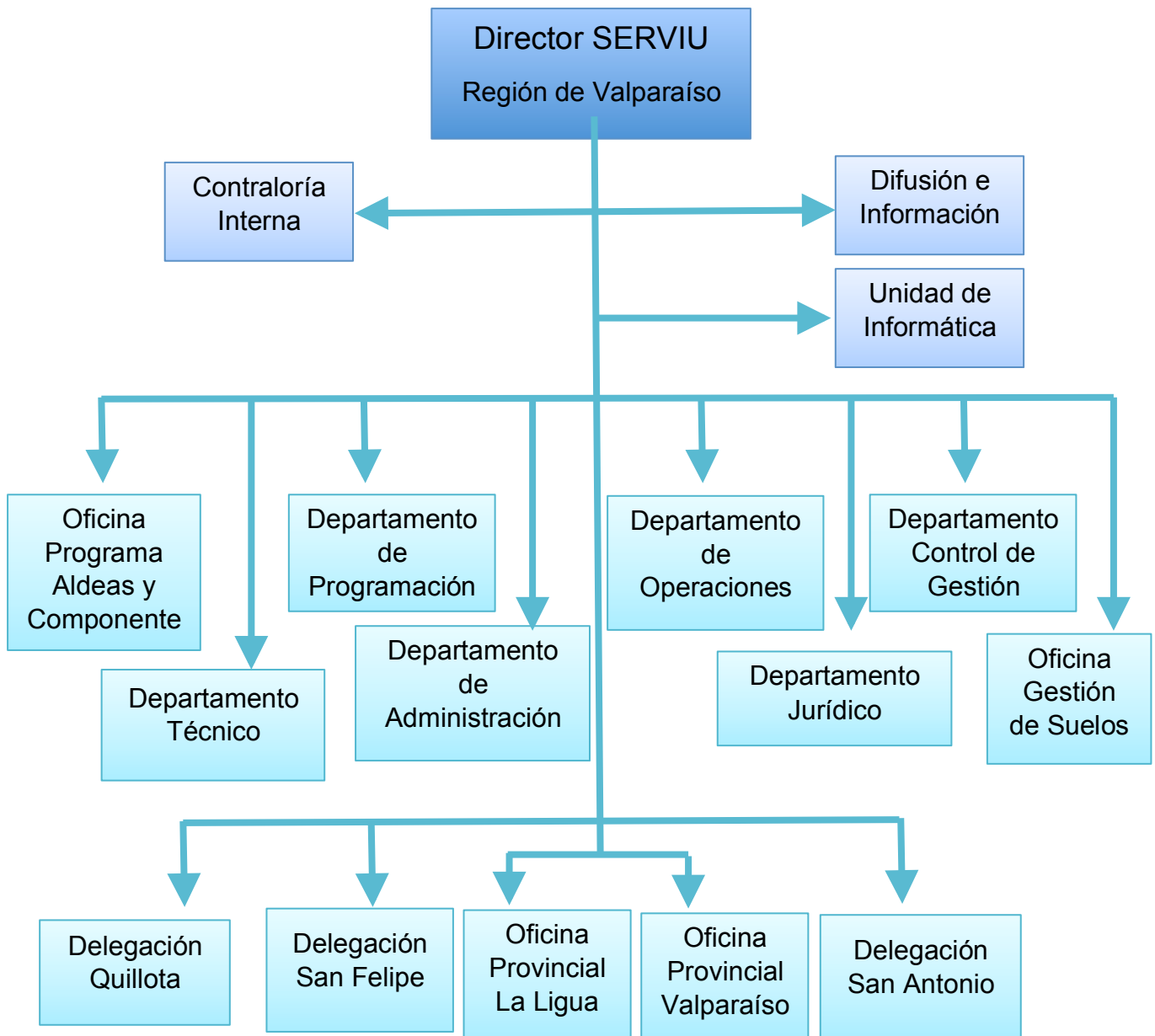
Ejecutar eficaz y eficientemente:

- Programas y proyectos de vivienda, contribuyendo al aumento en cantidad y calidad de soluciones habitacionales, especialmente en los sectores vulnerables.
- Proyectos para desarrollar y recuperar barrios en situación de vulnerabilidad social con deterioro habitacional y urbano, impulsando una adecuada planificación que posibilite un aumento en las inversiones de infraestructura en las ciudades.
- Programas y proyectos de ciudades, pueblos y localidades tendientes a consolidar su desarrollo de forma integrada, segura y sustentable; impulsando la conectividad y la generación, rehabilitación y uso de los espacios públicos.

- Productos y servicios de calidad en vivienda, barrio y ciudad, mediante procesos simples, participativos y transparentes, a través del desarrollo de un sistema de gestión de calidad.
- Una segura, adecuada y oportuna entrega de información a los usuarios y fortalecer las instancias de participación responsable en la gestión y uso de los productos y servicios del SERVIU.
- En situaciones de emergencia y/o catástrofes una entrega oportuna y de calidad de los productos y servicios del SERVIU a las familias afectadas.
- Los recursos financieros, potenciando y fortaleciendo los sistemas de gestión participativa del personal, por medio del desarrollo de las competencias, desempeño y condiciones de trabajo.

2.2.5 Organigramas

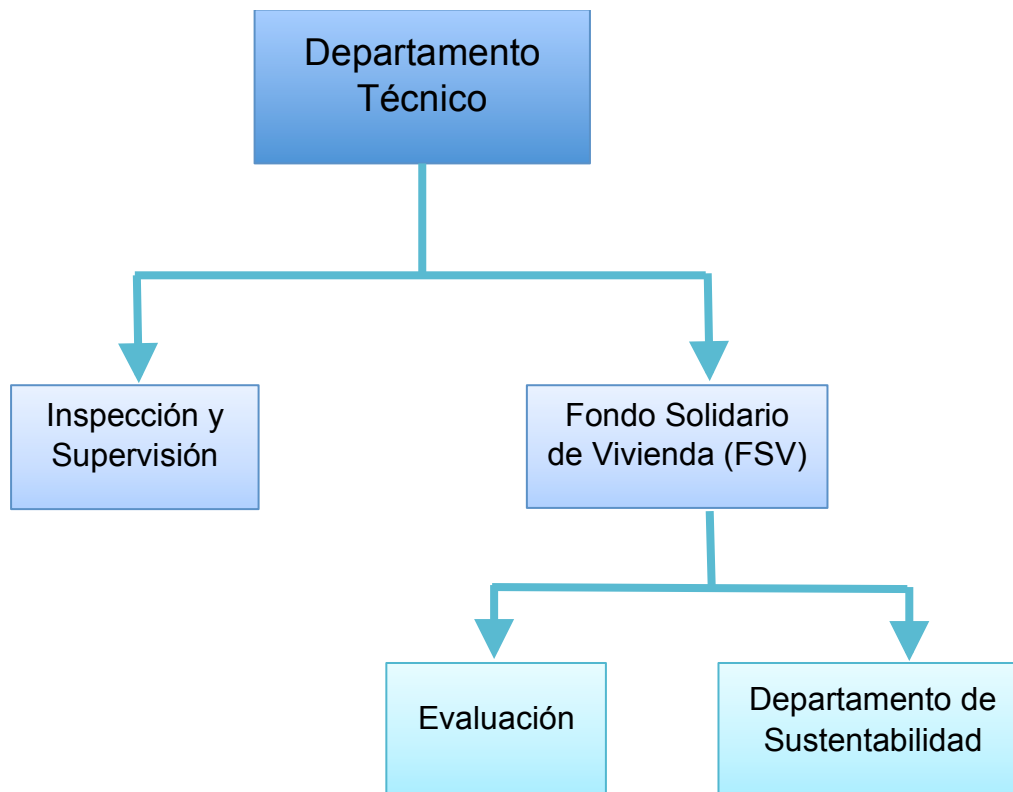
Figura 2.1 - Organigrama SERVIU-MINVU Quinta región



Fuente: Gobierno de Chile y SERVIU Valparaíso, 2015.

El área en el cual se trabajará, en la ciudad de Valparaíso es en el Departamento Técnico, el cual consta de dos oficinas: 'Inspección y Supervisión' y 'Fondo Solidario de Vivienda' (en adelante FSV), el cual se divide en: 'Evaluación' y 'Departamento de Sustentabilidad o Comisión de Desarrollo Sustentable' (en adelante CSD).

Figura 2.2 - Organigrama departamento técnico - sustentabilidad



Fuente: SERVIU Valparaíso y Departamento Técnico, 2015.

2.2.6 Dotación de Personal

Según el organigrama del departamento técnico, este se responsabiliza por las oficinas de:

- Inspección y Supervisión: Encargada de controlar y supervisar el buen cumplimiento de las obras, rigiéndose por las normas exigidas y las denominaciones específicas para los proyectos.
- Fondo Solidario de vivienda: Se encuentran los revisores de proyectos para la asignación de subsidios.
- Evaluación: Encargado de evaluar y aprobar los proyectos de viviendas.

- Departamento de Sustentabilidad o CSD: Los especialistas se encargan de encontrar y desarrollar de qué manera se puede incorporar el concepto de sustentabilidad al proyecto entregado sobre la vivienda, proponiendo estrategias y cambios en la vivienda como tecnologías de eficiencia.

2.2.7 Departamento de Sustentabilidad o Comisión de Desarrollo Sustentable (CSD)

Alrededor del año 2012 y 2013 se firma el convenio interministerial de construcción sustentable, con el cual se crea la estrategia de construcción sustentable, para establecer lineamientos nacionales en este ámbito. La Estrategia de Construcción Sustentable (en adelante ECS) se basa en la construcción de edificios e infraestructuras, considera todas las etapas del proceso constructivo y tiene como meta al 2020 que el 100% de edificaciones e infraestructura nueva tengan condiciones de sustentabilidad.

La CSD del Departamento Técnico de Valparaíso plantea uno de los grandes desafíos sobre el desarrollo sustentable que propone la ECS acerca de la construcción de edificaciones e infraestructura, la cual permite el desarrollo de la ciudad a nivel competitivo global y que facilite, al mismo tiempo, la integración social y la utilización eficiente de los recursos ambientales. [(MINVU, 2015)]

Vale decir, la CSD tiene como fin involucrarse en los proyectos de viviendas rigiéndose por la ley nº 19.300, que busca un mejoramiento en el proceso sostenido y equitativo en la calidad de vida de las personas por medio de la generación de propuestas de eficiencia energética y desarrollo sustentable, abarcando dimensiones económicas, sociales y ambientales; obteniendo como resultado una minimización del impacto negativo en el medio ambiente y en la salud de las personas, maximizando la utilización eficiente de los recursos naturales con el objetivo de coordinar, promover, difundir y fomentar una estrategia nacional de energía como herramienta orientadora que establezca los principales lineamientos para impulsar la integración del concepto de desarrollo sustentable en Chile. Asimismo, la Estrategia Nacional de Energía (en adelante ENE) establece un plan de acción de eficiencia energética, cuya meta es alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada para el año 2020, generando beneficios adicionales como mayores niveles de producción de la industria, menos emisiones de CO₂ y generación de empleos.

En conclusión, se requiere una estrategia nacional sustentable que establezca los principales ejes para integrar el concepto de sustentabilidad en la planificación, diseño, construcción y operación de las edificaciones e infraestructura, elaborando metas al corto, mediano y largo plazo permitiendo cumplir los objetivos por ejemplo el de reducir la demanda energética.[(MINVU, 2015)]

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Generar una propuesta de mejora, basado en los requerimientos de confort de viviendas sociales relacionadas con la eficiencia energética y un plan de mantenimiento a través de la utilización de tecnologías, con el fin de reducir el consumo energético de una vivienda social, tipo condominio en la región de Valparaíso, acorde al subsidio entregado.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar la zona en la que se encontrará el Edificio de Vivienda Social (en adelante EVS) en la región de Valparaíso.
- Analizar procesos de entrada y salida, relacionados con el tema energético, que afectan el consumo del EVS.
- Rediseñar proceso analizado que sea eficiente energéticamente.
- Proponer propuesta de mejora en el rediseño analizado, que incluya un plan de mantenimiento.
- Evaluar económicamente los costos asociados, acorde al subsidio entregado para la propuesta de mejora y plan de mantenimiento.

4. Planteamiento del Problema

El propósito de este capítulo es describir cómo funciona la vivienda actual y cuáles son los consumos energéticos que se utilizan.

Dicho esto, el panorama energético actual ha impulsado a la institución del SERVIU, en conjunto con su Departamento Sustentable, a comprometerse con un mejor uso de la energía; para ello, se crea la estrategia nacional de construcción sustentable, estableciendo un plan de acción de eficiencia energética, cuya meta es cumplir la función de entregar alternativas y propuestas que permitan reducir el consumo actual de energía para los próximos años (2020).

Para desarrollar la problemática, en conjunto con el SERVIU de Valparaíso, se seleccionará una zona de la región determinada por la institución, la cual será el área de estudio de esta tesis. En esta, presentaremos los consumos correspondientes a la vivienda, para así determinar cuáles son los parámetros eficientes, acorde a la zona de estudio que muestran un mayor grado de satisfacción en los usuarios, abordando además las necesidades de mantención de sus sistemas.

La energía se segmenta en tres grandes aristas; electricidad, agua y gas, es por esto que se trabajara con la arista que genere mayor consumo para la generación de la propuesta.

De la información obtenida del INE, se obtuvo que en los próximos 20 años el consumo energético del país se triplicará, donde se hace necesario a modo explicativo saber que existen dos tipos de energía.

- Energía Primaria: Corresponde a la energía que se obtiene a partir de los recursos naturales disponibles, en forma directa o indirecta, para uso energético (recursos naturales que no sufren modificación química o física para su uso energético). Las principales fuentes normalmente consideradas por los balances energéticos de los países de América Latina y el Caribe son: petróleo, gas natural, carbón mineral, hidroelectricidad, leña y otros subproductos de la leña, biogás, geotérmica, eólica, nuclear, solar y otras primarias como el bagazo y los residuos agropecuarios o urbanos.
- Energía Secundaria: Es la energía que se obtiene del conjunto de productos energéticos disponibles en forma apropiada, para uso final (productos energéticos que han sufrido transformación química o física). Por lo general se consideran como productos secundarios: fuel oil (también denominados petróleos combustibles o búnker), diésel oil (o gas oil), gasolinas (de diferentes octanajes, con o sin plomo), kerosen, gas licuado de petróleo (GLP), gasolina y keroseno de aviación, naftas, gas de refinería, electricidad, carbón vegetal, gases, coke, gas de alto horno. [(Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015)]

En consecuencia, se trabajará con la energía secundaria, pues es la que se utiliza diariamente en las viviendas, cabe destacar además la definición de consumo, que se divide en:

- Consumo bruto, correspondiente a la energía disponible para su transformación en energía secundaria en un centro de producción.
- Consumo Total, que corresponde al consumo de energía secundaria de uso final en el sector consumo y de uso intermedio en el sector centro de transformación.

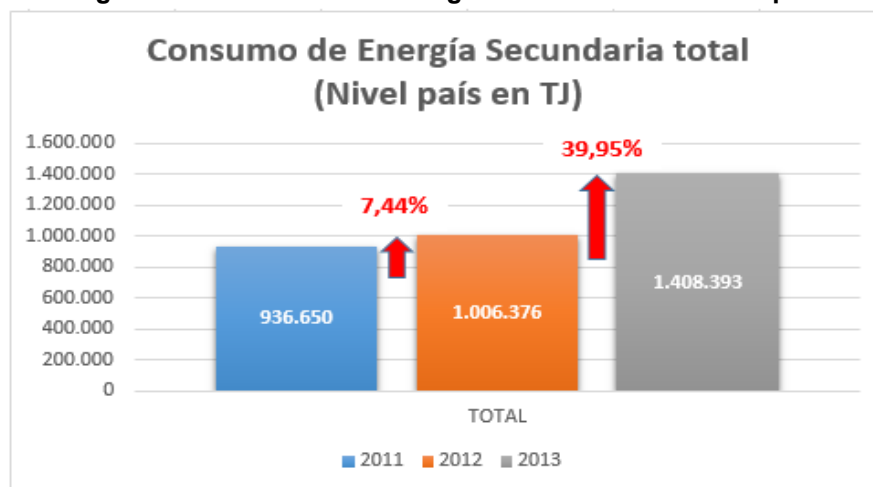
A continuación, se presenta una tabla de consumos de energía total a nivel país medidos en Terajoules (TJ), unidad utilizada como base comparativa para todos los productos energéticos, donde 1 (TJ) es equivalente a 109 Kilojoules (KJ), 1012 Joules (J), del cual 1 J corresponde a 0,2388458 calorías.

Tabla 4.1 Consumo de energía Secundaria

CONSUMO DE ENERGÍA SECUNDARIA TOTAL (NIVEL PAÍS EN TJ)			
AÑO	2011	2012	2013
TOTAL	936.650	1.006.376	1.408.393

Fuente: Informe Medio Ambiente 2014. INE.

Figura 4.1 - Consumo de energía secundaria total nivel país



Fuente: Elaboración Propia en base a Informe información por el INE

A continuación se detallará una referencia acerca del consumo de cada una de ellas.

4.1 Consumo Eléctrico

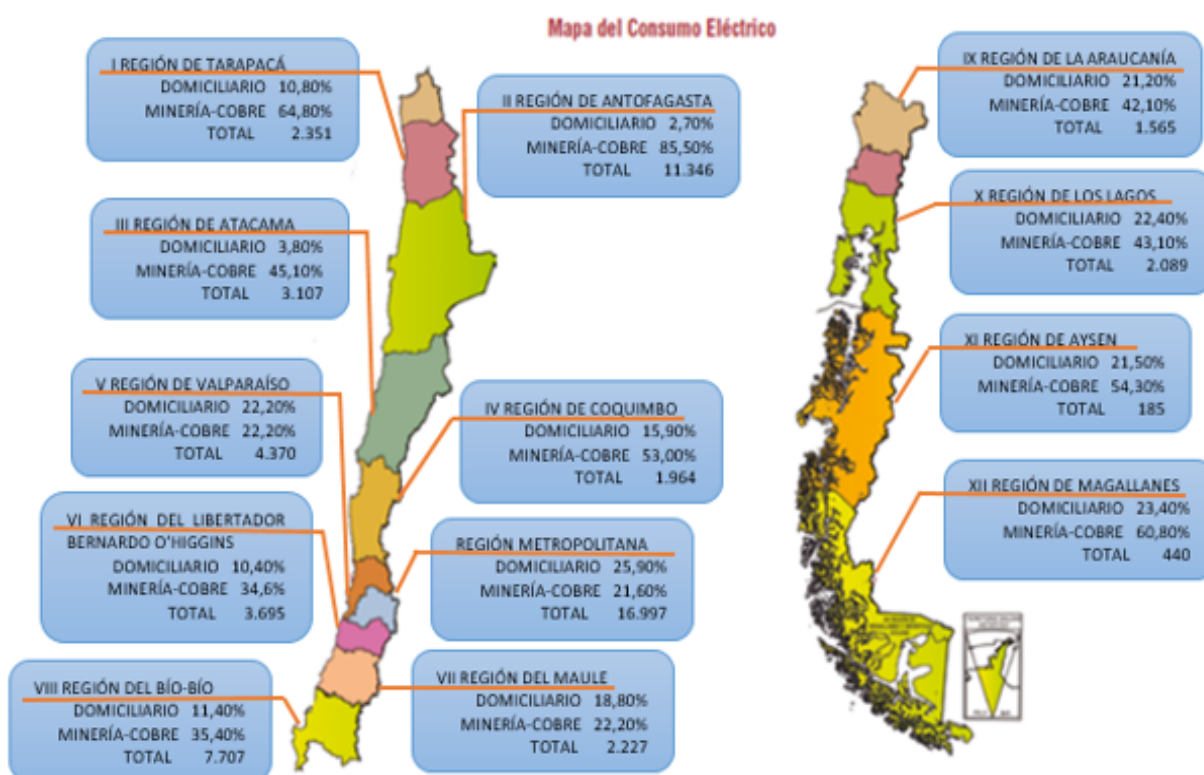
El consumo de energía eléctrica, se contabiliza mediante un dispositivo precintado que se instala en los accesos a la vivienda, denominado contador, y que cada dos meses revisa un empleado de la compañía suministradora de la electricidad anotando el consumo realizado en ese período. Los aparatos eléctricos cuando están funcionando generan un

consumo de energía eléctrica en función de la potencia que tengan y del tiempo que estén en funcionamiento. [(Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2015)]

Se define mediante el siguiente mapa obtenido desde el documento “Distribución y Consumo Energético en Chile” del INE, una referencia del consumo eléctrico por zona: [(INE, 2014)]

El consumo regional de energía eléctrica respecto al sector domiciliario muestra que dentro de las Regiones con mayor participación dentro del contexto nacional se encuentra Valparaíso (V Región), con un 22,2% y la RM con un 25,9%.

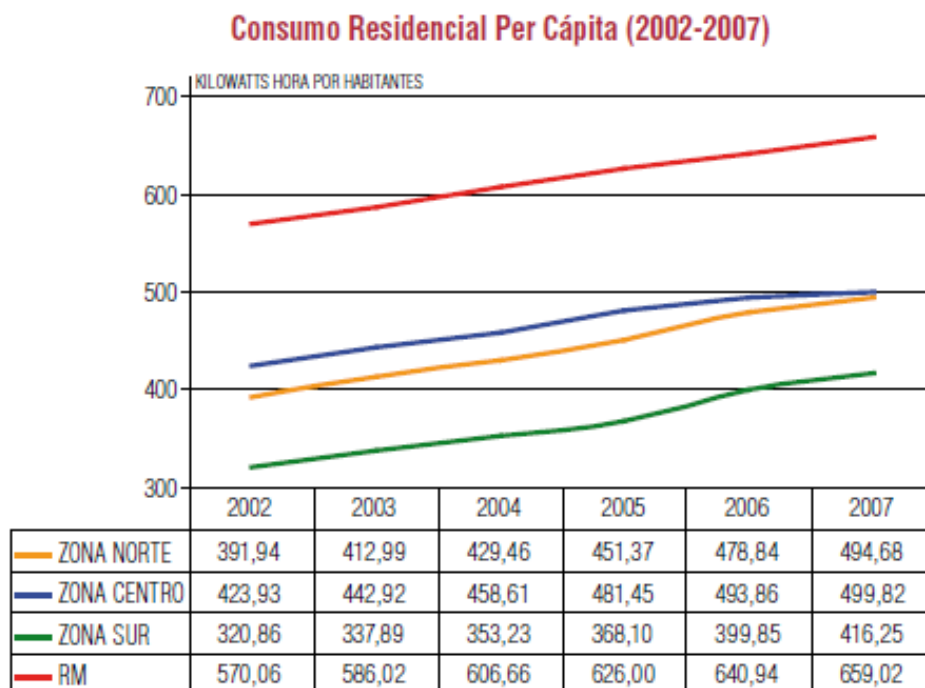
Figura 4.2 - Mapa consumo eléctrico



Fuente: ENFOQUE ESTADÍSTICO – **ENERGÍA** – Boletín INE, 2014.

*Cada región considera el consumo total, domiciliario y el principal dentro del sector económico.

Figura 4.3 Consumo energía eléctrica por zona



FUENTE: INE

Fuente: Boletín INE, 2014

Esto queda evidenciado en el gráfico 4.3 sobre el consumo dividido por zonas de nuestro país, el cual demuestra que la zona centro y RM son las mayores en consumir energía eléctrica en las viviendas, siendo esta mayor al transcurrir los años.

Adicionalmente, el Ministerio de Energía de Chile, en el año 2015, establece que el consumo eléctrico irá en aumento en torno a los 100 mil GWH de demanda total de energía eléctrica. Lo que genera la necesidad de incorporar 8 mil MW de capacidad instalada a nuestro sistema. Al ser Chile uno de los países de América Latina con más altos precios de electricidad, resulta indispensable que el país aumente la generación de energía, siendo estas a la vez limpias y renovables; a pesar de que requieran un alto desarrollo y un apoyo suficiente para permitir que su participación en la generación de energía sea relevante.

[(Ministerio de Energía, 2015)]

4.2 Consumo de Agua

Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud.

Tabla 4.2 Evolución del consumo total de agua potable por cada mil habitantes según región, 2009-2013

REGIÓN	Miles m ³ /1000 hab.				
	2009	2010	2011	2012	2013
NIVEL NACIONAL	59	59	60	53	62
Arica y Parinacota	57	59	62	66	53
Tarapacá	63	59	58	61	65
Antofagasta	54	57	59	62	63
Atacama	55	56	58	63	59
Coquimbo	44	45	46	50	51
Valparaíso	55	55	56	57	59
Metropolitana	78	79	81	81	81
O'Higgins	40	43	43	45	47
Maule	35	35	37	38	39
Biobío	45	43	46	47	47
La Araucanía	35	34	36	37	39
Los Ríos	34	34	35	39	36
Los Lagos	32	32	33	34	50
Aysén	44	43	45	46	49
Magallanes y de La Antártida	60	61	60	62	62

Fuente: INE y Superintendencias de Servicios Sanitarios (SISS)

Cálculos de acuerdo a las Proyecciones de Población agosto 2014.

De la tabla se obtiene, sin considerar la Región Metropolitana, que la Región de Valparaíso es la que obtiene uno de los mayores consumo de agua potable con 59 miles m³/1000 habitantes en 2013.

4.3 Consumo de Gas

Tabla 4.3 Consumo final de gas por cada mil habitantes, 2008-2012

TIPO DE GAS	Unidades	Consumo final/1000 hab.				
		2008	2009	2010	2011	2012
Gas Licuado	kg/1000 habitantes	74.149	75.722	73.533 ^{/R}	74.326	90.357
Gas Corriente ^{/1}	m3/1000 habitantes	20.043	17.922	14.040 ^{/R}	17.799	2.515
Gas Natural	m3/1000 habitantes	38.655	46.256	112.962 ^{/R}	311.506	95.456

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Informe Medio Ambiente INE, 2014.

(1) Corresponde a lo que antiguamente se denominó gas de ciudad o gas de cañería

(R) Cifra rectificada en el Balance del Ministerio de Energía

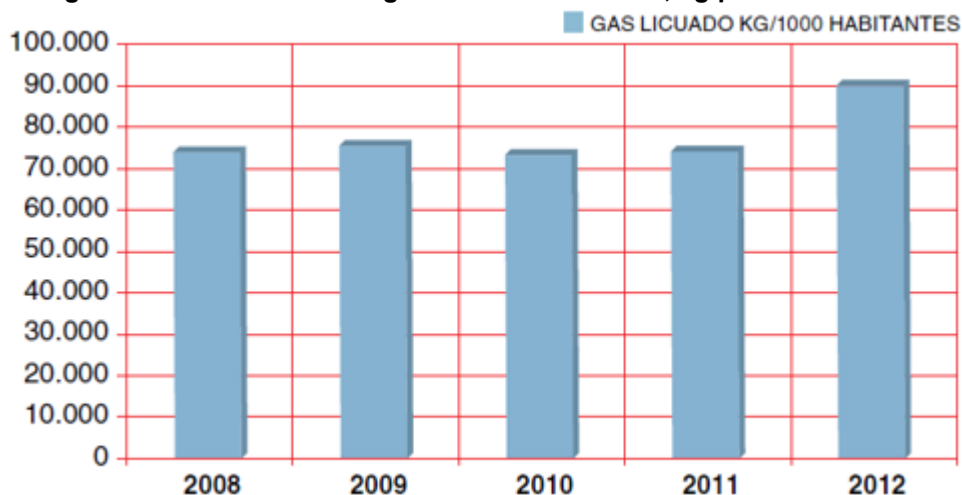
Al analizar la tabla se puede notar que el mayor consumo se distribuye entre gas licuado y gas natural, de manera de un mejor entendimiento:

-Gas Licuado: es un producto de petróleo crudo refinado o directamente extraído de corrientes de petróleo o gas, a medida que emergen del suelo. [(VERUSGAS, 2015)] Se utiliza como gas: domiciliario (cocción, calefacción, etc.), recreacional (camping, encendedores, etc.), industrial (vapor de agua, refrigeración, etc.), vehicular (automóviles, grúas, etc.), agrícola (destilación, viveros, etc.) y naval (embarcaciones, faros, etc.). [(GLP Chile, 2015)]

-Gas Natural: El gas natural tiene múltiples aplicaciones, ya sea industrial donde se requiere ambientes limpios, combustibles confiables y eficientes como generación de vapor, procesos controlados, aplicación en hornos de fusión, fundición de metales entre otros; también en el transporte como taxis y buses; en la generación de energía encontramos aplicaciones de centrales térmicas; el comercio entrega procesos como la cocción de alimentos ,la calefacción central etc. y en el uso doméstico puede ser usado para cocinar, calentar agua caliente ,climatizar , etc.

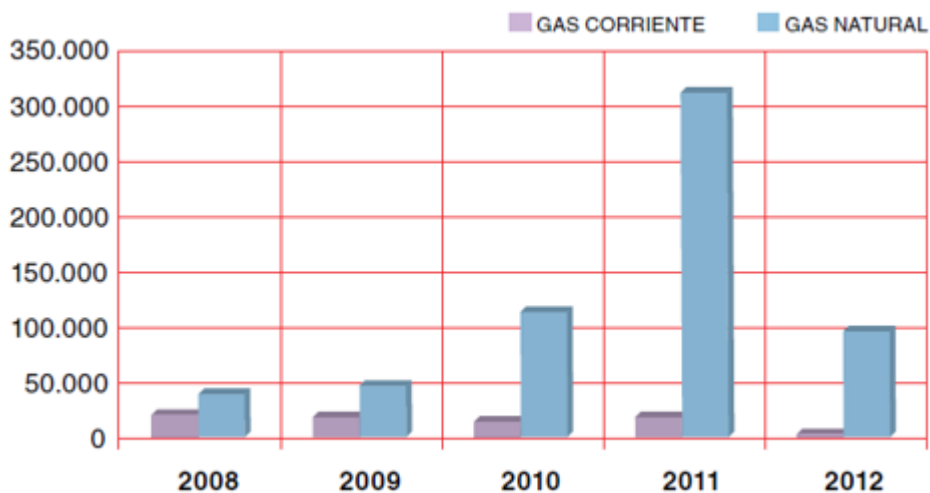
La facilidad de instalación, su suministro continuo, más económico que otros combustibles y recalcar que su combustión no contamina, hacen que sea más confiable y seguro en el hogar.

Figura 4.4 - Consumo final gas licuado 2008-2012, kg por mil habitantes



Fuente: Informe Medio ambiente INE, gráfico elaborado con datos del Ministerio de Energía, 2014.

Figura 4.5 - Consumo final gas corriente y gas natural 2008 - 2012, m3 por mil habitantes



Fuente: INE, gráfico elaborado con datos del Ministerio de Energía. (INE, 2014)

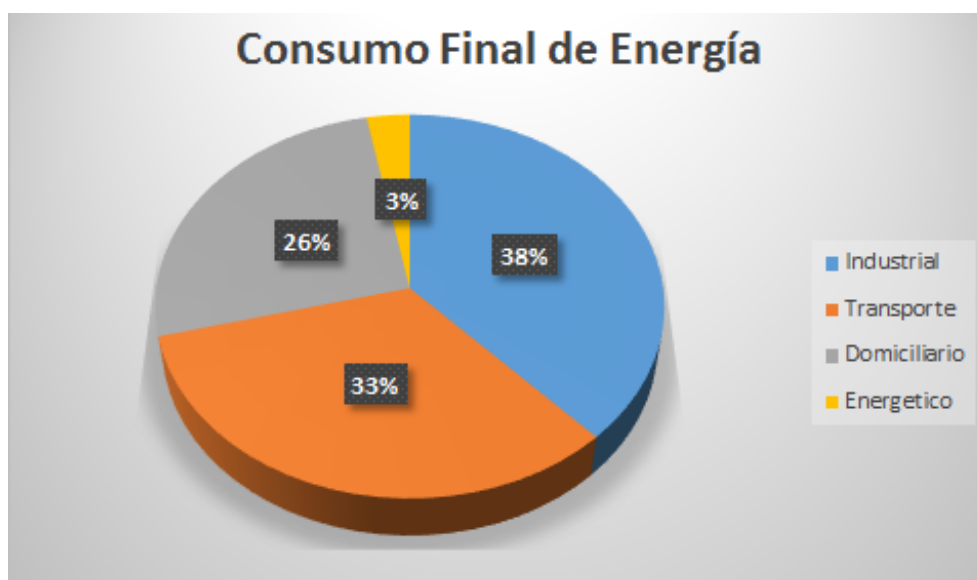
Al ser de uso cotidiano para el área domiciliaria, el gas natural ha denotado un aumento a través de los años 2008 hasta el 2011 y una disminución para el año 2012, como lo muestra la gráfica.

Consumo final de energía por sector 2015

Luego de estudiar los consumos de electricidad, agua y gas por separado, se hace necesario analizar el panorama nacional de consumo final de energía por sector.

En Chile, del total del consumo de energía, un 26% corresponde a consumo domiciliario; de ahí nace la preocupación del MINVU en buscar una propuesta que genere un ahorro en el consumo final de energía en la vivienda social, además de que esta propuesta resulte económicamente viable. [(MINVU, 2015)]

Figura 4.6 - Consumo final de energía



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada MINVU

Debido a esto, es imperante preocuparse de implementar un plan de gestión energética que además de lograr el uso eficiente de sus recursos energéticos, establezca los principales ejes para integrar el concepto de sustentabilidad, asimismo es necesario elaborar parámetros que permitan monitorear el óptimo cumplimiento del objetivo.

Adicionalmente al recopilar información respecto a la mantención de las tecnologías de eficiencia energética utilizadas en la vivienda social, se encontró una falencia en la mantención de los equipos, donde una vez finalizada la garantía de estos (2 años), pasan directamente a la responsabilidad del usuario, los cuales al no informarse y no tener un conocimiento adecuado sobre las mantenciones y periodicidad de los equipos, se desprecupan, desperdiciando o inutilizando estos equipos de eficiencia energética.

Dichos equipos cuentan con un programa de mantención por parte de los oferentes, el que consiste en entregar directamente al propietario un manual de uso y mantenimiento con los siguientes tópicos:

- Descripción de las necesidades de mantención de cada uno de los sistemas, componentes y materiales del Sistema Solar Térmico (en adelante SST), definiendo

la periodicidad de cada una de las acciones de mantenimiento y necesidades de reemplazo de equipos o componentes del SST. [(Área de habitabilidad y Eficiencia energética. MINVU)]

Figura 4.7 Descripción de necesidades de mantenimiento de cada uno de los sistemas

Componente	Marca	Modelo	Imagen referencial	Revisión	Mantenimiento / limpieza	Recambio
CS	Britec	LEC 109 V2			Anual	
DA	Genersys	TERMO 120			Anual	
Válvulas						
Válvula desviadora termostática 4 vías	Shian G	300 XST		6 meses	6 meses	10 años
Válvula desviadora mezcladora 3 vías	Troven	LT-2		6 meses	8 meses	10 años
Válvula seguridad 3 bar M	PRESS	LF 85			2 años	
Vaso de expansión				5 años		10 años
Otros						
Glicol	TERMOS	10 lts		5 años		10 años
Aislación Térmica	POLITEX			5 años		
Protección aislación térmica	PVC			5 años		15 años

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por SERVIU

- Instrucciones de operación y medidas de seguridad.
- Detección de problemas y pasos a seguir
- Descripción de la operación de las válvulas de seguridad
- Precauciones en relación con el riesgo de daños por heladas o sobrecalentamiento.

Figura 4.8 - Imagen SST

Fuente: SERVIU

Según las condiciones de funcionamiento de los SST, exigen que estas deberán ser de baja mantención y presentar una buena resistencia a la corrosión y a degradaciones en el largo plazo, en función del lugar donde estén instalados.

Debido a esto se hace necesario elaborar un plan de mantención periódica en sus sistemas, que permitan definir la regularidad de cada acción de mantenimiento y necesidades de reemplazo de equipo, buscando asegurar un producto eficiente, de baja mantención y degradación en el tiempo. [(MINVU - SERVIU, 2015)]

Si bien ha existido un registro acerca de los consumos de energía, estos han sido escasos y poco reflejables a la hora de llevar un control de información que permita identificar eficiencias energéticas, por consiguiente el problema se encuentra en la carencia de parámetros para saber que es eficiente en el estándar de vida de los usuarios de las viviendas, además de la falta de optimización en los recursos para mantener los sistemas energéticos con el subsidio entregado que luego del segundo año son responsabilidad del usuario.

El desarrollo de los siguientes capítulos, tiene como punto inicial, el funcionamiento de los sistemas de consumo energético (electricidad, agua y gas) y de qué manera es el mantenimiento de aquellos sistemas.

5. Estado del Arte

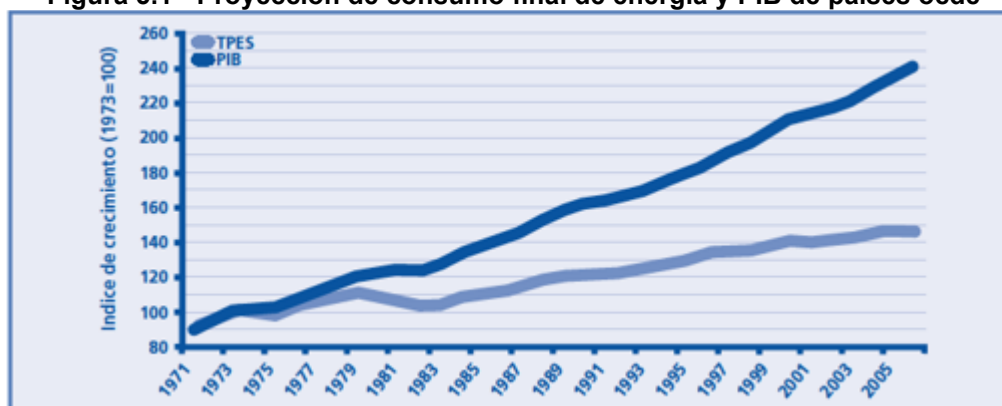
En este apartado, se realizará una revisión bibliográfica de temas asociados a la eficiencia energética y un plan de mantenimiento de las tecnologías para este tema, tanto en el contexto internacional como en el nacional con el propósito de dar a conocer los avances alcanzados en esta materia.

5.1 Eficiencia Energética y plan de mantenimiento para tecnologías en ámbito internacional

Desde el siglo XIX, la energía utilizada por las sociedades humanas se acotaba a la energía humana o animal, pero también se utilizaban fuentes como la quema de madera, uso del viento o saltos de agua para accionar molinos o bombas, las cuales no podían ser transportadas ni transmitidas a grandes distancias. Pero al llegar la industrialización comenzó el consumo de fuentes de energía provenientes de combustibles fósiles (petróleo y gas); los cuales se podían transportar, por lo que no era importante el lugar donde se encontraban. A raíz de esto, es que en los últimos 200 años, aumentó significativamente el consumo de energía en países industrializados.

Actualmente, los países que presentan déficit sociales deben fraternizar su desarrollo industrial, tecnológico y de servicios, actividades que van relacionadas directamente con el aumento del consumo de energías, sustentabilidad ambiental, conservación de la naturaleza y respeto por comunidades potenciales de fuentes o recursos energéticos. Por consiguiente, los países altamente industrializados se ven en la necesidad de generar medidas de eficiencia energética de manera de separar el incremento del Producto Interno Bruto (en adelante PIB) del consumo de energía, que tiene un alto impacto sobre los recursos naturales y el medio ambiente (Ver figura 5.1).

Figura 5.1 - Proyección de consumo final de energía y PIB de países ocde



Fuente: Comisión Nacional de Energía (2008): Política Energética. Nuevos Lineamientos.

Así mismo la incorporación de nuevas tecnologías permite usar eficientemente la energía en los países desarrollados como los de la Agencia Internacional de Energía (en adelante AIE) [International Energy Agency, 2015], los cuales se preocupan de utilizar fuentes energéticas renovables no convencionales.

Desde la perspectiva tecnológica y económica, la energía es un recurso natural primario, es decir, puede servir de adicional para actividades económicas independientes de la producción de energía; dichos recursos naturales pueden ser renovables o inagotables (geotérmica, eólica, solar, hidráulica, etc.) y no renovables o en cantidad limitada (carbón, gas natural, petróleo, etc.). La mayor parte de producción de energía en el mundo se explota de recursos no renovables, lo que pasa a ser un factor clave pues degrada los recursos naturales, incrementa la contaminación ambiental, acelera el cambio climático y exacerba conflictos socioculturales en diferentes territorios. Debido a esta situación se cae en la necesidad de reducir el consumo de recursos energéticos contaminantes, regido por políticas de generación de energía, conceptos de sustentabilidad y eficiencia. [(Gobierno de Chile, 2012)]

5.1.1 Eficiencia Energética

La eficiencia Energética permite mantener los servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso; la movilización de ella es una prioridad urgente para el futuro sostenible, por lo que es necesaria la creación de políticas y liderazgo en los países que están en desarrollo, pues al demandar mayor energía se ven en la oportunidad de alterar el consumo, es así como las economías industrializadas están en búsqueda de la eficiencia energética para aprovechar los múltiples beneficios que esta conlleva como: mejora en la calidad del aire, un mejor acceso y una mayor fiabilidad de sus sistemas de electricidad y en general mayor prosperidad para los ciudadanos. El potencial de eficiencia energética se encuentra disponible, los beneficios para realizarla y el imperativo modo de actuar; ésta está a punto de ser un componente clave del crecimiento mundial.

La intensidad energética está presente en diversos países, como en los pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (en adelante OCDE en inglés; dentro de sus países miembros Chile) [(Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2015)] la cual, acorde a los puntos destacados del Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015, realizado por la AIE [(International Energy Agency (EIA), 2015)], mejoró un 2,3% en 2014; el consumo de la energía de la OCDE es ahora tan bajo como lo fue en el año 2000, mientras que el PIB se ha expandido por USD 8,5 billones, un aumento del 26%; esto sugiere que estos países se han ido desacoplando con éxito del crecimiento económico a través del crecimiento del consumo de energía, con la eficiencia energética que es el principal factor que ha contribuido.

La inversión en eficiencia energética comprende beneficios financieros considerables, estipulados en el Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015 [(International Energy Agency (EIA), 2015)]; evitando a países de la AIE, gastos reducidos por inversiones en eficiencia energética en los últimos 25 años que puede ser valorada en USD 5,7 billones para los consumidores de energías, es decir, más que el PIB de Japón o Alemania. Sólo en 2014, estos gastos energéticos evitados ascendieron a más de USD 550 mil millones, de los cuales el ahorro no solo viene por parte de los consumidores de energía, sino que también por los gobiernos y la industria. Los beneficios se traducen tanto en el ámbito económico, como social y ambiental.

Al ser el tema principal de esta tesis la eficiencia energética en el área de la construcción, es que se analiza como es dicho mercado internacional en esa área. Los edificios son un mercado grande y creciente para la eficiencia energética, según el Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015 [(International Energy Agency (EIA), 2015)]; las inversiones mundiales en eficiencia energética en edificios, representan más del 30% de la demanda mundial de energía, estimado en USD 90 mil millones (+/- 10%) y siguen expandiéndose. De los USD 960 mil millones gastados en construcción residencial y comercial del mercado de la construcción en los Estados Unidos en 2014, el 2,4% (es decir, más de USD 23 mil millones de los USD 960) se invirtió en eficiencia energética por encima del 1,9% en 2009; en China la inversión en eficiencia energética en edificios superó los USD 18 mil millones y en Alemania las inversiones superaron los USD 17 mil millones con un 75% dirigido a edificios y más de 60% a modernizaciones de eficiencia energética. Es así, que la inversión global en eficiencia energética en edificios se prevé que aumente a más de USD 125 mil millones en 2020, impulsados gran parte por la expansión de las políticas de eficiencia energética, como códigos, normas y programas que se han ido mejorando y ampliando tanto su implementación como consolidación, proyectándose un aumento en la inversión de eficiencia energética en los países de la OCDE.

La eficiencia energética está equilibrando la demanda de electricidad en los países de la OCDE, desafiando los modelos de negocio de servicios públicos, así como también fomentando la expansión del sistema fiable en los países fuera de la OCDE. El equilibrio en el consumo de energía eléctrica en los países de la OCDE, desde 2010 se debe a las mejoras en eficiencia en aparatos respaldados por normas cada vez más estrictas, los cuales han reducido la demanda de electricidad de 430 TWh (Terawatts por hora) en 2014; en respuesta a esto los servicios públicos de electricidad se están diversificando hacia la eficiencia energética y otras empresas de servicios energéticos para aumentar las ganancias. Las principales empresas de servicios públicos europeos están logrando las ventas para estas líneas de productos y de servicios en los miles de millones de euros, con unos ingresos cada vez mayor entre un 3% a un 4% anual.

Las economías más grandes de América Latina buscan "aprovechar" la eficiencia energética para alcanzar los objetivos de desarrollo; pues dicen que es una herramienta que sirve para satisfacer las diversas metas de desarrollo, dando una mayor seguridad energética y mejoras sociales. Brasil y México están a la vanguardia de las políticas de eficiencia energética; siendo México el país líder en inversión en eficiencia energética de América Latina por medio de sus programas innovadores, como el proyecto de eficiencia de iluminación y electrodomésticos que pretende ahorrar más de 9,5 TWh (Terawatts por hora) del consumo de electricidad en el año 2015, junto con mejorar los niveles de las familias más pobres en dicho país, plan que ha ayudado a reemplazar más de 1,6 millones de refrigeradores y 200 mil unidades de aire acondicionado, y que además incluye más de USD 53 millones en fondos para reemplazar bombillas incandescentes con iluminación de alta eficiencia; a su vez los servicios públicos de Brasil, motivados por las políticas de gobierno, invirtieron más de USD 530 millones a partir de 2012 a 2014 en programas de eficiencia energética con el fin de dirigirse a sus objetivos de desarrollo, como el alivio de la pobreza.

Ahora bien, acorde a los rendimientos y perspectivas del mercado de la Eficiencia Energética [(International Energy Agency (EIA), 2015)], los consumidores de los países pertenecientes a la AIE han ahorrado USD 5,7 billones en los últimos 25 años como

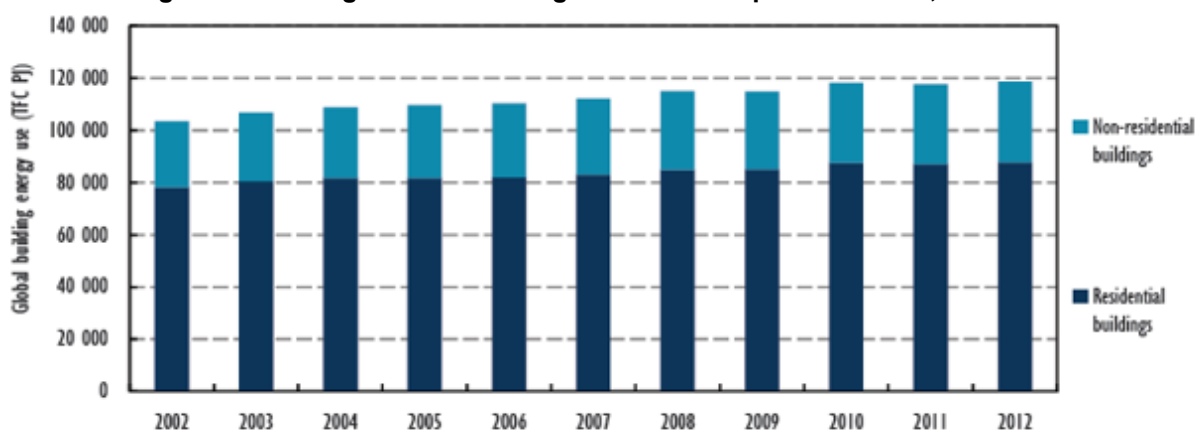
resultado de las inversiones en eficiencia energética, que reducen 256 EJ (exajoules) del consumo final de energía total (en adelante TFC en inglés). Las inversiones en eficiencia energética desde 1990 han reducido el consumo de 22 EJ o 520 millones de toneladas de petróleo en 2014, que superó el TFC anual en Japón y Corea, permitiendo el ahorro de los consumidores en US \$550 mil millones.

A la hora de la implementación de eficiencia energética, según lo dice el Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015, es el país el que la produce [(International Energy Agency (EIA), 2015)], es por ello necesario evitar las importaciones de energía primaria (gas natural, petróleo y carbón), como lo han hecho los países de la AIE en 2014, los cuales han ahorrado 7790 PJ (petajoules) traducidos en USD 80 mil millones; gracias a esto Alemania, por ejemplo, aumentó su superávit comercial en 2013 en un 12% y Japón redujo su déficit comercial en un 8%. Se puede decir, a raíz de esto que la eficiencia energética es un combustible doméstico que juega un rol importante, pero que a su vez es fundamental a la hora de lograr la seguridad energética de las mismas.

Para focalizar más el tema, es el sector de la construcción el que consume la mayoría de energía a nivel mundial, representando más del 30% del TFC. Es aquel sector, el que se encarga de tomar decisiones operativas a diario, como las decisiones de inversión en eficiencia energética, si está se impulsarán o no para modernizaciones y nuevas construcciones. Es primordial saber que los gastos de eficiencia energética en edificios comprenden: el envolvente del edificio, su sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado y el calentamiento de agua y luz; que van relacionados con políticas de desarrollo. Los consumidores, empresas de construcción, cadena de suministros de eficiencia energética, servicios públicos y gobiernos son los inversores actuales; de los cuales la mayor inversión va por parte de los consumidores y empresas constructoras de edificios por medio de la compra de tecnologías y servicios de eficiencia energética.

En el Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015 [(International Energy Agency (EIA), 2015)], al analizar el uso de energía por tipo de edificio, se puede destacar que a nivel global los edificios residenciales representan el 74% del uso de energía y los no residenciales el 26%, los cuales de 2002 a 2012 han aumentado el uso de energía en un 22%, como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 5.2 - Uso global de la energía en edificios por subsector, 2002 - 2012

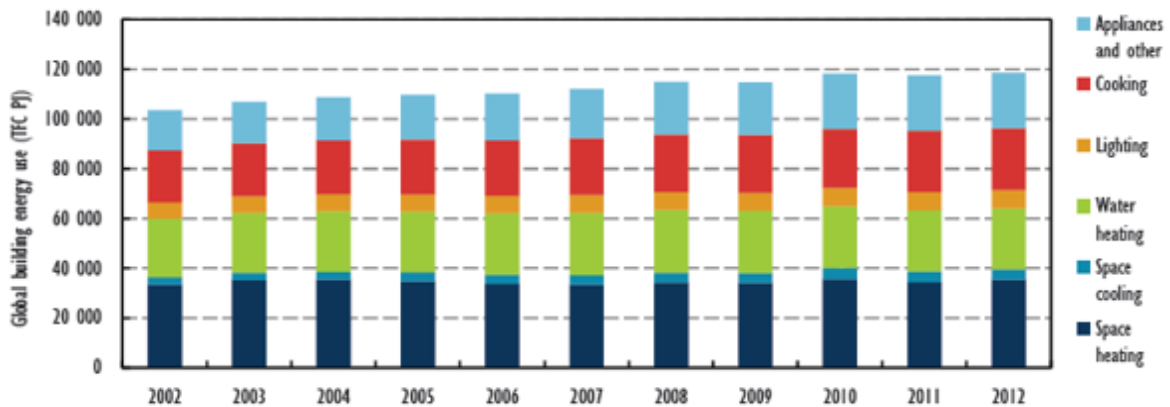


Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

La eficiencia energética en los edificios subsector residencial mejoró en un 15% entre 2002 y 2012, lo que resulta en 10800 PJ (petajulios) de ahorro de energía con respecto al final de energía anual en 2012. El valor de estos ahorros es de USD 164 mil millones, en base a un precio medio ponderado de la energía de US \$ 14/gigajulio (GJ). Aunque la AIE no lleva a cabo un análisis de descomposición en edificios no residenciales (en gran parte debido a la insuficiencia de datos), los elementos comunes con el sector residencial ofrecen algunas ideas. Si la energía similar podría lograr un ahorro en los usos finales básicos (es decir, excluyendo todo el consumo de los servicios de energía, como centros de datos o tratamiento sanitario) de edificios no residenciales, este subsector podría haber salvado 3 800 PJ de energía final anual en 2012, lo que representa un valor de USD 53 mil millones (basado en el mismo precio medio ponderado).

Al analizar los usos finales de la energía en un edificio, estos incluyen: calefacción, refrigeración, calentamiento de agua, iluminación, cocción y aparatos (incluyendo electrodomésticos grandes y pequeños electrodomésticos). Se sabe que la inversión en eficiencia energética incluye el gasto en todos los usos finales, salvo pequeños electrodomésticos, que se consideran típicamente un servicio de más de un uso final del edificio. Históricamente, los mayores usos finales a nivel mundial son la calefacción, calentamiento de agua y cocina; más recientemente, la categoría de los aparatos está creciendo para convertirse en uno de los grandes usos finales, como lo muestran las siguientes gráficas:

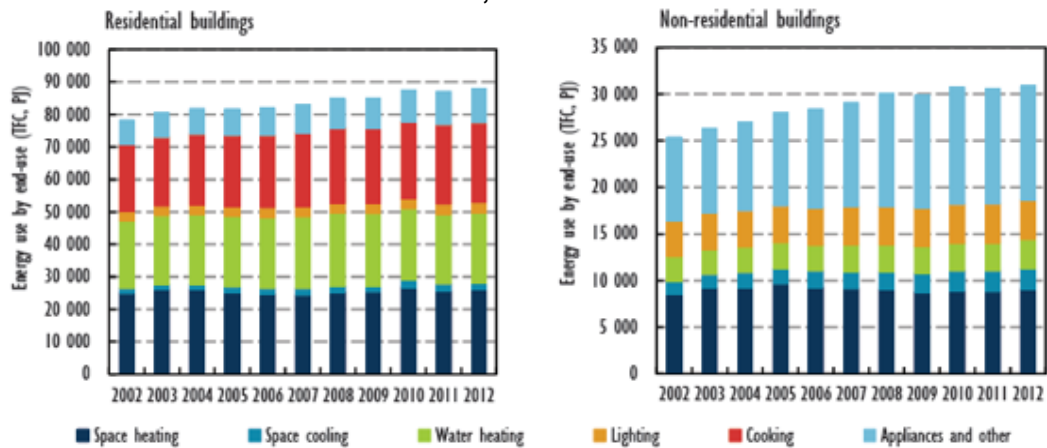
Figura 5.3 - Uso de energía mundial del edificio estimado por el uso final, 2002 - 2012



Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

(A menos que se indique específicamente, en esta sección se analizan los usos finales de tanto los sectores de la construcción residencial y no residencial en conjunto).

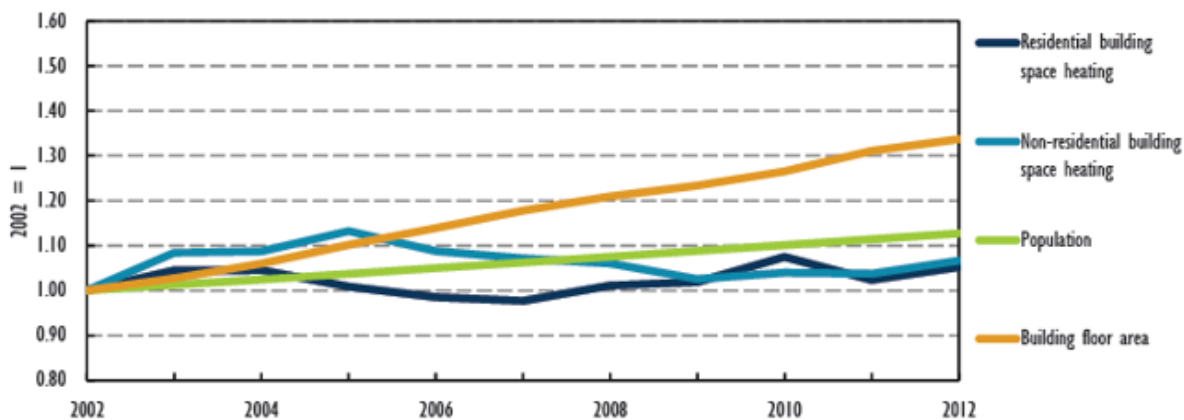
Figura 5.4 - Uso de energía mundial del edificio estimado, según tipo de construcción y por uso final, 2002- 2012



Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

- Espacio de calefacción:** En los países con climas fríos, los requerimientos para la calefacción en el edificio han disminuido producto de las políticas de eficiencia energética en envolvente y tecnologías de equipos de calefacción. Sin embargo el número de personas y edificios que requieren espacios de calefacción está aumentando, y con el aumento de ingresos las personas buscan un mayor nivel de comodidad, subiendo así la demanda de calefacción. La demanda de calefacción en edificios se pondera de 2002 a 2012, al haber un crecimiento de la población mundial de un 13% y de superficie de 34%, como lo muestra la gráfica:

Figura 5.5 - Consumo de energía global estimada para la calefacción de un edificio, en relación con el crecimiento demográfico y la superficie construida (indexados 2002), 2002- 2012

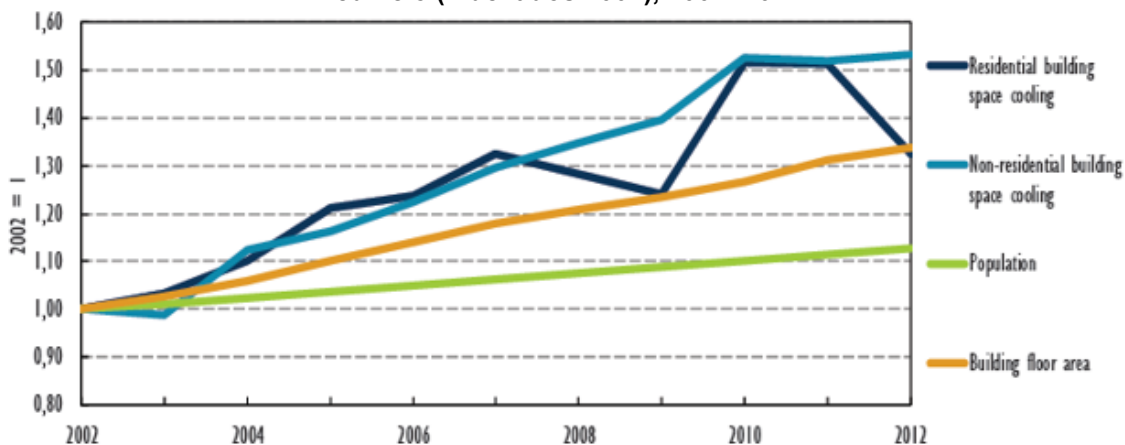


Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

Las inversiones en espacios de calefacción principalmente en países industrializados que tienen climas fríos, ha dado lugar a una disociación del uso de energía en la calefacción para el crecimiento tanto en superficie de la población como en el área de construcción. A nivel nacional, los países de la OCDE han tenido una disminución del uso de energía total del espacio de calefacción. La tendencia es opuesta en países no pertenecientes a la OCDE, donde el creciente desarrollo y crecimiento de la población llevó a un aumento en el uso de energía para calefacción. Sin embargo, como la mayoría de los no-OCDE, naciones desarrolladas están en climas cálidos, el crecimiento global de la calefacción de locales de construcción es mínima en comparación con el aumento del consumo de energía para otros usos finales.

- Espacio de refrigeración:** En algunos países, el mercado de equipos de espacio de refrigeración está saturado en gran medida. Para contextualizar, las políticas y cadenas de suministros dirigidas a niveles de eficiencia energética sobre construcción y refrigeración, utilizan equipo de tecnología para ayudar a reducir la energía en conforme a los requisitos para el espacio de refrigeración en edificios. Por el contrario, en países donde el mercado de espacio de refrigeración aún no está saturado, el uso de estos espacios en los edificios va en aumento. El crecimiento demográfico, expansión de superficie, aumento de los ingresos y el cambio climático son significativos en el caso de espacio de refrigeración: el número de personas y el número de edificios que requieren espacio de refrigeración es cada vez mayor, sobre todo en los climas cálidos, como en los países en desarrollo. Mejoras en los espacios de refrigeración por medio de equipos de eficiencia energética no tienen un equilibrio con el aumento asociado de la demanda de aire mecánica asociada al uso de energía acondicionado. Esto ha dado lugar a una tasa de crecimiento del 43% para el espacio de refrigeración sobre la energía de la última década, que supera de lejos el crecimiento tanto de la población (13%) y Superficie de construcción (34%), como lo muestra la gráfica:

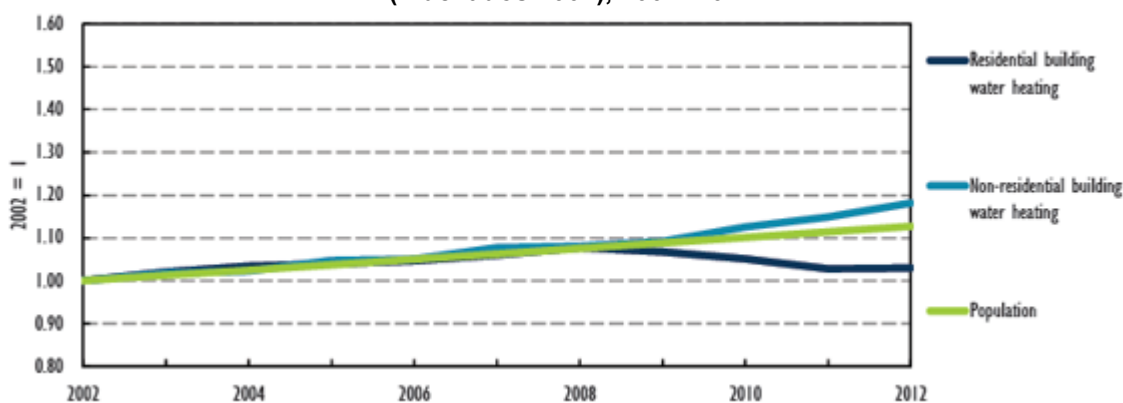
Figura 5.6 - Consumo de energía global estimada para el espacio de refrigeración de un edificio (indexados 2002), 2002- 2012



Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

- Calentamiento de Agua:** En la actualidad, las tecnologías ineficientes dominan el mercado del calentamiento de agua en casi todos países, por lo que la demanda de energía para este uso final es alta en la construcción. Las políticas de gobierno actual y las inversiones de la industria hacen que sea difícil para los consumidores adoptar una alta eficiencia en cuanto a tecnologías de precios razonables, incluyendo bombas de calor o calentadores de agua solares. Tendencias recientes para edificios residenciales muestran un pequeño aumento (3%) en el uso de energía para calentar el agua 2002-12, a pesar de un mayor crecimiento de la población (13%). Edificios no residenciales muestran una mucho más grande incrementó (18%) en el uso de energía, como lo muestra la gráfica:

Figura 5.7 - Consumo de energía global estimada para el calentamiento de agua de un edificio (indexados 2002), 2002- 2012

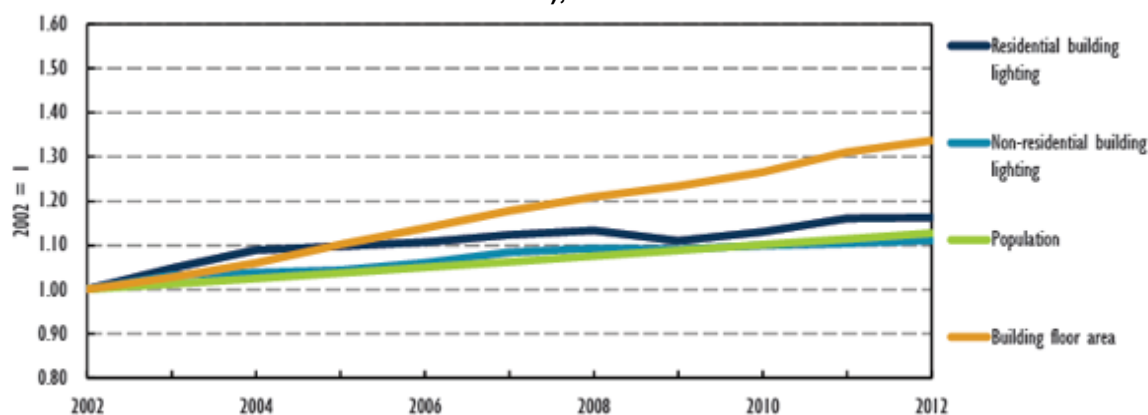


Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

- Iluminación:** La iluminación eficiente en los edificios está mejorando debido a un cambio continuo en la última década a partir de las bombillas incandescentes

(incluyendo halógeno) en las lámparas fluorescentes compactas (en adelante LFC) y ahora en emisores de luz con tecnología de diodos (en adelante LED). Se han adoptado avanzados controles y sensores de iluminación, junto con un uso más estratégico de la luz natural, habilitando una parte del mercado de los edificios para evitar el uso adicional de energía de iluminación. El uso de energía de iluminación muestra un aumento del 10% al 15%, mientras que el área de piso del edificio ha crecido en un 34% (en la siguiente gráfica), lo que refleja un desacoplamiento de la energía de iluminación usada para el área del piso. En los países en desarrollo, donde el uso de energía para la iluminación está aumentando debido al aumento de la población (una parte de la cual también representa aumento de los ingresos y expectativas de confort) y aumento de la superficie construida, la adopción temprana de tecnologías LFC tiene paradójicamente minimizada la oportunidad para el ahorro de energía adicionales de nuevas tecnologías. Para el propósito de estimación de eficiencia energética del mercado de iluminación para edificios, sólo se incluyen la física conectada con un sistema de hardware (sensores de luz, accesorios y controles), pero no las bombillas (como con la clasificación de los aparatos que van más allá de la inversión en eficiencia energética de los edificios). Ver gráfica 5.8 :

Figura 5.8 - Consumo de energía global estimada para la iluminación de un edificio (indexados 2002), 2002- 2012



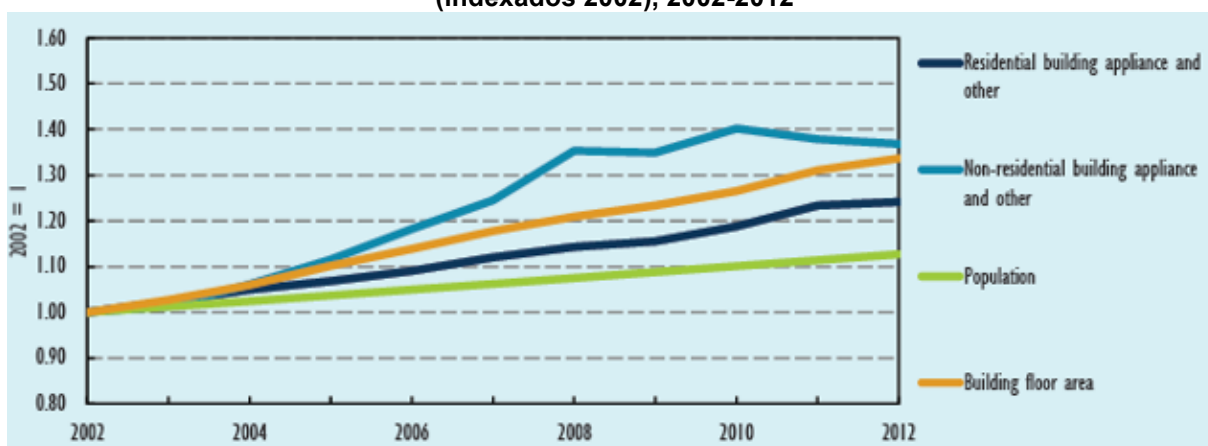
Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

- **Electrodomésticos:** Una gran parte de la carga energética de los edificios es de electrodomésticos. Históricamente, el uso del electrodoméstico representaba aproximadamente un tercio de la energía total, pero la proporción está creciendo en los últimos años. Esto es debido en parte al creciente número de aparatos por hogar (es decir, incluyendo el consumo eléctrico, lavavajillas, etc.), electrodomésticos por oficina (incluidos ordenadores y equipo de oficina) y el aumento del uso de electrodomésticos en la vida diaria. Los electrodomésticos normalmente son parte de lo que se refiere a menudo como el "plug-load" (cargador-enchufe): es decir, que continuamente sacan un poco de energía a través de los enchufes eléctricos. Mientras que este análisis hace no tomar en cuenta el gasto en aparatos como inversión en eficiencia energética en un

edificio, datos sobre electrodomésticos revelan tendencias interesantes que afectarán el uso de energía en edificios futuro.

Las mejoras en tecnología de eficiencia están reduciendo el requerimiento de energía de algunos electrodomésticos ampliamente utilizados como refrigeradores, lavaplatos y lavadoras, según el Informe de mercado de Eficiencia Energética 2015 [(International Energy Agency (EIA), 2015)]. Al mismo tiempo, el aumento de las ventas de productos con la saturación del mercado inferior (en particular los lavaplatos y las secadoras de ropa) está haciendo subir el consumo general de energía de los electrodomésticos. En los países en desarrollo, las ganancias en electrodomésticos de eficiencia se compensan por la penetración creciente asociada al aumento de los ingresos y el crecimiento de la población. A nivel mundial, la tasa de crecimiento de la demanda de energía de electrodomésticos en ambos sectores residencial (24%) y no residencial (37%) superaron al de crecimiento de la población (13%). En el sector no residencial, este crecimiento también ha superado el aumento de la superficie (34%) (Figura 5.9).

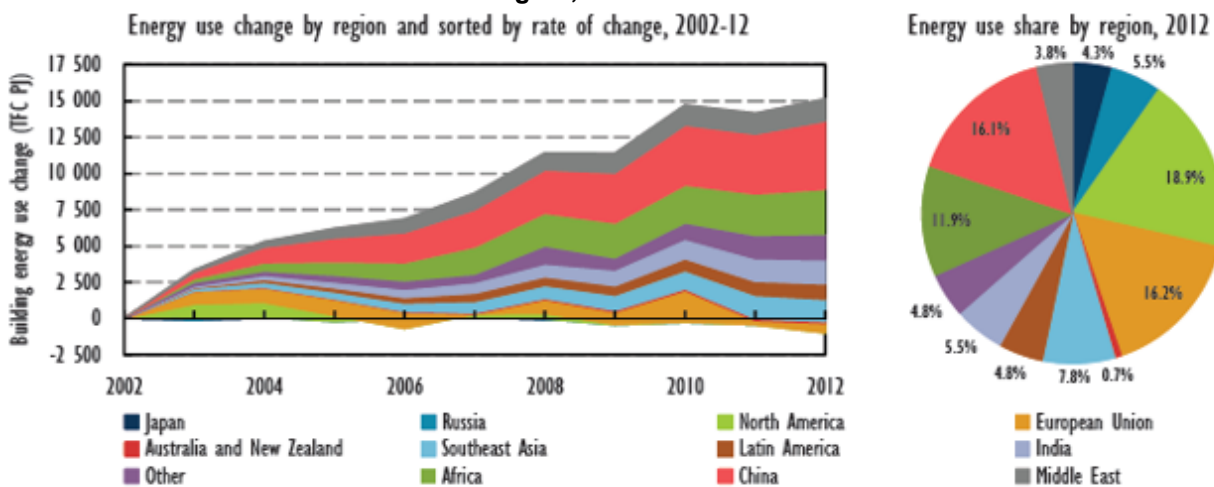
Figura 5.9 - Consumo de energía global estimada para los electrodomésticos de un edificio (indexados 2002), 2002-2012



Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

Al hablar del uso de la energía por país/región, se destaca que el consumo de energía está siguiendo otras tendencias, con los países de la OCDE exhibiendo el uso de energía relativamente en equilibrio, mientras que su uso en las regiones fuera de la OCDE (en particular los países en desarrollo) está aumentando en línea con gran crecimiento de la población y el desarrollo económico. Como lo muestra la siguiente gráfica:

Figura 5.10 - En la construcción uso de energía de cambio y uso de energía de acciones, por región, 2002- 2012



Fuente: Energy Efficiency- Market Report, 2015

De 2002 a 2012, algunas regiones registraron aumentos rápidos en el uso de energía del edificio, incluyendo el Oriente Este (55%), China (35%) y África (30%).

En cuanto a Tecnología y tendencias emergentes; se identifican una serie de factores de mercado para estimular la innovación tecnológica en eficiencia energética y para el despliegue de soluciones eficaces, que incluye inversión en investigación, desarrollo y demostración (en adelante RD & D en inglés) y desarrollo empresarial (por ejemplo, demostración de la tecnología para promover la comercialización y el despliegue a través de una cadena de suministro bien desarrollada). La inversión en RD & D, tiene por objeto cumplir con los nuevos requisitos de la norma como costo-eficacia, posible para el fabricante, o ayudar a los fabricantes que van más allá de las nuevas normas de eficiencia energética; ésta inversión pasa a ser una supervivencia y crecimiento para las empresas, pues proporciona beneficios posteriores a los consumidores resultando un mejor producto y una mayor eficiencia energética.

En conclusión a nivel global, las tendencias de los últimos años muestran un crecimiento significativo en el ciclo de inversión en eficiencia energética. Sin embargo, se necesita mucho más que la inversión sea a nivel mundial para poder explotar el enorme potencial que existe en el mercado de la eficiencia energética en edificios, dicha inversión global utiliza múltiples métodos para realizarse como la extrapolación de datos hacia arriba y hacia abajo, bajo este análisis las estimaciones son de USD 90 mil millones (+/-10%) anualmente en eficiencia energética para edificios. Dicho esto, se espera que en los próximos cinco años exista un crecimiento significativo de eficiencia energética para edificios, reflejado en las políticas actuales y en las tendencias del mercado, las que si se mantienen, en 2010, la inversión será de más de USD 125 mil millones. [(International Energy Agency, 2015)]

5.1.2 Plan de mantenimiento

Según el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de Iberoamérica (en adelante CYTED), quienes se encargan de contribuir al desarrollo armónico y sostenible de la región mediante la promoción de la colaboración y cooperación entre los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología, Organismos de Fomento de la Innovación, grupos de investigación de universidades, centros de I+D y las empresas en torno a diversas áreas, como: agroalimentación, salud, promoción del desarrollo industrial, desarrollo, cambio global, tecnología de la información y de las comunicaciones, ciencia y sociedad y energía. El área de la energía es abarcada por La Eficiencia Energética para la Seguridad y Sostenibilidad Iberoamericana (EFESOS).

EFESOS, desde el 2008, se reúnen de manera de traducir iniciativas en políticas que busquen asegurar el desarrollo de la eficiencia energética como herramienta para aumentar seguridad y sostenibilidad en Iberoamérica; establece que la eficiencia energética se puede lograr por: implantación de la gestión energética y/o de equipos o tecnologías de alta eficiencia. La gestión energética busca conseguir un uso eficiente de la energía por medio de monitoreo, registro, evaluación y acción correctiva continua sobre los equipos, áreas y procesos claves y el personal de manera de mejorar los indicadores que determinan la eficiencia energética; la mejor gestión energética abarca buenas prácticas de consumo operación y mantenimiento.

Para ello se debe elaborar y ejecutar un plan de mantenimiento predictivo, atendiendo el análisis de ocurrencia de fallos en las diferentes situaciones, logrando una mayor eficiencia, al poder realizar las acciones correctivas que garanticen la no ocurrencia de averías, adaptado al momento, lugar y condiciones en que se encuentre el sistema.

En la actualidad, la implementación de sistemas de gestión automatizados permite que el diagnóstico sirva como herramienta para desarrollar el mantenimiento predictivo de la ingeniería del mantenimiento. El emplear técnicas modernas promueve un salto en la gestión de la actividad del mantenimiento, obteniéndose mejores resultados.

Así pues, se debe crear cultura en todos los niveles de dirección de las empresas respecto a un plan de mantenimiento que sirva de base a la eficiencia energética. Al aplicar esta política las empresas son capaces de contar con una herramienta que permita el cambio que se necesita en la actividad de mantenimiento mejorando gradualmente los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y seguridad.[(Iberoamérica, 2009)]

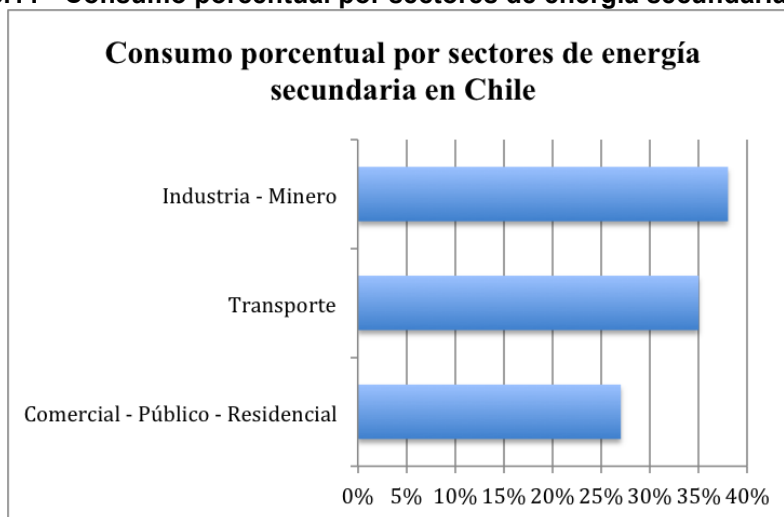
5.2 Eficiencia Energética y plan de mantenimiento para tecnologías en contexto nacional

De acuerdo a la información que se investigó sobre las cuentas públicas del año 2014, MINVU en el año 2013 se encontró 10.018 subsidios térmicos, por un monto de 1.137.660 UF. Adicionalmente, se asignaron 3.390 subsidios para el revestimiento de fachadas, techos y ventanas con aislación térmica, como parte de proyectos en condominios de viviendas sociales.

En materia de calificación y recalificación energética de viviendas, durante 2013 se acreditaron 97 profesionales, 81 externos y 16 del ministerio para actuar como evaluadores energéticos de viviendas. Asimismo, se elaboró un diseño administrativo y operativo del proceso de calificación energética implementado a nivel nacional, y el desarrollo de una plataforma que permite la evaluación energética de viviendas y emisión de etiquetas en línea. Durante ese año se evaluaron tres mil viviendas, pertenecientes a proyectos privados y sociales a lo largo del país.

En Chile, acorde al Balance Gestional Integral 2013 [(MINVU Y SERVIU, 2013)], el número de viviendas sociales construidas son cada vez más significativas correspondiendo al subsidio de una vivienda nueva. A inicios del año 2013 el programa habitacional contó con 184.101 subsidios, cifra que fue aumentando durante el año a 205.753 unidades, contando un monto de 51.546.000 UF. Durante el transcurso de aquel año se asignaron 208.885 soluciones habitacionales por 51.502.118 UF de las cuales 38.771 corresponden a construcciones o adquisiciones de viviendas para los grupos más vulnerables, 49.573 a grupos emergentes y clase media, y otras 120.541 a reparaciones y ampliaciones. El estado está constantemente aplicando metodologías que tratan de resolver el problema del déficit habitacional como también aplicar una fuerte inversión social en resolver el mejoramiento de la calidad de vida de la gente que postula a estos subsidios para la adquisición de viviendas. El esfuerzo del país apunta a la entrega de una vivienda digna para un importante segmento de la población, que pertenecen a los quintiles más vulnerables del país.

Figura 5.11 - Consumo porcentual por sectores de energía secundaria en Chile.



Fuente: Elaboración propia según cifras de la CNE, 2013.

Como queda demostrado se hace indispensable avanzar en el uso eficiente de los recursos energéticos que poseemos, siendo la eficiencia energética en viviendas un objetivo de gran importancia para obtener un impacto a nivel nacional.

Además, si se considera que el sector comercial, público y residencial en Chile representa el 27% del consumo de energía secundaria (sin contar los centros de conversión)

(ver figura 5.11), se cuenta con un enorme espacio donde las políticas públicas pueden avanzar en la incorporación, tanto de la innovación como de los cambios tecnológicos para el uso eficiente de los recursos energéticos. Además, del mejoramiento de la calidad de vida de sectores sociales de menores ingresos.

Por otro lado, se conoce que el consumo de energía en los sectores de menores recursos, no logra obtener temperaturas adecuadas durante la época de invierno, en gran parte de este periodo no obtienen un confort adecuado en el interior de las viviendas dado a su gasto en combustibles.

No obstante, este gasto en una vivienda con mejor comportamiento térmico implicaría un uso eficiente de la energía, y de la mano una mejora en la calidad de vida al verse prolongado las condiciones de confort en el interior de la vivienda.[(Gobierno de Chile, 2009)]

5.2.1 Uso Eficiente De La Energía En Chile

Se conoce conceptualmente a la Eficiencia energética como la disminución o restricción en el uso de un servicio o tecnología, en cambio Eficiencia Energética (en adelante EE) se refiere a la minimización del insumo energético por unidad de producto, manteniendo la misma calidad o mejorándola.

Esto es originado por la reducción de pérdidas de energía que ocurren durante los procesos de transformación de energía a otro. Gracias a ello, se puede producir en igual o mayor volumen de bienes o niveles de servicio sin aumentar el consumo de energía. En consecuencia, con la eficiencia energética, no existe esta reducción en el desarrollo de alguna actividad específica, como si existe con el ahorro energético.

Chile presenta una situación de alta vulnerabilidad energética, que deriva tanto de la estrechez de su matriz generadora, como de su dependencia hacia los mercados externos en la provisión de insumos energéticos. La inseguridad de abastecimiento que ella provoca, junto al compromiso que adquirió Chile con la firma del Protocolo de Kyoto (2005) y de las recomendaciones que la OCDE emitió en el informe sobre la Evaluación del Desempeño Ambiental de Chile, llevó a que el gobierno creará el “Programa País de Eficiencia Energética” (en adelante PPEE) a comienzos del año 2005, con el objetivo de generar cambios de comportamiento, introducir nuevas tecnologías y crear una cultura de EE en Chile, en todos los sectores productivos, servicios y hogares.

La eficiencia energética se basa en 4 puntos básicos de beneficios para el país, que aportarán a un desarrollo más sustentable.

1. **Estratégicas:** Reducción de la vulnerabilidad del país por dependencia de fuentes energéticas externas.
2. **Económicas:** Reducción de los costos de abastecimiento energético para el país; ahorro económico por reducción de consumo energético entre consumidores y la

industria; generación de actividades económicas, empleo y oportunidades de aprendizaje tecnológico.

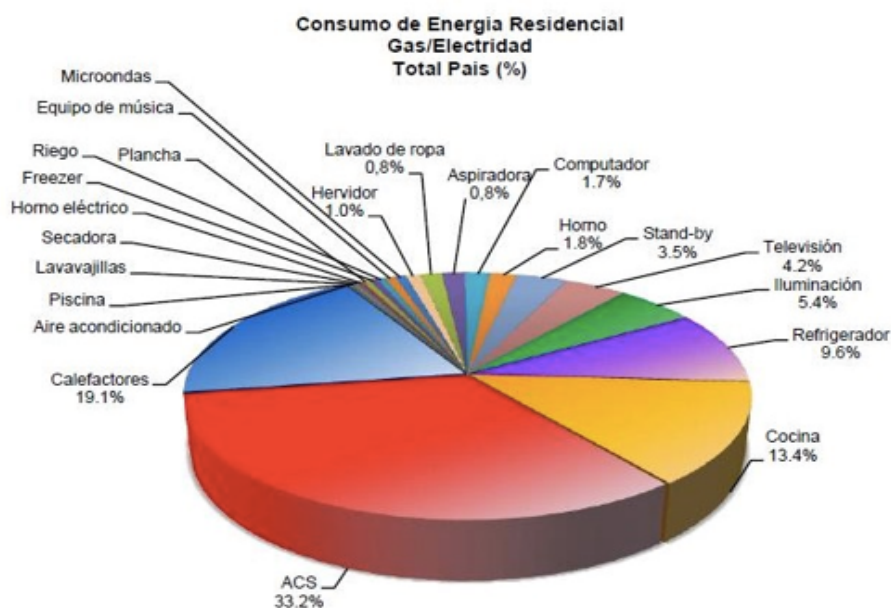
3. **Ambientales:** Descomprimir los recursos naturales y los asentamientos humanos al reducirse la tasa de crecimiento de la demanda por energía.
4. **Sociales:** Los beneficios serán más importantes para las familias de más bajos ingresos, porque gastan un mayor porcentaje de sus ingresos en energía que el resto de las familias.

El PPEE ha venido consolidando el uso eficiente como una fuente de energía, contribuyendo al desarrollo energético sustentable de Chile, que apuntan a generar una cultura de Eficiencia Energética en Chile con el propósito de que la ciudadanía tome conciencia de la importancia de cuidar los recursos energéticos, cambiar los hábitos y contribuir al desarrollo sustentable del país.

5.2.2 Identificación de Fuentes de Consumo de Energía

A continuación se muestra un gráfico de torta, representado las principales fuentes que consumen energía dentro de una vivienda social promedio:

Figura 5.12 - Fuentes de consumos de la energía nivel país



Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Cámara Chilena de la Construcción, 2010.

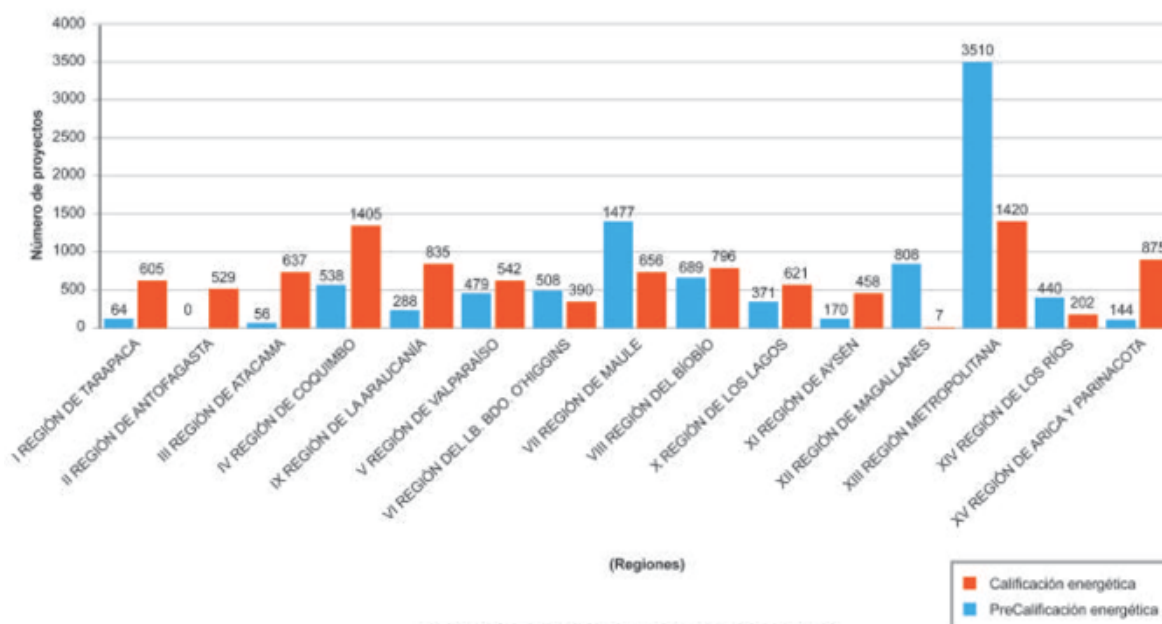
5.2.3 Calificación Energética de Vivienda

El MINVU, junto al Ministerio de Energía, han implementado un sistema de Calificación Energética de Viviendas que busca mejorar la calidad de vida de las familias chilenas.

La Calificación Energética de Viviendas (CEV), es un instrumento que califica la eficiencia energética de una vivienda nueva y que considera requerimientos en calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación. De forma similar a los electrodomésticos, las viviendas calificadas contarán con una etiqueta con colores y letras, que van desde la A a la G, siendo esta última la menos eficiente.

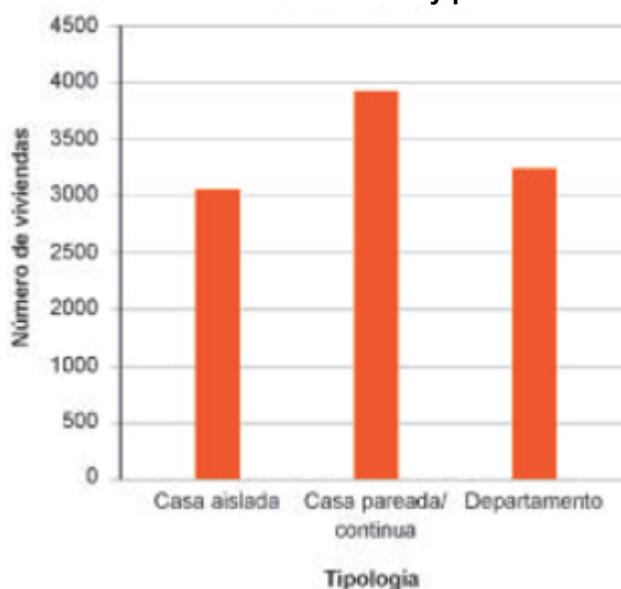
Hoy en día existen 19.520 viviendas entre proceso de precalificación (9.542 viviendas) como de calificación (9.978 viviendas) a lo largo de todas las regiones.

Figura 5.13 - N° de viviendas pre-calificadas y calificadas por región



Fuente: Guía de Desarrollo Sustentable de proyectos inmobiliarios, MINVU, 2015.

Figura 5.14 - N° de viviendas calificadas y pre calificadas por tipo



Fuente: Guía de Desarrollo Sustentable de proyectos inmobiliarios, MINVU, 2015.

5.2.4 Operación y Mantenimiento de tecnologías y uso eficiente de energía

Se debe realizar un Diagnóstico Energético, el cual es un proceso sistemático que consiste en:

- Catastrar las instalaciones existentes.
- Detectar los factores que afectan al consumo de energía.
- Identificar, evaluar y priorizar las oportunidades de ahorro energético en función de su rentabilidad.

Los diagnósticos energéticos tienen como función describir el estado y eficiencia de los equipos existentes, que permiten establecer una línea base, además se deben:

[(Subdirectora)]

- Establecer estándares mínimos para las tecnologías existentes
- Supervisión permanente de los equipos.
- Contar con personal calificado que realice periódicamente la supervisión.
- Disponer con el equipamiento adecuado (camión capacho, camioneta, escaleras, etc.)
- Reposición de elementos fallados por otros de igual o superior calidad.
- Revisión aleatoria de los elementos reemplazados, con la finalidad de asegurar que estos estén realmente fallados.
- Inspecciones diurnas y nocturnas.
- Actualización permanente del catastro de las instalaciones.

6. Marco Teórico

Para establecer la metodología de trabajo se requiere elaborar una definición teórica de todos los elementos que se utilizarán de aquí en adelante, explicando que se entiende por procesos, sus clasificaciones, mapa de un proceso, que es una propuesta de mejora, las herramientas que esta involucran y las que permitirán realizar el levantamiento de procesos de uno de los tipos de energía seleccionado en la vivienda social, el rediseño del mismo proceso, identificando las causas que generan dificultades de manera de establecer la propuesta de mejora a dicho proceso. Además de los conceptos de mantenimiento, los distintos tipos, que es un plan de mantenimiento y las herramientas que nos permitirán realizarlo para las tecnologías de eficiencia energética seleccionadas en la mejora del proceso levantado.

6.1 Procesos

6.1.1 Definiciones

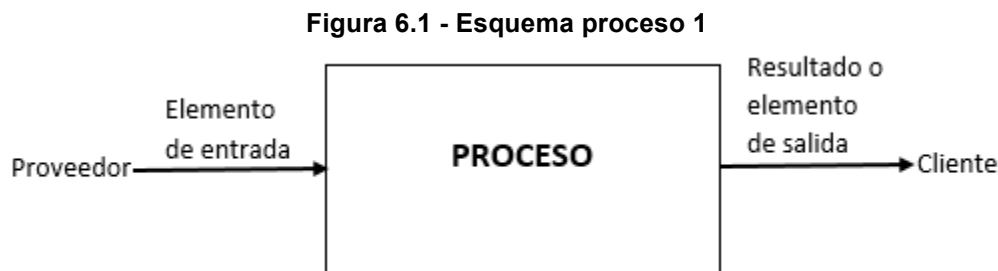
Según Juan Bravo Carrasco, autor del libro “Gestión de Procesos”, un proceso es *una totalidad que cumple un objetivo útil a la organización y que agrega valor al cliente*. Otra definición complementaria, viene de la aplicación del análisis, a través de la observación de los componentes: *Proceso es un conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común: transformar las entradas en salidas que agreguen valor a los clientes*.

Hammer aporta una definición parecida [2006, p.68]: *Un proceso es una serie organizada de actividades relacionadas, que conjuntamente crean un resultado de valor para los clientes*. Explica que la mayoría de las empresas no cumple con esta definición porque todavía están organizadas en base a compartimentos. Sigue Hammer [2006,p.71]: *Como resultado, los pedidos de los clientes son como viajeros que van pasando a través de una serie de reinos rivales cuyos guardias fronterizos les hacen sufrir un mal rato antes de sellar el visado para que puedan seguir adelante*.

Entonces, los procesos representan el hacer de la organización. Comercializar, incluye: *proyectar las ventas, comprar, vender, distribuir, cobrar y hacer servicios posventa*.

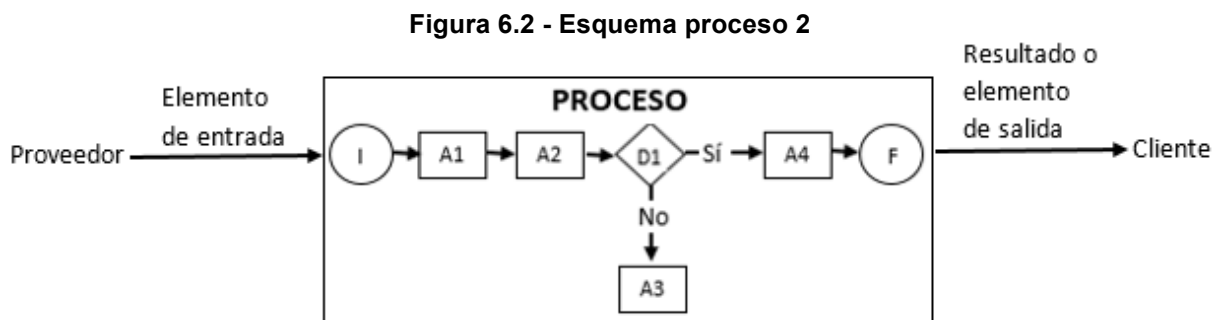
La mirada sistémica también señala: *El proceso es un sistema de creación de riqueza que inicia y termina transacciones con los clientes en un determinado periodo de tiempo*.

Un proceso puede visualizarse como una “caja negra” que transforma uno o varios elementos de entrada suministrados por uno o varios proveedores internos o externos en uno o varios resultados que son entregados a uno o varios clientes internos o externos como se muestra en la figura n° 6.1



Fuente: Blog de SAYCE sobre la familia de normas ISO 9000 y los sistemas de gestión de la calidad, 2010.

Si se abre esta “caja negra” y se observa su contenido se encontrará que para poder transformar el o los elemento(s) de entrada en el o los resultado(s) se requiere realizar una serie de actividades y toma de decisiones tal como se muestra en la figura n° 6.2



Fuente: Blog de SAYCE sobre la familia de normas ISO 9000 y los sistemas de gestión de la calidad, 2010.

Donde:

- I significa el inicio de las actividades.
- A1 significa la actividad 1 del proceso.
- A2 significa la actividad 2 del proceso.
- A3 significa la actividad 3 del proceso.
- A4 significa la actividad 4 del proceso.
- D1 significa la toma de decisión 1.
- F significa el fin de las actividades.

Los procesos le dan vida a la organización. Un proceso puede pasar por muchos cargos en diversas unidades funcionales (lo vertical), por eso los procesos cruzan horizontalmente a la organización. Se encargan de acercar a la organización permitiendo comprender la interacción entre acciones y personas distantes en el tiempo y el espacio. Más allá de un conjunto de actividades, el proceso nos ayuda a entender la globalidad de la tarea que desempeña.

Dice nuevamente Hammer [2006, p.76]: *Una empresa de procesos es la que estimula, posibilita y permite que sus empleados realicen una labor de proceso. La labor de proceso es toda una tarea que se centra en el cliente; toda labor que tiene en cuenta el contexto más amplio dentro del que se está realizando; toda tarea que va dirigida a alcanzar unos resultados, en lugar de ser un fin en sí misma; toda tarea que realiza siguiendo un diseño disciplinario y repetible.* [(Carrasco, Gestión de Procesos, 2012)]

Proceso es una totalidad que cumple un objetivo completo y que agrega valor para el cliente. Esta unidad es un sistema de creación de riqueza que inicia y termina transacciones con los clientes en un determinado período de tiempo. Cada activación del proceso corresponde al procesamiento de una transacción, en forma irreversible, por eso se emplean los conceptos de temporalidad y de “flecha del tiempo”. El período de tiempo es hoy el punto crítico de trabajo para incrementar la productividad.

Nótese que vamos mucho más allá de la definición clásica de “ciclo de actividades que transforma entradas en salidas”, la cual no incorpora los conceptos de intencionalidad, irreversibilidad, criticidad del tiempo, interacciones entre actividades y procesos ni creación de riqueza social a través del énfasis en agregar valor para el cliente. En este sentido y sin agotar la definición, mejor sería decir que un proceso es un conjunto de actividades, interacciones y otros componentes que transforma entradas en salidas que agregan valor a los clientes del proceso. Cada proceso es una competencia que tiene la organización.

6.1.2 Identificación de los Procesos

Los procesos se pueden distinguir en tres variedades, pudiendo ser: estratégicos, del negocio y de apoyo.

Procesos estratégicos: Los procesos estratégicos son aquellos relacionados con la estrategia de la organización, considera:

- La forma como se establece la visión, misión, valores, directrices funcionales, objetivos corporativos, departamentales y personales y el programa de acción entre otros componentes.
- La forma cómo se monitorea el cumplimiento de los objetivos, la definición de indicadores y cómo se mantienen actualizados.
- La forma de mantener actualizadas las definiciones estratégicas.
- La forma como se comunica la estrategia y la forma de motivar a todos los integrantes de la organización en lograr sus definiciones, entre otros temas relacionados.

Procesos del negocio: Los procesos del negocio atienden directamente la misión del negocio y satisfacen necesidades concretas de los clientes. En empresas pequeñas se estima razonable identificar entre 1 y 3 de estos macro procesos; en empresas grandes este número puede llegar a 8. Estas cantidades también tienen relación con el grado de focalización de la organización, mientras más focalizada se encuentre, menor es el número de procesos del negocio.

En general, los procesos del negocio están asociados a los productos o servicios que presta una organización.

Procesos de apoyo: los procesos de apoyo son servicios internos necesarios para realizar los procesos del negocio. También se les llama procesos secundarios. En empresas pequeñas es fácil identificar hasta unos 20 procesos de apoyo, los que pueden llegar hasta 400 en grandes organizaciones, sin considerar las diferentes versiones de cada uno.

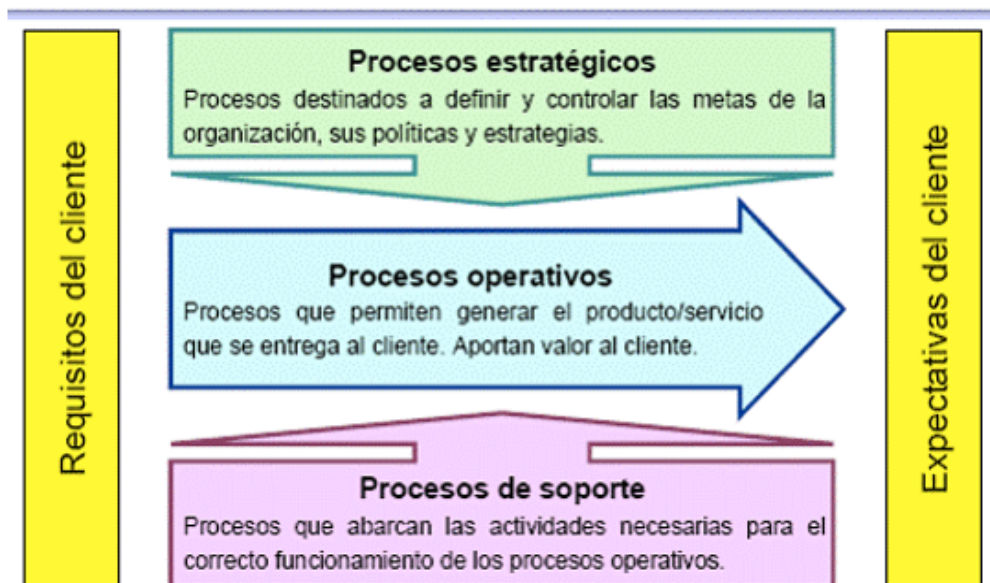
6.1.3. Mapa de procesos

El mapa de procesos es una visión de conjunto, holística o “de helicóptero” de los procesos. Se incluyen las relaciones entre todos los procesos identificados en un cierto ámbito. Une los procesos segmentados por cadena, jerarquía o versiones. Vital contar con un glosario de términos en la organización, especialmente de los verbos empleados para describir procesos y actividades, así todos entienden lo mismo.

Se usan dos tipos de mapas, global (de toda la organización) y de ámbito, este último aporta mayor detalle.

Para elaborar el mapa de procesos global lo primero es contar con la visión de conjunto, global, porque muestra todos los procesos de la empresa. Este mapa debe estar siempre actualizado y pegado en las paredes de cada área.

Figura 6.3 - Tipos de procesos



Fuente: Gestión de Calidad, Consulting, 2010.

Se identifican tres tipos de procesos:

- *Procesos estratégicos*. Van arriba y están orientados al diseño de toda la organización y a cumplir con las actividades de planeación, investigación y de gestión en general. Definen los grandes caminos para cumplir cada vez mejor con la misión de la organización.
- *Procesos del negocio u operativos*. Van al centro y derivan directamente de la misión. Se les puede llamar también procesos de misión.
- *Procesos de apoyo*. Van abajo y dan soporte a toda la organización es los aspectos operativos que no son directamente del negocio, por lo tanto. Aunque no interactúan con los clientes en el día a día, igualmente deben contactarse con ellos para conocer de primera mano sus necesidades.

6.1.4 Levantamiento de procesos

Al describir un proceso se pretende determinar los criterios y métodos que permitan asegurar las actividades que se realizan en dicho proceso, que este sea controlado por

medio de la gestión de procesos la cual proporciona mediante la identificación, una reducción de falencias o problemáticas que promueven la reducción al máximo o la eliminación de trabajo de quien no está aportando valor alguno a la organización, y que a su vez está provocando aumentos en costos de operación y producción; orientándose a optimizar los procesos con el propósito de alcanzar mejores resultados. Para facilitar el entendimiento del proceso se debe diagramar, pero antes de ello llevar un registro.

****Ir a Anexo 1 y 2***

6.2 Mejora de Proceso

La idea es perfeccionar lo que se está haciendo. En muchas organizaciones esta es una opción relativamente fácil de implementar cuando existe una cultura de participación. Mejorar los procesos incluye practicar benchmarking, es decir, comparar nuestros procesos con las mejores prácticas del medio y así aprender y mejorar. Aunque, en estricto rigor, el benchmarking está a medio camino entre mejorar y rediseñar, porque los cambios que se proponen a veces son tan grandes que pueden transformar totalmente un proceso.

La mejora de procesos exige la descripción previa de los procesos, por lo tanto, es una línea de trabajo que se complementa con la anterior (describir los procesos).[(Carrasco, Gestión de Procesos, 2012)]

Algunas características de la mejora de procesos:

- Normalmente el cambio es pequeño.
- Se busca perfeccionar los detalles del proceso existente, para mejorar en aspectos bien estudiados de costo, eficiencia, resultados, tiempo, calidad de atención, etc...
- Se habla del cliente interno y su satisfacción.
- El cliente interno es quien realiza el siguiente paso de una serie que concluye en el cliente externo.
- Comienza algún nivel de cuestionamiento de por qué se hace de esa manera y mejor aún, para qué se hace...
- Desde el comienzo del proyecto se discuten nuevas actividades, tareas y procedimientos relacionados con el proceso.
- Se aprecia una orientación más al interior del proceso, a mejorar sus detalles.
- Se tiende a crear equipos de trabajo con las mismas personas que realizan o dirigen un proceso.
- A veces se forman grupos más bien permanentes que vigilan los procesos y hacen mejora continua, son círculos o comités de calidad dirigidos desde un departamento de gestión de calidad.

6.3 Herramientas

6.3.1 Diagrama De Flujo

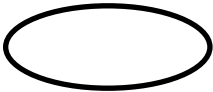

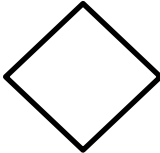

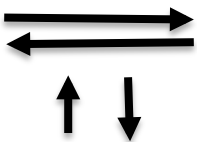
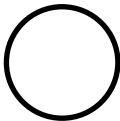
Es una herramienta de planificación y análisis, que constituye una descomposición gráfica de los pasos lógicos y secuenciales que se deben realizar en todo proceso, y cuya principal ventaja estriba en facilitar no solo la visualización integral de un proceso y de las

interrelaciones que se producen en él, sino, y especialmente, la identificación de las relaciones proveedores-clientes internos que se crean en el proceso, la detección de zonas críticas dentro de éste (aquellas en las que existe mayor posibilidad de cometer errores) y la identificación de pasos del proceso que implican pérdida de tiempo, trabajo y/o recursos.

Se utiliza para definir y analizar los procesos de manufactura, ensamblado o servicios. Construye una imagen del proceso etapa por etapa para que sea analizado con mayor facilidad, y sometido a discusión o con propósito de comunicación. El objetivo es realizar una visión crítica del proceso proporcionando una visión general para facilitar su comprensión.

- Mapa de proceso: Muestra no solo la secuencia de ocurrencia de las actividades sino quienes son los responsables de ejecutarlas.

Figura 6.4 - Diagrama de Flujo tipo

SÍMBOLO	NOMBRE	ACCIÓN
	Terminal	Representa el inicio o el fin de un diagrama de flujo.
	Entrada y salida	Representa los datos de entrada y los de salida.
	Decisión	Representa las comparaciones de dos o más valores, tiene dos salidas de información, falsas o verdaderas.
	Proceso	Indica todas las acciones o cálculos que se ejecutaran con los datos de entrada u otros obtenidos.
	Líneas de flujo de información	Indican el sentido de la información obtenida y su uso posterior en algún proceso subsiguiente.
	Conector	Este símbolo permite identificar la continuación de la información si el diagrama es muy extenso.

Fuente: Herramientas de Planeación Administrativas, más aplicadas, 2014.

6.4 Mantenimiento

6.4.1 Definición

Según la *European Federation of National Maintenance Societies* define al término mantenimiento como "Todas las acciones que tienen como objetivo, mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas

acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes". En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. Conforme lo anterior, realizar un correcto o incorrecto plan de mantenimiento, puede llegar a tener variadas consecuencias, ya que estudios han logrado detectar que tienen gran incidencia en otros factores como:

1. Calidad del producto
2. Costos de Producción
3. Capacidad operacional
4. Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado
5. Seguridad e higiene industrial
6. Calidad de vida de los colaboradores de la empresa e imagen y seguridad ambiental de la empresa

6.4.2 Historia y evolución del Mantenimiento

Entre el siglo XVIII y principios del siglo XX, se gesta en el mundo la llamada Revolución industrial, la cual y a través de la implantación de nuevas maquinarias en los diversos procesos productivos que se realizaban hasta entonces, cambia la forma de producir en el mundo. Dado lo anterior, muchos de los procesos antes realizados por trabajadores, comienzan a ser automatizados a través de la utilización de máquinas, las cuales y debido a su normal desgaste, presentan fallas durante su operación. Dado lo anterior, la reparación, disponibilidad en los equipos, etc.

Es en este momento en el cual el "Mantenimiento", surge como una solución al problema, ya que al querer producir continuamente, todas las máquinas y sistemas tienden a fallar debido al desgaste que presentan dada esa continua utilización. Desde este momento el "mantenimiento" es visto, como una función subordinada a la producción cuya finalidad se encuentra basada, en la acción de antelar y reparar defectos en forma rápida, eficiente y al menor costo posible, buscando siempre no perjudicar el correcto y continuo funcionamiento de la línea de producción. Para lograr lo anterior es de vital importancia contar con el compromiso y esfuerzo de todas las unidades por las que está compuesta un sistema o línea de producción.

Los servicios de mantenimiento, no obstante lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
- posición importante en industrias de proceso.
- posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.

En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

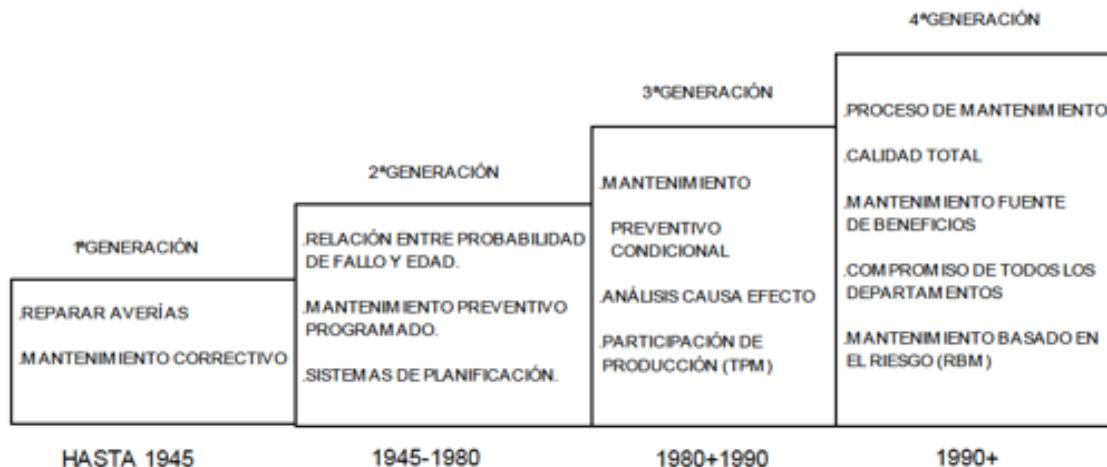
1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

2ª Generación: Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

3ª Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

Figura 6.5 - Evolución Mantenimiento



Fuente: Evolución del mantenimiento. John Moubray. Reliability-centered Maintenance II, 1997

En fin de cuentas, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de las máquinas y sistemas de producción, lo que se traduce en la obtención de un rendimiento mayor, por un periodo de tiempo más prolongado a través de una reducción del número de fallas que pudieran presentarse, y la disminución del impacto tanto en tiempo, como en costos de las que ya se han presentado.

6.4.3 Definición de una Falla

Se dice que algo falla, cuando deja de brindar el servicio por el cual fue concebido o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño por las que fue construido o instalado el bien en cuestión. Dado lo anterior se pueden clasificar las etapas, en las que se presenta una falla, y los motivos más frecuentes por los que estas ocurrían. Esta clasificación se divide en: Fallas Tempranas, Adultas y Tardías.

1. **Fallas Tempranas:** Se presentan al principio de la vida útil de una maquinaria o sistema y su posterior puesta en marcha. Estas fallas, pueden ser causadas por diversos problemas, tales como: defectos de fabricación de un material, mala calidad del producto adquirido, y luego de obtenida la maquinaria, problemas de ventilación, mal uso de la maquinaria producto de falta de conocimiento, etc.
2. **Fallas Adultas:** Son aquellas que se presentan con mayor frecuencia durante toda la vida útil, derivadas de las normales condiciones de operación y desgaste de los equipos. La no detección temprana de este tipo de fallas, podrían llegar a ocasionar severos daños dentro de los equipos utilizados, como de los sistemas completos a los cuales pertenecen.
3. **Fallas Tardías:** Son aquellas fallas que comienzan a ocurrir de forma lenta, durante la etapa final de la vida útil de un equipo o sistema, cuando el propio desgaste del equipo hace que los diversos componentes comiencen a fallar.

6.4.4 Objetivos del Análisis de Fallos

Un correcto análisis de fallos, tiene como objetivo detectar y determinar las causas que han provocado ciertas averías o fallas dentro de una máquina o línea de producción, poniendo un mayor énfasis en aquellas repetitivas y que puedan llegar a generar altos costos, en el caso de que ocurra una detención. Es por esto que será de vital importancia lograr adoptar medidas preventivas que eviten estas detenciones, buscando determinar las causas que generan una avería y una vez detectadas, proponer medida que las eviten. [(Pistarelli A. J., Manual de Mantenimiento)]

La obtención de resultados favorables en el área de mantenimiento, pasa por analizar y estudiar los fallos más frecuentes que ocurren en las máquinas o líneas de producción y buscar soluciones para que estos, no vuelvan a ocurrir. Si al cambiar la pieza de un equipo que ha fallado, no se estudian las reales condiciones que llevaron al colapso de ella, es muy probable que la falla se vuelva a presentar, ya que sólo se trabajó sobre la repercusión y no sobre la causa que la produjo.

6.4.5 Datos que deben recopilarse al estudiar un Fallo

Cuando se estudian las averías, es de vital importancia lograr recopilar todos los datos y antecedentes disponibles que llevaron a que ocurriera una determinada falla, entre estos siempre deben recopilarse los siguientes:

- Relato pormenorizado, en el cual se expongan todos los antecedentes de operación antes, durante y después de la avería incluyendo los operarios que manejan el equipo al momento de ocurrida la falla.

- Obtención de todas las condiciones ambientales extremas a la máquina tales como : Temperatura externa, el grado de humedad, condiciones de limpieza del equipo temperatura del agua de refrigeración, humedad del aire comprimido estabilidad de la energía eléctrica (si hubo cortes, micro cortes, o cualquier incidencia detectable en el suministro de energía), temperatura del vapor (si el equipo necesita de este fluido), y en general cualquier tipo de suministro externo que el equipo requiera para funcionar.
- Recopilación de todos los antecedentes de las condiciones internas en las que operaba el equipo. Es importante destacar todos los datos como la temperatura y presión en que trabajaba el equipo, caudal que suministraba, horas de trabajo continuas, y en general el valor de cualquier variable que se pueda medir. Luego se deberá centrar en la zona en la cual se produjo la falla tratando de determinar las condiciones en ese punto, pero sin descuidar al resto equipo, ya que en muchos casos las piezas que fallan, tienen su punto de origen en lugares alejados de donde se produjo finalmente la falla. En otros casos cuando las fallas tienden a ser muy repetitivas y generan fallos graves, se necesitará instalar una serie de sensores y registradores que indiquen determinadas variables en todo momento, ya que en ciertas ocasiones, algunos de los sensores instalados en los equipos no realizan un seguimiento representativo de lo que está ocurriendo en un punto determinado.
- Últimos mantenimientos preventivos realizados en el equipo, detallando cualquier anomalía encontrada.

Una vez recopilados y analizados todos los datos anteriormente descritos, entonces se puede proceder a determinar cuáles serían las posibles causas que generaron las fallas.

6.4.6 Objetivos del Mantenimiento

Al diseñar y luego implementar cualquier tipo de sistema de mantenimiento, es de vital importancia tener siempre presente que éste, estará al servicio de la persecución de unos determinados objetivos, los cuales serán las directrices, por las que se regirá su funcionamiento. Es por esto que cualquier tipo de sofisticación o cambio en un equipo, sistema, servicio o línea de producción debe prepararse, sin que éste, provoque una problemática o dificultad mayor para la obtención de los objetivos perseguidos. Para el caso del mantenimiento los datos e información que se deben recabar, deberán estar dirigidos a la permanente consecución de los siguientes objetivos.

- A. Optimización de la disponibilidad de equipo productivo
- B. Disminución de los costos de mantenimiento
- C. Optimización de los recursos humanos
- D. Maximización de la vida útil de la máquina

Es por esto que contar con un buen sistema de mantenimiento, permitirá a las empresas alcanzar un mayor grado de disponibilidad tanto en sus equipos, sistemas, líneas de producción, etc. Así como también una mayor calidad y confiabilidad del servicio otorgado hacia otras empresas o clientes.

6.4.7 Tipos de Mantenimiento

En los distintos tipos de Mantenimiento para llevar a cabo una gestión y ayuda en la toma de decisiones, es de vital importancia clasificar estos en tres grandes grupos:

- A. Mantenimiento Correctivo o Curativo.
- B. Mantenimiento Preventivo.
- C. Mantenimiento Predictivo.

A) Mantenimiento Correctivo o Curativo

Se puede decir que históricamente el mantenimiento correctivo, nace como un servicio a la producción y de la necesidad de mantener en funcionamiento libres de defecto, a las maquinarias con las cuales se opera. Se entiende por defecto a la diferencia que existe, entre las especificaciones del sistema para el cual fue creada una máquina y su actual funcionamiento.

Dado lo anterior, se puede definir mantenimiento correctivo como la acción de corregir y reparar aquellas averías o fallas, una vez que se ha producido un paro súbito en la correcta y continua operación de máquinas o líneas de producción. Antiguamente, muchas de las empresas basan su mantenimiento de manera correctiva, lo que les generaba en algunas ocasiones, soluciones transitorias ya que no existía la necesidad de mantener en constante operación sus líneas de trabajo, lo que con el correr de los tiempos, produjo detenciones no programadas que afectaron seriamente la estabilidad en la producción. Hoy en día, el mantenimiento correctivo, es una parte muy importante dentro del área de mantenimiento de muchas empresas y supone un alto porcentaje de sus recursos y actividades, para la disminución de fallos.

- Objetivo del Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo tiene por objetivo corregir y restaurar cualquier tipo de falla que se produzca. Estas acciones no implican cambios funcionales, sino que corrigen defectos técnicos que aparecen producto del desgaste natural o forzado que tienen las máquinas, producto de la constante utilización de un equipo. Este mantenimiento deberá restituir a la condición básica de operación con que contaba el equipo [Pistarelli, 2010].

- Ventajas del Mantenimiento Correctivo

- No genera gastos fijos
- Sólo genera gastos en dinero cuando queda totalmente claro, que es necesario hacerlos.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico
- No es necesario programar ni prevenir ninguna detención tanto de una máquina, como de una línea de trabajo.
- Es rentable para equipos en los que no intervienen directamente en la línea de producción.

Estas son algunas de las razones por las cuales ciertas empresas, tienden a inclinarse por utilizar el mantenimiento correctivo, como una herramienta de trabajo utilizada

por el área de mantenimiento. Por otra parte, es necesario tener presente que esta forma de operar puede llegar a tener importantes consecuencias dentro de una línea de producción.

- Desventajas del Mantenimiento Correctivo

- La continuidad en la producción se convierte en algo poco predecible y confiable, debido a que las detenciones podrían producirse en cualquier momento. No es recomendable en lo absoluto, para aquellas empresas que cuentan con un alto valor añadido en el valor final del producto, así como también, para aquellas que requieren de una alta fiabilidad en su línea de producción, ni tampoco para aquellas en las que dado los compromisos con sus clientes, podrían llegar a sufrir grandes penalizaciones en el caso de incumplimientos.
- Supone asumir riesgos económicos que en ciertas ocasiones podrían llegar a ser importantes.
- La vida útil de los equipos se acorta, debido a que no se logran prever futuras fallas, que podrían tener mayores consecuencias.
- Las garantías y seguros de ciertas máquinas suelen no garantizar maquinarias que no cuentan con el adecuado cuidado de mantenimiento, tales como engrases, limpiezas, inspecciones visuales y ajustes.
- El basar todo el mantenimiento en la corrección de fallos, supondrá la necesidad de contar con una gran cantidad de stock de repuestos, además de contar con un personal muy bien capacitado que sea capaz de solucionar los problemas.
- Se suele generar una baja en la calidad de las reparaciones realizadas, debido a la rapidez que se requiere en la reparación, para que la maquinaria afectada vuelva cuanto antes, a continuar con su tarea de trabajo, lo que genera el hábito en los trabajadores de reparar cuanto antes, pero dejando de lado la calidad en el servicio entregado, lo que se traduce, en que las reparaciones no sean definitivas, sino más bien transitorias, lo que produce el hábito de trabajar defectuosamente, y esto a su vez generar futuros daños crónicos en otras partes del sistema.
- Un excesivo Mantenimiento Correctivo, tiene a incrementar en ciertos sistemas de producción el número de equipos en paralelo (stand - by), lo que provoca a su vez elevados niveles de capital inmovilizado.

B) Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo, puede ser definido como la recopilación de una lista completa de actividades, realizadas ya sean por operadores, usuarios, además de la gente encargada de mantenimiento, los que tendrán la tarea de asegurar un correcto y continuo funcionamiento de los equipos, maquinarias, líneas de producción, fábricas, edificios, etc. Para lograr de esta forma prever y/o anticipar y así estimar, los posibles fallos que se producirán, tanto en los sistemas como subsistemas, debido al desgaste natural producido por la constante utilización de los equipos. Dado lo anterior, un buen mantenimiento preventivo tendrá como tarea, la de realizar los ajustes, cambios de aceite y lubricantes, reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones y evaluaciones correspondientes a cada sistema y subsistema con anticipación a que se produzcan los fallos, para que de esta forma se realicen detenciones programadas y calendarizadas en periodos de tiempo o por

horas de trabajo por equipos, regulares y constantes. Para lograr lo anterior será de vital importancia, trazar una estructura de diseño, la que debe incluir componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, además de un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento de su función.

- Objetivo del Mantenimiento Preventivo

El objetivo que persigue el mantenimiento preventivo es el de aumentar al máximo la disponibilidad de los activos industriales disminuyendo las frecuencias de paradas no programadas de los equipos con los que se opera dentro de una línea de trabajo. La disponibilidad de los equipos puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite, interviniendo en los momentos más oportunos, maximizando su eficiencia, mejorando el aprovechamiento de la mano de obra por medio de la programación de tareas y disminuyendo las averías imprevistas de los equipos, minimizando los gastos debido a reparaciones de emergencia, así como también, disminuyendo el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.

- Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Incrementa la vida útil de los equipos e instalaciones, ya que al tener un mayor cuidado con los equipos, éstos se ven menos expuestos a fallas repentinas producto de la falta de mantención.
- Mejora la utilización de los recursos, que al encontrarse los equipos o máquinas en sus condiciones óptimas de operatividad, estas logran realizar trabajos con un mayor grado de calidad y eficiencia.
- Reduce las fallas y tiempos muertos producidos por detenciones no programadas, dando paso a un incremento de la disponibilidad de equipos e instalaciones.
- Reduce los niveles de inventario, ya que al llevar un registro producto de un mantenimiento planeado, se puede prever la necesidad de algún tipo de repuesto, lo que ayudará reducir los niveles existentes en un almacén.
- Produce un ahorro para la compañía, debido a que al mantener los equipos operando continuamente y con sus mantenciones, ellos pueden operar de manera mucho más eficientes y así, traducirse en ahorros significativos.
- El aumento de recursos históricos de conocimiento, ayudaran a disminuir un mantenimiento de tipo correctivo, para dar paso a un aumento de tipo preventivo.

- Desventajas del Mantenimiento Preventivo

Si no realiza un análisis técnico económico adecuado, se aplica un mantenimiento preventivo deliberadamente, se podría llegar a incrementar sustancialmente los gastos en mantenimiento sin obtener claras mejoras en la disponibilidad y confiabilidad en los diversos activos industriales.

El grado de compromiso de los operarios encargados de manejar ciertos equipos, es de vital importancia para el éxito de la aplicación y luego mantención de un plan de mantenimiento preventivo. Es por esto que la motivación juega un rol muy importante, ya que

en muchas ocasiones tareas repetitivas, tienden a desmotivar al personal, lo que provoca falta de atención y compromiso con la tarea que se está realizando.

Es muy difícil a través de un plan de mantenimiento preventivo, se logre determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

A través de una mala planificación de un mantenimiento preventivo se puede llegar a utilizar alta cantidad de refacciones, las cuales tendrán diferentes niveles de costos, lo que podría ver dificultado el correcto manejo del presupuesto designado para tal efecto.

Al realizar una buena planificación en mantenimiento, se debe tomar en cuenta la experiencia de los operarios encargado de la maquinaria, además de lo dictado por el fabricante. En el caso de que esto no ocurra, los efectos podrían llegar a ser considerables debido a problemas que se pueden detectar producto solo de la experiencia de los operarios.

C) Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica que se utiliza en ciertas empresas, en cual se busca analizar los parámetros de funcionamiento de los componentes de un equipo, poniendo en evidencia y con la mayor anticipación posible, defectos, desvíos o síntomas de fallas (fallas sintomáticas), que se manifiesten durante el normal, correcto y continuo funcionamiento de las piezas o componentes de un equipo, de manera que al detectarse cualquier tipo de desperfecto en este, se logre intervenir y reemplazar la pieza, antes de que se produzca una falla de tipo funcional en todo el sistema.

A través de una correcta aplicación de un mantenimiento de tipo predictivo, se debe diseñar, un plan de inspecciones basado en el monitoreo constante del estado de funcionamiento en que se encuentren operando tanto el equipo como sus componentes, para así, aprovechar al máximo su vida útil antes de volver a intervenir y retirarlo definitivamente de su servicio. Este plan, debe ser capaz de medir constantemente el deterioro progresivo de cada equipo o bien, los síntomas prematuros de los defectos que se van presentando en sus partes. Es por esto que el principio básico de este tipo de mantenimiento es que el equipo solo debe ser intervenido cuando las mediciones de los parámetros estimen e indiquen que es necesario, ya que al intervenir constantemente un equipo, sin tener claro el real estado de operación de éste, se podría llegar a afectar significativamente la producción, interrumpiendo y en muchos casos deteniendo su función, con las consecuencias que esto podría llegar a generar en un sistema productivo [Pistarelli, 2010].

Algunas de las herramientas más utilizadas por el mantenimiento predictivo para inspeccionar y monitorear los equipos son:

- Los sentidos humanos a través de inspecciones
- Análisis de vibraciones
- Termografía infrarroja
- Prometería Óptica
- Inspección por ultrasonido
- Cromatografía de líquidos y gases
- Emisión acústica

- Estetoscopio industrial
- Inspección con tintas penetrantes
- Análisis de partículas de desgaste
- Etc.

- **Objetivo del Mantenimiento Predictivo**

El objetivo del mantenimiento predictivo es la reducción de los costos de operación a través del diseño de una estrategia de intervención constante y programada de mantenimiento incrementando la fiabilidad del equipo.

- **Ventajas del Mantenimiento Predictivo**

- Reducción de los tiempos de paradas, a través del pronóstico de posibles fallas.
- A través de la utilización de este método se puede vigilar y controlar la evolución de una falla sintomática a lo largo del tiempo. Evitando que se produzca finalmente una avería catastrófica.
- Optimiza los recursos (mano de obra y materiales), programando las tareas correctivas o de restauración y por lo general, esto tiene como consecuencia una disminución en las horas utilizadas en las reparaciones correctivas.
- Realiza diagnósticos discrecionales para analizar causas raíz de fallas.
- Aprovecha una mayor cantidad de vida de los equipos con periodos de vida útil prolongados o cuya tendencia hacia la falla es progresiva.
- Ahorra energía detectando fugas de calor en sistemas de calefacción o aislamiento
- En algunos casos puede llegar a generar disminuciones en los gastos fijos de una empresa, producto del ahorro en pólizas de seguro, ya que algunas empresas aseguradoras hacen bonificaciones a empresas cuyos programas de mantenimiento predictivo tienden a la optimización constante de sus procesos, sobre todo en el caso de equipos potencialmente peligrosos para la seguridad o el medio ambiente.
- Disminuye la posibilidad de la ocurrencia de daños emergentes en piezas que se encuentren contiguas, tanto del equipo al cual pertenecen, como de las otras máquinas que lo rodeen.

- **Desventajas del Mantenimiento Predictivo**

- La implantación de un plan de mantenimiento predictivo a un sistema o equipo en particular suele requerir inversiones iniciales importantes, ya que los equipos, analizadores de vibraciones e instrumentos que se utilizan para este fin, tienden a tener elevados costos.
- Requiere de un personal a cargo de esta tarea, con un alto grado de especialización y conocimiento técnico tanto del sistema como los instrumentos de medición que se utilicen para la lectura periódica de los datos.
- La implantación de un sistema de mantenimiento de estas características, más bien se justifica en empresas las cuales tengan equipos que al estar detenidos ocasionan grandes pérdidas producto de la detención de sus líneas de producción.

Para poder aplicar un correcto Plan de mantenimiento predictivo se deberá, por parte del área de mantención, monitorear constantemente el estado y deterioro progresivo, tanto del funcionamiento de las máquinas, como de los problemas que se presentan producto de la fatiga de sus materiales, ya que de esta manera, se pueden tomar acciones para desviar la tendencia natural hacia la falla funcional y aprovechar así, al máximo la vida útil de los equipos, antes de que sea necesario intervenirlos o retirarlos de su servicio.

No existe un sistema, o plan de mantención que esté por encima de otro, que ostente de una verdad absoluta, sino que cada forma de idearlo, estará dado por la manera en que la empresa esté dispuesta corregir las fallas, del grado de criticidad que el equipo tenga en la línea de producción, de las herramientas que se utilicen para medir el deterioro y de la planificación, evaluando las ventajas y desventajas que el departamento de mantención realice de sus equipos, en sus líneas productivas. [(Pistarelli A. J., Manual Mantenimiento, 2010)].

Este marco teórico pretende alinearse con la metodología propuesta la cual va dirigida al principal objetivo de esta tesis que es generar una propuesta de mejora que incluya una tecnología de eficiencia energética la cual se ajuste al subsidio entregado por el SERVIU y que a su vez contemple un plan de mantenimiento adecuado al equipo propuesto. Cabe destacar que el plan de mantenimiento será dirigido a un equipo de eficiencia energética utilizado por primera vez en edificios de viviendas sociales.

1. Identificación de la zona en estudio en la Quinta región, mediante recopilación de información proporcionada por el SERVIU a través del análisis de datos, donde se nos facilitaran las características de una vivienda social, consumo y mantenimiento.
2. Determinar por medio de un levantamiento de procesos que conste de encuestas en primera instancia a los usuarios, el tipo de energía en que se focalizará, analizando sus procesos de entrada y salida que afecten el bienestar o comodidad del usuario, en cuanto consumo de electricidad y gas en la vivienda.
3. Rediseño del proceso analizado y creando parámetros que permitan medir y controlar los rangos de eficiencia energética establecidos en esta tesis.
4. Proponer una mejora basada en eficiencia energética conforme a los indicadores creados, optimizando los recursos disponibles acorde al subsidio entregado, que a su vez considere un plan de mantenimiento, luego de la finalización de la garantía para las nuevas tecnologías.
5. Evaluación económica y validación de la solución con opciones de mejora y plan de mantenimiento, mediante la cuantificación de los costos tanto de inversión, operación y mantención.

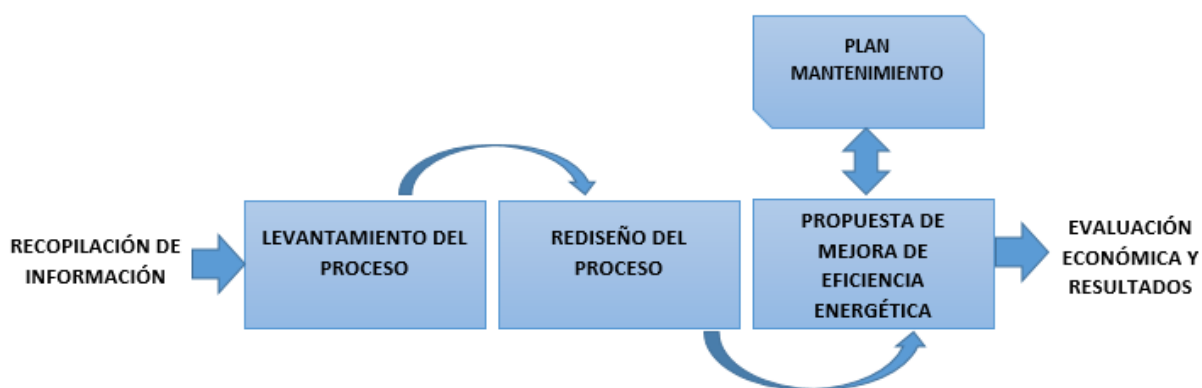
7. Desarrollo del estudio actual

7.1 Metodología Propuesta

Considerando los antecedentes conocidos del problema, la metodología a utilizar dentro de esta memoria de título, será la siguiente:

- Identificación y recopilación de información conocida.
- Levantamiento de proceso.
- Rediseño del proceso analizado.
- Propuesta de mejora basada en eficiencia energética conjunto a un plan de mantenimiento para esta.
- Evaluación económica y propuesta de solución.

Figura 7.1 - Modelo de metodología



Fuente: Elaboración Propia

Dentro de la metodología se incluyen los siguientes antecedentes:

- Se dispone de información proporcionada por el SERVIU sobre las características de una vivienda social, consumo y mantenimiento.
- La zona de estudio es la región de Valparaíso.

7.2 Procesamiento de la información

En primera instancia en conjunto a la colaboración de SERVIU, se tomó la decisión de realizar el estudio en la zona de Los Andes, puesto que en esta ciudad se encuentran las primeras tecnologías de eficiencia energética, las cuales aún no cumplen el año de instalación. Además se obtuvieron las características de una vivienda social tipo, sus consumos de energía y el manual del usuario de la tecnología de eficiencia energética Termo-Solar, el cual incluye el plan de mantenimiento actual que utiliza. Cabe destacar que las características técnicas de la vivienda social son estándares y se obtuvieron de un

catálogo del MINVU, para un edificio de vivienda social entregado en el año 2009; el cual nace de una política habitacional y urbana nueva creada en 2006, para mejorar la vida de la ciudadanía, fomentar la integración en barrios y ciudades y reducir la desigualdad, la cual no solo se propuso generar más viviendas sino también mejores viviendas, insertas en barrios equipados.

Para esto, se investigó en terreno, además de solicitar datos para obtener la información necesaria.

7.2.1 Vivienda Social Actual

Al momento de comprar o construir una vivienda social, las familias de sectores vulnerables D.S.49 deben postular al **Fondo Solidario de Elección de Vivienda** D.S.49, el cual es un programa de subsidio dirigido a familias sin vivienda en situación de vulnerabilidad social, que no tienen capacidad de endeudarse y que además cuentan con un puntaje de Carencia Habitacional en la Ficha de Protección Social igual o menor a 8500 puntos.[(MINVU, 2015)]

Para comprar la vivienda el Estado permite conseguirla nueva o usada, sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.

Tabla 7.1 Compra Vivienda Social

Opciones de Subsidio	Valor Máx. Vivienda	Monto Máx. Subsidio	Ahorro Mín.
Compra	950 UF	desde 314 UF a 794 UF	10 UF

Fuente: Elaboracion Propia basado en MINVU

7.2.2 ¿Cómo se financia la compra de una vivienda?

Ahorro mínimo, Aporte del Estado y Aportes Adicionales opcionales.[(MINVU, 2015)]

Para la construcción de la vivienda el Estado permite construirla sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales. Los postulantes al programa lo pueden hacer de manera colectiva con proyecto asociado al grupo interesado.

Tabla 7.2 - Construcción Vivienda Social

Construcción en Nuevos Terrenos	Construcción en pequeño condominio	Construcción en sitio propio	Construcción en Densificación predial
Desde 363 UF a 913 UF	Desde 583 UF a 931 UF	Desde 500 UF a 700 UF	Desde 583 UF a 871 UF

Fuente: Elaboracion Propia basado en MINVU

7.2.3 ¿Cómo se financia la construcción de una vivienda?

Ahorro mínimo, Aporte del Estado y Aportes Adicionales opcionales.

La vivienda social actual consta de: al menos dos dormitorios, estar-comedor, cocina y baño; además de entregarse con planos y permisos de ampliación pagados. La superficie es de 45,1 metros cuadrados e incorporan aislación térmica o paneles solares.

7.2.4 Fondo Solidario de Vivienda I:

Se dirige a familias en condiciones de pobreza o vulnerabilidad social, acreditada por la Ficha de Protección Social y entrega un subsidio para:

- Comprar una vivienda nueva o usada.
- Construir una vivienda en el mismo sitio que habita la familia postulante, en un sitio nuevo, o en uno subdividido con este fin.
- Reacondicionar una propiedad para que se obtengan dos o más viviendas.
- Construir una vivienda en zonas rurales.

La vivienda debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Tener al menos 2 dormitorios, estar-comedor, cocina y baño,
- en una superficie que pueda ser ampliada para alcanzar un mínimo de 55 metros cuadrados construidos.
- Tener una tasación no superior a 650 UF, considerando el avalúo fiscal del terreno, más el valor de la construcción (según tablas MINVU).

La vivienda se financia con el subsidio, el ahorro de la familia (10 UF) y aportes adicionales públicos (municipales) o privados (fundaciones, empresas, particulares), en dinero, obras complementarias, o terreno inscrito a nombre de los postulantes.

7.2.5 Fondo Solidario de Vivienda II:

Programa destinado preferentemente a la atención habitacional de familias comprendidas dentro del 40% de los hogares con mayor vulnerabilidad (segundo quintil). Pueden acceder a este programa los postulantes cuya caracterización socioeconómica, de conformidad con la ficha CAS o el instrumento que la reemplace, sea igual o inferior al puntaje de ingreso nacional o regional para el segundo quintil. A diferencia del Fondo Solidario I, este programa permite adquirir la vivienda con las siguientes fuentes de financiamiento:

Ahorro del Postulante + Subsidio Estatal + Otros Subsidios y Aportes adicionales + un Crédito complementario de una entidad financiera privada (opcional).

7.2.6 Establecimiento de un Edificio de Vivienda Social Tipo

Con el objetivo de determinar un tamaño de edificio de vivienda social promedio, se realiza un análisis de la información asociada a uno de los últimos proyectos de Valparaíso,

del programa habitacional de Fondo Solidario de la Vivienda (FSD) que fue la Construcción de los Condominios “Juan Pablo II”, “San José Escrivá de Balaguer” y “Don Álvaro. De la cual se pudieron adquirir ciertas características técnicas de un edificio de vivienda social actual:

Figura 7.2 - Condominio social Juan Pablo ii



Fuente: Catálogo MINVU, 2009.

Tabla 7.3 - Características Vivienda Social

Comuna: Valparaíso
N° de viviendas (familias): 420.
Superficie total del terreno: 52.700 m ²
Fecha de entrega: 3 de diciembre de 2009
Superficie de la vivienda (2 modelos de departamentos):
<i>Cuadrado:</i> 56,31 m ² del 1° al 3° piso; 59,38 m ² ; 4° piso con mansarda.
<i>Rectangular:</i> 56,03 m ² del 1° al 3° piso; 60,35 m ² ; 4° piso con mansarda.
Recintos: Estar-comedor, cocina, logia, baño, 3 y 4 dormitorios.
N° de pisos : 28 bloques de departamentos de 3 y 4 pisos, el 5° en dúplex
Recintos: Estar-comedor, cocina, logia, baño, 3 y 4 dormitorios.
Ahorro del postulante: 10 UF
Subsidio por cada postulante: 672,00 UF promedio (Subsidio Habitacional, + Subsidio de Localización + Subsidio de Equipamiento + Fondo de iniciativas)
Valor de la solución habitacional: 685,17 UF promedio.

Fuente: Catálogo MINVU, 2009.

Un 90% de las viviendas sociales que son construidas a lo largo de Chile son condominios sociales (edificios), los cuales no se entregan terminados, de manera de invertir mejor el dinero que es aportado por el subsidio en estructura.

Al relacionar la información anterior con la siguiente proporcionada por el SERVIU (tabla n° 7.3), se obtiene las especificaciones técnicas promedio de un edificio de vivienda social:

Tabla 7.4 - Especificaciones técnicas Edificio vivienda social

Edificios	
Bloques	16
Pisos	4 x bloque
Departamentos	4 x piso
m ²	55m ² x departamento
Subsidio	600UF
Subsidio + Conector Solar	800UF

Fuente: Elaboración Propia según información proporcionada por SERVIU, 2015.

7.1.5.1 Especificaciones técnicas promedio:

El proyecto **Condominio Social Juan Pablo II** divide dos tipos de edificaciones según su superficie, una superficie cuadrada con 56,31m² desde el 1° al 3° piso; y 59,38 m² el 4° piso. El otro tipo de superficie es rectangular con 56,03 m² desde 1° al 3° piso y 60,35 m² el 4° piso. El cual nos da un resultado promedio de estudio:

Tabla 7.5 - Especificaciones técnicas promedio

Superficie Cuadrada	(56,31+59,38)m ²	57,85m ²
Superficie Rectangular	(56,03+60,35)m ²	58,19 m ²
X (Promedio)		58,02 m ²

Fuente: Elaboración Propia

Se puede inferir del último proyecto del programa habitacional de Valparaíso, conjunto la información que nos entregó SERVIU, un promedio sobre la superficie de cada departamento, que se muestra a continuación:

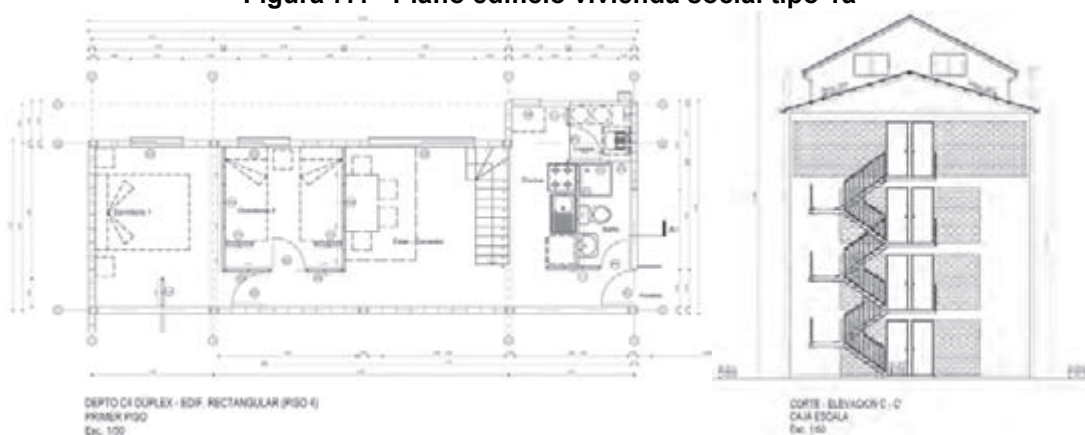
- Promedio Proyecto habitacional: 58,02 m²
- SERVIU: 55 m²
- Promedio EVST: 56,51 m²

Figura 7.3 - Plano edificio vivienda social tipo 1



Fuente: SERVIU, 2009.

Figura 7.4 - Plano edificio vivienda social tipo 1a



Fuente: SERVIU. [(MINVU, 2009)]

Toda vivienda social que cuente con tecnologías de eficiencia energética, sea luego de la entrega, postulando a un subsidio de 50 UF por parte del Estado, dando un pie de 3 UF el usuario, o se incluya en ella, debe tener en cuenta que para que la tecnología tenga un buen rendimiento en el transcurso de los años tiene, que por obligación someterse a una mantención anual de 1,5 UF para el usuario. Es por esto que es fundamental contar con un plan de mantenimiento, en donde el usuario sepa qué debe hacer en caso de falla del equipo. En este caso se entrega un plan de mantenimiento para la tecnología de eficiencia energética Termo-Solar HEAT PIPE.

***Ir a Anexo 3**

Por otra parte, para determinar concretamente una estimación sobre la cantidad de energía que se incorpora a los hogares, se llevó a cabo una encuesta que relaciona ciertas preguntas con el consumo y confort en viviendas sociales, que abarcan: factores socioeconómicos, características de la vivienda, elementos domésticos y usos de estos dentro de la vivienda, uso de la energía (por servicio energético) y datos acerca del consumo de electricidad, gas y agua.

Debido a que en gran parte de las viviendas se tuvo acceso a las cuentas de los hogares, y ya que los encuestados tienen bastante claro los montos que destinan en estos gastos, la certidumbre en esta parte de la encuesta es alta. Por otra parte, el uso que corresponde a las aplicaciones finales que los beneficiarios utilizan con la energía que ingresa a las viviendas, está enfocada a la regularidad en que usan estos aparatos o elementos, determinando estimar la cantidad final de energía de cada uso, es en esta parte donde se produce un nivel de incertidumbre mayor ya que esta percepción se basa en el encuestador acerca de la periodicidad y tiempo de uso de los elementos o equipos que consumen energía.

Los datos recopilados de las encuestas fueron transformados en energía que entra y sale de la vivienda, lo cual se transformó en una unidad común de energía para términos del estudio y análisis de los datos que correspondientes a la energía final.

7.3 Consumo Energético y confort

La siguiente investigación realizada por medio de encuestas, trata de identificar características acerca de las variables en una vivienda social de la Quinta región, donde involucra componentes para identificar patrones de consumo energético en los servicios energéticos, incluyendo características que disponen estos hogares y a su vez el consumo con mayor demanda que presentan los mismos. El análisis de esta información busca dar la base para la construcción de patrones para una vivienda eficiente energéticamente.

La relación entre el consumo de energía de las viviendas y el confort de los usuarios es un tema que depende de varios factores como características de diseño, construcción, instalaciones que corresponden a los servicios energéticos y equipos, considerando también el control que se puede aplicar sobre el equipamiento en cuestión, entre otras.

Estos puntos pueden ayudar a disminuir el consumo de energía en la vivienda social; por ejemplo la posibilidad de prender o apagar los equipos, también viendo la ocasión de regular su temperatura de servicio, son algunas cualidades que están relacionadas con el comportamiento de los usuarios y la gestión energética que se podría realizar y por lo tanto están directamente relacionadas con el consumo de energía.

Es así como, la variable que gestiona el consumo de energía, es el usuario. Los hábitos y las prácticas de uso se relacionan a aspectos económicos y socioculturales (cantidad de integrantes del hogar, edades, nivel educacional y de ingresos) y a aspectos psicológicos (preferencias y expectativas de confort) que definen los patrones de consumo de energía de este grupo de usuarios. [(Sech-Spahousec, 2011)]

La conclusión fue que las características del hogar (tamaño, composición y otros) y el estilo de vida influyen en las actitudes y comportamientos relacionados con la energía, es decir, sobre el consumo.

7.3.1 Procedimiento

A continuación se presenta la información recabada mediante encuestas en la ciudad de Los Andes específicamente en la Villa Cristo Redentor, donde se beneficiaron 2 comités "Sueño familiar" y "Las Rocas" de aproximadamente 70 beneficiarios. El análisis de estos datos da una base pertinente para identificar un comportamiento del consumo energético.

Primero las preguntas fueron realizadas según diferentes variables como factores socioeconómicos dentro de las cuales estuvieron horas de permanencia en la vivienda, cantidad de personas que viven en la vivienda, sus edades y si existe relación entre el número de personas, ingresos, nivel de educación; también se entrevistó al dueño de la casa respecto a si es propietario o arrendatario, ya que estudios internacionales afirman que existe un grado distinto de comportamiento a la hora de analizar el consumo final de energía al respecto.

7.3.2 Factores Socioeconómicos

Tabla 7.6 - Factores Socioeconómicos 1

Factores Socioeconómicos 1	Hombres	Mujeres
Edad promedio ocupantes vivienda	55 años	50 años
Nº promedio ocupantes x sexo	2	2
Promedio habitantes x vivienda	4	

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

Como podemos apreciar el análisis de las preguntas a los encuestados arrojaron que una mayor parte de personas en esta Villa, presenta edades promedio mayores a 50 años, también esto puede ser influenciado por el año de entrega de la vivienda, ya que estas fueron entregadas el año 1987, demostrando que ya tienen su tiempo de vida con los años. También se obtuvo que son 4 los habitantes promedio que una vivienda presenta, siendo esta cantidad de 2 hombres y 2 mujeres por hogar.

Tabla 7.7 - Factores Socioeconómicos 2

Factores Socioeconómicos 2	
Ingreso mensual promedio	\$ 270.833
Nivel de educación	Primaria
Promedio de propietarios o inquilinos en vivienda	Propietario

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

7.3.3 Características de la vivienda

Figura 7.5 - Gráfico orientación promedio vivienda

Orientación viviendas



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

Otra medida interesante de evaluar, es la orientación de la vivienda en especial por su impacto directo con lo que respecta al ahorro de energía. La orientación de una vivienda tiene una relación directa con el confort ambiental, que sea luminoso y el ahorro energético en el hogar (hasta un 70%), pero no siempre lo tenemos en cuenta.

Tabla 7.8 - Características Vivienda

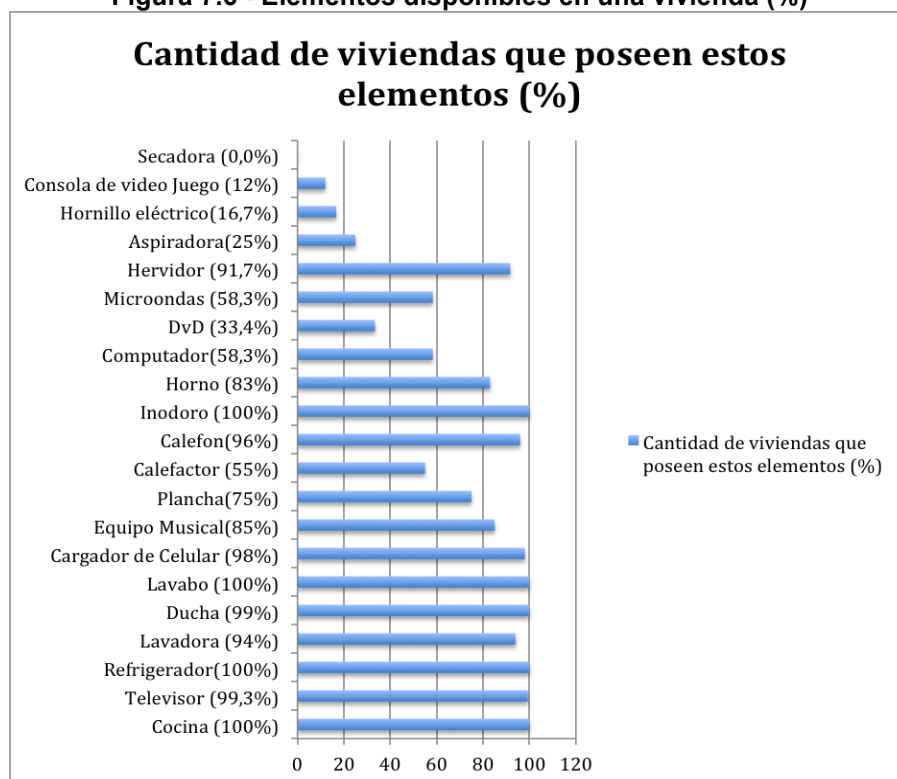
Características de la Vivienda	
Tamaño promedio Vivienda	49,5 m ²
Tipo Vivienda	Colectiva
Año construcción	1987
Zona Residencia	Los Andes

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

El tamaño, el año de construcción y el tipo de vivienda son variables a considerar a la hora de tomar decisiones con respecto al ahorro energético. El tamaño de la vivienda está directamente relacionada con un mayor gasto que involucra importantes consumos, lo mismo para el año de construcción si es nueva o antigua, puede incurrir en un deterioro al transcurso de los años.

7.3.4 Elementos disponibles en vivienda, número y horas de uso

Figura 7.6 - Elementos disponibles en una vivienda (%)



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

La tenencia de electrodomésticos o equipos eléctricos en los hogares, implica una relación directa con el consumo de energía, pues esto depende también de su frecuencia de uso, lo que pasa a ser un indicador importante respecto a las tendencias de evolución de los hogares, y permite estimar sus implicancias en relación al consumo de energía o entender aumentos/disminuciones de energía en ciertos horarios, como se muestra a continuación (Tabla nº 7.9).

Tabla 7.9 - Cantidad promedio de elementos por vivienda y horas de uso

Artefacto	Cantidad	Frecuencia uso (hrs/mes)	Cantidad x Frecuencia de uso
Cocina	1	69,5	69,5
Televisor	1,67	140,5	234,64
Refrigerador	1	654,5	654,5
Lavadora	1	14,9	14,9
Ducha	1,5	8	12
Lavabo	1	30,3	30,3
Cargador Celular	2,5	113,2	283
Equipo musical	0,58	47,7	27,67
Plancha	0,67	8,5	5,7
Calefactor	0,25	30 (invierno)	7,5
Calefón	0,92	7,5	6,9
Inodoro	1	13,3	13,3
Horno	1	1,9	1,9
Computador	0,58	50	29
DVD	0,5	4	2
Microondas	1	8,8	8,8
Hervidor	1	29,2	29,2
Aspiradora	0,25	1,1	0,28
Hornillo Eléctrico	0,17	2,4	0,41
Consola Video juegos	0,08	1,4	0,11
Secadora	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

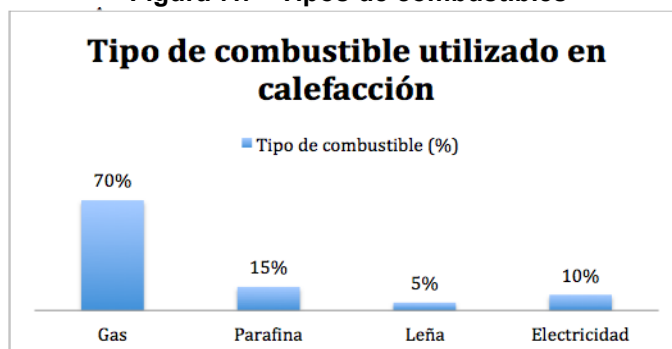
***Ir a Anexo 4**

El análisis de datos llevado a cabo , no se realizó en mayor profundidad para la ciudad de Los Andes, específicamente la Villa Cristo Redentor, ya que lo que se busca es establecer una pauta donde se defina el comportamiento del consumo de energía que presente mayor demanda en la vivienda, siendo los artefactos eléctricos los que más consumo tienen dentro del hogar.

7.3.5 Uso de la energía (por servicio energético)

A) Tipo de combustible utilizado en calefacción

Figura 7.7 - Tipos de combustibles

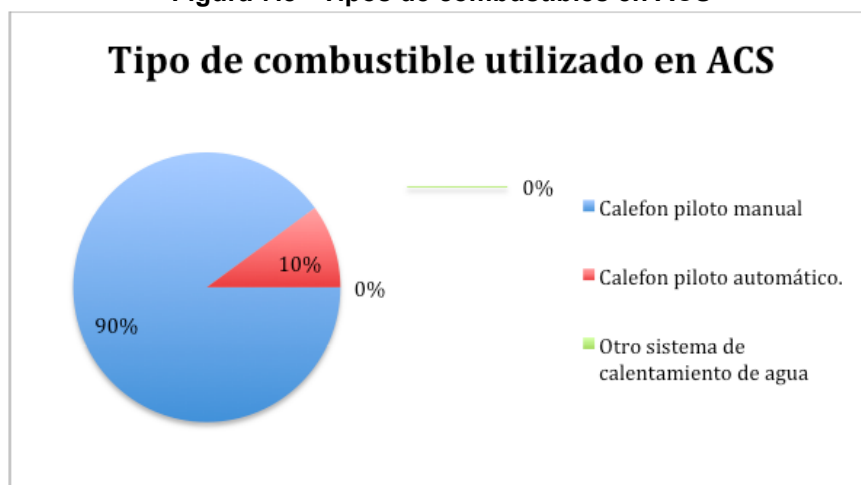


Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

El tipo de combustible utilizado en la vivienda social, es Gas puesto que presenta el mayor porcentaje con un 70%, lo que permite hacerse una idea de las medidas que presentan mayor impacto y poseen una mayor rentabilidad.

B) Tipo de combustible utilizado en agua caliente sanitaria

Figura 7.8 - Tipos de combustibles en ACS

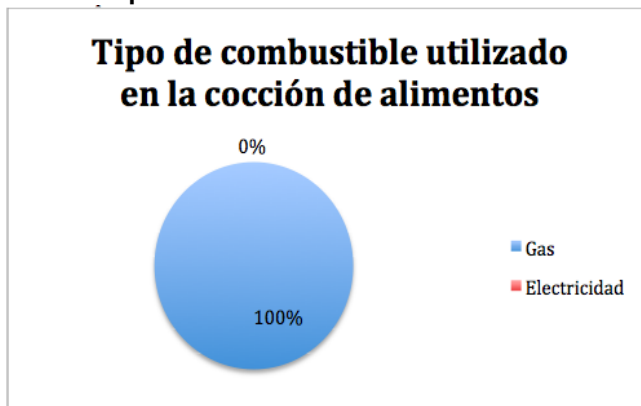


Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

Del tipo de combustible utilizado en ACS, se puede inferir que la mayoría de los habitantes de las viviendas sociales utilizaban Calefón con Piloto Manual, debido a que estos no han presentado fallas en el transcurso de los años y como las viviendas fueron entregadas en el año 1987, se instaló una vez y no ha sido necesaria su reposición.

C) Tipo de combustible utilizado en cocción de alimentos

Figura 7.9 - Tipos de combustibles en cocción de alimentos



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

Al ser personas de condiciones vulnerables que habitan viviendas sociales, el tipo de combustible que utilizaban para cocinar es gas, puesto que las cocinas eléctricas son más caras y solo cumplen una función de mayor comodidad para el usuario.

7.3.6 Consumo promedio mensual en la vivienda

Tabla 7.10 - Datos consumos promedio mensual 2015

Consumo Promedio Mensual					
Consumo Electricidad		Consumo Gas		Consumo Agua	
140,74 Kw/h	\$19.819	1 galón	\$12.900	8,38 m3	\$9.200

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Los Andes, 2015.

Acerca del confort se entrevistó a los habitantes, realizándose preguntas que tienen relación con la percepción de la temperatura en invierno, si sentían frío o podían soportar el aire fresco del día; lo mismo para la época de verano con el calor, si se sentían en un ambiente agradable, cálido o muy seco; para saber cuáles son sus necesidades.

La información que nos proporcionaron resulta de gran utilidad para establecer relaciones entre los estilos de vida de los usuarios y sus comportamientos en relación a la energía, o lo que algunas investigaciones definen como patrón conservador o gastador, dado tanto por la preferencia en la temperatura del aire como por las acciones de la persona.

En su gran mayoría las opiniones al respecto fueron repetitivas, obteniendo respuestas como que en invierno el frío es demasiado por las bajas temperaturas, donde el termo solar instalado en su propiedad no funcionaba, por lo tanto desempeña un bajo rendimiento, esto debido a que por las bajas temperaturas no era posible calentar el agua a una temperatura necesaria para que el usuario pudiera ducharse por las mañanas, lo que provocaba que se terminara encendiendo de igual manera el calefón y consumiendo más a pesar de la tecnología de eficiencia energética que poseían. Además, en épocas de verano

donde el agua se calienta mucho se produce un efecto contrario ante la radiación solar excesiva; en ocasiones el consumo de agua caliente es muy inferior a la energía solar recibida en el termo solar, en estas situaciones la temperatura del agua en el tanque se eleva hasta valores que pueden ser peligrosos para el usuario y para el equipo, tan altas temperaturas afectan la vida útil de los componentes del equipo.

Otro punto no menor es que por los altos precios de la energía eléctrica, los habitantes se ven en la obligación de permanecer con los equipos eléctricos disponibles en la vivienda apagados durante gran parte del día para que la cuenta final no resultara excesiva, no pudiendo aprovechar así la capacidad de satisfacción de estos elementos.

Se puede concluir de los datos extraídos en las encuestas, una significativa coincidencia mayoritaria en las respuestas enfocada al tipo de energía utilizada en la vivienda sobre el mayor consumo producido en esta, la cual deriva a la electricidad y su gasto excesivo de 140 KW/h en promedio mensual equivalente a \$19.819 en dinero para estas familias, las cuales presentan ingresos correspondientes a rangos de los primeros quintiles, es decir, el mínimo, gastos que definitivamente les significan una limitación para vivir.

A raíz de este análisis tanto de datos cuantitativos como cualitativos, relacionados con el confort en la vivienda, es que se define que la energía a analizar será la eléctrica.

7.4 Relevamiento de los Procesos del Departamento de Sustentabilidad

7.4.1 Levantamiento del Proceso

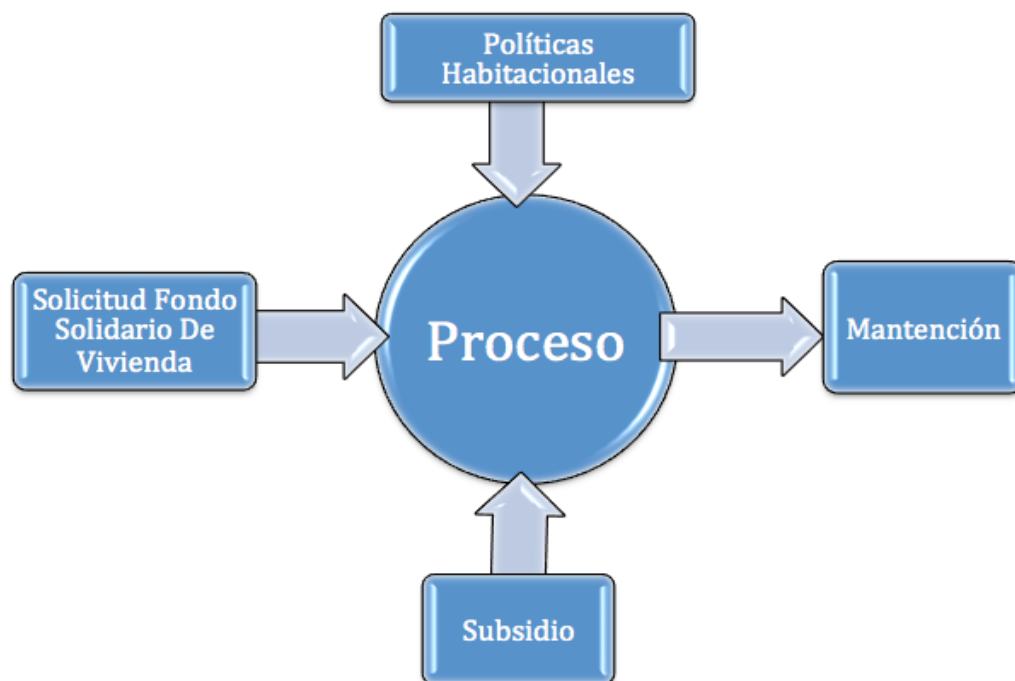
Para comenzar el levantamiento de procesos es necesario identificar el contexto en el cual está inmerso el Departamento de Sustentabilidad que es en la quinta región, primeramente en la ciudad de Los Andes. Actualmente sus actividades de eficiencia energética no están formalizadas por lo cual depende de cada contratista (proveedor) como la instale y la mantenga, lo que nos ayudará a comenzar todo más fácil desde cero.

Como se indicó en el marco teórico, el mapa del proceso los clasifica en: estratégicos, de negocio o de apoyo, en el caso del Departamento de Sustentabilidad, se identifican los siguientes procesos:

- **Procesos estratégicos:** Elaborados por el Departamento Técnico, dichos procesos son: Inspección y Supervisión y Entrega de FSV
- **Procesos del negocio:** Elaborados acorde a productos o servicios que presta la organización, relacionados directamente con el cliente. Como lo son: Solicitud de sustentabilidad a la vivienda, Generación de Propuestas de estrategia e Incorporación de tecnologías de eficiencia energética a la vivienda.
- **Procesos de apoyo:** O de soporte, dentro de los cuales se encuentran: Proveedores y Mantenimiento.

Para entender el beneficio que entrega el SERVIU junto con el Departamento Técnico, se define a continuación el macro proceso:

Figura 7.10 - Mapa general del proceso del servicio



Fuente: Elaboración Propia según información obtenida de SERVIU, 2015.

En el diagrama apreciado se muestra la entrada del macro procesos que consiste en la Solicitud del Fondo Solidario de Vivienda por parte del cliente. Para realizar dicho macroproceso se necesitarán las políticas habitacionales y los subsidios que forman parte de los distintos procesos llevados a cabo en el área, dando estos como resultado la mantención de las tecnologías de eficiencia energética.

- Políticas habitacionales

Para la adecuada entrega de un Programa de FSV entregados por el SERVIU, los participantes del proceso deben perseguir la nueva política habitacional puesta en marcha en 2006, que tiene énfasis en mejorar la calidad de las viviendas y la integración de las familias más pobres del país; y persigue el objetivo mediante el fortalecimiento de tres desafíos: [(Gobierno de Chile)]

- Disminuir el Déficit habitacional focalizando en las familias que viven en la pobreza.
- Garantizar la calidad de las viviendas mejorando su estándar en los procesos de diseño y construcción.
- Promover la integración social procurando que las viviendas se encuentren insertas en barrios y ciudades consolidadas.

- Subsidios

Las familias de sectores vulnerables deben postular al *Fondo Solidario de Elección de Vivienda*, que es un programa de subsidio dirigido a familias sin vivienda en situación de

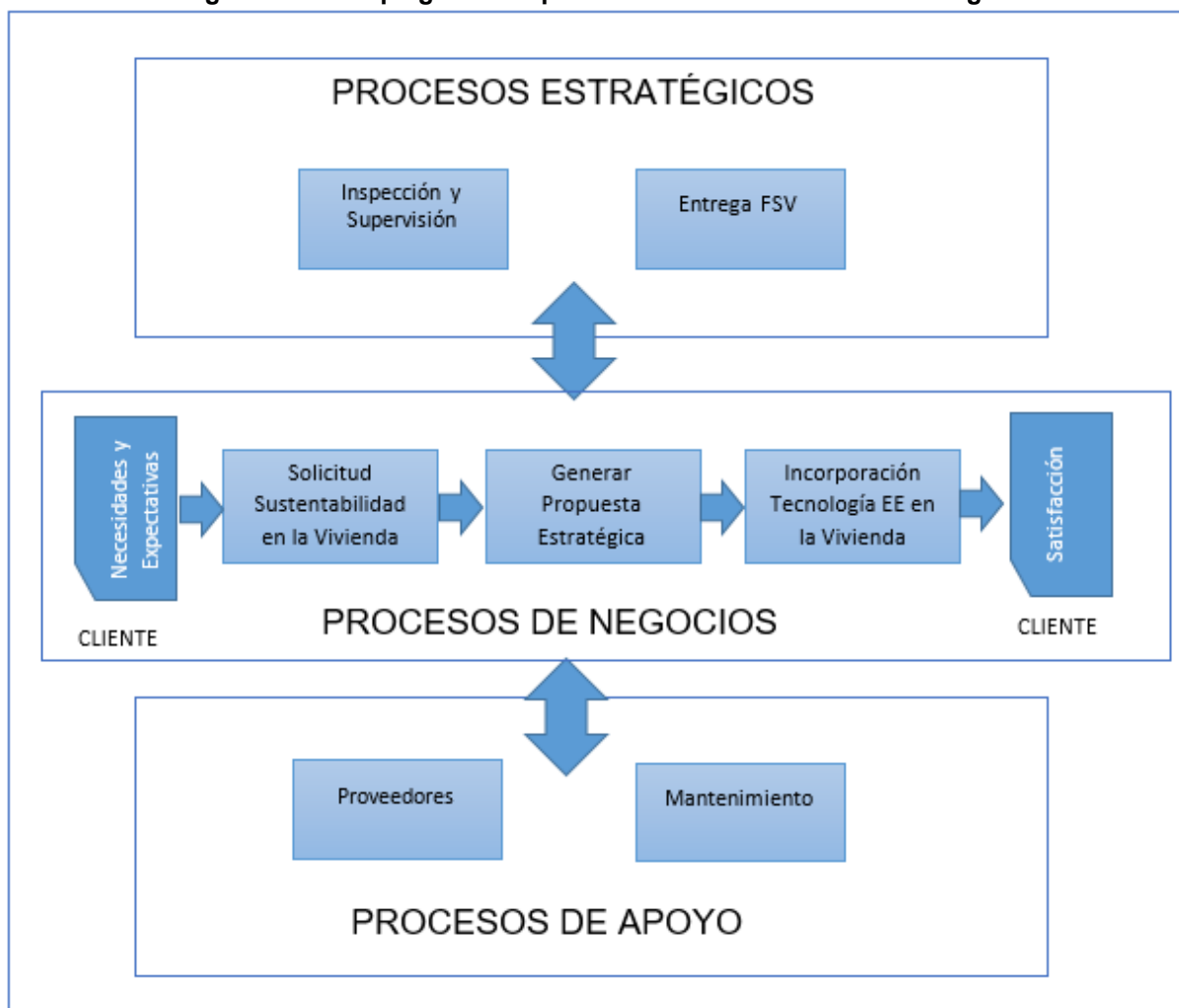
vulnerabilidad social, que no tienen capacidad de endeudarse y que además cuentan con un puntaje de Carencia Habitacional en la Ficha de Protección Social igual o menor a 8500 puntos.

1. **Compra de vivienda:** El Estado permite conseguirla nueva o usada, sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.
 - Valor Máximo de la vivienda: 950 UF
 - Monto Máximo de subsidio: Desde 314 UF hasta 794 UF
 - Ahorro Mínimo: 10 UF
2. **Construcción de vivienda:** El estado permite construirla sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.
 - Construcción en nuevos terrenos: Desde 363 UF hasta 913 UF
 - Construcción en pequeño condominio: Desde 583 hasta 931 UF
 - Construcción en sitio propio: Desde 500 UF hasta 750 UF
 - Construcción en Densificación predial: Desde 583 UF hasta 871 UF
3. **FONDO SOLIDARIO DE VIVIENDA I:** Se dirige a familias en condiciones de pobreza o vulnerabilidad social, acreditada por la Ficha de Protección Social y entrega un subsidio donde la vivienda debe tener una tasación no superior a 650 UF, considerando el avalúo fiscal del terreno, más el valor de la construcción (según tablas MINVU).

La vivienda se financia con el subsidio, el ahorro de la familia (10 UF) y aportes adicionales públicos (municipales) o privados (fundaciones, empresas, particulares), en dinero, obras complementarias, o terreno inscrito a nombre de los postulantes.

4. **FONDO SOLIDARIO DE VIVIENDA II:** Programa destinado preferentemente a la atención habitacional de familias comprendidas dentro del 40% de los hogares con mayor vulnerabilidad (segundo quintil). Pueden acceder a este programa los postulantes cuya caracterización socioeconómica, de conformidad con la ficha CAS o el instrumento que la reemplace, sea igual o inferior al puntaje de ingreso nacional o regional para el segundo quintil.

Figura 7.11 - Mapa global de procesos de la CSD - SERVIU V región

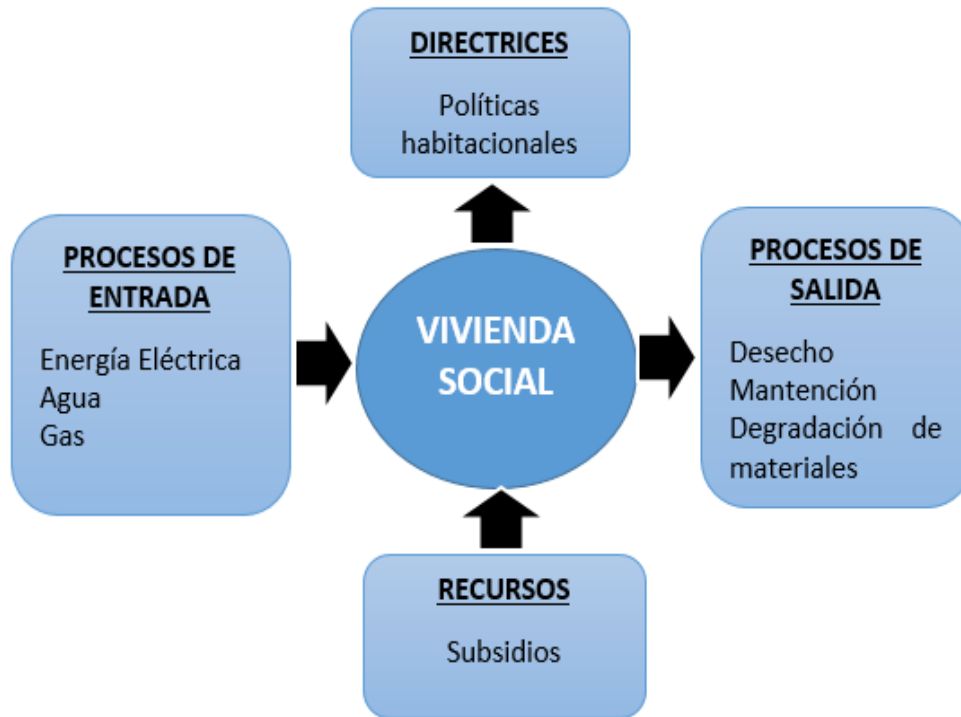


Fuente: Elaboración Propia según información obtenida de SERVIU, 2015.

El análisis del proceso de Departamento sustentable se realizó de manera de representar lo que éste realiza bajo el mando del Departamento Técnico del SERVIU de la V Región; y para un mejor entendimiento de la Vivienda Social como un proceso que se analizará a continuación.

7.4.2 Vivienda Social como Proceso

Figura 7.12 - Mapa general de la vivienda social como proceso



Fuente: Elaboración Propia según información obtenida de SERVIU, 2015.

En el siguiente diagrama se observa la entrada que consiste en las tres grandes aristas de la energía: Energía Eléctrica, Agua y Gas por parte del proveedor. Para llevar a cabo este proceso se requiere de políticas habitacionales que limiten la obtención de una vivienda social y de subsidios para adquirirla, los que en conjunto dan como resultado: Desechos, Mantenimiento y Degradación de Materiales.

En vista de que el resultado de las encuestas de consumo y confort derivó que el mayor consumo tanto en cantidad como en dinero es la energía eléctrica, además de que es lo que más afecta su confort, se procederá a hacer un análisis de dicho proceso.

Para poder analizar dicho proceso se comenzará a realizar un diagnóstico energético a la energía eléctrica en la ciudad de Valparaíso, específicamente en el Condominio Juan Pablo II, la cual comenzará con la confección de encuestas a edificios de vivienda social sin tecnologías de eficiencia energética. Encuestas que permitirán establecer el consumo real de energía en el condominio y estimar el potencial ahorro energético, junto con identificar las preocupaciones y necesidades de los clientes.

El total de familias que habitan el condominio son 420, por lo cual se hace necesario calcular un tamaño de muestra representativo, que estará dado por la siguiente fórmula: [(Suárez, 2011)]

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se toma en relación al 95% de confianza que equivale a 1,96 (más usual) o en relación al 99% de confianza que equivale a 2,58, valor que queda al criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1%(0,01) y 9%(0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

En este caso el tamaño de la población es 420, la desviación estándar 0,5, el nivel de confianza utilizado es en relación al 95% que equivale a 1,96 y el límite aceptable de error 5% es decir, 0,05. Lo que da un tamaño de la muestra de 200,89, app. 200 familias que se deberán encuestar.

A continuación se presenta la información recabada en Enero de 2016 mediante encuestas en la ciudad de Valparaíso específicamente en El Condominio Juan Pablo II, en los blocks n° 15A, 15B, 15C, 20P, 51I, 52K, 56Q, 79N, 79O, 63M, 206G, 231H, 305R y 335S, los cuales están conformados cada uno por 16 viviendas sociales.

7.5 Análisis Encuestas

Se obtuvo información por medio de encuestas realizadas en los meses de Enero y Febrero del presente año 2016, en la ciudad de Valparaíso específicamente en el condominio de viviendas sociales de la población "Juan Pablo II". Conformado por bloques de 16 departamentos, 4 pisos por bloque y 4 departamentos por piso.

El contenido de la encuesta fue dividido en cuatro segmentos; factores socioeconómicos, artefactos en la vivienda, uso de la energía por servicio energético y consumo energético.

A continuación se presenta una investigación de carácter cuantitativo y cualitativo:

7.5.1 Factores Socioeconómicos en la vivienda

- **N° ocupantes por sexo:**

Tabla 7.11 - Número de ocupantes por sexo

N° O.P.S	Hombres	Mujeres
Promedio	1,74	1,96
P. App.	2	2

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

La tabla anterior nos muestra el promedio del total de habitantes por sexo que viven en la vivienda; como se habla de personas se debe aproximar a número entero este valor, obteniendo una media por departamento, la cual es de 2 mujeres y 2 hombres.

Con los datos recopilados se elaboró un gráfico con totalidad de habitantes de la población Juan Pablo II, donde es posible visualizar que existe una cantidad mayor de mujeres 53% y 47% de hombres.

Figura 7.13 - Gráfico del número de ocupantes por sexo



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

- **Habitantes adultos o niños:**

Tabla 7.12 - Número de habitantes que duermen en la vivienda

H.D.V.	Adultos	Niños
Promedio	2,36	1,34
P. App.	3	2

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En la tabla de habitantes adultos o niños (considerándose niños a personas menores de 18 años) se señala la cantidad promedio de adultos y niños que viven en la vivienda, siendo esta 3 adultos y 2 niños. Donde el resultado que presenta el cálculo del promedio, no siempre coincide con la realidad: por eso se habla de una media. Por ejemplo; se supone, que en un barrio con cien casas, viven doscientos perros. El promedio indica que habitan dos

perros por casa. En la realidad, sin embargo, algunas casas cuentan con tres o más perros, mientras que en otras no vive ninguno.

Figura 7.14 - Gráfico del número de habitantes que duermen en la vivienda



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

La Fig.N 7.12 se muestra en porcentaje la interpretación del total de niños y adultos que duermen en una vivienda, siendo mayor el número de adultos con un porcentaje de 64% sobre un 36% de número de niños.

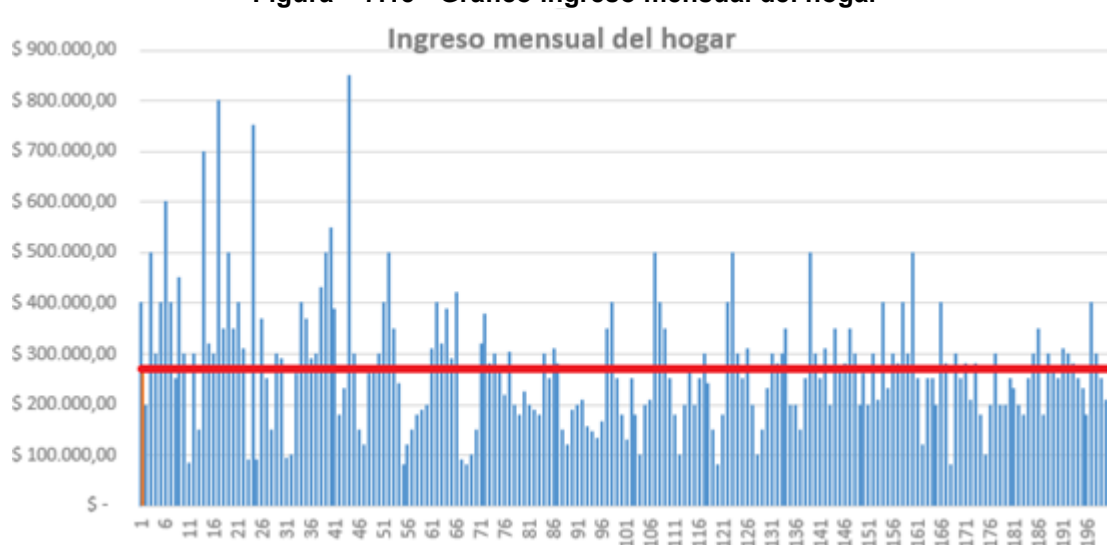
- **Ingreso mensual del hogar:**

Tabla 7.13 - Ingreso mensual del hogar

I.M.H.	Dinero
Promedio	\$ 273.425,00

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Figura 7.15 - Gráfico ingreso mensual del hogar



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

La representación gráfica permite observar que el mayor ingreso percibido en una vivienda social se encuentra entre los \$800.000 y \$900.000, mientras que el menor ingreso se encuentra por debajo de los \$100.000; de esta manera se puede comprobar que el promedio de la variable ingreso en el gráfico de barras es de \$273.425.

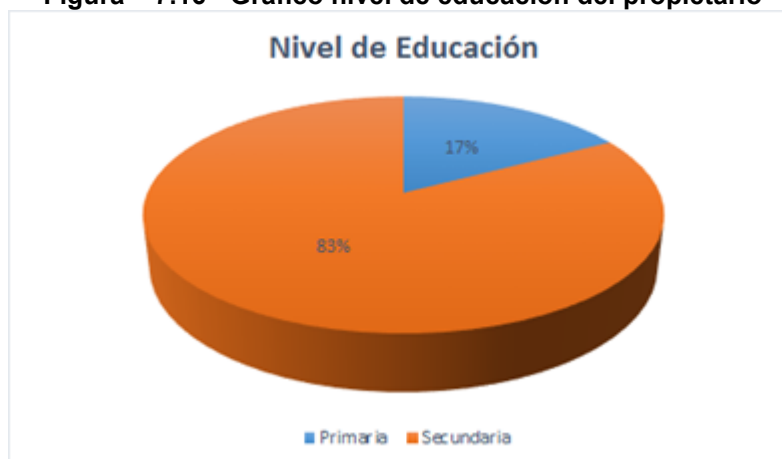
- **Nivel de Educación del propietario:**

Tabla 7.14 - Nivel de educación del propietario

Nivel de Educación	Primaria	Secundaria
Cantidad	34	166

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Figura 7.16 - Gráfico nivel de educación del propietario



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

La mayoría de los propietarios entrevistados, posee un nivel de educación secundaria (83%), no obstante dentro de la muestra existe gente adulta que no logró terminar la educación primaria (17%). Esto demuestra, a grandes rasgos, que las posibilidades de generar mayores ingresos son bajas, la mayoría de las personas con sólo educación secundaria optan a un sueldo mínimo.

- **Situación del dueño de casa (propietario o inquilino):**

Tabla 7.15 - Propietario o Inquilino

P. o I.	Propietario	Inquilino
Cantidad	171	29

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Gran parte de los habitantes, por no decir casi su totalidad, son propietarios del departamento. Siendo estos los mismos que postulan a los programas y proyectos de vivienda que ofrece SERVIU.

Del total de la muestra (200 viviendas) para el estudio, 171 viviendas están habitadas por propietarios, es decir, el 85% de los habitantes son los mismos dueños. Siendo el 15%

restante inquilinos, lo que no debiera ser para el caso de viviendas sociales, donde postulan personas en calidad de vulnerabilidad, que no cuentan con un techo para vivir.

Figura 7.17 Gráfico propietario o inquilino



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Los principales aportes de la fig. 7.17 se detallaron anteriormente.

- **Horas de permanencia en la vivienda:**

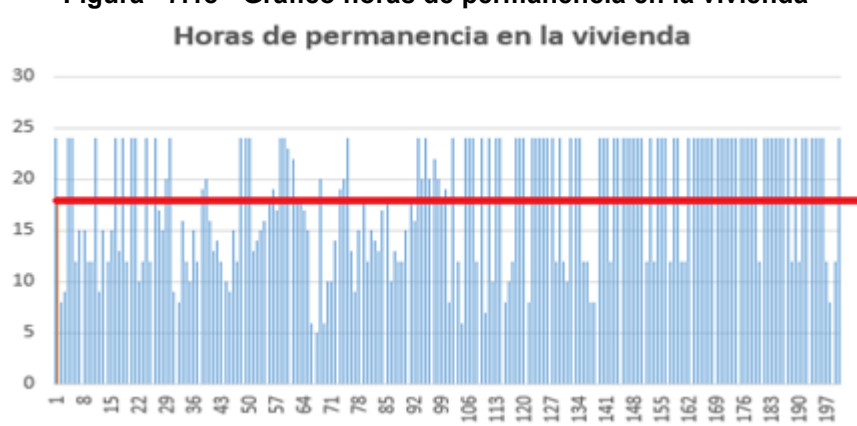
Tabla 7.16 - Horas de permanencia en la vivienda

H.P.V	Horas
Promedio	18

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

El promedio de la cantidad de horas que las personas permanecen dentro de la vivienda es 18, en aquellas horas es cuando se obtiene información relevante que permite establecer una solución habitacional, pues es en ése periodo de tiempo en donde se produce un mayor consumo, traduciéndose en el gasto energético que utilizan los habitantes.

Figura 7.18 - Gráfico horas de permanencia en la vivienda
Horas de permanencia en la vivienda



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En la figura N° 7.18 se demuestra que el mayor tiempo posible de permanencia en la vivienda es 24 hrs. y el menor según el estudio es 5 hrs., de las cuales el promedio de permanencia es 18 hrs., pues la mayoría de las personas que habitan en estas viviendas sociales cuentan con trabajos de medio tiempo, sea en la mañana o en la noche.

7.5.2 Artefactos en la vivienda

La tenencia de electrodomésticos o artefactos eléctricos en los hogares implica una relación directa con el consumo de energía, es por esto que es fundamental obtener su frecuencia de uso y periodo del día en el que estos se utilizan.

A continuación se muestra, un procedimiento de estudio en un condominio de vivienda social sin tecnología de eficiencia energética con el fin de determinar el consumo en kW, para ello se comienza con la siguiente fórmula descrita:

$$\text{Consumo Energía (kWh/mes)} = \text{Potencia Equipo (kW)} \times \text{FU (h/mes)}$$

Donde:

Potencia: corresponde al valor declarado por el fabricante, y que para el caso de la encuesta, se asumen y se selecciona un número reducido de equipos con potencias o consumos energéticos representativos.

FU: corresponde al valor declarado por el encuestado, a base de sus respuestas a preguntas del tipo tiempo y frecuencia de uso (horas).

A modo de facilitar el estudio, se establecieron letras para cada período del día, las que se detallan a continuación:

M (mañana): 06:00 a.m. - 12:00 p.m.

T (tarde): 12:00 p.m. - 20:00 p.m.

N (noche): 20:00 p.m. - 06:00 a.m.

Día: todo el día, sin periodo específico de uso.

- **Cocina**

Tabla 7.17 - Cocina en la vivienda social

COCINA	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	2	
Período del día		T

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En cada vivienda se cuenta con 1 cocina, la cual se utiliza en promedio 2 horas al día en la tarde, mayoritariamente para la hora de almuerzo, pues por los comentarios de los habitantes en las noches se calienta el almuerzo, sin tener la necesidad de volver a usarla.

- **Televisor:**

Tabla 7.18 - Televisor en la vivienda social

TELEVISOR	Promedio	Moda
Cantidad	2	
Horas de uso	6	
Período del día		T-N

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Por vivienda se estiman 2 televisores, donde cada uno se mantiene encendido en promedio 6 hrs, mayoritariamente en la tarde y en la noche, que son los periodos del día en que las personas descansan ya sea después de almuerzo o de vuelta del trabajo.

- **Refrigerador:**

Tabla 17.19 - Refrigerador en la vivienda social

REFRIGERADOR	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	24	
Período del día		día

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

El refrigerador es uno por vivienda y está en funcionamiento las 24 hrs del día, esto es permanente para todos los casos, por la conservación de los alimentos dentro de él.

- **Lavadora:**

Tabla 7.20 - Lavadora en la vivienda social

LAVADORA	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	0	
Período del día		día

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Es una por vivienda en promedio, como la encuesta fue realizada en horas al día su uso diario es 0, pues ningún habitante la utilizada a diario; por ende el período de utilización es semanal por efecto de consumo de tiempo y de energía, las respuestas frecuentes fueron que se lava entre 2 o 3 veces por semana.

- **Ducha-Bañera:**

Tabla 7.21 - Ducha-Bañera en la vivienda social

DUCHA-BAÑERA	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	1	
Período del día		M

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Cada departamento posee una ducha, la cual se ocupa mayoritariamente en la mañana período en el cual los habitantes del hogar son cautelosos con el tiempo de uso por motivos de consumo, estimándose un promedio de 1 hr. de utilización en el día, entre todos las personas que residen en la casa.

- **Lavamanos (cocina):**

Tabla 7.22 - Lavamanos (cocina) en la vivienda social

LAVAMANOS (COCINA)	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	2	
Período del día		día

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Cada departamento cuenta con un área para instalar la cocina, la cual integra un lavamanos (lavaplatos), el cual se utiliza 2 hrs, las que se distribuyen en los tres periodos del día tanto para lavar loza, ropa, higiene, entre otras cosas.

- **Cargador celular:**

Tabla 7.23 - Cargador de celular en la vivienda social

CARGADOR CELULAR	Promedio	Moda
Cantidad	3	
Horas de uso	4	
Período del día		N

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Hoy en día la tecnología ha avanzado cada vez más, así como también el acceso a ésta, es por eso que se estiman 3 cargadores por casa, los cuales son utilizados en un promedio de 4 hrs. Los habitantes saben el gasto en que estos incurren, es por esto que son cuidadosos respecto al periodo del día en que los emplean, que es generalmente en horas de la noche.

- **Equipo musical:**

Tabla 7.24 - Equipo musical en la vivienda social

EQUIPO MUSICAL	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	2	
Período del día		M

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Hay un equipo musical en promedio por vivienda, el cual se utiliza 2 hrs. en la mañana, para hacer el aseo, el almuerzo, informarse, entre otros; información obtenida por los comentarios de los habitantes.

- **Plancha:**

Tabla 7.25 - Plancha en la vivienda social

PLANCHA	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

La mayoría de los habitantes de la vivienda explican que cuentan con una plancha, pero que hoy en día se utiliza solo para ocasiones especiales, no a diario

- **Calefactor:**

Tabla 7.26 - Calefactor en la vivienda social

CALEFACTOR	Promedio	Moda
Cantidad	0	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Los habitantes de los departamentos encuestados informaron que no utilizaban calefactor por el tema del alto consumo de luz y la excelente aislación térmica con la que cuenta la estructura de la vivienda.

- **Calefont:**

Tabla 7.27 - Calefont en la vivienda social

CALEFONT	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	1	
Período del día		M

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Es un calefont por vivienda, el cual es indispensable para el hogar, pues se preocupa de regular la temperatura del agua tanto para la ducha como para el lavamanos, siendo la ducha la que requiere más agua caliente; el calefón se utiliza durante 1 hr. en la mañana como mayor período del día.

- **Horno (cocina):**

Tabla 7.28 - Horno (cocina) en la vivienda social

HORNO (COCINA)	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	1	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Las cocinas vienen con un horno incluido por defecto, por lo tanto al igual que en el caso de la cocina es uno por vivienda, el cual no se utiliza siempre, sino más bien unas 4 o 5 veces al mes, para festividades como navidad y año nuevo, según la información proporcionada por los encuestados.

- **Computador:**

Tabla 7.29 - Computador en la vivienda social

COMPUTADOR	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	2	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Cada departamento de vivienda social considera un computador en promedio, el cual se utiliza 2 hrs. solo en el caso de las tareas de los niños; pues los adultos utilizan sus celulares para los mismos fines que un computador.

- **DVD:**

Tabla 7.30 - DVD en la vivienda social

DVD	Promedio	Moda
Cantidad	0	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Gran parte de los habitantes del condominio manifestaban que no necesitaban un DVD o simplemente no sabían lo que era.

- **Microondas:**

Tabla 7.31 - Microondas en la vivienda social

MICROONDAS	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Se establece que cada vivienda tiene un microondas, el cual no se utiliza a diario, sino que esporádicamente, siendo su uso en min.

- **Hervidor:**

Tabla 7.32 - Hervidor en la vivienda social

HERVIDOR	Promedio	Moda
Cantidad	1	
Horas de uso	0	
Período del día		día

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Con los avances tecnológicos el hervidor paso a suplir a la tetera, por lo que todo hogar cuenta con uno, el cual se utiliza minutos al día, ya sea para el desayuno, almuerzo, como también once.

- **Aspiradora:**

Tabla 7.33 - Aspiradora en la vivienda social

ASPIRADORA	Promedio	Moda
Cantidad	0	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Ninguna vivienda dentro del condominio contaba con aspiradora, la mayoría solo utiliza escoba para barrer y mantener limpio el departamento, pues los pisos no eran alfombrados.

- **Hornillo Eléctrico:**

Tabla 7.34 - Hornillo eléctrico en la vivienda social

HORNILLO ELECTRICO	Promedio	Moda
Cantidad	0	
Horas de uso	0	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Las personas encuestadas, nos informaron que ninguno necesitaba un hornillo eléctrico, pues para eso contaban con el microondas y el horno de la cocina.

- **Consola VideoJuego:**

Tabla 7.35 - Consola de videojuego en la vivienda social

CONSOLA VIDEO JUEGO	Promedio	Moda
Cantidad	0	
Horas de uso	1	
Período del día		0

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Al observar el resultado de las encuestas respecto a la consola de videojuego se establece que la mayoría de las viviendas no cuenta con dicho artefacto, pues en términos de cálculos el promedio en cada vivienda no alcanza a ser una por vivienda, esto debido a que del total de 200 encuestas solo 30 viviendas incorporan este artefacto, además de que estas 30 la utilizan mucho al ser vacaciones de verano, donde los niños cuentan con demasiado tiempo libre, es por esto que el promedio de uso diario se estima de 1 hora.

7.5.3 Uso de energía (por servicio energético)

- **Tipo de combustible en calefacción:**

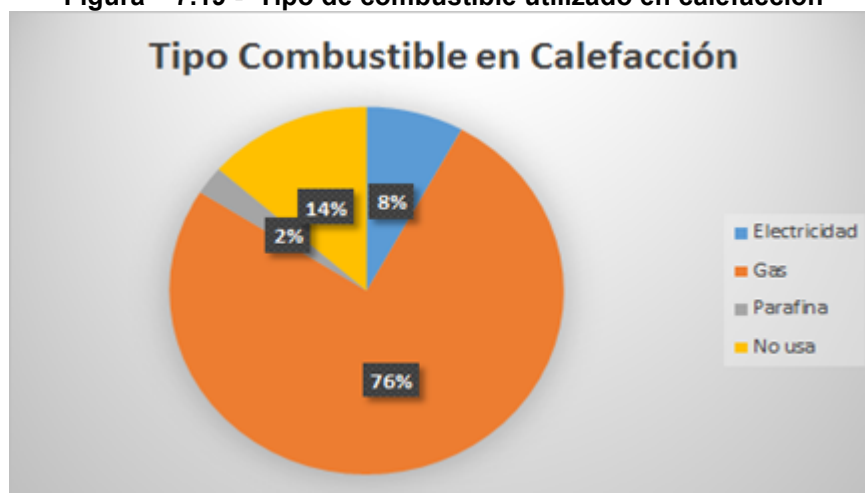
En este ítem se van a analizar los distintos tipos de calefacción que tenemos disponibles en el mercado: gas, electricidad, parafina, entre otros. Según las necesidades de calefacción de nuestra vivienda la mejor opción será una u otra, como se ve a continuación.

Tabla 7.36 Tipo de combustible utilizado en calefacción

T.C.C.	Electricidad	Gas	Parafina	No usa
Cantidad	16	152	5	27

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Figura 7.19 - Tipo de combustible utilizado en calefacción



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

El tipo de combustible más utilizado en las viviendas sociales tipo condominio es el Gas, el cual es empleado en su totalidad por los habitantes en artefactos como estufas. Podría definirse como uno de los tipos más cómodo, limpio y seguro de entre los sistemas de calefacción que se pueden instalar en una vivienda. Sus ventajas son que no hacen ruido y pueden proporcionar aire caliente a diferentes zonas. Pueden resultar más baratos que otros sistemas, distribuyen el calor de forma más regular y no son perjudiciales para la salud, ya que no pueden causar alergias debido al polvo o bacterias. [(Devis, 2016)]

- **Tipo de combustible en cocción de alimentos:**

Tabla 7.37 - Tipo de combustible utilizado en cocción de alimentos

T.C.C.A.	Electricidad	Gas
Cantidad	0	200

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En la investigación, los habitantes de manera unánime utilizan gas en la cocción de alimentos por su exactitud y control rápido, el cual se obtiene sobre la temperatura de cocción.

Una cocina a gas puede ser imprescindible durante un apagón u emergencia, pues puede ser encendida manualmente además de proveer una alternativa para preparar comida caliente. Se destaca que el uso de gas en la cocina es el sistema que consume menos energía, por lo tanto es la mejor opción por ser ahorrativa y económica para el bolsillo. [(White, 2016)]

7.5.4 Consumo Energético

Según el INE, el consumo energético del país se triplicará en los próximos 20 años, el cual se ve reflejado con un aumento de energía del 40% entre el año 2012 y 2013. Dicho esto es fundamental reducir el consumo de energía, de manera de disminuir los costos y promover la sostenibilidad, originando un ahorro, a partir del uso eficiente de los recursos energéticos.

Ahora bien, del consumo final de energía un 26% corresponde a domiciliario, dato del cual se preocupa el Departamento de sustentabilidad del SERVIU, el cual debe procurar un equilibrio entre la necesidad del ser humano y la conservación de recursos naturales y ecosistemas para mejorar la calidad de vida de las personas por medio de nuevas propuestas de eficiencia energética en la vivienda. En conjunto con el SERVIU quien es el encargado de materializar planes y programas habitacionales de calidad, integrados, seguros y sustentables.

- **Electricidad:**

La forma de energía más importante es la electricidad. Ella, permite la iluminación moderna, la radio, la televisión, el teléfono y el computador entre otros.

La electricidad se puede conseguir de diversas fuentes, empleando diferentes tecnologías: el movimiento del agua, el petróleo, carbón y gas natural, la energía nuclear y crecientemente las energías renovables. [(Ministerio de Energía, 2016)]

Tabla 7.38 - Consumo eléctrico en la vivienda social

MES	Kw/h	\$
Julio	142,5	\$ 35.669
Agosto	163	\$ 48.200
Octubre	88,43	\$ 20.242
Noviembre	103,53	\$ 20.392
Diciembre	77,18	\$ 9.616
Promedio	114,93	\$ 26.824

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

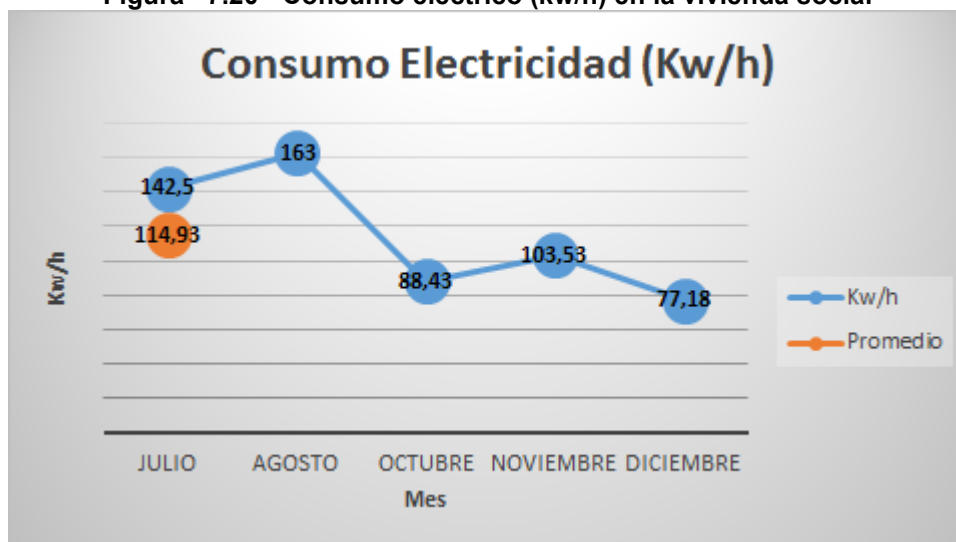
Como se observa en la tabla N° 7.38, solo se analizan 5 meses, pues fueron las boletas de luz de aquellos meses a las que se tuvo acceso. Cabe mencionar que para los meses de julio y agosto se recopiló menos información, pues las boletas obtenidas de estos meses y anteriores eran escasas o simplemente fueron desechadas por los encuestados.

El consumo eléctrico promedio mensual, acorde a los 5 meses obtenidos, de una vivienda de cuatro personas equivale a una cuenta aproximada de \$27.000 y a un consumo por hora promedio de 115 Kw.

La energía ha pasado a ser imprescindible a la hora de producir cualquier bien de consumo, es el motor que impulsa el desarrollo, así como también es la causa de algunos de

los problemas ambientales más graves del planeta, por lo que se necesita buscar constantes cambios en el modelo energético que incurra en la reducción del consumo energético, y en descifrar las herramientas para mejorar la eficiencia y sustituir fuentes de energía convencional por renovables. [(ECODES, s.f.)]

Figura 7.20 - Consumo eléctrico (kw/h) en la vivienda social

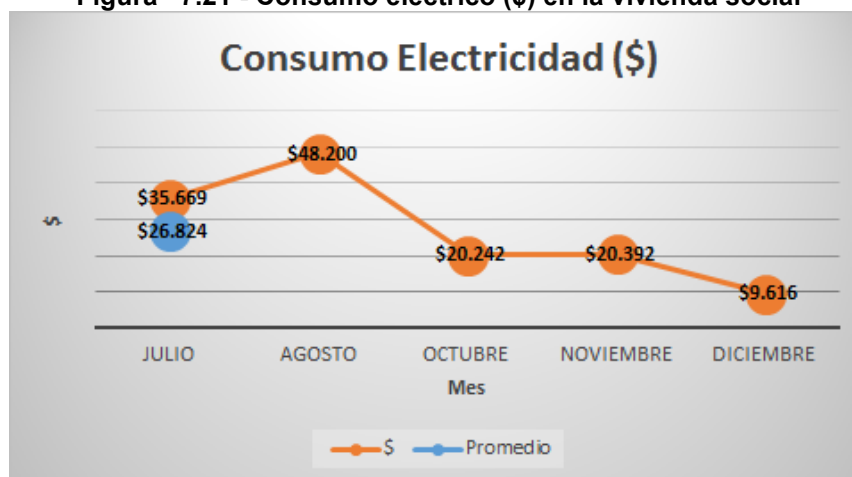


Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

El consumo de electricidad se ve afectado mundialmente por el efecto invernadero, que resulta de la combustión de las energías fósiles (carbón y petróleo), efecto que va en aumento al no aprovechar la energía. Por esto se recomienda siempre, apagar luces, desenchufar aparatos cuando no se utilizan o ahorrar agua en el tiempo de ducha.

Como se observa en la gráfica N° 7.20, en una vivienda promedio, son los meses de invierno donde mayor kW/h se consumen, siendo Agosto el pick con 163 Kw/h, disminuyendo considerablemente en los meses de Octubre a Diciembre, alcanzando hasta 77,18 kW/h respectivamente.

Figura 7.21 - Consumo eléctrico (\$) en la vivienda social



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Como el gasto en cuanto a kW/h es directamente proporcional al gasto monetario, nuevamente se observa que el mes pick de invierno es Agosto con \$48.200. No es primicia que durante el invierno se gasta más electricidad, ya sea por calentadores con este tipo de energía, o también porque la luz del día dura menos; por ello, el presupuesto también se ve afectado durante aquellos meses. Queda demostrado en la gráfica N° 7.21 que los meses con más gasto son Julio y Agosto. Sumado a esto, cabe destacar que el aumento del gasto de electricidad se ha triplicado en los últimos años como consecuencia del mejor nivel de ingresos, mayor oferta y facilidad de acceso a los electrodomésticos. [(diariopyme, 2016)]

- **Gas:**

Tabla 7.39 - Consumo de gas en la vivienda social

MES	Galón	\$
Diciembre	14,43	\$ 14.807
Promedio	14,43	\$ 14.807

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Es por medio de galones de gas que son abastecidas las viviendas de la población Juan Pablo II, los cuales tienen diferentes kilos y precios respectivamente, siendo el promedio del estudio de 1 galón de 15 kg al mes, el cual tiene un precio de \$15.000 app. Los habitantes perciben que el gas (licuado y natural) es más seguros, estableciendo una buena relación costo/beneficio a la hora de elegir. Este galón abarca todo lo respectivo al uso para la cocina, el calefont, lavaplatos y estufa.

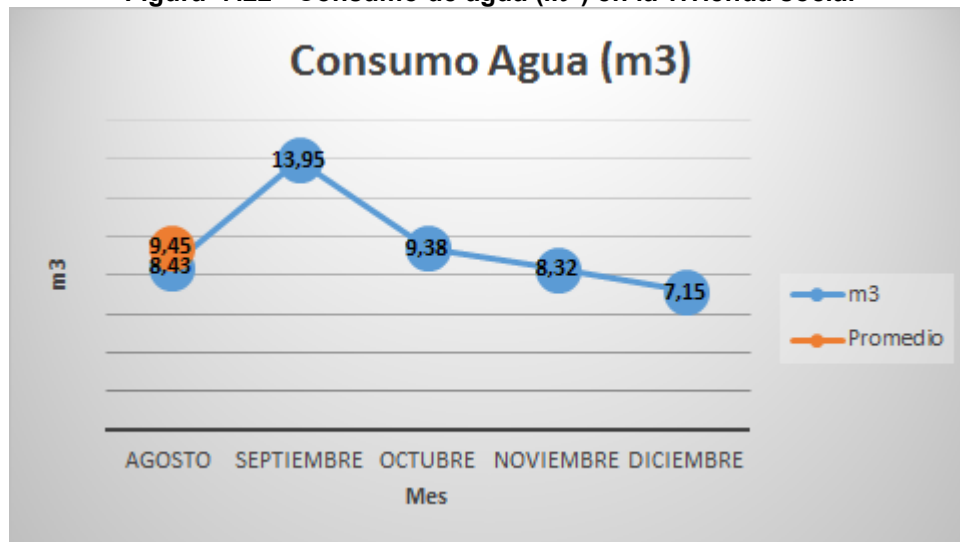
- **Agua:**

Tabla 7.40 - Consumo de agua en la vivienda social

MES	m3	\$
Agosto	8,43	\$ 11.036
Septiembre	13,95	\$ 18.788
Octubre	9,38	\$ 12.313
Noviembre	8,32	\$ 10.662
Diciembre	7,15	\$ 10.170
Promedio	9,45	\$ 12.594

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Una vivienda social promedio tiende a gastar, según el estudio, aproximadamente \$13.000 mensuales en la cuenta de agua, que se traduce en un consumo de agua de 9 m³ app., esto ya sea en usos como cocina, baño, entre otros.

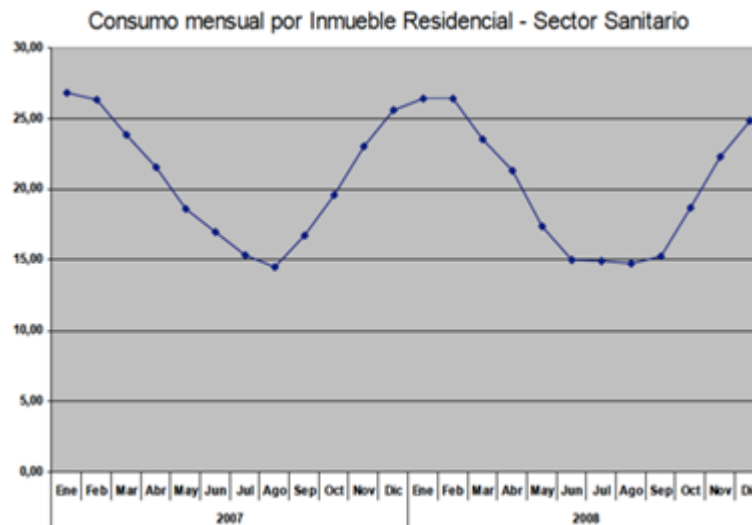
Figura 7.22 - Consumo de agua (m^3) en la vivienda social

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Los resultados presentan una inclinación en el mes de Septiembre, es decir, mes donde se encuentra un mayor consumo de agua en la vivienda con $13,95 m^3$. Cabe destacar que la información obtenida es de los meses que se aprecian en la gráfica N° 7.22, ya que boletas pasadas no fueron proporcionadas.

Ahora bien, según la Super Intendencia de Servicios Sanitarios (en adelante SISS) en los años 2007-2008 los meses en donde se produce un mayor consumo de agua es en verano. Como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 7.23 - Consumo mensual por Inmueble residencial - sector sanitario

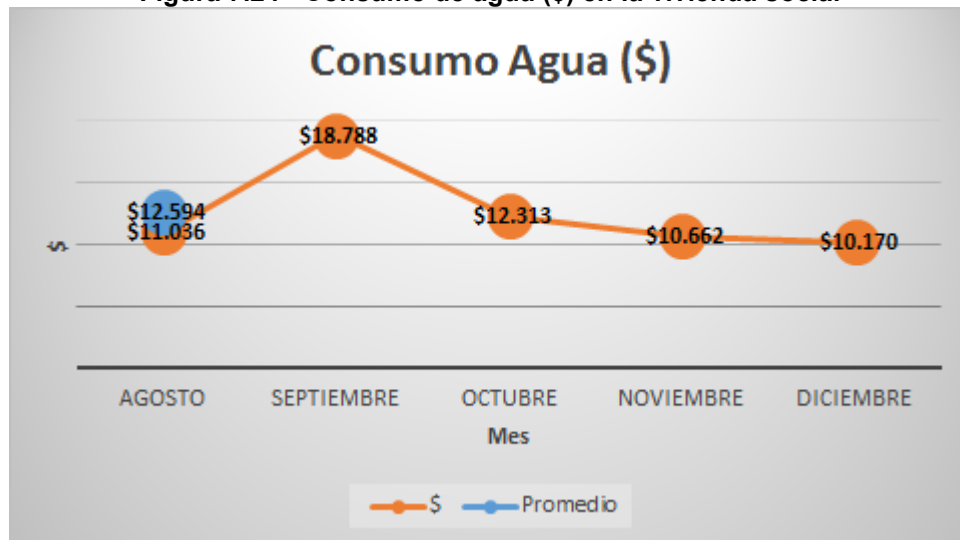


Fuente: Nivel de consumo de agua potable en el país, SISS, Gobierno de Chile, 2008.

En cuanto a la gráfica N° 7.23, el consumo mensual por inmueble en el sector sanitario oscila entre los 14 m^3 en el periodo de invierno y 26 m^3 por mes en el periodo de verano, manteniendo una estabilidad en el tiempo.

Cabe mencionar que la SISS está embarcada en una Campaña de Uso Responsable del Agua, para lo cual cuenta con varios manuales de difusión con recomendaciones para las personas en su hogar y en centros educativos. [(Superintendencia Servicios Sanitarios, 2016)]

Figura 7.24 - Consumo de agua (\$) en la vivienda social



Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En términos monetarios, aproximadamente \$19.000 es el mayor gasto en cuanto a consumo mensual de agua, en el mes de septiembre, el cual es proporcional al consumo en m^3 .

7.5.5 Conclusión Encuestas

Se puede concluir de los resultados obtenidos en las encuestas, realizadas en Enero de 2016, específicamente en el condominio Juan Pablo II en Rodelillo, Valparaíso; respecto a factores socioeconómicos, artefactos de la vivienda, uso de energía por servicio energético y consumo energético, que una vivienda social tipo departamento se define por un promedio de habitantes de 4 personas, de las cuales la mayoría son adultos mujeres, donde el jefe de hogar o propietario lleva un sustento de \$273.425 mensual a su familia, pues cuenta con un nivel de educación secundaria, el cual no le permite obtener una remuneración más alta, a la vez la dueña de casa permanece 18 hrs. en la vivienda.

Los artefactos que demandan más horas de uso son primordialmente el refrigerador, estando éste en funcionamiento las 24 horas, seguido por los televisores con un uso de 6 hrs. diaria, donde se registró un promedio de dos televisores por vivienda, y estos ocupados mayoritariamente en los periodos tarde y noche; acentuando además, el uso de los cargadores de celular con 4 hrs. de uso diaria principalmente, es en la noche donde se cargan más los celulares. Hoy en día la facilidad con la que ha avanzado la tecnología ha aumentado el acceso a ella (celulares inteligentes, computadoras, notebooks, iPad, entre

otros), es por esto que cada vivienda registra al menos un celular, desplazando al teléfono fijo a segundo plano.

Al Analizar estos artefactos, se puede relacionar que los tres principalmente utilizados a diario en la vivienda son eléctricos, estableciendo una vez más que es el tipo de energía a la cual se le debe prestar más atención.

Continuando con los resultados obtenidos, artefactos como la cocina, lavamanos, equipo de música y computador presentan 2 hrs. de uso promedio al día; de los cuales los tres primeros se relacionan en que son utilizados en el mismo tiempo, el computador se usa en su mayoría en la época que los niños asisten al colegio para la realización de tareas y trabajos, datos de los cuales se puede inferir que el mayor gasto se realiza en artefactos eléctricos para los cuales es necesario generar una propuesta de ahorro energético.

El uso de energía, por servicio energético indica que la mejor opción de los habitantes para calefaccionarse es el gas con un 76%, el cual se emplea mediante estufas a gas las que cuentan con un encendido rápido y fácil, sus ventajas principales son un control de la temperatura más preciso [(eHow, 2016)], además de ser transportables por las distintas habitaciones del hogar, requieren menos mantenciones y generan menos emisiones contaminantes [(Economía y negocios, s.f.)]. Así también como la mejor opción absoluta para la cocción de alimentos es el gas, debido que al vivir en viviendas sociales no se cuenta con muchos avances tecnológicos como lo son las cocinas eléctricas; utilizar el gas como fuente de energía es más económico que la electricidad en un 40%, dentro de sus ventajas se encuentran: cocción rápida, conservación de nutrientes de los alimentos y la no producción de monóxido de carbono, por ende no contamina el planeta.[(cocina, s.f.)]

El consumo energético del país se triplicará en los próximos 20 años [(INE, 2014)], es debido a esto que día a día se busca disminuir este consumo, para ello se hace necesario actualizar el consumo de la vivienda social, el cual en este caso se realiza por medio de encuestas en las cuales se destaca que el consumo promedio mensual de electricidad es 115 kW y \$27.000 pesos; el consumo de gas es constante, por consiguiente se utiliza mayoritariamente 1 galón de 15 kg al mes por vivienda, el cual tiene un precio app. de \$15.000; y por último el consumo de agua es 9 m³ y \$13.000 mensuales.

7.6 Rediseño Proceso energético Eléctrico

Después del análisis de encuestas, para diagnosticar la energía más utilizada en las viviendas sociales tipo condominio de la Población Juan Pablo II, donde se identificó que la energía con mayor relevancia es la eléctrica. Se procederá a la elaboración de parámetros para medir y controlar el consumo eléctrico en la vivienda social.

Donde fue necesario generar una tabla resumen de los principales artefactos consumidores de energía eléctrica en la vivienda y revisar documentación oficial, como sellos y certificaciones relacionadas con la energía eléctrica, su definición y alcance asociados a eficiencia energética; de manera de establecer como la energía se desarrolla a nivel país, considerando avances y proyectos en la materia.

Los parámetros de eficiencia energética cuantitativos se traducen en la determinación de los consumos energéticos de los equipos, potencia y horas de uso diario; debido a que según los consumos energéticos que tendrá el edificio dado por los sistemas activos que requiera, en este caso sistemas eficientes de generación de energía eléctrica, se podrá incorporar estrategias y seleccionar soluciones eficientes.[(AChEE, 2014)]

Todos los resultados representados en las tablas a continuación están basados en los promedios obtenidos del estudio.

La tabla 7.41 presenta resumidamente los datos socioeconómicos obtenidos en las encuestas realizadas para una vivienda social, en este caso tipo departamento.

Tabla 7.41 - Resumen factores socioeconómicos

FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
Nº habitantes por vivienda	4
Nº ocupantes por sexo	2H y 2M
Ingreso mensual del hogar	\$273.425
Nivel de educación	Secundaria
Situación del dueño de casa	Propietario
Hrs. De permanencia en la vivienda	18

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Además, en la siguiente tabla N° 7.42 se presenta la cantidad, frecuencia de uso, periodo del día y porcentaje de uso del total de los artefactos, que a modo de estudio nos permitirá visualizar de mejor manera el consumo de energía y su distribución en la vivienda.

Tabla 7.42 Resumen artefactos en la vivienda

ARTEFACTOS EN LA VIVIENDA	Cantidad	Hrs. uso diario	Período del día	% de Uso
Cocina	1	2	tarde	4,3%
Televisor	2	6	tarde-noche	13,0%
Refrigerador	1	24	día	52,2%
Lavadora	1	0	día	0,0%
Ducha-Bañera	1	1	mañana	2,2%
Lavamanos (cocina)	1	2	día	4,3%
Cargador celular	3	4	noche	8,7%
Equipo musical	0	2	mañana	4,3%
Plancha	1	0	0	0,0%
Calefactor	0	0	0	0,0%
Calefont	1	1	mañana	2,2%
Horno (cocina)	1	1	0	2,2%
Computador	1	2	0	4,3%
DVD	0	0	0	0,0%
Microondas	1	0	0	0,0%
Hervidor	1	0	día	0,0%
Aspiradora	0	0	0	0,0%
Hornillo eléctrico	0	0	0	0,0%
Consola de video juegos	0	1	0	2,2%

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Dentro de los artefactos estudiados en la vivienda, destacan aquellos con mayor cantidad que son los cargadores de celulares y televisores con presencia de uso durante la tarde y noche.

En la siguiente tabla N° 7.43, se reduce solo a artefactos eléctricos, ordenados desde el de mayor uso al de menor, de manera de hacer más fácil el estudio, cuyo foco es el consumo eléctrico.

Tabla 7.43 - Resumen artefactos eléctricos en la vivienda

ARTEFACTOS EN LA VIVIENDA	Cantidad	Hrs. uso diario	Período del día	% de Uso
Refrigerador	1	24	día	61,5%
Televisor	2	6	tarde-noche	15,4%
Cargador de celular	3	4	noche	10,3%
Equipo musical	0	2	mañana	5,1%
Computador	1	2	0	5,1%
Consola video juegos	0	1	0	2,6%
Lavadora	1	0	día	0,0%
Plancha	1	0	0	0,0%
Calefactor	0	0	0	0,0%
DVD	0	0	0	0,0%
Microondas	1	0	0	0,0%
Hervidor	1	0	día	0,0%
Aspiradora	0	0	0	0,0%
Hornillo eléctrico	0	0	0	0,0%

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Una vez realizada la separación del total de elementos a solo artefactos eléctricos, se determinó que los artefactos con más horas de uso utilizados en la vivienda son en primer lugar el refrigerador con 24 hrs. de uso ya que está en funcionamiento constantemente por la conservación de alimentos, necesidad básica esencial del ser humano, en segundo lugar está el televisor con 6 hrs. de uso, aparato electrónico ya sea para recreación y/o información del diario vivir, y en tercer lugar están los cargadores de celular con 4 hrs. de uso, estos asociados en los últimos años a la tecnología y el acceso a ella que ha aumentado directamente, lo que hace que cada vez dependamos más de estos aparatos en el día a día.

Como se manifestó el refrigerador es el aparato conectado a la red eléctrica que más hrs. de uso demanda, con un porcentaje del 60% de uso con respecto al total de los demás artefactos eléctricos en la vivienda. El uso del refrigerador es sumamente importante y no podemos dejar de lado la inquietud de cómo reducir el consumo de aquel. Al refrigerar la comida sus cualidades nutricionales y organolépticas como sabor, color, olor y textura no se ven alteradas y por ello, la refrigeración es uno de los métodos preferidos para la conservación de alimentos, una necesidad básica para las personas.

La posesión de electrodomésticos, comprende una concordancia con el consumo de energía, el cual se calcula por medio de la frecuencia de uso, indicador importante a la hora de establecer tendencias de evolución de consumo en los hogares.

Para determinar los consumos energéticos de los artefactos en los hogares, es decir, cuánta energía gastan las viviendas por tipo de uso final, se presenta a continuación los consumos por equipos (relacionadas a las encuestas), en la siguiente tabla.

Tabla 7.44 - Consumos por artefactos eléctricos

ARTEFACTOS	Potencia Promedio (Kw)	Hrs. uso diario	Hrs. Uso al mes	Consumo Mensual (kW/h)
Refrigerador	0,064	24	720	46,35
Televisor	0,02	5,8	180	3,6
Cargador de celular	0,003	3,9	117	0,351
Equipo musical	0,075	2,1	63	4,725
Computador	0,023	1,8	54	1,22
Consola video juegos	0,132	1	30	3,96
Lavadora	0,13	0,2	6	0,8
Plancha	1,23	0,1	3	3,69
Calefactor	1,5	0,3	9	13,5
DVD	0,03	0,2	6	0,18
Microondas	0,9	0,3	9	8,1
Hervidor	0,2	0,3	9	2,2
Aspiradora	1,5	0,02	0,6	0,9
Hornillo eléctrico	0,981	0,01	0,3	0,294

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Se observa, a modo resumen, en la tabla N° 7.44 los consumos de cada artefacto eléctrico en la vivienda, demostrando la frecuencia de uso diario y mensual, como la potencia promedio que produce cada uno.

Tabla 7.45 - Consumos mensuales de artefactos eléctricos (kW/H)

ARTEFACTOS	kW/h uso mensual
Refrigerador	46,35
Calefactor	13,5
Microondas	8,1
Equipo musical	4,7
Consola video juegos	3,9
Plancha	3,6
Televisor	3,6
Hervidor	2,2
Computador	1,22
Aspiradora	0,9
Lavadora	0,8
Cargador de celular	0,3
Hornillo eléctrico	0,29
DVD	0,18

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

En la tabla N° 7.45 se clasifica en orden descendente los artefactos según su consumo energético, dejando en evidencia que los refrigeradores y calefactores son los artefactos que más gastan energía eléctrica dentro del hogar, los cuales identifican puntos importantes que se deberían atacar a la hora de disminuir su consumo.

Tabla 7.46 - Consumos mensuales de artefactos eléctricos (hrs.)

ARTEFACTOS	Hrs. uso mensual
Refrigerador	720
Televisor	180
Cargador de celular	117
Equipo musical	63
Computador	54
Consola video juegos	30
Hervidor	9
Microondas	9
Calefactor	9
DVD	6
Lavadora	8
Plancha	3
Aspiradora	0,6
Hornillo eléctrico	0,3

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Al visualizar la tabla N° 7.46 ordenada de mayor a menor según su frecuencia de uso, se vuelve a tener en el primer lugar al refrigerador al refrigerador y lo sigue la televisión. Indicador que se hace indispensable a la hora de tomar una decisión y considerar los equipos más relevantes, para determinar cuáles artefactos son los que más se utilizan y son esenciales para los usuarios al interior de la vivienda.

Según el documento “Manual Gestor de Edificación”, obtenido de la Asociación Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), la documentación oficial relacionada con eficiencia energética en edificaciones, que se traduce en parámetros cualitativos, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7.47 - Resumen documentación oficial de EE en edificaciones

Documentación Oficial	Definición	Sector edificación (energía eléctrica)
Estrategia Nacional de Energía, ENE. (2012-2030)	La ENE señala que se debe "adoptar un compromiso decidido con la eficiencia energética e impulsar como una política pública de suma importancia en la búsqueda de una reducción del consumo y de desacople entre crecimiento y demanda energética". Para lograr este objetivo, establece que "es fundamental fijar una meta concreta de eficiencia energética que ordene todas las medidas disponibles para su consecución.	Como la ENE, habla más de generalidades no se focaliza netamente en el sector de la edificación. En cuanto a la energía eléctrica se compromete a lograr una matriz eléctrica segura, limpia y económica, de largo plazo; para ello pretende acelerar la incorporación de ERNC (Energías Renovables No Convencionales) en la composición de esta matriz y potenciar el desarrollo de la hidroelectricidad.
Programa País Eficiencia Energética, PPEE. (2005-2010)	Su misión es consolidar el uso Eficiente de la Energía como una Fuente de energía, contribuyendo al desarrollo energético sustentable de Chile.	El PPEE en cuanto a edificación entrega un subsidio al reacondicionamiento térmico de viviendas existentes, el cual se focaliza al aislamiento de techumbres, pisos ventilados, muros y superficies de ventanas. Se preocupa de una iluminación con buena energía, por medio del recambio de ampolletas, entregando en 2008 y 2009 2.900.000 ampolletas eficientes a las familias del 40% más vulnerable de la población.
Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020, PAEE20. (2012-2020)	Es una propuesta para que los diferentes sectores del país integren la eficiencia energética en sus decisiones y es el primer paso para lograr desarrollar una cultura en torno a este concepto. Es un llamado a la acción y un compromiso para hacer de Chile un país con mejor energía y más sustentable. Tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada en el año 2020, con base en 2010.	En el sector edificación, incluyendo la vivienda social, se buscará mejorar la calidad energética de la envolvente en edificaciones construidas sin criterios de EE, realizar su diseño con altos estándares de EE, llevar a cabo la oferta de productos y servicios de construcción con criterios de eficiencia, etc.

Fuente: Elaboración Propia según documento AchEE, 2015.

Estrategia Nacional de Energía:**Tabla 7.48 - Resumen documentación oficial ENE**

Documentación Oficial de la ENE	Definición	Sector edificación (energía eléctrica)
Sello de Eficiencia Energética	Busca identificar y premiar a las empresas líderes en el desarrollo de la EE a nivel nacional. Esto les permitirá reducir sus costos energéticos, aumentar su competitividad y reducir sus emisiones.	
Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS, sigla en inglés)	Medida que permitirá limitar la máxima cantidad de energía que puede ser consumida por un producto específico, siempre velando por su desempeño y asegurando que la satisfacción de los usuarios no se vea afectada.	
Programas de iluminación residencial eficiente y alumbrado público	Buscarán acelerar la transición hacia tecnologías de iluminación más eficientes para el sector residencial y público (especialmente el municipal).	Se contemplan etapas orientadas a los hogares más vulnerables del país y a la sociedad en general, en las que se fomentará y educará sobre los beneficios de un consumo adecuado de la energía, promoviendo y acelerando el tránsito a niveles, tecnologías y aparatos de mayor eficiencia.
Comisión interministerial de desarrollo de políticas de eficiencia energética (ENE)	Constituirá una instancia en que las medidas adoptadas o acuerdos alcanzados sean integrados a las políticas sectoriales de cada entidad o institución participante. Esta instancia rendirá cuenta de su gestión, en forma periódica, directamente al Presidente de la República.	

Fuente: Estrategia Nacional de energía 2012-2030, Energía para el futuro, Ministerio de energía, Gobierno de Chile

Programa País de Eficiencia Energética:**Tabla 7.49 - Resumen Documentación oficial PPEE**

Documentación PPEE	Oficial	Definición	Sector edificación (energía eléctrica)
CHILE E3		Iniciativa del Estado que guiará las políticas y acciones tanto del Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de EE, y que planificará la acción coordinada y consistente del Gobierno de Chile en la materialización del potencial de EE del país hasta 2020.	

Fuente: Eficiencia Energética un programa país, Ministerio de energía, Gobierno de Chile, 2012-2020.

Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020:

Como se sabe un plan de acción es un modo de asegurarse que la visión de una empresa se concrete, es decir de qué manera se pueden alcanzar los objetivos propuestos.

Como se revisó anteriormente la ENE y el PPEE, buscan lograr sus objetivos por medio de la PAEE20, como nuestra tesis se encuentra focalizada al sector de la edificación, específicamente en la energía eléctrica es fundamental conocer el consumo de dicho sector a nivel país, el cual en el plan de acción se conoce como “*sector comercial, público y residencial*”, dentro de él, el segmento residencial representa el 76,9% del total de consumo, le sigue el rubro comercial, con el 20,3%, y el sector público, con el 2,8% del consumo energético del sector. [(Gobierno de Chile, 2013)] De aquello podemos notar que el mayor porcentaje de consumo pertenece al sector residencial que se ve traducido como viviendas, en este caso edificación. Además es imperante conocer que el segundo energético más utilizado es la electricidad, que representa el 19,2% del consumo final; le sigue la leña con el 17,8%, y más atrás se ubica el gas natural con el 5,5%, analizando el consumo por energéticos.

Con la creación del Ministerio de energía en el año 2010, se posibilitó la creación de aspectos regulatorios relevantes para la implementación de medidas de que fomenten un mejor aprovechamiento de la energía. Las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.50 - Aspectos regulatorios PAEE20

Aspecto Regulatorio	Especificación
Facultad para establecer estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS)	Artículo 3° de la Ley N° 20.402 que crea el Ministerio de Energía.
Reglamento de estándares mínimos de eficiencia energética	Reglamento publicado en el Diario Oficial el 14 de mayo de 2012 para operatividad de la Ley.
Reglamento de etiquetado vehicular	Etiquetado que busca entregar información para la decisión de compra de los usuarios y fomentar el uso de vehículos de menor consumo de combustible.
Superintendencia de electricidad y combustibles (SEC) y certificación de artefactos a leña	Autorización a la SEC para certificar los nuevos artefactos que consumen leña y otros dendroenergéticos, en términos de seguridad, eficiencia y emisiones, como requerimiento para su comercialización en el país.
Comité interministerial de eficiencia energética (CIEE)	Se preocupa de la coordinación de políticas de eficiencia energética al interior del Gobierno, integrando este elemento en las distintas políticas sectoriales.
Reglamentación térmica en construcción	Es a través de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones que MINVU posee la atribución para establecer requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos.

Fuente: Elaboración Propia según información PAEE20, 2012-2020.

Los ahorros estimados para el año 2020, según la PAEE20 son:

Tabla 7.51 - Ahorros estimados PAEE20

Sector	Ahorros 2020 (Tcal)	Ahorros 2020 (%)
Industria y Minería	16.900	39
Transporte	5.000	12
Edificación	8.500	20
Artefactos	3.500	8
Leña	8.000	19
Otros	1.100	2
TOTAL	43.000	100

Fuente: Ministerio de Energía, 2012.

A continuación se presentarán las medidas realizadas o que se buscan realizar por medio del plan de acción, específicamente del sector edificación, las que apuntan a disminuir, por un lado la demanda energética de las edificaciones y por otro el consumo energético del usuario; por medio de la siguiente tabla resumen:

Tabla 7.52 - Líneas de acción sector edificación PAEE20

Líneas de Acción	Objetivo
Mejorar la calidad energética de la envolvente y del equipamiento en edificaciones construidas sin estándares de eficiencia energética	Reducir el consumo energético de edificaciones en uso a través de su reacondicionamiento, especialmente dirigido a mejorar la eficiencia energética en el rendimiento térmico, lumínico, ventilación y hermeticidad de la construcción.
Promover la gestión energética eficiente de edificios	Instalar conocimientos y capacidades en aquellos encargados de mantener y monitorear los equipos consumidores de energía que se utilizan para alcanzar el confort ambiental o nivel de servicio adecuado en edificios.
Promover el diseño de edificios con alto estándar de eficiencia energética	Para el sector residencial, se puso en marcha un etiquetado energético para vivienda nueva, que informará al comprador acerca de los estándares energéticos alcanzados por éstas. Se potenciarán programas de apoyo a la estandarización de diseño de nuevos proyectos, que incluyen asesorías técnicas y guías de diseño, entre otras acciones.
Promover la oferta de productos y servicios de construcción con criterios de eficiencia	Aumentar la oferta disponible de productos y servicios con criterios de eficiencia energética, lo que reducirá la demanda y consumo de energía del edificio en su ciclo de vida. Por medio la formación y capacitación de los actores relevantes en la cadena de la construcción.
Promover la eficiencia energética en alumbrado de vías vehiculares y zonas peatonales de áreas urbanas	Establecer las directrices regulatorias, los criterios de elaboración y de evaluación de proyectos de alumbrado público, liderará una línea de capacitación municipal e impulsará la elaboración de un catastro del parque existente.

Fuente: Elaboración Propia según información PAEE20, 2012-2020.

Como nuestra propuesta debe llevar incluida una tecnología de eficiencia energética, es necesario ver las medidas del plan con respecto a los artefactos:

Tabla 7.53 - Líneas de acción tecnología EE PAEE20

Líneas de Acción	Objetivos
Ampliar el etiquetado de eficiencia energética	Ser una de las herramientas más efectivas para la promoción del consumo energético responsable entre los ciudadanos. El etiquetado, se ampliará a productos que emplean agua y gas, como lavadoras de ropa, calefón, calderas y cocinas, entre otros productos.
Establecer estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS)	Establecer requisitos mínimos que deben cumplir los artefactos para su comercialización en el país. Los MEPS constituyen la estrategia de ahorro de energía más exitosa del mundo desarrollado, tanto en términos de ahorros totales como de costo-efectividad.
Programa de iluminación residencial eficiente	Busca acelerar la transición hacia tecnologías de iluminación más eficientes para el sector residencial. Orientado a los hogares más vulnerables del país, se les hará entrega de ampolletas de ahorro de energía, facilitando la transición hacia un consumo de electricidad más eficiente.

Fuente: Elaboración Propia según información PAEE20, 2012-2020.

Según la información recabada, la ENE entrega las directrices de la política energética que seguirá el país durante los próximos años, rigiéndose por su primer pilar que es el "Crecimiento con Eficiencia Energética: Una Política de Estado". Se creó antes de del PPEE el cual buscaba el uso eficiente de la energía y todo aquello se concreta por medio del PAEE20.

Para nuestra propuesta es necesario, guiarse por los aspectos regulatorios relevantes que podría afectarla, acorde a eso se estima que dichos aspectos son:

- El Artículo 3° de la Ley N° 20.402, que tiene relación con la creación de MEPS, la cual se hace operativa por medio de un reglamento de MEPS.
- El CIEE es el que se encuentra a cargo de coordinación de políticas de eficiencia energética al interior del Gobierno.

A su vez, se debe tener en cuenta las medidas de eficiencia energética que se han aplicado, en el ámbito de nuestra tesis, que son:

- Cerciorarse del etiquetado de eficiencia energética de la tecnología a adquirir.
- Establecer estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) para aquella tecnología.

Para una mejor visualización de los parámetros, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 7.54 - Resumen parámetro de EE

Cuantitativos				Cualitativos
Artefacto	Consumo Mensual (kW/h)	Potencia Promedio (kW)	Horas de uso diario	
				Artículo 3° de la Ley N° 20.402
Refrigerador	46,35	0,064	24	Comité interministerial de eficiencia energética (CIEE)
Televisor	3,6	0,02	5,8	Etiquetado de eficiencia energética de la tecnología
Cargador de celular	0,351	0,003	3,9	Estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS)

Fuente: Elaboración Propia según datos encuestas e información ENE, 2015.

8. Propuesta de mejora de eficiencia energética

En el siguiente capítulo se realizará la optimización de recursos acorde al subsidio otorgado por el estado para incluir en la vivienda social tecnologías de eficiencia energética, optimización traducida en una una propuesta de mejora referente a la eficiencia energética, que incluya la utilización de una tecnología que maximice el aprovechamiento de la energía y que sea compatible con el medio ambiente, acorde a los lineamientos de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (en adelante AChEE), tecnología que estará respaldada por un plan de mantenimiento propuesto.

8.1 Antecedentes

En este ítem se incluirán trabajos previos o relacionados con la propuesta realizada, la sección tiene como objetivo dar a conocer información respecto a proyectos similares al propuesto, proporcionando información respecto al tema.

El primer proyecto referenciado se realizó el año 2012 en la comuna de Vitacura, Santiago de Chile, específicamente realizado en la casa de Marcelo Mena, Director del Centro de Sustentabilidad de la Universidad Andrés Bello. Consta de inyectar energía a la red mediante paneles solares, convirtiéndose en la primera instalación particular en Chile en utilizar micro inversores para generar su propia energía e inyectar a la red lo que no utiliza. Marcelo consume mensualmente 200 kW/h/mes, dato con el cual se diseñó un sistema de 1kW, sistema que en los meses de verano generó más de lo que consumió y en los peores meses, agosto 120kw/h/mes y septiembre 160kW/h/mes. En estos sistemas se pretende tener un equilibrio entre consumo y generación anual.

- Localidad : Vitacura, Santiago
- Inversores : Micro inversores 3 x 460 w
- Paneles fotovoltaicos : 6 x 230 w
- Sistema de montaje: rieles ironridge sobre techo
- Aplicación: inyección a la red eléctrica, consume casa habitación
- Fecha instalación: abril 2012 [(ienergía, 2016)]

Otro proyecto de sistema ON GRID descubierto, fue el implementado por el Liceo Pablo Neruda, de la ciudad de Arica, primer establecimiento educacional del país en usar energías renovables. Proyecto que se inició a comienzos del 2015, convirtiendo al establecimiento educacional de en pioneros a nivel nacional en el uso de las energías renovables. Producen el 100% de su electricidad, por medio de paneles fotovoltaicos instalados por los mismos profesores y alumnos. Transformándose en el primer liceo en producir y vender energía a través de la distribuidora, en este caso Emelari.

- **Equipos:** El liceo cuenta con 60 paneles divididos en cuatro strings de 15 paneles, sumado a una sala de control y monitoreo de última generación con una inversión de \$72 millones, aportado a través del concurso que ganó el liceo Pablo Neruda, a nivel nacional, organizado por la Fundación Luksic. El sistema es ON GRID, pensado para 15 kW de producción, lo que abastece en el día y en las horas punta con toda la energía.[(Diario el Morrocotudo, 2015)]

Y por último, el proyecto localizado en la región de Valparaíso, donde Indap aprueba 45 proyectos de riego con energías renovables. Permitiendo modernizar los sistemas de riego existentes junto con promover el ahorro sustancial en sus cuentas de energía eléctrica, fomentando la innovación y sustentabilidad ambiental.

Desde ahora los agricultores de la región de Valparaíso contarán con sistemas de riego de última generación para la extracción de agua de sus pozos. Esto gracias a los proyectos aprobados para esta zona, que cuentan con la instalación de paneles fotovoltaicos con el sistema "ON-GRID", encargados de captar la energía proveniente del sol por medio de un material semiconductor (celdas fotovoltaicas) y convertirla en energía eléctrica.

Este tipo de panel solar es utilizado en conjunto con "inversores ON GRID" que es un dispositivo eléctrico que permite a los usuarios de energía solar fotovoltaica interconectar sus sistemas con la red de suministro eléctrico de sus hogares. Esta energía permite la extracción de agua de los pozos por medio de bombas eléctricas que ya existen en el sistema de riego de cada agricultor.

Lo novedoso de este sistema, es que permite generar un ahorro de hasta un 50% en las cuentas de electricidad teniendo gran impacto en la economía de Agricultura Familiar Campesina de la región de Valparaíso.[(Diario El Proa, 2015)]

Luego de referenciar un par de proyectos ya realizados, es necesario saber en qué consisten los sistemas fotovoltaicos ON GRID, que su instalación no necesita un sistema de almacenamiento de energía, ya que puede inyectar (vender) a la red la energía sobrante cuando la fuente es abundante, y puede consumir (comprar) energía desde la red cuando la fuente no está disponible o no es suficiente para el consumo interno. Como estos sistemas se encuentran conectados a la red eléctrica de la compañía distribuidora, están regulados por la *ley 20.571 (Net Billing)*, la que regula el procedimiento de conexión, los equipos instalados, la viabilidad de la conexión a la red, al instalador eléctrico, el precio de venta de energía, etc. La ley 20.571 establece un "Net Billing" (facturación neta), donde el precio de venta es distinto al de compra de energía. Lo deseable sería un "Net Metering" (balance neto) donde el medidor gira para atrás y se considera la energía consumida al mismo valor que la retroalimentada a la red, y eso obviamente ayuda a tener un mejor retorno sobre la inversión.[(Vargas J. P., 2015)]

Para profundizar más sobre Ley 20.571 (Net Billing), se explicarán los requisitos para optar a un sistema ON GRID.

Los usuarios finales sujetos a regulación de precios pueden disponer, para su propio consumo, de equipamiento de generación eléctrica, e inyectar los excedentes a la red de la empresa distribuidora. Esto es válido solamente para generación mediante fuentes ERNC (Energías Renovables No Convencionales), con una capacidad máxima de 100 kW.

Requisitos:

- Ser un cliente regulado con una potencia conectada menor o igual a 2.000 kW.
- Sólo se pueden inyectar excedentes provenientes de fuentes ERNC y cogeneración eficiente.
- Capacidad máxima de generación instalada igual a 100 KW.
- Sólo se puede instalar equipamiento de generación debidamente certificado (reconocido por la SEC).
- La instalación la debe realizar un instalador autorizado (SEC) clase A o B. [(Vargas J. P., 2015)]

8.2 Propuesta de mejora de Eficiencia Energética

Luego de haber establecido parámetros, tanto en el ámbito consumo de energía como al analizar la normativa de eficiencia energética presente en Chile se decide que la mejor forma de establecer un ahorro en cuanto a consumo eléctrico dentro de la vivienda es la utilización de paneles fotovoltaicos. Alternativa seleccionada a partir de los antecedentes analizados, resultados de las encuestas, que permitió establecer que el artefacto eléctrico que mayor consumo genera dentro del hogar es el refrigerador.

Ahora bien, se obtuvo información proporcionada por SERVIU donde indica que los paneles fotovoltaicos se pueden instalar de dos maneras, como:

-Sistema aislado de generación y almacenamiento (sistema OFF GRID)

-Sistema directo de generación y consumo (sistema ON GRID)

A lo que adicionalmente fue proporcionado un “Manual de procedimiento para reconocer una instalación solar fotovoltaica”, realizado por el SERVIU V Región, el cual explica la manera de instalar un panel solar fotovoltaico y a su vez analiza los costos asociados a cada actividad para cada uno de los sistemas nombrados anteriormente, obteniendo en el caso del sistema OFF GRID un valor referencial neto de \$ 1.923.764.- y para el caso del sistema ON GRID un valor referencial neto de \$ 1.123.235.-

Sabiendo esto, notablemente conviene utilizar el sistema ON GRID, pues es más económica su instalación. Es por esto que se logra reconocer la factibilidad de utilizar paneles fotovoltaicos ON GRID conectados a refrigeradores.

Para ello se hace fundamental indagar en el funcionamiento de un refrigerador, el cual se produce por fenómenos termodinámicos, el primero determina que si dos cuerpos de diferente temperatura toman contacto, el más caliente transmite su calor al más frío, hasta que igualen su temperatura, un segundo fenómeno describe que cuando un gas comprimido es liberado en forma instantánea se produce una baja de temperatura considerable. Por lo tanto los refrigeradores son bombas de calor, equipados con un motor eléctrico que impulsa un compresor, es decir bombea calor de un lugar a bajo nivel térmico a otro de mayor nivel.[(Inventos modernos , s.f.)]

Además, cabe señalar que el refrigerador es uno de los electrodomésticos más utilizados en el mundo, pues ayuda a enfriar y mantener los alimentos en buen estado por un tiempo prolongado, pudiendo inferir entonces que es una necesidad básica dentro de cualquier hogar, ya que las necesidades básicas son todas aquellas necesidades vitales que contribuyen directa o indirectamente a la supervivencia de una persona, siendo éstas: *comer, beber y dormir*; en la sociedad actual se han ido sumando algunas más entre las que destaca para este caso *Procurar alimentos a precios y en lugares accesibles para todos.* [(Boragina, 2014)]

Al tener los alimentos dentro del refrigerador, se impide su deterioro (proliferación de hongos y bacterias, además de la descomposición química) por un tiempo; ya que todo alimento tiene una fecha de caducidad, en el caso de las frutas y las verduras esta caducidad tiene que ver con su velocidad de respiración y el desprendimiento de calor como también en el proceso de congelación permite que los alimentos se envuelven cuidadosamente protegiéndolos del aire y los microorganismos. [(Icarito, 2016)]

Pues bien, el refrigerador sufre día a día un mayor gasto de energía al abrir su puerta en periodos reiterados, forzando al motor a funcionar para poder regular nuevamente la temperatura del interior. Es por esto que indiscutiblemente es conveniente optar por alternativas que ayuden a reducir el consumo del mismo. [(para?, 2016)]

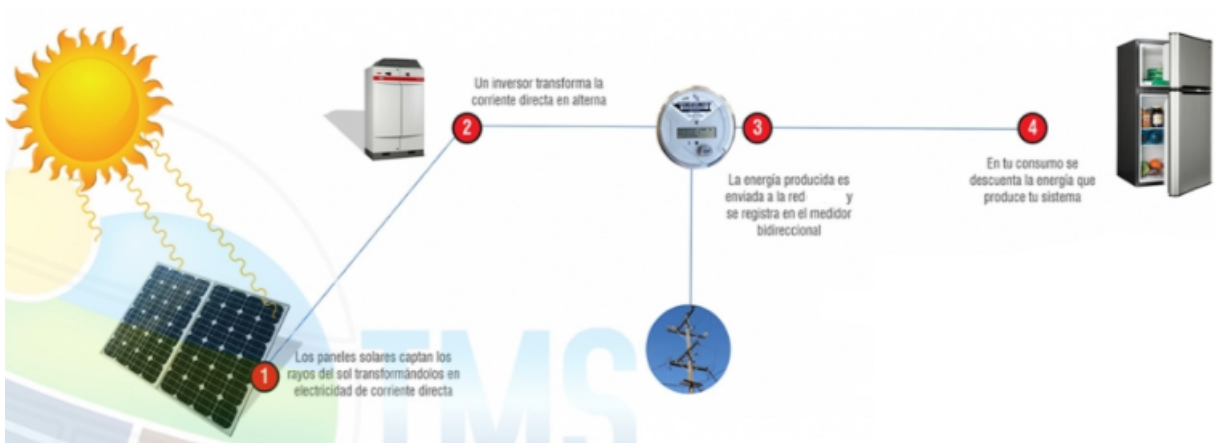
Es necesario saber que un refrigerador puede ser abastecido por un sistema fotovoltaico. Normalmente los electrodomésticos se pueden usar con la energía eléctrica generada por un sistema fotovoltaico, sólo se debe considerar que cada aparato eléctrico posee diferentes demandas de consumo eléctrico, por lo tanto se debe utilizar elementos de iluminación y aparatos eléctricos que sean los más eficientes posibles en cuanto al consumo de electricidad.

En el caso de los paneles fotovoltaicos ON GRID, solo se debe escoger un buen inversor de voltaje. Los cuales al estar presentes en sistemas fotovoltaicos “on grid” pueden ser instalados en ambientes exteriores. Pero se debe tener la precaución de que éstos sean instalados bajo la protección de sombra. [(Innovahome, 2016)]

Dicho esto la propuesta se basa en utilizar paneles fotovoltaicos ON GRID conectados al refrigerador de manera de ahorrar el consumo de este.

En la siguiente imagen se aprecia el funcionamiento de un sistema fotovoltaico ON GRID:

Figura 8.1 - Funcionamiento sistema ON GRID



Fuente: Tecnología y Materiales Sustentables (TMS), México, 2016.

El sistema ON grid, se integra de paneles fotovoltaicos, dispositivos de protección y conexión, y por último el inversor de corriente (continua a alterna). La energía producida se inyecta y almacena en la red eléctrica, contabilizando con un medidor bidireccional. La energía almacenada se extrae de la red y se utiliza como cualquier instalación convencional.

Al final de cada periodo de facturación, se realiza un balance entre la energía consumida y la inyectada a la red, las diferencias entre estas se compensan en cada periodo de facturación. Si el consumo es mayor a la producción del sistema, la factura será solo por la diferencia. Si el consumo es menor a la cantidad producida por el sistema los kWh producidos de más se pueden consumir dentro de los 12 meses siguientes. [(Sustentables, 2016)]

8.2.1 Cotizaciones tecnologías a utilizar

Es necesario conocer los equipos que se pueden obtener para la propuesta, para ello se realizará la correspondiente cotización y al final del capítulo en base a criterios se elige qué equipo es mejor que otro.

- Paneles

En Chile aún no existen empresas que fabrican paneles solares, pero si se puede encontrar distribuidores de paneles en el país, como lo siguientes:

- **Empresa Solener** : distribuidora de empresas dedicadas a energías renovables y de sistemas eficientes de consumo de energía eléctrica como Kyocera(empresa en el mercado mundial) y Yingli Solar.[(Solener, 2016)]
- **Empresa Eólica:** empresa proveedora de paneles solares de la empresa Kyocera , empresa ubicada en Santiago.[(Eolicasolar, 2016)]
- **Empresa Solar Energy Chile Ltda** : empresa instalada en Chile, proveedor de paneles solar, además realizan estudios y asesorías a distintas organizaciones de energías renovables.[(Solarenergy, 2016)]

- Inversores

- Solener provee inversores de la marca VictronEnergy.
- EolicaSolar provee inversores de la marca Cotek y Victron.
- SolarShop provee inversores de la marca Samlex.

A continuación se indicará la cotización por equipo que se encontraron en internet y por solicitud directa a empresa, con los respectivos precios de los equipos, dado que influye en la factibilidad del proyecto.

- Paneles solares:

- Módulo KOMAES KM250 Mono 250Wp, 36V, 8.5Acc \$206.000 (s/IVA) \$245.140 (c/IVA)
- Módulo SOLARWORL SW275 frame 2.0 Mono 275W, 39.5V, 8.99 Acc \$300.000 (s/IVA) \$357.000 (c/IVA)

*Los módulos fotovoltaicos SOLARWORLD y KOMAES SOLAR tienen certificación IEC 61215 y IEC61730 están certificados por la SEC bajo la norma de la ley 20.571 Net Metering.

- Modulo HYUNDAI HiS-M250RG Poly 250Wp, 37.4V, 8.7Acc \$207.000 (s/IVA) \$246.330 (c/IVA)

- Inversores ON GRID:

- Inversor Steca GRID 132 VCC, 300W, 230 Volt AC, 50 Hz \$250.000 (s/IVA) \$297.500 (c/IVA)
- Micro inversor enphase M215 215W , 230 Volt AC, 50 Hz \$178.000 (s/IVA) \$211.820 (c/IVA)

Las cotizaciones de modulos e inversores fueron realizadas en la pagina web de la empresa Heliplast [(Heliplast, 2016)], la cuál es representante y distribuidor directo de las marcas más prestigiosas del rubro de energías renovables como: Victron energy, Solarword AG, hyundai, Komaes solar, Steca, Schneider Electric Solar, Deka Solar, entre otras.

8.2.2 Elección Tecnologías

Para elegir el equipo adecuado, es necesario analizar distintos criterios que permitan escoger en base a ciertas características.

A) Paneles solares fotovoltaicos

- **Potencia adecuada:** En este caso se considera aceptable mayor a 150 W, debido al espacio físico limitado para su instalación donde los paneles de menores potencias implican mayor cantidad en un espacio reducido.
- **Costo Aceptable:** El SERVIU dentro de su análisis presupuestario estimó un precio de \$690.000, por ende el precio debe ser menor al presupuestado por SERVIU.
- **Tensión de trabajo:** Para potencias entre 100 W y 300 W se recomienda 12V o 24V.

Para la elección del panel se realizará una matriz de requerimientos, donde el panel que cumpla con las condiciones será el seleccionado:

Tabla 8.1 - Elección panel

Paneles Fotovoltaicos			
Tipo	Panel Mono250W	Panel Mono275W	Panel Poly250W
Potencia	✓	✓	✓
Costo	✓	✓	✓
Tensión de trabajo	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración Propia según parámetros a considerar por SERVIU, 2016.

Como se aprecia los tres paneles cumplen con los requerimientos, aunque todos tienen mas de 24V de tensión, por lo tanto se optará por el de menor potencia, menor tensión y el más económico, que en este caso es el Panel Mono250W.

Luego de escoger este panel y buscar sus características técnicas, se encontró que dicho equipo ya no se encontraba en el comercio. Por lo que se escogerá el que concuerda con su potencia que en este caso es el **Panel Poly250W**.

B) Inversores

En este caso se requiere un inversor para instalación ON GRID, para el cual es necesario conocer la potencia que se desea cubrir, 150 W, por tanto es posible escoger un inversor en particular.

- **Tensión de trabajo adecuada:** Se necesita que el inversor pueda trabajar a 24 V.
- **Potencia a cubrir adecuada:** Debe ser igual o mayor a la potencia del equipo.
- **Costo aceptable:** El SERVIU dentro de su análisis presupuestario estimó un precio de \$198.000 para un inversor de conexión OFF GRID, por ende el precio debe fluctuar entre el rango de \$200.000 y \$300.000 para uno ON GRID, en este caso donde solo se desea cubrir 150W.

A continuación se muestra el resultado en la siguiente matriz:

Tabla 8.2 - Elección inversor

Inversores		
Tipo	Inv. Steca 300W	Micro Inv. 215W
Potencia	✓	X
Costo	✓	✓
Tensión de trabajo	✓	✓

Fuente: Elaboración Propia según parámetros a considerar por SERVIU, 2016.

Seleccionando el **Inversor Steca GRID 300W**, ya que el micro inversor considera una potencia menor que la del panel escogido. [(Contreras, 2012)]

Para el caso de los equipos restantes del sistema fotovoltaico, el presupuesto fue realizado por un evaluador energético en energía solar, Luis Seguel Ramirez, experto en

energía solar del departamento de sustentabilidad del SERVIU V Región. Por lo que se adjunta en anexos y se presentan sus resultados a continuación:

a) Estructuras de Montaje

Todos los componentes, partes y fijaciones de la estructura que facilitan las empresas proveedoras del mercado establecido tienen un valor promedio en KIT de instalación para 1 kW de: \$ 150.235.- (valor neto)

b) Sistema de interconexión y tablero de control

Considerando una distancia mínima de 10 metros entre el banco de paneles y el tablero eléctrico de control el que además sufre variaciones en su valor dependiendo de las exigencias ambientales y de seguridad que se requieran. Un valor estimado por kWatt es de: \$ 85.000.- (valor neto)

El cálculo global del sistema fotovoltaico ON GRID, se realizó pensando para una vivienda social, en este caso para un departamento del edificio.

Tabla 8.3 - Cálculo global sistema fotovoltaico On Grid

Sistema fotovoltaico ON GRID	\$
Panel Fotovoltaico	\$ 207.000
Estructuras de montaje	\$ 126.248
Inversor de corriente	\$ 250.000
Sistema de interconexión y tablero de control	\$ 85.000
VALOR TOTAL REFERENCIAL NETO	\$ 668.248

Fuente: Elaboración propia según información obtenida de SERVIU, 2016.

Es necesario saber cómo información relevante proporcionada por el SERVIU que el gobierno entrega un subsidio para tecnologías de eficiencia energética que es de 55 UF.

Un subsidio que permite reparar o mejorar viviendas sociales o viviendas cuya tasación no supere las 650 UF y corresponde al Título II del Programa de Protección del Patrimonio Familiar. Apoyo financiamientos de diferentes obras, dentro de las cuales se encuentra la de **Innovaciones de Eficiencia Energética**: Colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otras similares. El máximo de UF que se puede obtener es de 50, 55, 60 o 65, de acuerdo a la comuna en la que se ubique la vivienda.

Los postulantes deben aportar un ahorro mínimo de 3 UF. Corresponden a familias en situación de vulnerabilidad social y de grupos emergentes, que pueden ser propietarias o asignatarias de una vivienda social o cuyo valor de tasación no supere las 650 UF, construida por el Estado o por el sector privado con o sin subsidio habitacional y localizadas en zonas urbanas o rurales. [(MINVU, 2016)]

El valor de la UF se encuentra en el sitio web de SII [(Sistema de Impuesto Interno (SII), 2016)], donde se puede notar que el precio del Sistema ON GRID es 26 UF, es decir, esta cubierto por el subsidio. Quedando un remanente para el costo de instalación y mantención.

C) Sistema de generación eléctrica

Se darán a conocer las características del sistema de generación de energía, para aquello se necesita saber:

- Energía eléctrica a cubrir
- N° de paneles FV necesarios
- Capacidad del inversor
- Horas solares

Con estos cálculos se da a conocer la cantidad de equipos necesarios para después conocer los costos totales del equipo sin considerar la instalación.

Al ser el refrigerador el artefacto eléctrico escogido dentro de la vivienda, por ser el aparato que está en funcionamiento las 24 hrs del día y que demanda más horas de uso. Será la potencia de éste la demandada, la cual deberán abastecer los paneles fotovoltaicos ON GRID.

8.2.3 Refrigerador

- **Consumo mensual:** 46,35 kWh/mes
- **Consumo diario:** 1,545 kWh/día

Para determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para cada departamento de vivienda social, necesitamos conocer el consumo diario del refrigerador, el cual se debe multiplicar por 1000 quedando el resultado en wh/día el cual dara un resultado que se dividira por la cantidad de horas diarias de sol en Chile que son 10 [(tiempo.net, 2016)], de la siguiente forma:

$$1,545 \times 1000 = 1.545 / 10 = 154,5W$$

Los que finalmente se dividen por el wattaje de cada panel solar, en este caso se darán a conocer algunas especificaciones técnicas del panel elegido para la propuesta:

8.2.4 Panel solar fotovoltaico

- **Marca:** HYUNDAI
- **Tipo de Modulo:** HiS-M250RG Poly
- **Punto de potencia máxima:** 250W
- **Voltaje máximo:** 30.9V
- **Amperaje máximo:** 8.1A
- **Garantía de poder:** 90% de poder por 10 años y 80% de poder por 25 años

Como se observa cada panel es de 250 watts, considerando sus especificaciones técnicas, encontramos que este panel entrega una eficiencia del 90% los primeros 10 años, y de un 80% los primeros 25 años.

Para calcular el rendimiento real se debe evaluar el peor escenario, el cual es de un 80%, donde el cálculo se muestra a continuación: [(Solares, 2016)]

$$250W * 0,8 = 200W$$

$$154,5 / 200 = 1 \text{ panel app. por departamento.}$$

Al analizar lo anterior, como el edificio de vivienda social se compone de 16 departamentos, expresamos en la siguiente tabla la cantidad de paneles a utilizar por edificio:

Tabla 8.4 - Cantidad de paneles

	Depa. V.S	Edificio
Refrigerador (W)	154,5	2472
Panel O.G.(200W)	1	12

Fuente: Elaboración propia según características técnicas panel y watts promedios consumidos por refrigerador, 2016.

Supuesto:

- En el caso que se quiera optimizar un panel, se recomienda utilizar un banco de 12 paneles para abastecer a los refrigeradores de un edificio de vivienda social, asumiendo que cada departamento cuenta con un refrigerador.
- En el caso de una perspectiva social, se recomienda utilizar un panel por vivienda, es decir, 16 paneles por edificio, para que todo cálculo y gasto sea netamente unitario y no exista problemas de distribución entre las partes.

En esta tesis se trabajará bajo el supuesto **b)** ya que por recopilación de información directa con SERVIU, se establece que es la única forma de poder producir y distribuir de manera correcta la energía eléctrica sin disturbios entre los habitantes de las viviendas.

Para visualizar mejor los resultados, se presenta la siguiente tabla resumen:

Tabla 2 8.5 - Resumen características paneles e inversor del sistema de generación eléctrica

RESUMEN	Departamento	Edificio
Energía eléctrica a cubrir	154,5W	2.472W
Cantidad de paneles FV	1	16
Capacidad del inversor	250/300W	
Horas solares	10	

Fuente: Elaboración propia según características técnicas e información entregada por SERVIU, 2016.

8.2.5 Instalación y Mantenimiento Sistema Fotovoltaico ON GRID

Adicionalmente al valor monetario del Sistema Fotovoltaico ON GRID, se debe incluir el de la instalación y el mantenimiento.

- **Instalación:** El valor de la instalación del sistema ON GRID se obtuvo de una cotización realizada en la empresa Eolicasolar [(Eolicasolar, s.f.)].La cual consiste en un valor monetario que se aprecia en la siguiente tabla N° 8.6.

Tabla 8.6 - Instalación sistema fotovoltaico On Grid

Instalación	Valor unitario
Sistema Fotovoltaico ON GRID	\$ 122.500

Fuente: Empresa Eolicasolar, 2016.

- **Mantenición:** El valor de la mantención del sistema ON GRID se calculó considerando que el mantenimiento preventivo asciende a un 4% del valor de adquisición de los equipos y el correctivo a un 17%. Porcentajes acorde a índices de clase mundial para la gestión del mantenimiento.[(Evaluando la Gestión del Mantenimiento, 2016)]
 - **Preventivo** : Costo de adquisición de equipos x 0.04
 = \$668.248 x 0,04
 = \$26.730 /año
 - **Correctivo:** Costo de adquisición de equipos x 0.17
 = \$668.248 x 0,17
 = \$113.602/año

Por lo tanto, el costo de mantenimiento de los equipos por departamento (vivienda social) anual se presenta en la siguiente tabla N° 8.7.

Tabla 8.7 - Mantención sistema fotovoltaico On Grid

Mantenimiento Equipos	Departamento
Preventivo	\$ 26.730
Correctivo	\$ 113.602
TOTAL	\$ 140.332

Fuente: Elaboración propia según índices obtenidos acerca de "Evaluando la gestión del mantenimiento", 2016.

A raíz de lo anterior se puede concluir que la propuesta de eficiencia energética realizada comprenderá los valores monetarios mostrados en la tabla N° 8.8 en total para un departamento. Los cuales deben ser financiados con el subsidio de las 55 UF que entrega el estado.

Tabla 8.8 - Valor monetario propuesta de EE

Propuesta de Eficiencia Energética	\$
Sistema fotovoltaico ON GRID	\$ 668.248
Instalación	\$ 122.500
Mantenimiento	\$ 140.332
VALOR TOTAL REFERENCIAL NETO	\$ 931.080
TOTAL UF	36

Fuente: Elaboración propia según información obtenida en el presente estudio, 2016.

9. Plan de Mantenimiento

A continuación se presentará el plan de mantenimiento acorde a la propuesta de eficiencia energética realizada.

El objetivo de establecer un plan de mantenimiento a la propuesta anteriormente expuesta, es la de garantizar el funcionamiento del panel solar fotovoltaico a un coste mínimo, por medio de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema, reduciendo los tiempos al mínimo en ocasiones de averías o mal funcionamiento del panel que puedan involucrar costos asociados a fallas.

****Para conocer algunas generalidades del Panel Fotovoltaico ir a Anexo 5***

9.1 Factores de eficiencia de un panel fotovoltaico

[(Todo sobre paneles fotovoltaicos, 2016)]

- **Punto de máxima potencia (Pmp):** Es la potencia máxima que el panel puede entregar, esta se da cuando la corriente y el voltaje llegan a sus valores máximos de forma paralela. Este valor se logra bajo la siguiente ecuación Z.

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$$

- **Eficiencia en la conversión de energía (η) :** La eficiencia de un panel fotovoltaico corresponda al porcentaje de energía eléctrica que se generó en correlación con la cantidad de energía lumínica que se captó del sol, cuando el panel está conectado a un circuito eléctrico.

$$\eta = \frac{P_{mp}}{E \times A_c} = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{P_i}$$

Donde:

η : eficiencia de la conversión de la energía.

Pmp: punto de potencia máxima (W).

E: nivel de radiación solar en la superficie del panel (W/m²), bajo condiciones STC.

Ac: Superficie del panel fotovoltaico (m²).

Pi: Potencia Recibida por el panel

- **Factor de forma (FF):** el factor de forma determina la eficacia de un panel solar también se le conoce como Fill Factor por sus siglas en inglés.

$$FF = \frac{P_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{\eta \times A_c \times E}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

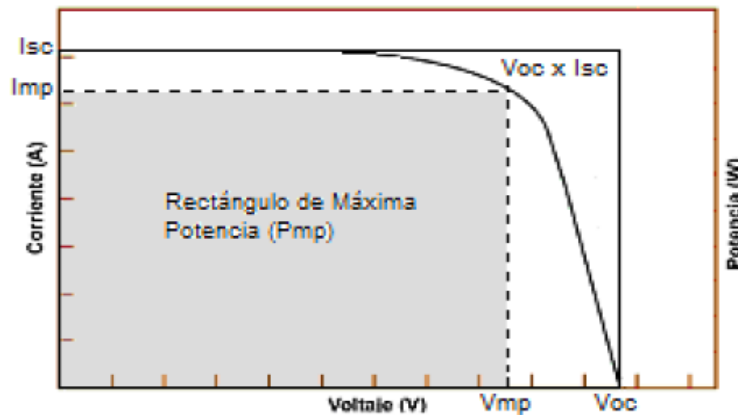
Donde:

Pmp: Punto de potencia máxima (W).

Voc: Voltaje a circuito abierto

Isc: Corriente de cortocircuito

Figura 9.1 - Factor de forma (FF)



Fuente: Solar Instruments [(Instruments, 2016)]

****Mas información respecto a potencia y costos de eficiencia de un panel fotovoltaico en Anexo 6***

9.2 Clasificaciones de las instalaciones fotovoltaicas

Las instalaciones fotovoltaicas están divididas en dos grandes familias que son las instalaciones stand-alone (o aisladas) y las instalaciones grid-connected (conectadas a la red).

El primer tipo stand-alone o instalaciones aisladas a la red eléctrica, se utilizan para satisfacer viviendas, zonas poco accesibles o caracterizadas por bajo consumo de energía. En este tipo es necesario utilizar baterías para garantizar energía en la noche o cuando no hay sol, ya que esta energía es almacenada en la batería para posteriormente abastecer la vivienda o usos aislados.

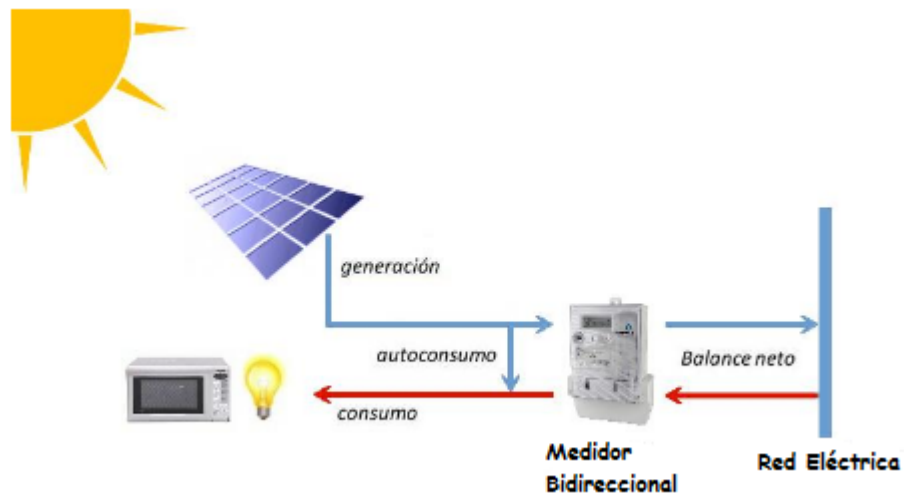
El segundo tipo y el cual describiremos según nuestra propuesta establecida corresponde a las instalaciones conectadas a la red eléctrica o grid-connected, que tienen como objetivo reducir el consumo de energía eléctrica convencional (de la red), es decir, reducir la necesidad energética de cualquier edificio de uso público, industrial, viviendas privadas, etc.[(technology, 2016)]

9.2.1 Instalaciones conectadas a la red eléctrica

Su principal característica es que la instalación está conectada directamente a la red, de manera que mientras se genere energía durante el día, si la potencia consumida en ese momento es menor a la que los paneles están entregando, se inyecta energía a la red. Este tipo de instalación en periodos de irradiación solar, es el que entrega energía mientras que en periodos de radiación limitada o nula, es la red eléctrica quien entrega la electricidad necesaria para satisfacer la demanda. [(Punto Solar, 2016)]

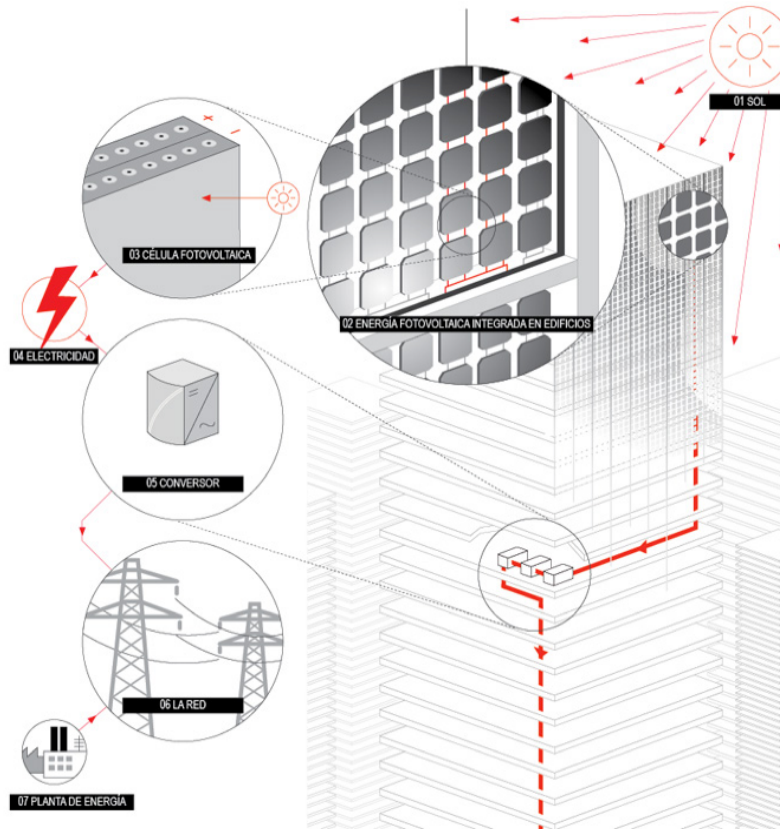
Si la energía que el sistema ha generado supera a la demanda local, la red eléctrica aceptara todo este excedente de energía que no sea utilizado. Los equipos necesarios para una instalación on grid son : panel fotovoltaico, inversor de corriente para pasar de CC a CA y un medidor que permita contabilizar la energía producida por el sistema. Para el funcionamiento de este tipo de sistema la compañía eléctrica debe tener acceso a la red eléctrica para su instalación.

Figura 9.2 - Esquema autoconsumo fotovoltaico



Fuente: Reenergiza. Energía y Sostenibilidad, 2016.

Figura 9.3 - Proceso fotovoltaico de la radiación solar conectada a la red



Fuente: SAPA: Buildingsystem, 2016.

Los fotones (01) son captados por las células fotovoltaicas (02) y se convierten en corriente eléctrica (03-04). Mediante un convertidor (05) la electricidad se puede pasar a la red (06). [(Buildingsystems, s.f.)]

9.2.2 Equipos Necesarios para una Instalación Fotovoltaica ON GRID

Los equipos para este tipo de instalación llevan los paneles fotovoltaicos, el inversor, conductores y protecciones y estructura de soporte.

- **Paneles fotovoltaicos:** como se ha dicho en reiteradas ocasiones, el panel solar es el encargado de transformar la energía proveniente del sol (fotones), en energía eléctrica (electrones). La tecnología más utilizada en la construcción de paneles solares es la de Silicio Cristalino.
- **Inversor:** El inversor es el equipo electrónico que permite inyectar en la red eléctrica comercial la energía producida por el generador fotovoltaico. Su función principal es convertir la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

Anteriormente se ha visto que los paneles solares fotovoltaicos generan potencia a partir de la radiación solar que captan, esta potencia eléctrica no es alterna sino continua con unos valores de tensión y corriente continua que depende de la disposición de los paneles. A la hora de entregar la energía eléctrica a la red, es necesario tratarla para que cumpla las características establecidas para inyectarla a dicha red, esta debe ser senoidal, con una frecuencia de 50Hz y unos valores de tensión determinados para no crear perturbaciones en a la red de suministro.

- **Conductores:** Su función es transportar la energía a lo largo de toda la instalación. Su correcto dimensionado permite reducir las pérdidas, contribuyendo al buen rendimiento del sistema, además deben tener la sección adecuada para reducir la caída de tensión y el calentamiento, como también deben cumplir la normativa de canalización y recubrimiento del conductor, con protección a la intemperie que se sugiere consultar la norma Chilena NCH Elec. 4/2003.
- **Protecciones:** Tienen la función de resguardar el equipo. Son los fusibles y los seccionadores para corriente continua; disyuntores, diferenciales y tomas de tierra para corriente alterna. Estas protecciones pueden ser físicas o eléctricas. Las primeras, frente al polvo y el agua; las segundas frente a un funcionamiento anormal del sistema. [(ACESOL, Cómo usar energía solar FV, 2016)]
- **Estructura Soporte:** Los módulos o paneles fotovoltaicos se deben colocar sobre la denominada estructura soporte, dicha estructura soporte debe cumplir las especificaciones de diseño de la instalación (orientación y .ángulo de inclinación).

Es de interés común saber la cantidad de paneles que se deben instalar por vivienda, en este caso habitada por 4 personas en promedio. Es por ello necesario aclarar que una instalación FV (en adelante Fotovoltaica) no depende del número de personas si no del consumo energético que se produce en la vivienda. Además, no solo depende de la cantidad de paneles, sino también de la potencia nominal de cada panel FV, para saber esto y tener en cuenta cuanto es la potencia que se consume en el hogar, es necesario fijarse en la cantidad de watts de los artefactos electrónicos de la casa y teniendo estos datos, calcular cuantas horas aproximadamente se tiene encendido cada uno (datos expresados en las encuestas realizadas anteriormente). Otro dato útil para responder a la interrogante cuántos paneles son necesarios por vivienda es recaudar distintas cuentas de luz como se hizo al momento de realizar las encuestas para determinar cuál era el mayor consumo que se producía entre luz, agua y gas siendo la electricidad la que mayor se utilizaba. [(Solar, Paneles FV ON GRID, 2016)]

9.3 Mantenimiento panel solar fotovoltaico on grid

Es de conocimiento que un plan de mantenimiento es un conjunto de acciones que permiten mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo una función requerida. Es fundamental para todo aparato, maquinaria o producto contar con una mantención, pues sus principales objetivos son: optimización de disponibilidad de equipo productivo, disminución de costos de mantenimiento, optimización de recursos humanos y maximización de vida útil del equipo. [(Pistarelli, 2010)]

Ahora bien, existen tres tipos de mantenimientos: Correctivo, Preventivo y Predictivo. El mantenimiento correctivo se lleva a cabo luego de haber ocurrido una falla o problema en el sistema o con alguna de las partes para restablecer operatividad, determinando la causa del fallo, es económico en el corto plazo y no recomendado para el mediano y largo plazo por ser costoso. El Preventivo sirve para evitar o mitigar consecuencia de fallas, es decir, prevenir incidencias antes de que ocurran, su aporte principal es que disminuye puntos muertos y aumenta vida útil del equipo. Y por último el Predictivo, tiene relación con anticiparse a fallas, trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.[(Fernández, Manual mantenimiento, 2012)]

Para poder proponer un plan de mantenimiento primero se requiere saber cómo se mantienen en la actualidad los paneles solares fotovoltaicos ON GRID en Chile.

Primero es necesario saber que al panel se le realizan dos mantenciones la eléctrica, que es necesaria una vez al año y la física que tiene que ver con la limpieza de los paneles fotovoltaicos para no afectar su eficiencia y más bien captar mejor la radiación solar, adecuada de realizar las veces que sea necesario. Dicha limpieza se realiza con líquidos no abrasivos, es decir agua, y un paño con delicadeza, por la estructura de las celdas fotovoltaicas, que aunque incluyan protección para evitar su daño, son frágiles.[(Solar, Panel FV ON GRID Y OFF GRID, s.f.)]

El aseo realizado a los paneles, ha sido materia de investigación para el área de la ingeniería. Como indica Robert Muhn, managing director de Yingli Green Energy Chile, aunque la tecnología fotovoltaica en el país cuente con las mejores condiciones para su desarrollo al largo plazo, la resistencia al polvo y la suciedad en Chile es crítica. Lo que ha llevado a Yingli a querer introducir al mercado módulos solares nuevos con recubrimiento de vidrio duradero, llamado Clean ARC, tecnología que recubre los paneles fotovoltaicos, aminorando los gastos de mantenimiento y limpieza, además de mejorar el rendimiento energético del sistema. Cabe destacar que es una idea que aún no se ha implementado en el mercado chileno.

Actualmente algunas de las empresas que se preocupan de la mantención de los paneles solares en Chile son Vertical Clean y SC Energía.

Vertical Clean es una empresa que se dedica a la limpieza de paneles fotovoltaicos y termosolares, y está representada por la marca Ionic Systems de Inglaterra. Operan con máquinas de agua purificada, que utilizan bastones y mangueras especiales, además de ofrecer la venta de equipos y accesorios. El agua purificada se encarga de no dejar rastros de polvo ni yeso en los paneles.

SC Energía, por otro lado se dedica a la concepción de proyectos, puestas en marcha y operaciones de mantenimiento de parques solares. Para la limpieza de pequeñas centrales solares utilizan camiones aljibes, entretanto para grandes centrales emplean robots los cuales trabajan con agua vaporizada.[(Tecnología fotovoltaica aprovecha la mejor radicación solar del planeta, 2015)]

Un sistema fotovoltaico, requiere que su mantención este dirigida, además, a sus módulos, inversores y otros componentes. Asimismo es necesario revisar las conexiones y las cajas de conexión, para asegurarse de que se encuentren firmes, sin señales de corrosión u óxido. Incluso prevenir que los árboles u objetos no proyecten sombra, es parte de la mantención.

La conservación de los módulos radica en mantener la instalación limpia, como se mencionó anteriormente con agua, un trapo suave y se secada con un paño para no dejar manchas en el vidrio. El inversor sólo debe ser monitoreado si está funcionando bien, por medio de mecanismos que posea el equipo para informar al usuario. No debe ser abierto ni manipulado. El resto del equipo sólo requiere inspección visual para cierto tiempo.

Tabla 9.1 - Guía para instalación sistema fotovoltaico
EN QUÉ FIJARSE PARA INSTALAR UN
SISTEMA FOTOVOLTAICO

Componente	En qué fijarse
Módulo Fotovoltaico	Orientación hacia mayor radiación, eficiencia o potencia máxima generada, resistencia al viento, procedencia y prestigio de marca, garantía, vida útil esperada y mantención.
Inversor	Cumplimiento de normativa, procedencia, prestigio de marca, presencia en Chile de la empresa, soporte técnico local, eficiencia, protección si se ubica a la intemperie, manual de uso en español, vida útil esperada, garantía, ruido.
Cableado o conductores	Deben tener la sección adecuada para reducir la caída de tensión (no menos de 2,5 mm) y el calentamiento; cumplir la normativa de canalización y recubrimiento, con protección a la intemperie.
Estructura de soporte	Debe soportar el peso de los módulos fotovoltaicos y el viento, verificar si es resistente a las exigencias mecánicas y a la corrosión.

Fuente: ACESOL, Asociación Chilena de Energía Solar [(ACESOL, Cómo usar energía solar FV, 2016)]

Se puede establecer acorde a los antecedentes recopilados que los paneles fotovoltaicos conectados a la red necesitan poco mantenimiento, como lo menciona la SIMEC Chile (Servicios Integrales de Mantención y Construcción) en uno de sus proyectos los paneles fotovoltaicos, sin embargo es fundamental que la superficie del panel esté siempre limpia y libre de sombras (árboles u otro obstáculo que impida la incidencia directa de la luz sobre el panel), adicionalmente mantener en perfectas condiciones el cableado del sistema, con el propósito de impedir el sobrecalentamiento de los conductores, para lo cual es recomendable realizar inspecciones periódicas. [(SIMEC Chile SRL)]

Al ser el panel fotovoltaico el encargado de producir energía, por medio de un conjunto de módulos solares fotovoltaicos, se hace fundamental su mantención. Hay tareas que de no realizarse se producirían sólo una reducción de rendimiento de la instalación, mientras que la falta de otras podrían producir el deterioro de varios elementos y por ende la reducción de su vida útil. [(Rubén Ramos Heredia)]

A raíz de lo anterior, se establece que los sistemas fotovoltaicos comprenden un mantenimiento tipo preventivo y correctivo. No tiene partes móviles que se pueden dañar, ni requiere cambios de piezas ni lubricantes. Es necesario realizar revisiones periódicas de las instalaciones, de manera de asegurarse de un funcionamiento adecuado y sus reparaciones son las mismas que cualquier aparato o sistema eléctrico.

Con el fin de plantear un plan de mantenimiento, es imprescindible considerar lo siguiente:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el usuario y las que debe realizar el instalador.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.

El mantenimiento del panel solar fotovoltaico lo puede ejecutar el usuario o una empresa externa autorizada, en caso de que no quisiera perder la garantía legal.

El plan de mantenimiento a proponer, como será para un condominio de viviendas sociales donde las instalaciones serán realizadas en la techumbre de los edificios, se realizará sólo por personal cualificado, el cual estará encargado además de entregar planos actualizados y definitivos de la instalación solar al usuario, para que este tenga conocimientos respecto a los componentes de la misma.

Luego de cada procedimiento de mantención, se generará un informe en el que se evaluará detalladamente el estado de los componentes revisados indicando las operaciones efectuadas, sustitución de componentes y se propondrán, cuando las haya, posibles medidas de mejora o sustitución de componentes que predeciblemente no estén operativos hasta una posterior revisión.

La idea es cubrir tanto el mantenimiento preventivo como correctivo, analizando el ámbito legal al respecto; junto con tener disponible un stock de repuestos, útiles y herramientas necesarias para labores de mantenimiento y por último se generarán informes en cuanto a las tareas realizadas de manera de optimizar costes de mantenimiento y predecir averías en el panel.[(Fernández, Manual mantenimiento, 2012)]

9.3.1 Plan mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de una instalación solar fotovoltaica consta generalmente de: inspección visual de soportes y estructuras, verificación del rendimiento de los componentes y equipos, inspección del cableado, conexiones, entre otras, Estado de módulos de comprobación, control de la temperatura del panel (termografía), retirada de los residuos, la limpieza periódica de los paneles, limpieza y engrase de los terminales, inspección del inversor, verificación de los elementos de seguridad y protección, fusibles, etc. y limpieza de filtros inversor.[(SOLVENTO, s.f.)]

Panel fotovoltaico ON GRID

El mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red es sencillo de realizar ya que hay muy pocos sistemas[(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]. Ahora bien al no contar con partes móviles la configuración del panel, estos requieren escaso mantenimiento, además de que el control de calidad de los fabricantes es habitual y casi nunca presentan problemas.[(SOLVENTO, s.f.)]

A pesar de lo anterior, en los paneles se deben llevar a cabo labores como:

- Limpieza de los módulos
- Verificación de los elementos de sujeción y conexión
- Estado de degradación de los elementos constructivos de los paneles
- Comprobación de la red de tierras para proteger sobretensiones

Cada año se realizará la comprobación del estado de los módulos:

- Detección de módulos dañados y acumulación de suciedad
- Respecto a la situación del proyecto original de manera de verificar el estado de las conexiones. [(SOLVENTO, s.f.)]

Además, se deben considerar dos aspectos fundamentales, uno es ratificar que no se produzca sombra sobre los módulos y el otro la limpieza de la parte expuesta a los rayos solares de los módulos fotovoltaicos [(Fernández, Manual mantenimiento, 2012)]. Para evitar la sombra se recomienda podar los arboles, no poner tanque de agua o antenas a la altura del panel. [(Rubén Ramos Heredia)]

Figura 9.4 - La sombra de arboles u otros objetos sobre el panel fotovoltaico afecta el funcionamiento de todo el sistema



Fuente: Investigadores del Centro de Investigaciones de Energía Solar. Santiago de Cuba, 2016.

Cabe hacer énfasis además, en que una correcta orientación del panel fotovoltaico hacia el sol es de vital importancia para los módulos solares, pues el rendimiento depende de la cantidad de radiación solar recibida por el panel. En el caso de Chile la orientación óptima es hacia el norte y la inclinación varía acorde a cada región del país, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9.2 - Inclinación óptima del panel fotovoltaico por región de Chile

REGIÓN	INCLINACIÓN
Arica	18°
Tarapacá	20°
Antofagasta	20°
Calama	20°
Copiapo	32°
Vallenar	32°
Coquimbo	40°
Valparaíso	43°
Isla de Pascua	32°
Santiago	43°
O' Higgins	45°
Maule	50°
Bío-Bío	51°
Los Lagos	60°
Aysén	66°
Magallanes	69°

Fuente: OPITRA. Soluciones Ecológicas y Tecnológicas, 2016.

El mantenimiento propuesto consiste en :

a) Limpieza periódica del panel

Es esencial conocer que del total de las pérdidas que se producen en un panel fotovoltaico, el 5% corresponde a la suciedad y se puede impedir con una limpieza periódica apropiada.

Al estar expuestos al aire libre, los paneles pueden ensuciarse por causas como: polen de plantas y árboles, depósitos de sal (en zonas costeras), polvo (en zonas urbanas), hojas y otros residuos vegetales y excrementos de aves. Factores que influyen en la reducción de electricidad producida, tornando la limpieza del panel fundamental en todos los casos. [(renovables, 2016)]

La suciedad acumulada en el panel puede disminuir su rendimiento, las capas de polvo debilitan la intensidad del sol sin embargo no son peligrosas.

Es recomendable que las labores de limpieza de los paneles se realicen:

- Mensualmente o después de una lluvia de barro, nevada u otro fenómeno meteorológico, para que sigan a pleno rendimiento. Si es complicado limpiarlo cada vez al mes, lo mínimo es entre 3 y 4 veces al año. [(renovables, 2016)]
- Sistemáticamente en la cubierta frontal de vidrio del panel solar fotovoltaico, con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) y esponjas o gamuza suave, de ser necesario emplear detergente [(Rubén Ramos Heredia)]. En el caso del detergente utilizar un cubo de agua donde se diluya una pequeña cantidad de lavavajillas, para no correr el riesgo de que queden restos. Mojar bien el panel, asegurándose que la suciedad este bien empapada de manera de que sea fácil retirarla y no rayar la superficie al arrastrar la esponja.
- Teniendo en cuenta la calidad del agua a usar, pues si el agua es de pozo o de red de aguas dura, al secarse dejará una película de sales mineral sobre el panel, afectando su eficiencia. [(renovables, 2016)]

- No en horas centrales del día, entre las 12 y las 17 hrs., de manera de impedir cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel.
- Cuando el ensuciado es producido por excrementos de aves, interceder por medio de pequeñas antenas elásticas que impidan que éstas se posen.

Figura 9.5 - Limpieza de paneles fotovoltaicos



Fuente: Manual de mantenimiento. Escuela Técnica superior. España, 2013.

Hay que considerar que las heces de las aves son las más resistentes de entre las manchas posibles, y las más graves por el efecto sombra, que provoca un punto caliente en los mismos; generando una significativa disminución del rendimiento en los módulos, teniendo que anticiparse a un posible cambio de ellos si no se arregla el problema, por muy sencillo que parezca.

Jamás hay que usar objetos cortantes o punzantes para limpiar suciedades en la cubierta frontal del panel ya que podrían dañarlo. [(SOLVENTO, s.f.)]

b) Inspección visual de posibles degradaciones (bimensualmente)

- Se deberá revisar las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros, su estanqueidad y además se deberán revisar los equipos de mando y protección para ver su estado.
- Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).
- Generador fotovoltaico: módulos, armazón, suciedad, deslaminación, etc.
- Instalación eléctrica: cables y trazados de cables vistos, acumulador de cadenas, cajas de conexión del generador, incluido registro de estado de los fusibles y los descargadores de sobretensión.
- Armario de distribución y sistema de refrigeración
- El estado de la instalación se documentará y los posibles daños serán fotografiados.

Con respecto a la inspección visual acerca de los módulos fotovoltaicos para detectar posibles fallos se deberá fijar en: [(SOLVENTO, s.f.)]

- Posible rotura de cristal
- Oxidaciones en los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas (por entrada de humedad)
- Cambio de color a amarillo o marrón el encapsulante
- Deformaciones en las cajas de conexión del módulo por sobrecalentamiento de los diodos de paso.
- Control de las conexiones eléctricas y cableado de los paneles
- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales
- En caso de que haya fallos de estanqueidad sustitución de elementos afectados y limpieza de los terminales .

c) Control de temperatura del panel (trimestralmente)

Aunque el día se encuentre nublado, es conveniente saber que el panel fotovoltaico genera electricidad de igual manera, a pesar de la escasa radiación y aunque su rendimiento decaiga. Un día totalmente nublado corresponde aproximadamente a un 10% de la intensidad total del sol, por lo que el rendimiento del panel disminuirá proporcionalmente a este valor. [(Chile, s.f.)]

El funcionamiento de una célula fotovoltaica tiene relación con la irradiación y la temperatura, las cuales afectan directamente a la tensión, intensidad y “potencia generada”. En condiciones estándar de medida (temperatura 25°C, irradiancia 1000 W/m² y masa de aire 1,5) la potencia puede llegar a ser máxima.

Sin embargo, los sistemas fotovoltaicos raramente operan en condiciones estándar, sus condiciones de funcionamiento son muy variables, pudiendo variar entre 0 - 1000 W/m² de irradiancia y hasta 50°C superior a la temperatura ambiental. [(Información)]

La temperatura se verifica mediante termografía infrarroja, pues permite detectar cuando una celda se encuentra averiada o no genera energía porque no recibe la radiación del sol, pasando a comportarse como una carga en vez de un generador, originando una alta disipación de calor.

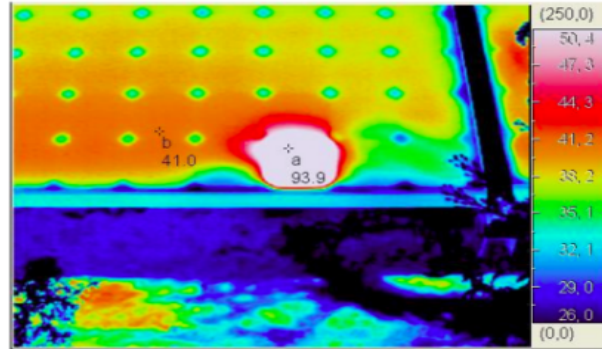
Por lo tanto se pretende que esta termografía:

- Indique que la temperatura del panel permanezca dentro de los límites establecidos por el fabricante. Poniendo énfasis en los meses de verano
- Obtenga una imagen térmica para identificar el sobrecalentamiento de las celdas defectuosas. Imagen que se deberá tomar a mediodía en un día despejado, cuando el panel proporcione la máxima potencia, por ser las condiciones más favorables para la detección de este tipo de problema.
- Se realice desde la parte frontal o posterior del panel, para identificar de una forma muy rápida los paneles que presentan puntos calientes.

Se debe tener en cuenta que la presencia de sombras sobre los paneles pueden originar la aparición de áreas térmicas irregulares que den lugar a una falsa alarma, a si

mismo como la presencia de viento, que por convección reducirá la temperatura de los puntos calientes, los que podrían considerarse como fallos reales. [(Intronica, 2016)]

Figura 9.6 - Termografía de un panel fotovoltaico



Fuente: Manual de mantenimiento. Escuela Técnica superior. España, 2013.

Adicionalmente se debe revisar el sistema de ventilación para evitar que se alcen las temperaturas y que puedan provocar disparos en los inversores o otros aparatos eléctricos, para ello se deberá:

- Comprobar que las rejillas están limpias y sin obstáculos.
- Confirmar que los intercambiadores están lo más limpios posibles.

Dato sumamente importante en el caso de que la instalación se encuentre en lugares con altas temperaturas, por la importantes pérdida de rendimiento de los inversores en condiciones fuera del rango de temperaturas. [(SOLVENTO, s.f.)]

d) Control de las características eléctricas del panel

Se revisará el estado de las conexiones, entre otros:

Anualmente

- Comprobación de las características eléctricas del generador (V_{oc} , I_{sc} , V_{max} e I_{max} en operación).
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales, incluyendo cables de toma de tierra y reapriete de bornas, pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza
- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.
- Comprobación y reparación de todos los accesorios que forman parte de los componentes de la instalación necesarios para la estación transformadora y su funcionamiento seguro, así como la eliminación de pequeños fallos. [(SOLVENTO, s.f.)]

Semestral:

- Comprobar que los terminales de los cables y de los paneles estén bien apretados y en buen estado
- Comprobar que la caja de terminales esté fija

En el caso de observarse algún fallo se debe proceder a sustituir los elementos afectados.[(colaboradores)]

Inversor

El inversor al ser el encargado de convertir la corriente directa en alterna, cumple un rol fundamental para que los equipos electrodomésticos puedan funcionar, sin provocar modificaciones en ellos [(Rubén Ramos Heredia)]. Además de transformar la corriente, realiza otras funciones; de las cuales las principales son: inversión de modulación de las ondas de corriente alterna y regulación del valor eficaz del voltaje de salida.[(Fundación ingenieros ICAI para el desarrollo)]

Es uno de los equipos más delicados de una instalación fotovoltaica, requiriendo por tan un mantenimiento mas completo. Para que dicho equipo electrónico pueda funcionar correctamente es necesario:

- Revisar el área donde se ubicará el inversor, que se conserve limpia, seca y ventilada, protegida contra las inclemencias del tiempo, garantizando que no es posible el contacto del inversor con agua.
- Verificar que las conexiones estén bien hechas y que no hay ninguna alarma indicadora en el dispositivo.[(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]
- Constatar que la estructura sea fijante. .[(Fundación ingenieros ICAI para el desarrollo)]
- Verificar que el inversor se encuentre protegido de los rayos solares.
- Comprobar que no se produzcan ruidos extraños dentro del equipo, en caso que esto suceda contactar a personal especializado. [(Rubén Ramos Heredia)].
- Rellenar tabla con los datos del fabricante del inversor (presentada a continuación):

Tabla 9.3 - Características del inversor

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	REQUERIDO
	MARCA		
	MODELO		
	Potencia nominal	W	
Nº	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	REQUERIDO
1.	Medidas		
Nº	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	UNIDAD	REQUERIDO
1.	Potencia Nominal	(W)	
2.	Potencia de Sobrecarga (5 minutos)	(W)	
3.	Tensión Nominal de Entrada	(V)	
4.	Variaciones de la Tensión de Entrada	(V)	
5.	Tensión Nominal de Salida	(V)	
6.	Variaciones de la Tensión de Salida	(V)	
7.	Rendimiento	%	
8.	Frecuencia Nominal de Salida	Hz	
9.	Rango de Frecuencia de Salida	Hz	
10.	Forma de la Onda		
11.	Consumo Máximo / Mínimo		
12.	Consumo en Espera		
13.	Factor de potencia $\cos \phi$		
14.	Grado de protección IP		
15.	Rango de temperatura de funcionamiento	(°C)	
16.	rango de humedad relativa de funcionamiento	(%)	

Fuente:Manual de formación para instalación y mantenimiento de pequeñas instalaciones fotovoltaicas. Fundación ingenieros ICAI para el desarrollo. España, 2016.

- Comprobación del cableado y limpieza de los bornes, de la alimentación y salida.
- Medición eléctrica del autoconsumo, verificando que se encuentra en los límites definidos por el fabricante.
- Cada año se realizará comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas y sus características eléctricas (V_{in} , I_{in} , I_{out} , V_{red} , f_{red} y rendimiento) .[(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]

El peligro inminente que presenta este equipo por riesgo eléctrico, obliga a realizar las operaciones de mantenimiento con inversores desconectados y sin tensión.

Figura 9.7 - Inversores

Fuente: Manual de uso y mantenimiento del sistema solar fotovoltaico comunitario. Programa EURO-SOLAR

Conductores

Se deberán revisar todas las canalizaciones de cables para ver su estado y evitar roturas imprevistas que pudieran generar averías y que los cables no se encuentren a la intemperie, como también se deberá revisar cuadros de control, enchufes e iluminación.

Un punto importante de mantener los cables es protegerlos si así fuese necesario de roedores, ya que los efectos de estos en los cables suele ser una de las causas más habituales del mantenimiento en este tipo de instalaciones.

La comprobación de los cables se recomienda realizar cada 6 meses y que comprenderá:

- La comprobación de la continuidad de los conductores
- La medida de la resistencia de aislamiento, esta se realizará entre conductores y entre cada conductor y con el equipo desconectado
- Comprobar que la máxima caída de tensión en servicio será igual o inferior al 5% de la tensión nominal entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización. La caída de tensión se calculará al momento de estar todos los aparatos alimentados simultáneamente. [(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]

El cableado del sistema se debe mantener en perfectas condiciones, a fin de evitar sobrecalentamiento de los conductores, para lo cual es recomendable realizar inspecciones periódicas.

Cada tipo de receptor y cable tiene necesidades específicas de mantenimiento, de todas formas de detalle de forma general en el siguiente apartado:

- Verificar conexiones de nuevos receptores, además de los previstos inicialmente.
- Limpiar y desempolvar cables y receptores, reajustar todas las conexiones
- Medir posibles caídas de voltaje en los cables
- Asegurarse de que no existen cables desnudos visibles (o escondidos) que puedan dar pie a conexiones piratas. [(SUNEDISON)]

Protecciones

Las protecciones del circuito eléctrico de la instalación solar fotovoltaica deben hallarse siempre en perfecto estado de funcionamiento, pues de estas dependen las condiciones de seguridad de equipos y usuarios.

Las protecciones serán distintas para cada tramo dependiendo de la naturaleza si es corriente continua o alterna y del valor de corriente admisible. La protecciones de corriente continua presentan mayores problemas con la interrupción de corrientes; en la corriente alterna existe un paso natural de la corriente por el cero en cada semiperiodo, al cual corresponde un apagado espontáneo del arco que se forma cuando se abre el circuito; en la corriente continua esto no sucede y, para extinguir el arco, es preciso que la corriente disminuya hasta anularse. Es por ello que la interrupción debe hacerse de manera continua, sin bruscas anulaciones de la corriente que darían lugar a elevadas sobretensiones.

[(Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Eléctrica)]

La operaciones de mantenimiento a seguir para las protecciones son:(realizadas por personal cualificado)

- Verificación de tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles.
[(Instalaciones fotovoltaicas. Mantenimiento.)]

Cada año:

- Comprobación de las protecciones eléctricas, así como sus períodos de actuación.
[(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]
- Comprobación del funcionamiento de todos los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.

Cada 2 años:

- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores, reparándose los defectos encontrados.

Cada 5 años:

- Comprobación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen, reparándose los defectos encontrados.
- Revisión de la rigidez dieléctrica entre los conductores.

Cada 10 años:

- Revisión general de la instalación. Todos los temas de cableado son exclusivos de la empresa autorizada.

Se tomarán todas las precauciones referidas a trabajos con inminente riesgo eléctrico.

Estructura de soporte

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo, pero si verificar que se encuentre en buenas condiciones. El mantenimiento de las mismas se realizará cada seis meses y consistirá en:

Anualmente:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
[(fernandez)]

Para asegurar el mantenimiento del sistema fotovoltaico se plantea de forma efectiva que exista una planificación adecuada sobre las acciones de supervisión y mantenimiento como muestra la siguiente ficha.

Tabla 9.4 - Ficha resumen para programar el mantenimiento preventivo

Mantenimiento Preventivo			
	Tarea	Periodicidad	Comentario
Panel Solar	Limpieza periódica	Mensual o mínimo 3 o 4 veces al año	Realizarse además después de una lluvia o nevada.
	Inspección Visual de posibles degradaciones	Bimensual	De haber fallos de estanqueidad se sustituirán los elementos afectados
	Control Temperatura	Trimestral	Tomar imagen al mediodía en un día despejado.
	Control Características eléctricas	Anual	Comprobar terminales y la caja de estos que este fija semestralmente.
Inversores	Revisar área de ubicación	Al instalarlo	Proteger el área contra inclemencias del tiempo.
	Rellenar tabla con datos del fabricante	Al instalarlo	La cual contará con datos como rendimiento, entre otros.
	Comprobación del estado	Anual	Las operaciones de mantenimiento se realizan con inversores desconectados y sin tensión.

Conductores	Revisar todas las canalizaciones de los cables	Semestral	Para evitar rupturas que pudieran generar averías.
	Comprobación de los cables	Semestral	Como la medida de resistencia de aislamiento con equipo desconectado y que la máxima caída de tensión sea igual o inferior al 5% de la tensión nominal.
Protecciones	Comprobación de protecciones eléctricas	Anual	Además de revisar sus períodos de actuación.
	Revisión general	Cada 2 años	Comprobar estado del cuadro de mando y protección, inspección visual del interruptor de corte y verificaciones de las cubiertas aislantes.
	Comprobación de dispositivos de protección	Cada 5 años	Contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos e intensidades nominales
	Revisión general de la instalación	Cada 10 años	Tomando precauciones referidas a trabajos con inminente riesgo eléctrico
Estructura de Soporte	Verificación de buenas condiciones	Semestral	Comprobación de posibles degradaciones, del estado de fijación de la estructura a cubierta, de la estanqueidad de la cubierta, del estado de fijación de módulos a la estructura y de la toma a tierra.

Fuente: Elaboración propia según información "Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas", 2016.

9.3.2 Plan mantenimiento correctivo

Este plan de mantenimiento trata de corregir las averías a medida que se van produciendo, es lo que se hace comúnmente luego de que una avería detuvo la instalación o afecto a una parte de ella con un fallo.

Hoy en día el mantenimiento correctivo se diferencia en: programado y no programado; el programado o planificado tiene relación con la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, herramientas, información y materiales necesarios, adaptándose al momento de realizar la reparación a las necesidades de producción; mientras que el no programado realiza la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse. Escoger cuál de los dos es mejor dependerá exclusivamente de la situación en que ocurra la falla y el efecto que ésta produzca, pues si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin planificación previa; y si el equipo o instalación puede mantenerse operativo aun con el fallo presente, se puede posponer la reparación hasta que sea el momento más adecuado.

Tabla 9.5 - Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	
Programado	No programado
Corrección de la falla cuando se planifica	Reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, sin planificación
Avería permite al equipo operar con fallo presente	Avería provoca paro inmediata del equipo

Fuente: Elaboración propia según información "Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas", 2016.

En el caso de las instalaciones solares pequeñas y medianas, pasado el periodo de garantía no se realiza un mantenimiento preventivo periódico, por lo cual el mantenimiento preventivo juega un rol importante a la hora de reparar averías cuando estas surgen. [(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]

A raíz de lo anterior el plan de mantenimiento correctivo se utilizará únicamente en circunstancias que sea necesario, cuando la avería en una parte del equipo no deje que este cumpla su función. Es por ello que en dicha situación se debe:

- Determinar las causas de la avería producida en las instalaciones solares fotovoltaicas, determinando la causa de las mismas y su efecto en el sistema.
- Describir los procedimientos de las operaciones de mantenimiento correctivo que se realizó en los equipos y componentes de la instalación.
- Clasificar la avería (Fallos parciales, afecta a una serie de elementos de la instalación, pero sigue funcionando, la funcionalidad se ve parcialmente afectada y disminuye el rendimiento o Fallos totales: se produce el paro de todo el sistema)
- Preparar el área de trabajo de acuerdo con los requerimientos de la operación según procedimientos de trabajo establecidos, identificando los riesgos laborales específicos correspondientes y sus medidas correctoras.
- Describir el procedimiento de reparación, aislando el circuito o componente en el caso de ser necesario.
- Revisar y mantener en estado de operación los propios equipos y herramientas empleados en el mantenimiento.
- Complimentar informe de actuación.
- Proponer medidas que la evitan, una vez determinadas estas causas.
[(cualificaciones, 2016)] .

En el caso de que se produzca una gran avería, como las ocurridas por grandes accidentes, como incendios, derrumbes o hechos catastróficos en general, es necesario que el propietario de la instalación contrate un seguro.

Cabe destacar que los fallos de funcionamiento de los aparatos debido a defectos de fabricación, en instalaciones solares son poco frecuentes, debido al alto control de calidad que poseen al estar comprendido por materiales de larga duración. Inclusive si los equipos tienen menor duración, como es el caso del acumulador de sistemas aislados, la mayor parte de los fallos son por un mal uso y un mal mantenimiento por parte del usuario. Es por esto que el instalador debe informar apropiadamente el mantenimiento preventivo de la instalación solar al usuario. [(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]

Los métodos para la reparación de los distintos componentes del sistema solar ON GRID son:

- Pruebas de recepción o comprobación del correcto funcionamiento de la instalación.
- Probar el seguimiento del punto de máxima potencia de los inversores.
- Puesta en marcha tras la reparación, el tiempo que estime conveniente el personal cualificado hasta comprobar que ésta se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.

Última revisión final:

- Inspeccionar todas las partes de la instalación.
- Luego de la reparación, realizar limpieza completa a toda la instalación, retirando restos de materiales que hayan quedado.

Si la instalación funciona perfectamente, se entregará al titular quien firmará la correspondiente conformidad. .[(Ruiz., Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas)]

La inspección de una avería la debe realizar personal cualificado de mantenimiento, que conozca bien la instalación, y encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes sobre las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Esto quiere decir:

- Suministrar los repuestos necesarios
- Visitar la instalación en los plazos que se establezcan y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave.
- Analizar y realizar un presupuesto adecuado de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto y normal funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica.
- Subsananar correctamente cualquier incidencia en un tiempo máximo de 48 horas,excepto cuando se trate de causas de fuerza mayor debidamente justificadas (por ejemplo acopio de materiales).
- Garantizar la visita a la instalación en los plazos que sean establecidos y cuando el usuario lo requiera debido a cualquier incidencia en la misma. .[(fernandez)]

Tabla 9.6 - Pasos a ejecutar para mantenimiento correctivo a un equipo que presenta falla

Mantenimiento Correctivo
Procedimiento
1.- Determinar causas y efectos de la avería en panel solar fotovoltaico.
2.- Describir procedimiento realizado o a realizar de la operación de mantenimiento correctivo.
3.- Clasificar Avería o fallo.
4.- Preparar área de trabajo de acuerdo al procedimientos de trabajo establecido.
5.- Inspeccionar estado de operación del equipo y herramientas.

Fuente: Elaboración propia según información "Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas", 2016.

Si algún equipo no funciona o presenta fallas, se deben revisar las posibles causas del problema y planificar de forma ordenada soluciones viables, en la ficha que se presenta continuación:

Tabla 9.7 - Ficha resumen para programar el mantenimiento correctivo

Avería / Fallo	Causas	Efecto en el sistema	Procedimiento	Clasificación	Solución
1.- Problema Z					
2.- Problema X					
3.- Problema Y					
4.- Problema Z					

Fuente: Elaboración propia según información "Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas", 2016.

9.4 Requisitos legales del mantenimiento de una instalación fotovoltaica conectada a la red

Para finalizar el plan de mantenimiento propuesto se expondrán los requisitos legales de una instalación fotovoltaica conectada a la red, acorde a la norma vigente.

El “Reglamento D.S. N°71 reglamento de la ley N° 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales”, obtenido de la “Ley N° 20.571; Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales”, tiene por objetivo; acotar los requerimientos que se deben observar para el diseño, ejecución, inspección y mantención de las instalaciones eléctricas fotovoltaicas que se comunican a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) para ser conectadas a la red de distribución, con el fin de entregar un servicio eficiente y de salvaguardar la seguridad de las personas que las operan o hacen uso de ellas, así como la integridad física y operacional de la red de distribución eléctrica.

Los documentos normativos asociados al reglamento cuya potencia máxima no deben sobrepasar lo expuesto en la Ley N° 20.571 son los siguientes:

9.4.1 Normativas

- **IEC 60269-6 : 2010 fusibles de baja tensión - Parte 6 : Reglas suplementarias para los fusibles de protección de los sistemas de energía solar fotovoltaica.** (IEC 60269-6:2010 Low-voltage fuses - Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems.)
- **IEC 60364-4-41 : 2005 bajo voltaje instalaciones eléctricas - Parte 4-41 : Protección de la seguridad - Protección contra descargas eléctricas.** (IEC 60364-4-41:2005 Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock)
- **IEC 60364-5-53 : 2002 Instalaciones eléctricas en edificios - Parte 5-53 : Selección y montaje de equipos eléctricos - Aislamiento , conmutación y control.** (IEC 60364-5-53:2002 Electrical installations of buildings - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Isolation, switching and control.)
- **IEC 60364-6 : 2006 de baja tensión instalaciones eléctricas - Parte 6: Verificación.** (IEC 60364-6:2006 Low-voltage electrical installations - Part 6: Verification.)
- **IEC 60364-7-712 : 2002 Instalaciones eléctricas en edificios - Parte 7-712 : Requisitos para instalaciones o recintos especiales - Sistemas de suministro de energía solar fotovoltaica (PV).** (IEC 60364-7-712:2002 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems.)
- **IEC 60529 : 2013 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)** (IEC 60529:2013 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code))

- **IEC / TR 60755 : 2008 Requisitos generales para la corriente residual operado por dispositivos de protección.** *(IEC/TR 60755:2008 General requirements for residual current operated protective devices)*
- **IEC 60947-2 : 2013 Aparata de baja tensión - Parte 2 : Interruptores automáticos.** *(IEC 60947-2:2013 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers)*
- **IEC 60947-3 : 2012 Aparata de baja tensión - Parte 3 : Interruptores, seccionadores, interruptores- seccionadores y combinados fusibles.** *(IEC 60947-3:2012 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units)*
- **IEC 60998-1 : 2002 Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y similares - Parte 1: Requisitos generales.** *(IEC 60998-1:2002 Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes - Part 1: General requirements)*
- **IEC 61439-1 : 2011 Aparata de baja tensión y ensamblajes - Parte 1 : Reglas generales.** *(IEC 61439-1:2011 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules)*
- **IEC 61557-8 : 2007 Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V de corriente continua - Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección - Parte 8 : dispositivos de monitorización de aislamiento para sistemas IT.** *(IEC 61557-8:2007 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems)*
- **IEC 61643-11 Pararrayos conectados a los sistemas de energía de baja tensión - Parte 11- dispositivos de protección 2011 de baja tensión contra sobretensiones - Requisitos y métodos de ensayo.** *(IEC 61643-11:2011 Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods)*
- **IEC 61936-1 : 2014 instalaciones de potencia superior a 1 kV en corriente alterna - Parte 1 : Reglas comunes.** *(IEC 61936-1:2014 Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules)*
- **IEC 62020 : 2003 Los accesorios eléctricos - Monitores de corriente diferencial para usos domésticos y análogos (MCR).** *(IEC 62020:2003 Electrical accessories - Residual current monitors for household and similar uses (RCMs))*
- **IEC 62109-1 : 2010 Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica - Parte 1 : Requisitos generales.** *(IEC 62109-1:2010 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements)*
- **IEC 62109-2 : 2011 Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica - Parte 2 : Requisitos particulares para los inversores.** *(IEC 62109-2:2011 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters)*
- **IEC 62116 : 2014 inversores fotovoltaicos interconectados - Utilidad - Procedimiento de la prueba de funcionamiento en isla medidas de prevención.**

(IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures)

- **IEC 62305-2 : 2010 Protección contra rayos - Parte 2 : La gestión de riesgos.** *(IEC 62305-2:2010 Protection against lightning - Part 2: Risk management)*
- **IEC 62446 : 2009 conectada a la red de sistemas fotovoltaicos - Requisitos mínimos para la documentación del sistema , puesta en marcha y pruebas de inspección.** *(IEC 62446:2009 Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection)*
- **IEC / TS 62548 : 2013 fotovoltaicos (PV) - requisito de diseño.** *(IEC/TS 62548:2013 Photovoltaic (PV) arrays - Design requirement)*
- **UNE-EN 50272-2:2002 Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 2: Baterías estacionarias.**
- **TÜV 2 PFG 1169 / 08.2007 Requisitos de los cables para su uso en sistemas fotovoltaicos.** *(TÜV 2 pfg 1169/08.2007 Requirements for cables for use in photovoltaic-systems)*
- **IEEE Std . 81 Guía para la medición de la resistividad de la Tierra , la impedancia de tierra , y la tierra potenciales de superficie de un sistema de puesta a tierra.** *(IEEE Std. 81 Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System)*
- **NCh 2369.Of2003 Norma Chilena de Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.**
- **Norma técnica Norma técnica de conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión, emitida por la Comisión Nacional de Energía y Reconstrucción, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.**
- **NCh Elec. 4/2003 Instalaciones de Consumo en Baja Tensión, declarada Norma Chilena Oficial de la República mediante Decreto Supremo N° 115, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.**

9.4.2 Condiciones técnicas de la instalación conectada a la red

Es necesario entender que un Sistema fotovoltaico conectado a la red se define como “Unidad o Conjunto de Unidades de Generación y aquellos componentes necesarios para su funcionamiento, conectados a la red de distribución a través del empalme del usuario o cliente final. Comprende además las protecciones y dispositivos de control necesarios para su operación y control”

Además de comprender de manera general que un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución debe:

- Proyectar y ejecutar en estricto cumplimiento con las disposiciones de esta Instrucción Técnica y en las normativas vigentes.
- Ejecutarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado

mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad.

- No provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, calidad, ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa vigente.
- En caso de desconexión de la red, las instalaciones eléctricas de un sistema fotovoltaico no deberán mantener tensión en la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Dimensionarse para que su potencia máxima no supere la potencia del empalme eléctrico y/o que la suma de sus potencias nominales en el lado AC no exceda la potencia estipulada en la ley. Si la instalación eléctrica está asociada a la Ley N°20.571.
- La tensión máxima de la unidad de generación fotovoltaica en lado de corriente continua CC, no deberá ser superior a 1kV.
- Instalación eléctrica, proyectada y ejecutada bajo la supervisión directa de un Instalador Electricista autorizado, clase A o B.
- Equipos, elementos y accesorios eléctricos utilizados en la unidad de generación fotovoltaica deben ser diseñados para soportar la tensión máxima generada por ella y ser adecuados para trabajar en corriente continua.
- En materias de diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término de operación, la Superintendencia podrá permitir el uso de tecnologías diferentes a las establecidas en la presente instrucción técnica, siempre que se mantenga el nivel de seguridad que el texto normativo contempla. Estas tecnologías deberán estar técnicamente respaldadas en normas, códigos o especificaciones nacionales o extranjeras, así como en prácticas recomendadas de ingeniería internacionalmente reconocidas. Para ello el interesado deberá presentar el proyecto y un ejemplar completo de la versión vigente de la norma, código o especificación extranjera utilizada debidamente traducida, cuando corresponda, así como cualquier otro antecedente que solicite la Superintendencia.

Junto con lo anterior, es imprescindible saber por partes de la instalación fotovoltaica sus reglas técnicas asociados:

Cabe mencionar que las reglas técnicas de las partes de la instalación fotovoltaica ON GRID incluyen acciones a considerar en el mantenimiento preventivo.

Módulos fotovoltaicos:

- Todos los que formen parte de una unidad de generación deberán estar certificados en conformidad a los protocolos de ensayos establecidos por la Superintendencia para tales efectos.
- Los cables o terminales de ellos deberán tener marcado su polaridad.

• Tendrán una placa visible e indeleble, con la información técnica requerida en la certificación y con los siguientes valores:

- a) Tensión de circuito abierto.
- b) Tensión de operación.
- c) Tensión máxima admisible del sistema.
- d) Corriente de operación.
- e) Corriente de cortocircuito.
- f) Potencia máxima.

- Todos deberán incluir diodos de derivación o bypass en conformidad a las normas IEC 62548 para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- En los casos que utilicen marcos laterales serán de aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado u otro material resistente a agentes agresivos del ambiente y/o corrosivos.
- No se podrán utilizar de distintos modelos, ni orientaciones diferentes en un mismo string. Se excluyen de esta disposición a los módulos conectados a través de micro inversores.
- Solo se podrá utilizar orientaciones distintas de ellos que formen parte de una unidad de generación, en casos justificados en donde el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dichas causas, lo que deberá ser fundamentado en la memoria técnica de diseño del proyecto presentado a la Superintendencia en el proceso de declaración.
- Deberán instalarse de modo de asegurar una buena ventilación, y con una separación suficiente que permita las dilataciones térmicas y que garantice la disipación adecuada de calor de radiación solar local máxima.
- No se podrán instalar aquellos que presenten defectos productos de la fabricación o del traslado de estos, como roturas o fisuras.

Conexión eléctrica y arreglos

- Las conexiones deberán permitir una instalación y montaje rápido que a la vez sea segura e impermeable.
- Las interconexiones entre paneles (módulos) deberán cumplir con los siguientes requisitos:
 - Ser a prueba de agua del tipo MC4 u equivalente, que esté diseñado para aplicaciones fotovoltaicas y que cumplan con la norma IEC 60998-1.

- Los cables o conectores deberán ser polarizados para que no tengan un intercambio con el tomacorrientes de otros sistemas.
- Todos los conectores serán instalados de modo de evitar el contacto accidental con las personas con partes que estén en tensión.
- Los conectores deben ser capaces de poder interrumpir el paso de corriente sin causar algún riesgo al operador o tecnico.
- Todos las conexiones de generación fotovoltaica no deberán generar corrientes inversas entre los distintos string
- Todos los tableros y conexiones ubicados a la intemperie deben ser instalados de forma que sus conductores ingreses por la parte inferior, conservando la protección IP.
- El tipo de conexión a un módulo o panel solar deberá ser tal de modo que si al quitar un panel del circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa ningún conductor puesto a tierra de cualquier otro circuito fotovoltaico.
- Todo conductor debe contar con su respectivo terminal.

Inversores:

- Los inversores utilizados para los sistemas fotovoltaicos conectados a red deberán estar certificados respectivamente según protocolos de la superintendencia.
- El inversor debe estar situado en un lugar de fácil acceso para el especialista u operador, además la instalación de este deberá estar regularizado por especificaciones del fabricante.
- Los inversores no pueden ser instalados en zonas con riesgo de inundación o riesgo de explosión.
- Puede el inversor ser instalado en la intemperie siempre cuando posea una protección de al menos IP55 y protección contra la radiación solar directa.
- Los inversores string, deben contar internamente o externamente con protecciones contra descargas eléctricas, protecciones de sobretensión, y protecciones de sobreintensidad por cada string (Circuito conformado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie) y deberán garantizar que no exista circulación de corriente inversa mayores a las admisibles por los módulos fotovoltaicos conectados a él.
- Las protecciones de sobreintensidad que se indicaron en el punto anterior, se podrán omitir siempre y cuando la unidad de generación la conformen dos string y estén conectados directamente al inversor, siempre que la suma de corrientes máxima de los dos string, no exceda la corriente máxima inversa de los módulos (paneles).

- Los inversores deben contar con una protección anti-isla según la norma IEC 62116. (Anti-isla : Uso de relés o controles para protección contra funcionamiento de isla).

Conductores:

- Deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en la norma NCh Elec. 4/2003, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como viento, formación de hielo, temperaturas y radiación solar.
- Positivos y negativos en el lado de CC deberán ser canalizados en forma ordenada y separada, solo en los casos que se utilice canalización metálica podrá canalizarse en forma conjunta el positivo y negativo.
- Y conexiones eléctricas no deben quedar sometidos a esfuerzos mecánicos permanentes ni accidentales.
- Los utilizados en el lado de CC de la unidad de generación fotovoltaica serán de cobre estañado para 1kV en CA y de 1,8kV en CC, y deberán resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.
- Los a utilizar en la unidad de generación fotovoltaica deberán ser conductores tipo fotovoltaicos, PV, PV1-F, Energyflex, Exzhellent Solar ZZ-F (AS), XZ1FA3Z-K (AS) o equivalente, que cumplan con los requisitos para su uso en sistemas fotovoltaicos en conformidad a la norma TÜV 2 pfg 1169/08.2007.
- En el lado de CC, aquellos que estén expuestos a daños por roedores deberán contar con una protección contra roedores. Para estos efectos, podrá utilizarse conductores que incorporen dicha protección o deberán canalizarse todos los conductores que formen parte del lado CC, incluyendo las uniones entre módulos.
- Los de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %.
- Los del lado de CC, deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente obtenida del cálculo indicado en el punto 13.8 y/o para soportar la corriente inversa máxima que se pueda generar en la unidad de generación.
- Los del lado de CA, deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente del inversor y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente establecido en el punto anterior.
- Los del lado de CA de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar las caídas de tensión y calentamientos, para cualquier

condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red y la unidad de generación sea inferior del 3%.

- La sección mínima de los activos será de 2.5 mm² y la sección mínima del conductor de tierra será de 4 mm².
- En la determinación de la sección transversal de cada arreglo, se deberá considerar la temperatura máxima de operación del arreglo de acuerdo con las condiciones climatológicas del lugar, y elegir la sección transversal de conductor .

Protecciones:

- Las instalaciones de un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución, estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla en la red o fallas internas en la instalación del propio generador, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.
- Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red de distribución deberán tener protección de falla a tierra para reducir el riesgo de incendio.
- El dispositivo de protección de falla a tierra deberá ser capaz de detectar una falla, interrumpir el flujo de corriente de falla, y dar una indicación que ocurrió la falla.
- Los conductores activos de la fuente en que ocurrió la falla serán desconectados en forma automática. Si se desconecta el conductor de tierra del circuito en que ocurrió la falla, para cumplir con los requisitos del punto 13.3, todos los demás conductores del circuito con falla abrirán en forma automática y simultánea. Se permitirá la desconexión del conductor de tierra del arreglo o la desconexión de las secciones del arreglo que presenten la falla con la finalidad de interrumpir la vía de corriente de falla a tierra.
- Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red que utilicen sistemas de puesta a tierra TN o TT deberán contar con un monitor de corriente diferencial (RCMU) el que podrá estar incluido en el inversor o ser externo a él. Dicho monitor deberá ser sensible a todo tipo de corriente, capaz de diferenciar entre las corrientes de escape capacitivas condicionadas por el servicio (causadas por las capacidades de los módulos fotovoltaicos a tierra) y las corrientes de falla (causadas por el contacto de un polo del generador FV). El inversor se deberá desconectar inmediatamente de la red en cuanto se supere el valor límite absoluto de 300 mA (protección contra incendios) o el valor de la corriente de falla del lado de CC de 30 mA.
- En los casos en que el monitor de corriente diferencial (RCMU) esté incorporado al inversor, deberá cumplir con la norma IEC 62109-2. Para aquellos casos en que el RCMU no esté incorporado en el inversor, deberá satisfacer los requerimientos de las normas IEC 62020 y IEC 60755.

- Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red que utilicen sistemas de puesta a tierra IT, deberán contar con un vigilante de aislamiento interno o externo al inversor, con señales audibles y/o visibles, el que deberá estar regulado en conformidad al 4.8.2 de la norma IEC 62109-2.
- En los casos que el vigilante no esté incorporado al inversor, deberá satisfacer los requerimientos de la norma IEC 61557-8, y deberá desconectar la instalación ante un fallo de aislamiento $50V/\Omega$ en conformidad a la norma IEC 60364-5-53, anexo H.
- Los dispositivos de sobrecorriente en el lado CC, serán dimensionados para conducir una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima corriente del string y no deberá ser superior a la corriente inversa máxima que soportan los módulos que forman parte del string.
- Los fusibles utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir con la norma IEC 60269-6, los que deberán ser seleccionados para ser capaces de disipar la potencia que se desarrolla en las peores condiciones de funcionamiento.
- Los interruptores automáticos y seccionadores utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas, deberán cumplir los requerimientos establecidos en las normas IEC 60947-2 o IEC 60947-3, y ser adecuados para instalaciones fotovoltaicas, capaces de extinguir arcos eléctricos en CC.
- Los descargadores de sobretensión utilizados en instalaciones fotovoltaicas deberán ser del tipo 2, en conformidad a la IEC 61643-11
- Cuando se utilicen diodos de bloqueo, su tensión asignada inversa deberá ser 2 veces la tensión máxima del string a circuito abierto, y deberán cumplir con las normas IEC 60529, IEC 62548 y IEC 60364-7-712.
- Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red deberán contar con protección por aislamiento de las partes activas clase II, en el lado de CC, de acuerdo a la IEC 62109-1.
- Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.
- La protección diferencial del lado de corriente alterna, indicada en el punto anterior, que se instale en un sistema fotovoltaico que no presenta como mínimo una separación simple entre los lados de las corrientes continua y alterna, el dispositivo diferencial instalado para garantizar la protección en caso de falla debe ser tipo B conforme con lo especificado en la norma IEC 60755.

- Si el inversor no puede, por construcción, inyectar corrientes continuas de falla en la instalación eléctrica, no se requiere un dispositivo diferencial del tipo B conforme con lo especificado en la norma IEC 60755, en estos caso se podrá utilizara un diferencial tipo A.
- La protección diferencial indicada en el punto anterior, para unidades de generación de potencia instalada inferiores 10kW, deberán ser de una corriente diferencial no superior a 30mA. En unidades de generación de potencia instalada igual o superior a 10kW deberá utilizar una protección diferencial con intensidad diferencial no superior a 300 mA.
- El interruptor general magnetotérmico y el diferencial indicado en el punto anterior deberán estar instalado y claramente identificados en el tablero de distribución o general de la instalación de consumo.
- El interruptor general magnetotérmico indicado en el punto anterior debe ser un interruptor termomagnético que permita la desconexión del generador fotovoltaico de la red y las cargas locales. La calibración del dispositivo de sobrecorriente se determina en función de la potencia máxima de salida del inversor y deberá cubrir las siguientes especificaciones:
 - a) Ser manualmente operable.
 - b) Contar con un indicador visible de la posición "On-Off".
 - c) Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
 - d) Tener la capacidad interruptiva requerida de acuerdo con la capacidad de cortocircuito de la línea de distribución.
 - e) Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.
- Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red deberán contar con una protección de red (RI), en conformidad a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión.
- Los ajustes de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia de la protección de red (RI), serán establecidos en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión.
- En aquellos lugares en que exista peligro de caída de rayos, deberá instalarse las protecciones de pararrayos respectivas, en conformidad las normas IEC 62305-2, IEC 60364-7-712.
- Todos los interruptores que serán alimentados con corriente en ambos sentidos dentro del sistema eléctrico, deben estar especificados para operación bidireccional.

Estructura de soporte:

- La estructura de soporte debe satisfacer la normativa vigente chilena en cuanto a diseño estructural y edificación.
- Toda estructura ya sea industrial o comercial cuya potencia instalada de la unidad de generación fotovoltaica sea superior a los 30Kw, deberán adicionalmente satisfacer los requerimientos de la norma NCh 2369.
- La estructura debe ajustarse a la superficie donde se instala, ya sea ésta horizontal o inclinada. El anclaje de la estructura debe soportar cargas de tracción, mantener una estructura firme y evitar volcamientos de estas ya sea por viento u otros factores.
- El diseño y construcción que soporta toda la unidad generadora fotovoltaica debe permitir dilataciones térmicas para que se eviten cargas que involucren la integridad de los módulos fotovoltaicos.
- Deberá protegerse contra acciones y agentes corrosivos del ambiente que garantice todas las características mecánicas y químicas.
- El total de la estructura de soporte se debe conectar a la tierra de protección.

En cuanto a mantenimiento en general el D.S. N°71 reglamento de la ley N° 20.571, que regula el pago de las eléctricas de la generadoras residenciales expone lo siguiente:

9.4.3 Disposiciones Generales de operación y mantenimiento en panel fotovoltaico ON GRID

- Los propietarios de las unidades de generación fotovoltaicas deberán contar con procedimientos de apagado de emergencia del inversor, el cual deberá estar ubicado a un costado del inversor.
- Los propietarios de las instalaciones fotovoltaicas con una potencia instalada superiores a 10 kW conectadas a la red deberán contar con procedimientos de operación, mantención, emergencia y análisis de riesgo para instalaciones.
- Se deberá considerar, en el proyecto y en las etapas de inspección y mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas, un procedimiento de emergencias que considere los contactos telefónicos de los servicios de urgencia para el caso de accidentes o incidentes con daños a la propiedad, y de los servicios públicos relacionados con la seguridad de las personas o bienes.
- Es deber de los propietarios de las unidades de generación, mantener las instalaciones en buen estado y en condiciones de evitar peligro para las personas o cosas.

10. Evaluación técnica y económica

El objetivo del presente capítulo es evaluar técnica y económicamente la rentabilidad del proyecto que consiste en proponer un sistema fotovoltaico conectado a la red conjunto su respectivo plan de mantenimiento para un edificio tipo condominio perteneciente a la región de Valparaíso. La principal motivación de este proyecto es amortizar el gasto eléctrico generado por las familias que habitan estas viviendas sociales.

Para poder realizar dichas evaluaciones, primero se calculara el porcentaje de ahorro de la propuesta de eficiencia energética, en este caso de la incorporación del panel fotovoltaico on grid a la vivienda social tipo condominio.

Para ello es necesario mostrar un caso base y compararlo con el propuesto.

- **Caso Base:** Corresponde al consumo eléctrico promedio mensual de la vivienda social (departamento) obtenido del estudio realizado en los meses de diciembre 2015 y enero 2016 en el Condominio Juan Pablo II, en la Región de Valparaíso.

- **Consumo promedio mensual :** 114,93 kWh/mes
- **Consumo promedio mensual en \$:** \$26.824

- **Caso Propuesto:** Corresponde al consumo eléctrico promedio mensual de la vivienda social (departamento) incorporando el sistema solar fotovoltaico ON GRID como medida de ahorro en el consumo final de la vivienda por medio de la propuesta de eficiencia energética realizada.

- **Consumo promedio mensual del refrigerador :** 46,35 kWh/mes
- **Consumo promedio mensual incorporando propuesta de E.E. :**
CPMCP = CPMCB- CPMR

$$114,93 \text{ kWh/mes} - 46,35 \text{ kWh/mes} = 68,58 \text{ kWh/mes}$$

Donde:

CPMCB: Consumo promedio mensual caso base

CPMR : Consumo promedio mensual refrigerador

CPMCP: Consumo promedio mensual caso propuesto

Porcentaje de Ahorro: Corresponde al porcentaje del consumo promedio mensual del refrigerador, ya que este será el consumo que se pretende cubrir al 100% con el sistema solar fotovoltaico ON GRID propuesto. Los % correspondientes se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 10.1 - Porcentaje de ahorro

	kWh/mes	%
CPMCB	114,93	100%
CPMR	46,35	40,33%
CPMCP	68,58	59,67%

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Dado el resultado sobre el porcentaje de ahorro, es decir, 40,33%, al aplicarlo en el consumo eléctrico mensual y anual en pesos del departamento, se obtiene que se produce un ahorro de \$10.818/mes y \$129.817/anual, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10.2 - Ahorro mensual en dinero por departamento

Consumo Promedio Mensual	\$	%
Caso Base	\$ 26.824	100%
Refrigerador	\$ 10.818	40,33%
Caso Propuesto	\$ 16.006	59,67%

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Como la evaluación se realizará al edificio de vivienda social, en la siguiente tabla se observa el ahorro anual en pesos tanto del departamento como del edificio:

Tabla 10.3 - Ahorro anual en dinero por departamento y edificio

Consumo Promedio Anual	Departamento	Edificio	%
Caso Base	\$ 321.888	\$ 5.150.208	100%
Refrigerador	\$ 129.817	\$ 2.077.079	40,33%
Caso Propuesto	\$ 192.071	\$ 3.073.129	59,67%

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Por lo tanto, al hacer una comparación entre el **Caso Base** y el **Caso Propuesto**, que se observa en la siguiente tabla:

Tabla 10.4 - Caso base vs Caso propuesto

	s/propuesta EE	c/propuesta EE
kWh/mes	114,93	68,58
Departamento	\$ 26.824	\$ 16.006
Edificio	\$ 429.184	\$ 256.096

Fuente: Elaboración Propia según resultados de encuestas en Valparaíso, 2016.

Se obtiene un ahorro considerable al sugerir aplicar una propuesta de eficiencia energética como es la expuesta en esta tesis, principalmente en el valor monetario del consumo eléctrico final de la vivienda social, siendo este un ahorro monetario traducido en el final de la boleta en \$16.000.app. promedio mensual.

10.1 Estudio técnico

10.1.1 Determinación de la superficie a utilizar por los paneles

El siguiente ítem tiene por objetivo indicar la parte gráfica de la aplicación de la propuesta, es decir, dar a conocer la superficie donde se sugiere implementar el sistema solar fotovoltaico ON GRID, sus características y tamaño.

A raíz de lo anterior se requiere conocer las dimensiones del panel solar fotovoltaico y la superficie de la planta de cubierta, es decir, el techo del edificio de vivienda social estándar. Las cuales se muestran a continuación:

Tabla 10.5 - Dimensiones panel solar y techo del edificio

	Largo	Ancho
Dimensiones del Panel Solar	1.64 m	0.998 m
Dimensiones techo del Edificio	26.17 m	11.57 m

Fuente: Elaboración Propia según información SERVIU, 2016.

Para efectos del cálculo de áreas del techo, se desglosa las dimensiones del techo:

Tabla 10.6 - Dimensiones desglose para cálculo

	Largo	Ancho
Dimensiones Techo Edificio Pequeño	8.10 m	2.49 m
Dimensiones Techo Edificio Grande	18.07 m	6.04 m

Fuente: Elaboración Propia según información SERVIU, 2016.

De esa manera se obtiene lo siguiente:

- $\text{ÁREA}_{\text{PANEL}} = 1,64\text{m} \times 0,998\text{m} = 1,636\text{m}^2$
- $\text{ÁREA}_{\text{TECHO EDIFICIO}} = (\text{ÁREA}_{\text{T.E.P.}}) \times 2 + \text{ÁREA}_{\text{T.E.G.}}$

Donde:

T.E.P.: Techo Edificio Pequeño

T.E.G.: Techo Edificio Grande

- $\text{ÁREA}_{\text{T.E.P.}} = (2,49 \times 8,10) \times 2 = 40,338\text{m}^2$
- $\text{ÁREA}_{\text{T.E.G.}} = (6,04 \times 18,07) \times 2 = 218,285\text{m}^2$

$$\text{ÁREA}_{\text{TECHO EDIFICIO}} = (40,338) \times 2 + 218,285 = 298,961\text{m}^2$$

Donde al Área de los 16 paneles corresponde a **26,176 M²**.

Tabla 10.7 - Resultados superficie

ÁREAS	m2
Panel Solar	1.636
16 Paneles Solares	26.176
Techo del Edificio	298.961

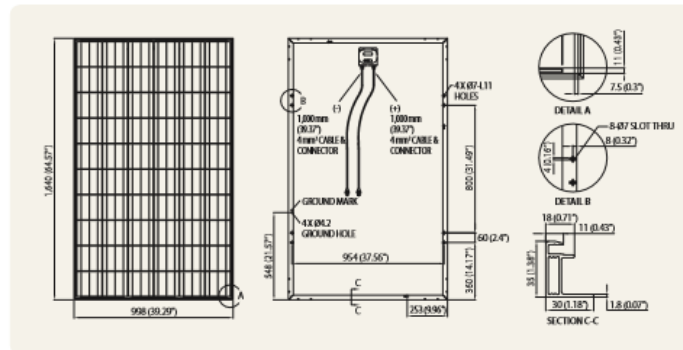
Fuente: Elaboración Propia según información SERVIU, 2016.

Queda establecido bajo los cálculos realizados anteriormente e información entregada por SERVIU, que los 16 paneles alcanzan a instalarse en la superficie del techo del edificio de vivienda social estándar.

Figura 10.1 - Diagrama del panel solar HiS-m250rg

| Module Diagram |

(unit : mm, inch)



Fuente: Hyundai Solar Module Multi-crystalline Type HiS-M250RG, 2016.

Tabla 10.8 - Características técnicas panel solar

Equipo	Características Técnicas
Panel Fotovoltaico: <i>HYUNDAI SOLAR MODULE</i>	<p>POLI-CRITALINO: Tipo de Modulo: HiS-M250RG Pm (potencia máx.): 250W N° de celdas: 60 Vm (voltaje máx.): 30.9V Im (corriente máx): 8.1A Voc (tensión de circuito abierto): 37.4V Isc (corriente de cortocircuito): 8.7A</p> <p>PARÁMETROS: Eficiencia de la celda: 15.3% Cables de salida: 4mm² Potencia de salida: +3/-0% Temperatura de operación nominal de la célula: 46°C±2 Temperatura de operación:-40-85°C Máximo sistema de Voltaje: DC 1000V Corriente inversa máx.: 15A Garantía de poder: 90% de poder por 10 años, 80% de poder por 25 años.</p> <p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: Peso neto del módulo: 17.2kg Dimensiones: 998 x 1640 x 35 mm</p>

Fuente: Elaboración Propia según datos obtenidos por la empresa Heliplast, 2016.

Tabla 10.9 - Características técnicas estructura de montaje

Equipo	Características Técnicas
Estructuras de Montaje: Cotizado por SERVIU	<p>-Cumplir con estándares de seguridad y durabilidad (sobre 20 años). -Se debe preferir material de acero inoxidable para pernería y conectores; y aluminio para los perfiles.</p> <p>IMPORTANTE: El listado de componentes y piezas requeridas para el montaje es suministrado por el proveedor de estos.</p>

Fuente: Elaboración Propia según datos entregados por SERVIU, 2016.

Tabla 10.10 - Características técnicas inversor de corriente

Equipo	Características Técnicas
Inversor de Corriente: STECAGRID 300	<p>DATOS DE ENTRADA Y SALIDA: Tensión máx. inicial: 135V Corriente máx. de entrada: 5A Potencia máx. de entrada:320W Tensión salida: 185V Corriente máx. salida: 1,5A Potencia nominal: 300W</p> <p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: Dimensiones: 176 x 243 x 71 mm Peso: 1,4 kg</p>

Fuente: Elaboración Propia según datos obtenidos por la empresa Heliplast, 2016.

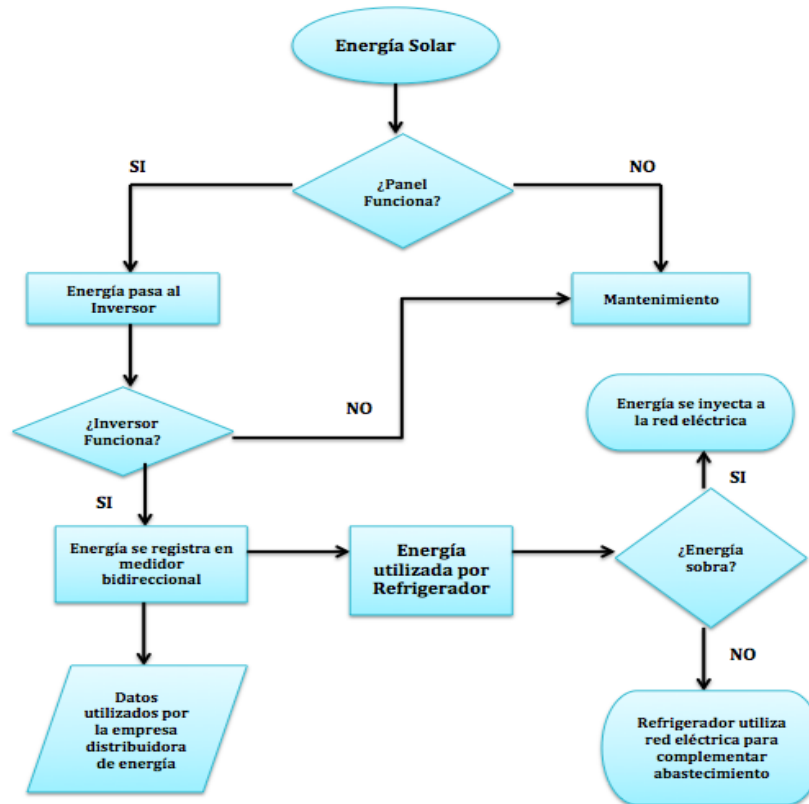
Tabla 10.11 - Características técnicas sistema de interconexión y tablero de control

Equipo	Características Técnicas
Sistema de Interconexión y Tablero de Control: Cotizado por SERVIU	-El sistema se debe mantener en funcionamiento durante varios años sin problemas. -Los elementos de interconexión como conectores terminales, cables, fusibles y lectores de control, ductos y cajas estancas deben poseer una estandarización calificada y certificada para que resistan las condiciones ambientales, y de uso a las que serán sometidas. IMPORTANTE: Exigir que toda instalación posea un plan de mantenimiento tanto de inspección como de corrección durante toda su vida útil.

Fuente: Elaboración Propia según datos entregados por SERVIU, 2016.

A continuación se muestra el diagrama de flujo acerca de la propuesta de mejora de eficiencia energética realizada en esta tesis.

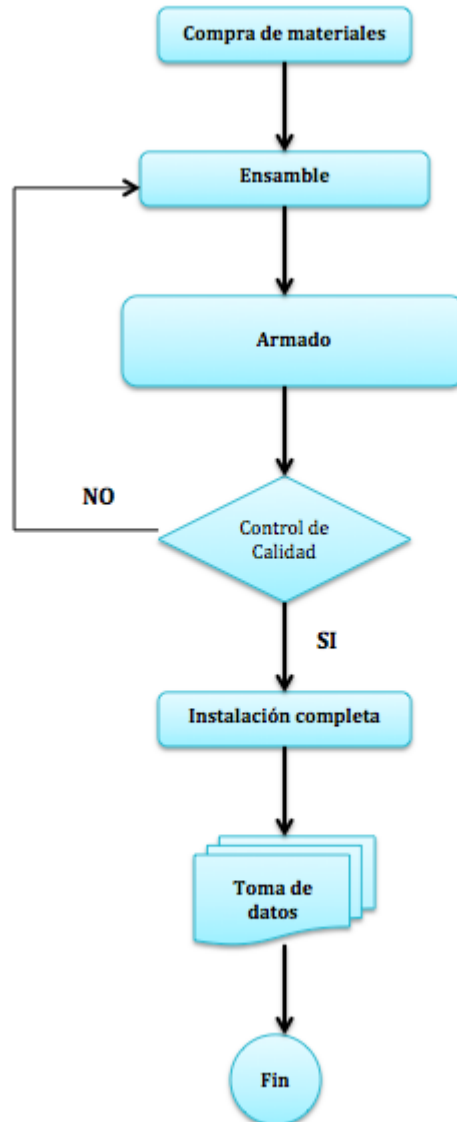
Figura 10.3 - Diagrama de flujo con propuesta de mejora



Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, de manera de entender como es el proceso de servicio de paneles solares en Chile, y con objeto de conocer qué profesionales se requieren para cada uno de los procesos, se presenta el siguiente diagrama de flujo:

Figura 10.4 - Diagrama de flujo Proceso del servicio



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

- Compra de materiales:** Paneles solares, inversor, herramientas varias.
- Ensamble:** Ensamblaje de panel solar
- Armado :** Armado completo con inversor, soportes y herramientas.
- Instalación completa:** instalación total del sistema y puesta en marcha de paneles solares.
- Tomas de datos:** registro-toma de los datos y llenado de documentos.

10.1.3 Mano de Obra necesaria para la propuesta

Para el buen desarrollo de la instalación solar ON GRID se requieren los siguientes cargos:

- **Técnico en electricidad:** Encargado del ensamblaje del panel y armado total, es decir de la instalación completa del sistema solar fotovoltaico.
- **Técnico en control de calidad:** Encargado de realizar las inspecciones de la instalación, cumpliendo con las normas vigentes.
- **Técnico en mantención:** Encargado de realizar revisión periódica del sistema fotovoltaico, siguiendo el plan de mantenimiento.

Tabla 9.12 - Tabla de cargos acordes a los procesos del servicio del sistema fotovoltaico

Proceso	Trabajadores	Cargo	Profesión
Ensamble Panel	1	Técnico	Técnico en electricidad
Armado total	1	Instalador	Técnico en electricidad
Control Calidad	1	Técnico	Técnico en control calidad
Mantención	1	Técnico	Técnico en mantención

Fuente: Elaboración Propia según datos recoletados en Teletrecre, 2015.

Tabla 10.13 - Tabla remuneraciones de los cargos

Personal	Sueldo	Cantidad	Total
Técnico en electricidad	\$ 815.494	2	\$ 1.630.988
Técnico en control calidad	\$ 548.111	1	\$ 548.111
Técnico en mantención	\$ 582.411	1	\$ 582.411

Fuente: Elaboración Propia según datos recoletados en Teletrecre, 2015.

10.2 Estudio económico

El siguiente capítulo tiene como objetivo determinar cuales son los costos necesarios para la realización del proyecto.

10.2.1 Inversión

A continuación se dará a conocer la inversión necesaria para poner en marcha la propuesta de mejora de eficiencia energética. En la siguiente tabla 10.14 se detallan los valores principales para ello:

Tabla 10.14 - Tabla materiales propuesta

Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Panel Fotovoltaico	16	\$207.000	\$3.312.000
Estructuras de montaje	16	\$126.248	\$2.019.968
Inversor de corriente	16	\$250.000	\$4.000.000
Sistema de interconexión y tablero de control	16	\$85.000	\$1.360.000
TOTAL NETO		\$668.248	\$10.691.968

Fuente: Elaboración propia según información obtenida de SERVIU, 2016.

Se da a conocer el valor unitario y total de los materiales (en este caso en su mayoría equipos) que se requieren principalmente para la propuesta.

10.2.2 Costos Variables

- **Costo Instalación**

A continuación se especifica el valor de la instalación del sistema fotovoltaico ON GRID, tanto unitario, es decir por departamento, como total, por edificio de vivienda social.

Tabla 10.15 - Valor monetario instalación sistema fotovoltaico

Instalación	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Sistema Fotovoltaico ON GRID	16	\$ 122.500	\$ 1.960.000

Fuente: Elaboración Propia según datos entregados por la empresa Eolicasolar, 2016.

- **Costo HH**

Se presenta el valor de la mano de obra necesaria para la Puesta en marcha del proyecto, estos gastos se realizan solo una vez, expresado en la siguiente tabla N° 10.16 como valores a mensuales.

Tabla 10.16 - Mano de obra mensual

Personal	Sueldo	Cantidad	mensual
Técnico en electricidad	\$ 815.494	2	\$ 1.630.988
Técnico en control calidad	\$ 548.111	1	\$ 548.111
TOTAL			\$ 2.179.099

Fuente: Elaboración Propia según datos recoletados en Teletrece, 2015.

10.2.3 Costos Fijos

- **Costo Mantenimiento**

El costo de realizar un mantenimiento implica un revisión anual de los equipos del sistema solar fotovoltaico, como lo son el panel fotovoltaico, inversor, la estructura de soporte, el sistema de interconexión y tablero de control.

Considerando un mantenimiento preventivo y correctivo que será proporcionado por el técnico y/o empresa especialista contratado por SERVIU, se aplica un costo a los equipos ya mencionados el cual asciende un 4% preventivo y un 17% correctivo al año de su valor de adquisición acorde a índices de clase mundial para la gestión del mantenimiento. [(Cap.4, 2016)]

Esto es:

- **Preventivo** : Costo de adquisición de equipos x 0.04
= \$10.691.968 x 0,04
= \$ 427.679 /año
- **Correctivo**: Costo de adquisición de equipos x 0.17
= \$10.691.968 x 0,17
= \$1.817.635/año

Además a lo anterior está el sueldo del operador y el costo de mantenimiento, los cuales son:

-Sueldo operador/técnico (mensual): \$ 582.411. La mantención se realiza una vez al año por lo que el sueldo de dicho operador se paga anual.

Por lo tanto, el costo total del mantenimiento por edificio de vivienda social anual es:

-Costo de mantenimiento equipos: \$ 2.245.313
-Sueldo operador/técnico : \$ 582.411
Total Mantenimiento Anual : \$ 2.827.724

Resumiendo en las tablas N° 10.17 y 10.18 se muestran los datos obtenidos con respecto al costo de mantenimiento tanto por vivienda, como por edificio:

Tabla 10.17 - Costo mantenimiento equipos

Mantenimiento Equipos	Departamento	Edificio
Preventivo	\$ 26.730	\$ 427.679
Correctivo	\$ 113.602	\$ 1.817.635
TOTAL	\$ 140.332	\$ 2.245.313

Fuente: Elaboración propia según índices "Evaluando la gestión del mantenimiento", 2016.

Tabla 10.18 - Costo mantenimiento total por departamento y edificio

Costo Mantenimiento	Departamento	Edificio
Mantenimiento Equipos	\$ 140.332	\$ 2.245.313
Sueldo operador/técnico	\$ 582.411	\$ 582.411
TOTAL ANUAL	\$ 722.743	\$ 2.827.724

Fuente: Elaboración propia según índices "Evaluando la gestión del mantenimiento", Teletrece, 2016.

10.2.4 Depreciación

Vida útil de la equipos:

Tabla 10.19 - Vida útil de los equipos

Vida útil Equipos	Años
Panel Fotovoltaico	25
Estructuras de montaje	10
Inversor de corriente	10
Sistema de Interconexión	20
Medidor bidireccional	15

Fuente: Elaboración Propia según SII, 2016.

Cada equipo posee una depreciación anual, que disminuye su valor inicial al pasar los años. Para saber cuantos años son necesarios depreciar los equipos, se consultó a la página de sistema de impuestos internos de Chile, donde se obtuvo algunos de los datos necesarios. [(SII, s.f.)]

Estos valores fueron considerados con una vida de útil normal, no acelerada, pues no se conoce en qué condiciones estarán los equipos, su valor residual es desconocido.

10.2.5 Tabla depreciación

Tabla 10.20 - Depreciación de los equipos

Equipo	Valor	Vida útil	Depreciación
Panel Fotovoltaico	\$3.312.000	25	\$132.480
Estructuras de montaje	\$2.019.968	10	\$201.997
Inversor de corriente	\$4.000.000	10	\$400.000
Sistema de Interconexión	\$336.000	20	\$16.800
Medidor bidireccional	\$1.024.000	15	\$68.267
		TOTAL	\$819.543

Fuente: Elaboración Propia según SII, 2016.

10.3 Evaluación económica

10.3.1 Parámetros de evaluación

El horizonte del proyecto, es decir, los años a evaluar acorde al libro de Evaluación de proyectos [(Urbina)], generalmente se consideran igual a la vida útil de los equipos. Pero de igual manera el libro expone que lo más factible es considerar 5 años como horizonte.

En el caso de este proyecto el equipo principal del sistema fotovoltaico ON GRID es el panel fotovoltaico, el cual tiene una vida útil de 25 años, por lo que el horizonte a considerar como retorno de la inversión será entre los años 20 y 25.

Adicionalmente la tasa de descuento de evaluación a utilizar será de un 6%, la cual se emplea para proyectos de tipo social y para efectos de cálculo de criterios de decisión como lo son el VAN, TIR y PAYBACK.[(Gobierno de Chile)]

10.3.2 Escenarios de evaluación

- La evaluación se realizará para un edificio de vivienda social, por ende el subsidio se amplifico por los 16 departamento que componen un edificio de vivienda social.
- Se evaluará con la intención de cubrir el consumo de energía del refrigerador en un 100%.
- El valor de la UF se tomará como constante para todos los años con un valor de \$26.068 (valor UF del 9 de julio, 2016).[(SII, s.f.)]

Se dispondrá evaluar bajo dos criterios:

- **Escenario 1:** El ahorro de energía eléctrica se toma constante para todos los años. Pues los costos de los kWh, son los cobrados en el último año y están relacionados directamente con el ahorro.
- **Escenario 2 :** El ahorro de energía varía año tras año. Pues los costos de los kWh fueron proyectados, con datos entregados por Chilquinta de los años 2013, 2014 y 2015.

10.3.3 Flujos

Los indicadores de rentabilidad actúan sobre actualizaciones periódicas de los flujos, determinados para cada año de operación considerado en el horizonte de evaluación del proyecto. Estos son:

- **VAN:** Es un criterio que permite ordenar los proyectos, siempre que los años de vida útil sean iguales.
- **TIR:** Es la tasa máxima de interés que se puede pagar por el financiamiento requerido para las inversiones.
- **PAYBACK:** Periodo de recuperación de la inversión.

A continuación se muestran los escenarios evaluados con todas las variables incorporadas en el proyecto:

Evaluación Económica, Escenario 1

Tabla 10.21 - Evaluación económica, escenario 1

AÑOS	0	1	2	3	4
Ingresos (Subsidio)	\$ 22.939.840				
Inversión	\$ -10.691.968				
Instalación + M.O.	\$ -4.139.099				
Ahorro		\$ -12.753.988	\$ -10.676.909	\$ -8.599.830	\$ -6.522.751
Flujo Operacional	\$ 8.108.773	\$ -12.753.988	\$ -10.676.909	\$ -8.599.830	\$ -6.522.751
Operación		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición		\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación		\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 8.108.773	\$ -16.401.255	\$ -14.324.176	\$ -12.247.097	\$ -10.170.018
Impuesto		\$ -3.116.238	\$ -2.721.593	\$ -2.326.948	\$ -1.932.303
Depreciación		\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 8.108.773	\$ -18.697.950	\$ -16.226.226	\$ -13.754.502	\$ -11.282.778
Valor Actual (VA)	\$ 8.108.773	-\$17.639.576	-\$14.441.284	-\$11.548.545	-\$8.937.017

AÑOS	5	6	7	8
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ -4.445.672	\$ -2.368.593	\$ -291.514	\$ 1.785.565
Flujo Operacional	\$ -4.445.672	\$ -2.368.593	\$ -291.514	\$ 1.785.565
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ -8.092.939	\$ -6.015.860	\$ -3.938.781	\$ -1.861.702
Impuesto	\$ -1.537.658	\$ -1.143.013	\$ -748.368	\$ -353.723
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ -8.811.054	\$ -6.339.330	\$ -3.867.606	\$ -1.395.882
Valor Actual (VA)	-\$6.584.132	-\$4.468.978	-\$2.572.179	-\$875.794

AÑOS	9	10	11	12
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 3.862.644	\$ 5.939.723	\$ 8.016.802	\$ 10.093.881
Flujo Operacional	\$ 3.862.644	\$ 5.939.723	\$ 8.016.802	\$ 10.093.881
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 215.377	\$ 2.292.456	\$ 4.369.535	\$ 6.446.614
Impuesto	\$ 40.922	\$ 435.567	\$ 830.212	\$ 1.224.857
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 1.075.842	\$ 3.547.566	\$ 6.019.290	\$ 8.491.014
Valor Actual (VA)	\$636.789	\$1.980.942	\$3.170.887	\$4.219.774

AÑOS	13	14	15	16
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 12.170.960	\$ 14.248.039	\$ 16.325.118	\$ 18.402.197
Flujo Operacional	\$ 12.170.960	\$ 14.248.039	\$ 16.325.118	\$ 18.402.197
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 8.523.693	\$ 10.600.772	\$ 12.677.851	\$ 14.754.930
Impuesto	\$ 1.619.502	\$ 2.014.147	\$ 2.408.792	\$ 2.803.437
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 10.962.738	\$ 13.434.462	\$ 15.906.186	\$ 18.377.910
Valor Actual (VA)	\$5.139.759	\$5.942.075	\$6.637.096	\$7.234.396

AÑOS	17	18	19	20
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 20.479.276	\$ 22.556.355	\$ 24.633.434	\$ 26.710.513
Flujo Operacional	\$ 20.479.276	\$ 22.556.355	\$ 24.633.434	\$ 26.710.513
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Imppto.	\$ 16.832.009	\$ 18.909.088	\$ 20.986.167	\$ 23.063.246
Impuesto	\$ 3.198.082	\$ 3.592.727	\$ 3.987.372	\$ 4.382.017
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 20.849.634	\$ 23.321.358	\$ 25.793.082	\$ 28.264.806
Valor Actual (VA)	\$ 7.742.812	\$ 8.170.493	\$ 8.524.949	\$ 8.813.100

Fuente : Elaboración propia

*Proyecto evaluado con un ahorro anual del edificio \$2.077.069 por Edificio de Vivienda Social y una Tasa Social de descuento real de 6%.

Para efectos de ahorro de la inversión, se tiene que en el noveno año comienza a haber un resultado positivo, que indica que de la inversión realizada y la mano de obra gastada para el proyecto, se suplirán año tras año con el ahorro que produce el panel fotovoltaico ON GRID, que es de \$2.077.079.

El flujo final del año 0 es de \$8.108.773, lo que indica que el subsidio de \$22.939.840 proporcionado para este proyecto podría reducirse a \$14.831.067 al hablar de edificio de vivienda social, pero si se considera por departamento ya no serían 55 UF(\$1.433.740) sino 29 UF (26 UF del sistema ON GRID y 5 UF de la instalación, es decir, \$790.748) que SERVIU deberá entregar a cada familia para obtener tecnologías de eficiencia energética en su hogar que les permita generar un ahorro.

Tabla 10.22 - Resumen indicadores 1

VAN	\$ 9.254.339
TIR	7%
PAYBACK	Año 19

Fuente: Elaboración Propia

El VAN es positivo y la TIR es mayor que la tasa social de descuento real, que es un 6%, por lo tanto el proyecto es factible. En general, para cualquier proyecto el VAN es positivo cuando la tasa de interés es baja.

El PAYBACK o periodo de recuperación de la inversión se produce en el año 19.

Evaluación Económica, Escenario 2**Tabla 10.23 – Evaluación económica, escenario 2**

AÑOS	0	1	2	3	4
Ingresos (Subsidio)	\$ 22.939.840				
Inversión	\$ -10.691.968				
Instalación + M.O.	\$ -4.139.099				
Ahorro		\$ -12.754.587	\$ -10.516.883	\$ -8.155.925	\$ -5.671.714
Flujo Operacional	\$ 8.108.773	\$ -12.754.587	\$ -10.516.883	\$ -8.155.925	\$ -5.671.714
Operación		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento		\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación		\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 8.108.773	\$ -16.401.854	\$ -14.164.150	\$ -11.803.192	\$ -9.318.981
Impuesto		\$ -3.116.352	\$ -2.691.189	\$ -2.242.607	\$ -1.770.606
Depreciación		\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 8.108.773	\$ -18.698.663	\$ -16.035.796	\$ -13.226.256	\$ -10.270.044
Valor Actual (VA)	\$ 8.108.773	-\$17.640.248	-\$14.271.801	-\$11.105.020	-\$8.134.837

AÑOS	5	6	7	8
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ -3.064.248	\$ -333.529	\$ 2.520.445	\$ 5.497.672
Flujo Operacional	\$ -3.064.248	\$ -333.529	\$ 2.520.445	\$ 5.497.672
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ -6.711.515	\$ -3.980.796	\$ -1.126.822	\$ 1.850.405
Impuesto	\$ -1.275.188	\$ -756.351	\$ -214.096	\$ 351.577
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ -7.167.160	\$ -3.917.604	\$ -521.375	\$ 3.021.525
Valor Actual (VA)	-\$5.355.719	-\$2.761.756	-\$346.744	\$1.895.742

AÑOS	9	10	11	12
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 8.598.153	\$ 11.821.889	\$ 15.168.878	\$ 18.639.121
Flujo Operacional	\$ 8.598.153	\$ 11.821.889	\$ 15.168.878	\$ 18.639.121
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 4.950.886	\$ 8.174.622	\$ 11.521.611	\$ 14.991.854
Impuesto	\$ 940.668	\$ 1.553.178	\$ 2.189.106	\$ 2.848.452
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 6.711.098	\$ 10.547.343	\$ 14.530.260	\$ 18.659.849
Valor Actual (VA)	\$3.972.289	\$5.889.581	\$7.654.360	\$9.273.373

AÑOS	13	14	15	16
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 22.232.618	\$ 25.949.369	\$ 29.789.373	\$ 33.752.632
Flujo Operacional	\$ 22.232.618	\$ 25.949.369	\$ 29.789.373	\$ 33.752.632
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 18.585.351	\$ 22.302.102	\$ 26.142.106	\$ 30.105.365
Impuesto	\$ 3.531.217	\$ 4.237.399	\$ 4.967.000	\$ 5.720.019
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 22.936.110	\$ 27.359.044	\$ 31.928.650	\$ 36.644.928
Valor Actual (VA)	\$10.753.344	\$12.100.932	\$13.322.710	\$14.425.140

AÑOS	17	18	19	20
Ingresos (Subsidio)				
Inversión				
Instalación + M.O.				
Ahorro	\$ 37.839.145	\$ 42.048.911	\$ 46.381.932	\$ 50.838.206
Flujo Operacional	\$ 37.839.145	\$ 42.048.911	\$ 46.381.932	\$ 50.838.206
Operación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724	\$ -2.827.724
Depreciación	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543	\$ -819.543
Flujo antes de Impto.	\$ 34.191.878	\$ 38.401.644	\$ 42.734.665	\$ 47.190.939
Impuesto	\$ 6.496.457	\$ 7.296.312	\$ 8.119.586	\$ 8.966.278
Depreciación	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543	\$ 819.543
Flujo	\$ 41.507.878	\$ 46.517.500	\$ 51.673.794	\$ 56.976.761
Valor Actual (VA)	\$ 15.414.549	\$ 16.297.117	\$ 17.078.861	\$ 17.765.623

Fuente: Elaboración Propia

*Para la proyección del ahorro se utilizaron los siguientes datos de la Región de Valparaíso, proporcionados por Chilquinta:

Tabla 10.24 – Valores kWh/mes Chilquinta

Año	kWh/mes
2013	\$ 126
2014	\$ 138
2015	\$ 153

Fuente: Elaboración Propia Según Chilquinta, 2016.

En cuanto al ahorro de la inversión, en este caso se tiene que en el octavo año comienza a haber un resultado positivo, este difiere del escenario anterior, pues los ahorros fueron proyectados desde el año 2016 y se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10.25 - Ahorro anual

Año	Ahorro
2016	\$ 2.076.480
2017	\$ 2.237.704
2018	\$ 2.360.958
2019	\$ 2.484.212
2020	\$ 2.607.466
2021	\$ 2.730.720
2022	\$ 2.853.973
2023	\$ 2.977.227
2024	\$ 3.100.481
2025	\$ 3.223.735
2026	\$ 3.346.989
2027	\$ 3.470.243
2028	\$ 3.593.497
2029	\$ 3.716.751
2030	\$ 3.840.005
2031	\$ 3.963.259
2032	\$ 4.086.513
2033	\$ 4.209.767
2034	\$ 4.333.020
2035	\$ 4.456.274

Fuente: Elaboración Propia

El flujo del año 0 para este caso presenta las misma característica que el escenario anterior, pues la puesta en marcha es la misma para ambos. Sus variaciones se reflejan desde el año 2, cuando el ahorro se ve afectado por las proyecciones realizadas.

Tabla 10.26 - Resumen indicadores 2

VAN	\$ 94.336.268
TIR	15%
PAYBACK	Año 14

Fuente: Elaboración Propia

El VAN y TIR presentan resultados mucho más positivos que el escenario anterior, estableciendo por lo tanto que al proyectar el precio del kWh, el cual afecta directamente al ahorro energético, el proyecto se hace más real y por lo tanto más factible. Aunque es de conocimiento que las proyecciones pueden diferir con el transcurso de los años.

El PAYBACK para este escenario es en el año 14, recuperándose en menor tiempo la inversión realizada en comparación con el otro escenario.

11. Resultados obtenidos

Durante esta tesis se han obtenido resultados de diferentes tipos, los cuales serán resumidos en este capítulo.

11.1 BALANCE DE EQUIPOS

El sistema solar fotovoltaico, requiere diferentes equipos, los cuales fueron elegidos y calculados según las necesidades y requerimientos de la propuesta.

11.1.1 Cantidad de paneles solares

Según la propuesta de esta tesis, se pretende cubrir el consumo de energía del refrigerador en un 100%, por lo tanto en la tabla N° 11.1, se demuestra el consumo promedio que requiere un refrigerador por departamento y por edificio. Así también, la cantidad de paneles elegidos para llevar a cabo el abastecimiento de este consumo, los que aportan una energía de 250 kW, por lo tanto un panel por vivienda es lo que se necesita para completar el consumo que se demanda.

Tabla 11.1 - Cantidad de paneles solares por vivienda y edificio

RESUMEN	Departamento	Edificio
Energía eléctrica a cubrir	154,5W	2.472W
Cantidad de paneles FV	1	16

Fuente: Elaboración Propia

11.1.2 Características de inversor

El inversor es aquel encargado de convertir la corriente directa en alterna, este debe poseer una potencia igual o mayor a la suma de la potencia de los equipos a utilizar, el cual es el panel solar para este caso, que aporta una potencia de 250W.

Este fue seleccionado bajo parámetros de tensión, potencia y costo, mencionados ya en el capítulo 8.

Tabla 11.2 -- Inversor stecagrid 300

Inversor	Tension	Potencia
STECAGRID 300	185V	300W

Fuente: Elaboración Propia

11.2 COSTOS DEL SISTEMA

Tabla 11.3 - Costos total, inversión

Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Panel Fotovoltaico	16	\$207.000	\$3.312.000
Estructuras de montaje	16	\$126.248	\$2.019.968
Inversor de corriente	16	\$250.000	\$4.000.000
Sistema de interconexión y tablero de control	16	\$85.000	\$1.360.000
TOTAL NETO		\$668.248	\$10.691.968

Fuente: Elaboración Propia

Se resumen la cantidad de equipos para poner en marcha el proyecto y el valor total unitario por vivienda y por edificio.

11.3 Evaluación económica

Para obtener un proyecto rentable, se presentó una propuesta que incluye tecnologías de eficiencia energética y un plan de mantenimiento para la misma, con los objetivos de obtener beneficios, traducidos en la optimización de recursos.

Es por esto que se escoge el escenario 2, donde los ahorros de energía eléctrica fueron proyectados año a año, a lo largo del horizonte del proyecto que fueron 20. Este presenta indicadores de rentabilidad mejores, en el caso del VAN y TIR más altos, y en el caso del PAYBACK menor. Lo que tiene una explicación fundamental en los flujos actualizados año a año, pues en el escenario 1 estos comienzan a ser positivos en el año 9 y van aumentando una cantidad mínima hasta el año 20, en cambio en el escenario 2 estos son positivos desde el año 8 teniendo un aumento considerable hasta el año 20. Datos que reflejan que al ser el ahorro cada vez mayor en el transcurso de los años la recuperación de la inversión será en menos tiempo.

Además al ser positiva la puesta en marcha del proyecto, se argumenta por medio del estudio realizado que el diferencial restante de 26 UF (\$677.768 app.) se ocupará para cubrir los 3 años de mantenimiento posteriores al año 0. A continuación véase la tabla N° 11.4 donde se detalla esta información:

Tabla 11.4 - Ahorro subsidio para mantenimiento

	Departamento	Edificio
Ahorro subsidio	\$ 677.768	\$ 10.844.288
Mantenimiento	\$ 176.733	\$ 2.827.724

Fuente: Elaboración Propia

12. Conclusiones

Desde el comienzo de esta tesis se plantearon objetivos que fueron cumplidos en su totalidad. Dentro de estos, el objetivo principal era generar una propuesta de mejora que estuviera bajo las características del uso de tecnologías de eficiencia energética, que pudiesen disminuir el consumo energético de un edificio de vivienda social tipo condominio de la región de Valparaíso, y que esta propuesta estuviera dentro de los rangos del subsidio que SERVIU entrega por vivienda.

El presente trabajo presenta una propuesta de mejora con su respectivo plan de mantenimiento, el cual fue obtenido en base a una metodología establecida que permitió realizar un estudio en la ciudad de Valparaíso, específicamente en el “Condominio Social Juan Pablo II” alcanzando mejoras y resultados esperados, que fueron planteados en un comienzo, en base a recopilación, encuestas, datos y análisis de la información.

Se llegó a determinar esta zona en específico con ayuda del SERVIU, con el fin de obtener un edificio de vivienda social tipo, el cual dentro de sus características presenta una superficie promedio de 56,51 m² por departamento.

A la hora de analizar el comportamiento de la energía dentro de la vivienda social se realizaron encuestas que relacionaban el consumo y confort; estas se desarrollaron en la ciudad de Los Andes, específicamente en la Villa Cristo Redentor, pues esta población fue una de las primeras en incorporar tecnologías de eficiencia energética en la quinta región. A pesar de que la tecnología que incorporan es un termopanel, el estudio permitió tener una pauta respecto al gasto de energía; estableciendo que los artefactos que más consumen son los eléctricos. Con respecto al confort, los habitantes de la Villa estimaron que el termopanel no era necesario, pues no servía en los meses de invierno ni verano por las excesivas diferencias de temperatura en ambas estaciones; decretando así que la energía eléctrica, cuyo valor promedio mensual en esa zona es de \$19.819, era la energía que se necesita ahorrar por los altos precios de esta.

Luego de obtener esta pauta respecto al comportamiento de energía con incorporación de tecnologías eficientes en la ciudad de los Andes, se procede al levantamiento de la vivienda social como proceso, en el cual se analiza como entrada el consumo de energía eléctrica. Realizando un diagnóstico energético por medio de encuestas nuevamente en el condominio sin tecnologías de eficiencia energética seleccionado para el estudio en la ciudad de Valparaíso, que proporcionen el consumo real de energía y el potencial de ahorro. La información obtenida una vez más indica que los artefactos que mayor frecuencia de uso y consumo presentan son los eléctricos, dentro de los cuales el refrigerador es el principal.

Mediante las encuestas realizadas se procedió a rediseñar el consumo energético eléctrico donde se elaboró parámetros cuantitativos y cualitativos, donde se calcularon las horas de uso, consumos energéticos y potencia para los equipos eléctricos, reiterando una vez más al refrigerador como el mayor porcentaje de uso con un 61,5% del total de artefactos eléctricos en la vivienda, una potencia de 0,064 kWh y un consumo mensual de 46,35 kWh/mes; seguido por el calefactor con un consumo de 13,5 kWh/mes y el microondas con un consumo de 8,2 kWh/mes. Se obtuvo la documentación oficial relacionada con

eficiencia energética en edificaciones acorde a la propuesta que radica en el Artículo 3° de la Ley N° 20.402, establecer estándares de MEPS y el CIEE, coordinación de políticas de eficiencia energética al interior del gobierno.

Posteriormente, se pasó a la creación de la propuesta de mejora de eficiencia energética, la que comprende la utilización de paneles fotovoltaicos ON GRID conectados al refrigerador en el departamento de vivienda social, al ser el más factible para la optimización de recursos y ahorro en la cuenta final de consumo. La propuesta fue enfocada a cubrir el consumo total de este, ya que fue el que mayor gasto de energía presentó, además cabe señalar que es uno de los electrodomésticos más utilizados en el mundo, ayudando a enfriar y mantener los alimentos en buen estado por un tiempo prolongado, pudiendo inferir entonces que es una necesidad básica indispensable dentro de cualquier hogar.

Los datos obtenidos arrojaron que el refrigerador presenta un consumo diario promedio de 154,5W, lo que se busca con la propuesta descrita es abastecer con un panel de 250W este electrodoméstico, siendo posible integrar uno por departamento, es decir 16 paneles por edificio de vivienda social, ocupando una superficie de 26.176 m² en total. La elección de tan solo un panel solar fotovoltaico destinado a cada departamento, es por la necesidad de abastecer solo el refrigerador y no otra parte de la casa. El sistema fotovoltaico ON GRID tiene un valor neto de \$931.080 considerando mantención por vivienda. Adicionalmente se incorporó un plan de mantenimiento con el fin de garantizar el funcionamiento del panel, reduciendo y previniendo futuras fallas. Este plan consiste en un mantenimiento Preventivo y Correctivo e incluye los requisitos legales del mantenimiento de una instalación fotovoltaico ON GRID.

Mediante la propuesta realizada se obtuvo que del total de la boleta de luz se ahorra un 40,33%, el cual se traduce en dinero la suma de \$10.818 mensual por departamento y \$129.817 anual por departamento, lo que a nivel de edificio asciende a \$2.077.079.

Finalmente la evaluación económica con un horizonte de 20 años entregó como resultado que el escenario 2, correspondiente a la variación del ahorro energético año tras año era el más factible obteniendo resultados positivos de VAN y TIR, junto con una recuperación de inversión en el año 14. Además se considera que las 55 UF proporcionadas por SERVIU son demasiadas para la presunta implementación de tecnología de eficiencia energética, pues con 29 UF basta, obteniendo un remanente de 26 UF, equivalentes a 3 años de mantención.

Cabe destacar que los proyectos actuales que realiza SERVIU con integración de tecnologías eficientes energéticamente, constan de una recuperación de inversión entre 60 y 80 años, excesiva cantidad de tiempo, la cual además asume costos totales del proyecto que oscilan entre los \$70.000.000 y \$80.000.0000. Enfatizando de esta manera que lo obtenido tras este trabajo de titulación, facilita y propone optimización tanto de tiempo como de recursos, por medio de la innovación sustentable.

Junto con lo anterior, SERVIU aún no ha llevado a cabo conexiones a red en el ámbito de terreno, pues indica que para ello es necesario establecer un procedimiento regulado por la SEC que permita tanto inyectar energía a la red como obtenerla directamente, procedimientos que actualmente carecen de mecanismos vanguardistas, pues mantienen estándares utilizados desde muchos años atrás, que indisponen el constante progreso a nuevos proyectos rentables.

A raíz de lo anterior, es que la propuesta realizada parece ser la configuración más acertada desde el punto de la Eficiencia energética del Sistema, pero las complejidades del proceso de regulación impiden la optimización de recursos, dando lugar a proyectos insensatos. Sin más, los aportes en el campo de esta investigación son significativos y dan hincapié inicial para una nueva forma de distribuir los recursos, ya sea ahorrando en subsidios como aumentando la cantidad de familias beneficiadas.

Recomendaciones

- Esta recomendación va dirigida a todos los usuarios que consumen energía eléctrica, que consta en utilizar artefactos eléctricos con etiquetado de eficiencia energética, además de mantenerlos desconectados el mayor tiempo posible de la fuente de energía. Puntualmente, como nuestro trabajo se basó en generar eficiencia energética para el uso del refrigerador, su etiquetado debe ser con letra A y B, asimismo controlar las veces en que se abre la puerta de él, pues mientras más veces es abierta, el motor debe trabajar el triple incurriendo en un mayor gasto energético.

Como futuros Ingenieros Civiles Industriales, al estar preparados para dar soluciones integrales en diversas áreas, somos capaces de realizar actividades propias de la ingeniería que nos permiten generar una optimización de recursos, tanto para una organización pública como privada. En este caso al ser una institución pública, debemos actualizarnos de la situación económica en la que se encuentra inmerso nuestro país y por lo mismo estar comprometidos con el crecimiento de él, es por ello que al ser la energía uno de los temas más discutidos a nivel mundial y el que más se puede explotar, nos vemos en la obligación de interesarnos en el tema energético del país y ver posibles oportunidades de ahorro, sin tener la necesidad de incurrir en grandes gastos, ni mucho menos deteriorando el medio ambiente. Cumpliendo así con nuestra formación como ingeniero, dentro de la cual una de las principales cualidades es llevar un compromiso ético social. Dicho esto el panorama energético de Chile en la actualidad, se refleja en el Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE20), el cual se crea en 2012 con la finalidad de alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada en el año 2020, con base en 2010 por medio de la integración de eficiencia energética a los diferentes sectores del país. En el caso de nuestro proyecto, al trabajar con SERVIU, se propuso una manera optimizar recursos energéticos en un edificio de vivienda social, logrando un ahorro de electricidad significativo por medio del uso de paneles fotovoltaicos ON GRID conectados al refrigerador del hogar.

Referencias

- Fundación ingenieros ICAI para el desarrollo. (s.f.). *Manual de formación para instalación y mantenimiento de pequeñas instalaciones fotovoltaicas*. España.
- ACESOL, A. C. (May. de 2016). *Cómo usar energía solar FV*. Obtenido de <http://www.acesol.cl/index.php/c%C3%B3mo-usar-esolar-fotovoltaica.html>
- ACESOL, A. C. (May. de 2016). *Cómo usar energía solar FV*. Obtenido de <http://www.acesol.cl/index.php/c%C3%B3mo-usar-esolar-fotovoltaica.html>
- AChEE. (2014). *Manual de gestor energético, sector construcción*. Santiago, Chile.
- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (Oct. de 2015). *Sobre Consumo Eléctrico*. Obtenido de <http://www.acee.cl/>
- Área de habitabilidad y Eficiencia energética. MINVU. (s.f.). *Sobre revisión e inspección de proyectos de vivienda nueva y existente*. Modulo III: Sistemas solares térmicos.
- Boragina, G. (Mar. de 2014). *Acción humana*. Obtenido de <http://www.accionhumana.com/2014/03/que-son-las-necesidades-basicas.html>
- Buildingsystems, S. (s.f.). *El proceso fotovoltaico: de la radiación solar a la energía conectada a la red*. Obtenido de <http://www.sapa-solar.com/spain/fotovoltaica/index.html>
- Cap.4, L. (Jul. de 2016). *Mantenimiento Mundial*. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/libro/Lourival/cap4.asp>
- Carrasco, J. B. (2012). *Gestión de Procesos*. 4ta Edición.
- Carrasco, J. B. (2012). *Gestión de Procesos*. 4ta Edición.
- Chile, O. (s.f.). *Preguntas Frecuentes Energía Solar Fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.opitra.cl/content/6-Preguntas-Frecuentes-Fotovoltaicas>
- colaboradores, M. b. (s.f.). *Manual de operación y mantenimiento de los SFV*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (02 de Oct. de 2015). *Sobre Energías*. Obtenido de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/2764-sostenibilidad-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-el-aporte-de-las-fuentes>
- Contreras, S. A. (2012). *Evaluación de paneles fotovoltaicos para consumo en Vivero SERVIPLANT*. Curicó, Chile.
- cookcina. (s.f.). *Diferencias de una cocina a gas y una eléctrica*. Obtenido de <http://cookcina.com/2014/08/05/diferencias-de-una-cocina-a-gas-v-s-una-cocina-electrica/>
- cualificaciones, I. n. (2016). *Montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas*. España.

- Devis, R. (14 de Abr. de 2016). *RANKIA Chile*. Obtenido de <http://www.rankia.cl/blog/luz-y-gas/2552235-tipos-calefaccion-gas-electrica-radiante-bomba-calor>)
- Diario el Morrocotudo, A. (Dic. de 2015). *El morro cotudo*. Obtenido de <http://www.elmorrocotudo.cl/noticia/sociedad/liceo-pablo-neruda-es-el-primer-establecimiento-del-pais-en-usar-energias-renovable>)
- Diario El Proa, V. (14 de Ago. de 2015). Indap aprueba 45 proyectos de riego con energías renovables. Obtenido de <http://elproa.cl/web/detallenoticia.asp?id=18701>
- diariopyme. (Abr. de 2016). *Consejos para ahorrar energía y dinero durante el invierno*. Obtenido de http://www.diariopyme.com/consejos-para-ahorrar-energia-y-dinero-durante-el-invierno/prontus_diariopyme/2014-07-08/105731.html
- ECODES, E. y. (s.f.). *Consumo responsable*. Obtenido de <http://www.consumoresponsable.org/actua/energia/energiasreducir>
- Economía y negocios*. (s.f.). Obtenido de http://www.economiaynegocios.cl/mis_finanzas/detalles/detalle_fin.asp?id=1444
- eHow. (Abr. de 2016). *Ventajas y Desventajas de una estufa a gas*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/ventajas-desventajas-estufa-gas-lista_319842/
- Eolicasolar. (s.f.). Obtenido de www.eolicasolar.cl.
- Eolicasolar. (Jun. de 2016). Obtenido de www.eolicasolar.cl
- Evaluando la Gestión del Mantenimiento*. (Jul. de 2016). Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/libro/Lourival/cap4.asp>
- Fernández, M. C. (2012). *Manual mantenimiento*. España: Proyecto escuela ingeniería técnica España.
- Fernández, M. C. (2012). *Manual mantenimiento*. España: Proyecto escuela ingeniería técnica España.
- fernandez, M. C. (s.f.). *Planta solar fotovoltaica de 500kw sobre la cubierta de una nave industrial en la ciudad de sevilla*. España: Dpto de Ingeniería y construcción y proyectos de ingeniería.
- GLP Chile. (08 de Oct. de 2015). *Sobre Gas Licuado*. Obtenido de <http://www.glpchile.cl/el-glp/usos-del-glp>
- Gobierno de Chile. (2009). *Camino al Bicentenario, Propuestas para Chile*.
- Gobierno de Chile. (2012). *La Eficiencia Energética en el currículum escolar de educación técnica profesional*. Santiago, Chile.
- Gobierno de Chile. (2013). *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020*. Santiago, Chile.
- Gobierno de Chile. (30 de Sep. de 2015). *Sobre SERVIU V Región*. Obtenido de <http://www.gobiernotransparentechile.cl/directorio/entidad/16/250>

- Gobierno de Chile. (30 de Sep. de 2015). *Sobre SERVIU V Región*. Obtenido de http://www.gob.cl/cuenta-publica/2015/sectorial/2015_sectorial_ministerio-vivienda-y-urbanismo.pdf
- Gobierno de Chile. (s.f.). *Curso de Preparación y Evaluación Social de Proyectos. Sistema Nacional de Inversiones EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS*.
- Gobierno de Chile. (s.f.). *Manual para el diseño y ejecución de planes de habilitación social*.
- Heliplast. (Jun. de 2016). Obtenido de www.heliplast.cl
- Iberoamérica, P. d. (2009). *1er taller eficiencia para la seguridad y la sostenibilidad de iberoamérica (efesos)*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-48212009000400009&script=sci_arttext&lng=pt
- Icarito. (May. de 2016). *Documento Educación tecnológica, Sociedad y Tecnología*. Obtenido de <http://www.icarito.cl/2009/12/73-7301-9-el-refrigerador.shtml/>
- ienergía. (20 de Abr. de 2016). *Soluciones inteligentes de energía*. Obtenido de <http://www.ienergia.cl/primer-sistema-on-grid-en-chile/>
- INE. (2014). *Distribución y Consumo Energético en Chile*. Santiago, Chile.
- INE. (2014). *Informe Medio Ambiente*.
- Información, I. P. (s.f.). *Influencia de la irradiación y temperatura sobre una placa fotovoltaica*. Obtenido de <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/11/09/influencia-de-la-irradiacion-y-temperatura-sobre-una-placa-fotovoltaica/>
- Innovahome, I. v. (May. de 2016). *Energía solar*. Obtenido de <http://www.ingenieriaverde.org/preguntas-frecuentes/>
- (s.f.). *Instalaciones fotovoltaicas. Mantenimiento*.
- Instruments, S. (May. de 2016). *Célula y Panel Fotovoltaico*. Obtenido de <http://www.solar-instruments.es/energia-solar/fv/celula-y-panel-fotovoltaico/>
- International Energy Agency (IEA). (2015). *Energy Efficiency Market Report*. 75739 Paris Cedex 15, France : International Energy Agency 9 rue de la Fédération .
- International Energy Agency. (2015). *Energy Efficiency Market Report 2015*. París, Francia.
- International Energy Agency. (14 de Oct. de 2015). *Sobre IEA*. Obtenido de <http://www.iea.org/aboutus/>
- Intronica. (2016). Utilización de la Termografía . *Electro Industria*, <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1969&xit=utilizacion-de-la-termografia-en-el-mantenimiento-de-plantas-fotovoltaicas>. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1969&xit=utilizacion-de-la-termografia-en-el-mantenimiento-de-plantas-fotovoltaicas>
- Inventos modernos* . (s.f.). Obtenido de <http://www.inventosmodernos.cl/refrigerador.htm>

- Ministerio de Energía. (08 de Oct. de 2015). *Sobre Estrategía Nacional de Energía 2012-2013*. Obtenido de <http://www.minenergia.cl/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>
- Ministerio de Energía. (Abr. de 2016). *Chile renueva sus energías*. Obtenido de http://www.chilerenuevaenergias.cl/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=11)
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (30 de Sep. de 2015). *Sobre MINVU*. Obtenido de <http://valparaiso.minvu.cl/quienes-somos/>
- MINVU - SERVIU. (2015). *Itemizado Técnico para sistemas solares térmicos*. Valparaíso, Chile.
- MINVU. (2009). *Política Urbano Habitacional de Calidad e Integración*.
- MINVU. (Nov. de 2015). *Compra Vivienda*. Obtenido de http://www.minvu.cl/opensite_det_20150618152336.aspx
- MINVU. (Nov. de 2015). *Comprar o Construir Vivienda*. Obtenido de http://www.minvu.cl/opensite_20150713124520.aspx
- MINVU. (Oct. de 2015). *Sobre Calificación Energética de Viviendas*. Obtenido de <http://www.acee.cl/sites/default/files/noticias/documentos/Presentacion%20Ragnar%20%20Branth.pdf>
- MINVU. (30 de Sep. de 2015). *Sobre Estrategia Nacional de Construcción Sustentable*. Obtenido de <http://csustentable.minvu.cl/estrategia-nacional/>
- MINVU. (30 de Sep. de 2015). *Sobre Fundamentos de Construcción Sustentable*. Obtenido de <http://csustentable.minvu.cl/fundamentos/>
- MINVU. (Jul. de 2016). *Subsidios para Reparación y Mejoramiento de la Vivienda*. Obtenido de http://www.minvu.cl/opensite_det_20110425113800.aspx
- MINVU Y SERVIU. (2013). *Balance de Gestión Integral*. Santiago, Chile.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (14 de Oct. de 2015). *OCDE*. Obtenido de <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- para?, C. h. (May. de 2016). *Cómo ahorrar energía en el uso del refrigerador?* Obtenido de http://comohacerpara.com/ahorrar-energia-en-el-uso-del-refrigerador_115h.html
- Pistarelli. (2010). *Manual de Mantenimiento*.
- Pistarelli, A. J. (2010). *Manual Mantenimiento*.
- Pistarelli, A. J. (s.f.). *Manual de Mantenimiento*.
- Punto Solar, E. a. (May. de 2016). *Instalaciones fotovoltaicas ON GRID*. Obtenido de <http://puntosolarchile.blogspot.cl/2013/02/dudas-preguntas-fotovoltaico-on-grid.html>

- renovables, E. (May. de 2016). *Como limpiar paneles solares*. Obtenido de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/como-limpiar-paneles-solares/>
- Rubén Ramos Heredia, C. (s.f.). *Mantenimiento de sistemas solares FV*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia22/HTML/articulo02.htm>
- Ruiz., J. D. (s.f.). *Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas*. España: Colaboración del COFIS.
- Ruiz., J. D. (s.f.). *Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas*. España: Colaboración del COFIS. .
- Sech-Spahousec. (2011). *Análisis Consumo Energético Sector Residencial*. España.
- SII. (s.f.). *Tabla vida útil*. Obtenido de http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm
- SII. (s.f.). *Valor UF*. Obtenido de <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2016.htm>
- SIMEC Chile SRL. (s.f.). *Proyecto SIMEC Chile*. Obtenido de (FUENTE: Proyecto Simec Chile)
- Sistema de Impuesto Interno (SII). (2016). *Valores UF*. Obtenido de <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2016.htm>
- Solar, P. (May. de 2016). *Paneles FV ON GRID*. Obtenido de <http://puntosolarchile.blogspot.cl/2013/02/dudas-preguntas-fotovoltaico-on-grid.htm>
- Solar, P. (s.f.). *Panel FV ON GRID Y OFF GRID*. Obtenido de <http://puntosolarchile.blogspot.cl/2013/02/dudas-preguntas-fotovoltaico-on-grid.html>
- Solarenergy. (Jun. de 2016). Obtenido de www.solarenergy.cl
- Solares, P. (Jul. de 2016). *Energía solar a tu alcance*. Obtenido de <http://panelessolarescaseros.com/>
- Solener. (Jun. de 2016). Obtenido de [-www.solener.cl](http://www.solener.cl)
- SOLVENTO. (s.f.). *Solvento Energy*. Obtenido de <http://www.solventoenergy.com/en/photovoltaics-installation-and-maintenance-of-photovoltaic-panels/>
- Suárez, M. (2011). *Interaprendizaje de Estadística Básica*.
- Subdirectora, A. C. (s.f.).
- SUNEDISON. (s.f.). *Manual de formación para instalación y mantenimiento de pequeñas instalaciones fotovoltaicas*. Fundación icai.
- Superintendencia Servicios Sanitarios, G. d. (2016). *SISS da a conocer nivel de consumo de agua potable en el país*.

- Sustentables, T. y. (May. de 2016). *Sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica*. Obtenido de <http://www.tmsmx.com/informacion/sistema-fotovoltaico/interconectado>
- technology, A. S. (May. de 2016). *Clasificación Plantas FV*. Obtenido de <http://www.aros-solar.com/es/classificazione-degli-impianti-fv>
- Tecnología fotovoltaica aprovecha la mejor radicación solar del planeta. (2015). *Electricidad, La revista energética de Chile*, <http://www.revistaei.cl/informes-tecnicos/tecnologia-fotovoltaica-aprovecha-la-mejor-radicacion-solar-del-planeta/>. Obtenido de <http://www.revistaei.cl/informes-tecnicos/tecnologia-fotovoltaica-aprovecha-la-mejor-radicacion-solar-del-planeta/>
- tiempo.net, T. (Jul. de 2016). *Horas Sol y Luna*. Obtenido de <http://www.tutiempo.net/chile/santiago.html?datos=calendario>
- Todo sobre paneles fotovoltaicos*. (May. de 2016). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula_fotovoltaica
- Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Eléctrica. (s.f.). *Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial*. España.
- Urbina, G. B. (s.f.). *Evaluación de Proyecto*. 4ta edición.
- Vargas, J. P. (Jul de 2015). *Renúevate Chile*. Obtenido de http://www.renuevatechile.cl/articulo_3.php
- Vargas, J. P. (Jul. de 2015). *Renúevate Chile*. Obtenido de http://www.renuevatechile.cl/articulo_4.php
- VERUSGAS, F. (08 de Oct. de 2015). *Sobre Gas Licuado*. Obtenido de <http://www.versusgas.com/es/basic-info-about-gas.html>
- White, B. (14 de Abril de 2016). *eHow*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/ventajas-desventajas-cocinar-gas-info_314853/

Anexos

Anexo 1 Rediseño

Hacemos rediseño de procesos para obtener un beneficio mayor, con la probable consecuencia de que el cambio en el proceso también sea grande. Por lo tanto, es preferible no entrar demasiado al detalle del funcionamiento previo del proceso, es suficiente con una descripción general.

Dicen Hammer y Champy (1994, p. 136): “Antes de proceder a rediseñar, el equipo necesita saber ciertas cosas acerca del proceso existente: qué es lo que hace, cómo lo hace (bien o mal), y las cuestiones críticas que gobiernan su desempeño. Como la meta del equipo no es mejorar el proceso existente, no necesita analizarlo y documentarlo para exponerlo en todos sus detalles. Lo que necesita es más bien una visión de alto nivel, apenas lo suficiente para obtener la intuición y la penetración necesarias para crear un diseño totalmente nuevo y superior. Uno de los errores más frecuentes que se cometen en esta etapa de reingeniería es que los equipos tratan de analizar un proceso en sus más mínimos detalles en lugar de tratar de entenderlo”.

Ciertos conceptos usados en la gestión de procesos para entender el rediseño según bravo, son:

- Procesos claves o críticos: Son procesos que se definen como vitales para el funcionamiento del negocio desde las definiciones estratégicas.
- Actividad: Es una acción (cotizar, vender o tomar un pedido) que realiza un rol (una persona o un equipo) en un periodo de tiempo específico y controlado. Tiene entradas y salidas precisas y está formada por un conjunto de tareas concretas. Solo tienen sentido al interior del proceso.
- Tarea: Es el desarrollo de la actividad en acciones muy específicas (poner en funcionamiento un equipo, por ejemplo)
- Procedimiento: Es una descripción detallada de una parte del hacer de la organización, puede ser un proceso o un grupo de procesos.
- Protocolo: Es un acuerdo interno mandatorio y específico.
- Norma: Es una estandarización con el medio con mayor o menor grado de obligatoriedad.

“El rediseño de procesos consiste en la revisión de los procesos críticos de la institución y en el diseño e implementación de propuestas de mejora. El principal criterio para identificar la criticidad de un proceso es el valor generado al usuario final. De esta forma, el rediseño mejorará el rendimiento actual de los procesos administrativos en términos de satisfacción del cliente, reducción de tiempos de atención, automatización de procesos, minimización de fuentes de error, disponibilidad de la información y transparencia, reducción de costos y mayor flexibilidad. Esta metodología contempla en un principio el perfilamiento retórico de los procesos para luego utilizar tecnologías de información con el fin de medir el desempeño de cada actividad repetitiva rutinariamente dentro de cada proceso perfilado en el nuevo modelo. La efectividad de esta metodología ha reducido costos y tiempos en un rango de 20%-60% y a su vez ha mejorado el nivel de calidad de los mismos entre un 40% a 200% en promedio, dependiendo del caso”.

Sin pretender agotar el tema ni descartar otras definiciones, una definición de rediseño de procesos es: *identificar los procesos, las variables críticas y valores idealizados que interesan a los clientes. Inventar propuestas consistentes, con responsabilidad social y en armonía con el propósito de la organización.*

Se hace rediseño porque se quiere mejorar mucho los resultados de variables críticas: el tiempo de espera, el costo, el tiempo del ciclo, la imagen y tantas otras. Entonces, el rediseño permite obtener un gran avance, que requiere un gran cambio.

Se puede valorizar en al menos tres aspectos centrales el rediseño de procesos:

- **Valor Económico:** Por lo que implica en mejora y aseguramiento de ingresos, ahorros al evitar tareas duplicadas y eliminación de cuellos de botellas.
- **Valor Pragmático:** Tiene que ver con el creciente desarrollo de nuevas competencias y habilidades, evidentes mejoras de prácticas de trabajo y la oferta de estándares de impecabilidad en los servicios.
- **Valor Simbólico:** Es la nueva identidad generada que permite a la organización proyectar una capacidad de ejecutar con calidad los servicios ofrecidos. Es un activo de primer nivel.

El rediseño de procesos establece cambios que deberán efectuarse en la situación actual y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos. Es la fase más importante, ya que se definirán las nuevas formas de operar y su desempeño. (Industrial)

¿En qué ámbitos influye el rediseño?:

- **Estructural:** Cambio en el proceso mismo (cambian las operaciones, se eliminan duplicidades, etc.).
- **Productividad:** Análisis de ciclo y costeo de actividades.
- **Responsabilidades:** Se modifica la asignación de responsabilidad (personal, centralizar o descentralizar responsabilidades, etc.).
- **Integración:** Mejorar el grado de integración entre la capa de la estrategia, operacional (procesos) y tecnología (producción y TI).
- **Incorporación de tecnología:** Automatización de procesos, aplicación de tecnologías móviles, integración de sistemas, etc.

En la metodología se tiene como entrada un proceso organizacional que previamente ha sido identificado como un área fructífera para el rediseño. El núcleo de la metodología consta de cuatro fases:

1. **Definición del proceso:** Involucra el establecimiento de los objetivos del proceso dado, una definición de sus límites e interfaces, sus entradas y salidas principales, departamentos involucrados en la ejecución del proceso, los clientes que se benefician del proceso, y aquellos que proporcionan entradas.
2. **Captura y representación del proceso base:** Es necesario modelar el proceso detalladamente, incluyendo la construcción de una representación gráfica del

proceso. Esta es una parte crítica del BPR. El modelado de procesos, es un proceso complejo que involucra pláticas con los usuarios, tratando de entender sus puntos de vista, dibujar diagramas, verificarlos, corregirlos, examinar ideas preconcebidas, etc. Una técnica simple, conocida como diagramas de rol actividad (RAD), ha demostrado ser una herramienta para modelado eficaz y popular, que describe los procesos, de una manera sencilla e intuitiva, como una red de actividades llevadas a cabo por agentes. Otra herramienta gráfica, los diagramas de flujo de objetos, son usados para trazar el paso de objetos clave a través del proceso.

3. **Evaluación del proceso:** Involucra técnicas y criterios para análisis y evaluación de procesos. La meta es la identificación de problemas y debilidades en el proceso. La evaluación del proceso es una actividad cuantitativa. Existe un fuerte énfasis en la identificación y medición de los indicadores clave de rendimiento del proceso. Lo que vaya a ser medido depende de lo que sea importante para el estudio en particular, y estará relacionado con la definición del proceso.
4. **Diseño del proceso objetivo:** Es el diseño de un nuevo proceso para la organización, ya sea por mejoras incrementales o cambios radicales al proceso base. Se requiere de un lenguaje para expresar el nuevo diseño del proceso, como RAD. El rediseño del proceso también envuelve consideraciones técnicas como: modernizar y racionalizar el proceso, reducir complejidad, minimizar actividades que no agreguen valor, eliminar o mejorar el control de las variaciones; y sociales como: cambios en los puestos o estructura social para incrementar la motivación, reducir estrés y mejorar el rendimiento dándole a la gente facultades, información y autoridad para tomar responsabilidades para su nuevo trabajo.

En conclusión, el rediseño de procesos cuenta con una amplia visión que abarca iniciativas cuya meta común es la mejora de los procesos.

Cuadro resumen rediseño de Procesos

Características	Rediseño
Enfoque	Reestructuración
Punto de partida	Proceso existente
Objetivo del cambio	Rediseño de una parte del proceso
Tipo de cambio	Estructural
Periodicidad del cambio	Intervalos intermedios
Organización del cambio	Proyecto o grupo de trabajo
Impulsor del cambio	Dueño de procesos
Impacto del cambio	Proceso, subprocesos, cultura, estructura
Riesgo	Medio

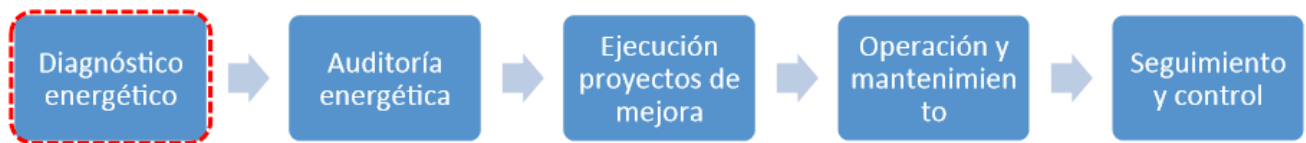
Fuente: Gestión Avanzada de procesos, Juan Bravo Carrasco

***Información obtenida del Libro “Gestión de Procesos” de Carrasco**

Anexo 2 Gestión de Proyecto Energético

7.5.1 Proceso de mejora energética

Un proceso de mejora es fundamental para cualquier programa de administración de energía, de cualquier empresa que desee controlar sus costos de energía. Un Ahorro de energía se traduce en un aumento de utilidades, mayor competitividad de sus productos, mayor disponibilidad de recursos, etc., es decir, una manera de agregar valor indirectamente.



Diagnóstico Energético

- Refleja el potencial de ahorro estimado.
- Valoración de los costos estimados de realizar una auditoría sobre equipos o instalaciones de mayor potencial de ahorro.

Auditoría Energética

- Determinación de la situación energética actual.
- Análisis de viabilidad técnica-financiera de medidas de ciencia energética
- Valoración de los costos de ejecución de Proyectos de ciencia energética y uso racional de la energía.

Ejecución de proyectos de mejora

- Definición de modelo de financiación
- Ejecución de los Proyectos de mejora de la ciencia

Operación y mantenimiento

- Gestión de las instalaciones
- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Gestión y aprovechamiento de repuestos
- Gestión de las prestaciones

Seguimiento y control

- Seguimiento de los resultados de la implementación de medidas de ahorro
- Verificación y control de los consumos energéticos (M&V)
- Valoración cumplimiento objetivos.

Auditoría Energética

Un estudio sistemático de los flujos de energía de una edificación, proceso o sistema sirve para disminuir la cantidad de energía consumida sin afectar negativamente los productos o servicios producidos por éstos.

Requiere la inspección, estudio y análisis de las instalaciones y de su funcionamiento buscando identificar las oportunidades para reducir el gasto de energía.

Más allá de simplemente identificar las fuentes de consumo energético, una auditoría busca priorizar estas fuentes de acuerdo a las oportunidades que presentan un mayor potencial de ahorro y de acuerdo a las necesidades de la empresa, las cuales pueden ser:

Costo-Beneficio

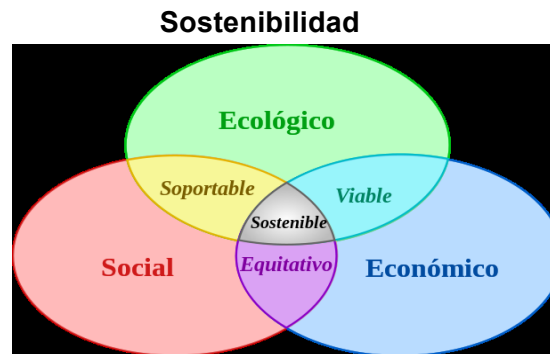
- Imagen
- Responsabilidad social empresarial
- Cumplimiento de nuevas o futuras normativas, etc.

Específicamente se busca:

- Disminuir consumos innecesarios o pérdidas
- Maximizar la vida útil de los componentes a pleno rendimiento
- Adecuar consumos reales de la planta a consumos nominales, garantizando un buen mantenimiento de las instalaciones
- Reducir consumos nominales con nuevas tecnologías que aumenten la eficiencia energética
- Obtención de subvenciones y líneas de financiamiento disponibles
- Minimizar la demanda del proceso optimizando la operación de los servicios energéticos

Específicamente se busca:

- Mejoramiento de la imagen social: mayor conciencia medioambiental de la sociedad actual en conjunto con una correcta información de las medidas adoptadas (Sustentabilidad).



Fuente: Fabián Bustos, Ingeniero Civil Industrial

Conocer el costo de cada servicio permitirá enfocar los esfuerzos hacia aquellos equipos o procesos más consumidores y permitirá determinar las medidas que son más rentables (medir se vuelve fundamental)

Los temas principales de un proceso de auditoría:

- Análisis de datos de construcción y servicios, incluyendo el estudio de equipos instalados y el análisis de facturas de energía
- Encuesta de las condiciones reales de funcionamiento
- Comprensión del comportamiento del edificio y de las interacciones con el clima, sus ocupantes y los horarios de funcionamiento
- Selección y evaluación de medidas de conservación de energía
- Estimación del potencial de ahorro energético
- Identificación de las preocupaciones y necesidades de los clientes

Niveles de auditoría energética (ASHRAE)

Nivel 0 - Benchmarking:

- Análisis preliminar de Uso de Energía del Edificio Completo (WBEU) basado en el análisis del uso de los servicios históricos y los costos, y la comparación del rendimiento obtenido respecto a edificios similares.
- Esta evaluación comparativa de la instalación estudiada permite determinar si se requiere un análisis más profundo.

Nivel I - Auditoría de pasada (Walk-through audit):

- Análisis realizado para evaluar la eficiencia energética de un edificio para identificar no solo mejoras baratas o simples, sino una lista de medidas/oportunidades de conservación de la energía (ECM/ECO) para orientar una auditoría futura más detallada.
- Esta inspección se basa en verificaciones visuales, estudio de los equipos instalados y su información de operación, junto al análisis detallado del consumo de energía registrado obtenido durante la fase de benchmarking.

Nivel II - Auditoría energética detallada:

- Basada en los resultados de las pre auditorías previas.
- Sondeo del uso de la energía con el fin de proporcionar un análisis exhaustivo de la instalación estudiada, un análisis más detallado de la instalación, un desglose del uso de la energía y una primera evaluación cuantitativa de la ECO/ECM seleccionada para corregir los defectos o mejorar la instalación existente.
- Este nivel de análisis puede implicar avanzadas mediciones in situ y el uso de herramientas de simulación para evaluar con precisión las medidas de ahorro de energía seleccionadas (modernización, reconversión, renovación, etc.).

Nivel III - Auditoría a nivel de inversión (Investment-Grade audit):

- Análisis detallado de modificaciones intensivas en capital centrado en los ECO potencialmente costosos que requieren estudio de ingeniería rigurosa.
- Los ahorros operativos proyectados a partir de la implementación de proyectos energéticos deben desarrollarse de tal manera que proporcionan un alto nivel de confianza.
- Se busca un retorno de la inversión con un bajo riesgo en el estudio técnico-económico completo necesario para justificar la inversión propuesta.

Proceso de una auditoría energética

- Determinación de los consumos y el costo de los combustibles, electricidad y otras formas de energía consumida el último año financiero de la empresa
- Organización de un programa de auditoría energética
- Este debe realizarse conjuntamente con el encargado de energía, departamento de costos y otras partes interesadas.
- Se debe conocer el estado general del uso de la energía en la empresa:
- Realización de un Cuestionario de Control Interno.
- Este cuestionario hará resaltar los puntos débiles y los fuertes del programa de administración de energía.
- Usualmente un punto débil que se repite es la falta de información estadística sobre el uso de energía en sus diferentes actividades, departamentos o secciones.

****Información obtenida por profesor Fabián Bustos de la Universidad Santa María de taller de Desarrollo Sustentable.***

Anexo 3 Manual del Usuario de Termo-Solar HEAT PIPE

El siguiente manual, se obtuvo de la recopilación de información de la ciudad de Los Andes. Fue realizado por Eduardo Mauricio Pérez Rojas un contratista independiente que se dedica a la venta e instalación de proyectos solares, el cual trabaja de la mano del SERVIU instalando **Termo-Solar HEAT PIPE**.

- **Funcionamiento:** El Termo tanque Solar “PRISMA SOLAR” produce el calentamiento del agua fría mediante un principio denominado “efecto de termosifón o termoiónico” que se lleva a cabo en los colectores de tubos de vacío con pipeta de cobre y Glicol al interior de las pipetas.

El Glicol frío alojado en las pipetas dentro de los tubos de vacío se calentará debido a que éstos tienen la propiedad de absorber la radiación solar. Al calentarse este elemento alojado en las pipetas al interior en los tubos de vacío, este disminuye notoriamente su densidad y por ende se dirige por la pipetas hacia el tanque acumulador generando una circulación contraria de ingreso de GLICOL frío desde el tanque hacia los tubos, para repetir el ciclo e calentamiento una y otra vez hasta lograr que la totalidad del agua haya sido calentada.

- **Mantenimiento:** Se recomienda para la realización de los mantenimientos se contacte con LA EMPRESA INSTALADORA que le instale el producto. En caso de realizar los controles usted mismo o contratar a otro profesional ajeno a la instalación, le sugerimos tomar especial atención a los puntos detallados a continuación.

LA EMPRESA INSTALADORA no se hará cargo de eventuales problemas que pueda tener su producto por no seguirse las pautas aquí descritas.

A los 6 meses de instalado el producto, LA EMPRESA INSTALADORA se contactará con usted para agendar una visita técnica para verificar el correcto funcionamiento del mismo.

Luego de este primer control preventivo, dependiendo del resultado del mismo, sugerimos pautar con LA EMPRESA INSTALADORA los próximos controles. Cada producto y/o instalación pueden tener distintas necesidades de controles.

Independiente al punto anterior es necesario y prudente agendar como mínimo una vez al año un mantenimiento preventivo y que contenga los siguientes puntos:

- Cambio del Ánodo de sacrificio al interior del estanque.
- Lavado interno del estanque con una solución de vinagre de alcohol en agua.
- Revisión de posibles fugas.
- Si su termo tanque está instalado en una zona de aguas muy duras (mayor de 400 ppm) debe inspeccionar semestralmente.
- Verifique que en los circuitos de agua no haya depósitos de sarro. En caso de haberlos deberá limpiarse con una solución débil de vinagre de alcohol en agua.

- Limpie los tubos externamente para quitar posibles polvos o tierra adheridos por causas naturales.
- Luego de eventuales tormentas o granizos verifique que los tubos conserven en su extremo inferior aspecto espejado. Caso contrario, de observarse mancha alguna, esto puede ser indicio de fisura y deberá procederse al recambio del tubo para un correcto rendimiento.

-Garantía: LA EMPRESA INSTALADORA garantiza por 5 años, a partir de la fecha de entrega, que el TERMO TANQUE SOLAR PRISMA SOLAR sobre el cual se aplica el presente Certificado de Garantía, está libre de defectos de material y/o mano de obra, empleados en su fabricación.

Esta garantía cubre la reparación o reposición gratuita de cualquier pieza o componente, siempre y cuando se determine que el defecto es causado por una falla de material o de fabricación.

Si los defectos de fabricación son irreparables, se realizará el reemplazo de la unidad. Si se trata de defectos de fabricación, la obligación será dejarlo en condiciones normales de funcionamiento en un plazo no mayor de treinta días a partir de la fecha en que se reporte la falla.

Esta garantía rige sobre el equipo y será de aplicación siempre que se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Que se hayan respetado las normas de seguridad indicadas en el presente manual.
- Las intervenciones (controles, modificaciones en las instalaciones, etc.) hayan sido realizada por la LA EMPRESA INSTALADORA o el profesional que acredite experiencia en la intervención de sistemas similares siguiendo las pautas descritas en el presente manual.
- Que los presuntos desperfectos reclamados en el equipo no hayan sido originados por la presencia del sarro en algún sector del sistema.
- Los presuntos desperfectos reclamados en el equipo, no hayan sido originados por uso indebido o mal uso y/o abuso.
- No haya sido removida o alterada, la placa de identificación del producto.

En todos los casos, los gastos de fletes, seguros y/o almacenaje y todo gasto relacionado corren por cuenta de la LA EMPRESA INSTALADORA y/o del usuario, según corresponda.

Responsabilidades del Usuario:

- Leer y seguir las indicaciones del presente manual de usos y mantenimiento antes de poner en funcionamiento el mismo.
- Conservar la factura de compra ya que la misma es necesaria para demostrar la vigencia de la garantía.
- Presentar los datos de LA EMPRESA INSTALADORA y del profesional instalador que haya instalado la unidad. Y de cualquier persona que haya intervenido en las mismas ya sea para controles preventivos o modificaciones en el sistema de instalación.

- Realizar los controles preventivos tal como se recomienda en el presente manual. Dicha obligación después de un año de realizada la instalación, será a cargo del cliente.

Causas del término de la garantía:

- Si se ha realizado algún tipo de modificación en el artefacto.
- Si se trata de daños ocasionados por inundaciones, terremotos, incendios, tormentas eléctricas, golpes. Esta enumeración no es de carácter taxativo, quedando excluidos de la presente garantía todos aquellos supuestos en los que, en términos generales el funcionamiento anormal del producto se deba a causas que no sean directa o exclusivamente atribuibles a la LA EMPRESA INSTALADORA.
- No se permitirá la remoción ni la devolución del equipo sin autorización de la empresa.
- En caso contrario, los gastos y reparaciones serán por cuenta exclusiva del usuario. En todos los casos, para la atención en garantía, el usuario deberá exhibir el presente Certificado de garantía, la factura de compra, los datos de la empresa u profesional que le instaló el sistema y de toda empresa u persona que intervino realizando controles preventivos u modificaciones.
- En caso de haber reemplazado alguna pieza, el recibo con el detalle de la unidad reemplazada LA EMPRESA INSTALADORA, se hará cargo solamente de las piezas reemplazadas que sean repuestos originales e instaladas por el instalador oficial designado por LA EMPRESA INSTALADORA.
- Que se altere o remueva la placa de identificación del equipo.

****Información obtenida por instalador Eduardo Pérez Rojas de Termopaneles, Los Andes.***

Anexo 4 Cálculo Consumos Equipos

La gran mayoría de los consumos energéticos de equipos se calcula mediante fórmulas estándar del tipo:

$$\text{Consumo Energía (kWh/mes)} = \text{Potencia Equipo (kW)} \times \text{FU (h/mes)}$$

Donde:

Potencia: corresponde al valor declarado por el fabricante, y que para el caso de la encuesta, se asumen y se selecciona un número reducido de equipos con potencias o consumos energéticos representativos.

FU: corresponde al valor declarado por el encuestado, a base de sus respuestas a preguntas del tipo tiempo y frecuencia de uso.

El primer factor, es decir la potencia, es una variable de menor certidumbre debido a que las potencias de los equipos en el mercado son reducidas para un mismo tipo de equipo, y normalmente en muchos casos de equipos consumidores de energía, la mayoría de los equipos vendidos no tienen más de 2 o 3 potencias distintas.

Para determinar los consumos energéticos sobre los equipos en los hogares, es decir, cuánta energía consumen las viviendas por tipo de uso final. A continuación se presenta el algoritmo de cálculo para determinar los consumos por equipos en las viviendas relacionadas a las encuestas. (CDT-Corporación de desarrollo tecnológico, Cámara Chilena de Construcción, 2010)

Para los siguientes cálculos consideraremos los equipos más relevantes, considerando la frecuencia de uso con la cantidad promedio que hay en las viviendas, para determinar cuáles son los que más son utilizados y llevan un consumo mayor dentro de la vivienda. .

Televisor

Consumo de Energía

Los valores a entregar son: Consumo Total Televisor [kWh]

$$\text{CT Televisor [kWh]} = [\text{P} \times \text{F Uso}]$$



Donde:

P = Potencia (W)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia del Televisor

Según una encuesta de la universidad PUC y los televisores que se venden en el mercado, las potencias de estos equipos según el tipo de pantalla y su tamaño son:

Tipo de Equipo	Potencia
 Televisor CRT	14" o menos : 0,075 kW
	Entre 17 y 23" : 0,1 kW
	Más de 25" : 0,135 kW
 Televisor LCD/LED/PLASMA/PANTALLA DELGADA	26" o menos: 0,045 kW
	Entre 26" y 40": 0,0081 kW
	40" o más: 0,020 kW

Se analizaron dos tecnologías: televisores catódicos (CRT) y pantalla LCD. Es importante recalcar que dentro de cada tecnología existen diferentes tamaños (pulgadas) lo cual incide directamente en la potencia del equipo. Se tomó como estudio el televisor LCD mayor a 40", el cual es el que mayoritariamente poseían los habitantes de las viviendas.

Frecuencia de Uso

Se considera 4 (30 días) semanas al mes, quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$F \text{ uso Total mes [horas]} = \text{Horas promedio diario} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= (6 \text{ hr/día}) \times (30 \text{ día}/\text{mes})$$

$$= 180 \text{ hr}/\text{mes}$$

$$CT \text{ Televisor [kWh]} = [P \times F \text{ Uso}]$$

$$= 0,020 \text{ kW} \times 180 \text{ hr}/\text{mes}$$

$$= 3,6 \text{ kWh}/\text{mes}$$

Refrigerador

Consumo de Energía

Los valores a entregar son: *Consumo Total Refrigerador [kWh]*





$$CT \text{ Refrigerador [kWh]} = \text{Consumo mensual}$$

El cálculo del consumo de energía de refrigeradores se realizó a partir de una base de datos de los certificados del etiquetado de refrigeradores, emitidos por la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustible).

El consumo de energía de los refrigeradores depende de su antigüedad. Antes del 2007 o después de ese año, es decir, cuando se comenzó con el etiquetado de refrigeradores. Para ello, se debe considerar:





1. Antigüedad > 8 años (antes del 2006): considerar consumos de la Tabla Y.
2. Antigüedad <= 8 años (después del etiquetado, 2007): considerar consumos de la Tabla X.

Consumo refrigeradores antes del 2006

Tipo	Imagen	Capacidad (Litros)	Consumo mensual (kWh/mes)
1 Puerta Menor a 350 lts		217 lts	36,71
2 puertas con congelador arriba Entre 350 a 550 lts		439 lts	49,46
2 puertas con congelador abajo Entre 350 a 550 lts		439 lts	49,46
2 puertas en vertical (side by side) Mayor a 550 lts		678 lts	54,86

Fuente: PDF "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile".
Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción

Consumo refrigeradores después del 2007

Tipo	Imagen	Capacidad (Litros)	Consumo mensual por clase de eficiencia energética (kWh/mes)					Ns/Nr
			A	B	C	D	E	
1 Puerta Menor a 350 lts		217 lts	19,82	24,83	30,65	40,05	39,43	22,33
2 puertas con congelador arriba Entre 350 a 550 lts		439 lts	31,96	41,89	46,99	56,75	54,15	36,93
2 puertas con congelador abajo Entre 350 a 550 lts		439 lts	31,96	41,89	46,99	56,75	54,15	36,93
2 puertas en vertical (side by side) Mayor a 550 lts		630 lts	43,54	65,77	55,96	44,66	46,15	54,66

Fuente: PDF "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile".
Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción

Para el caso en estudio utilizaremos a términos de cálculo refrigeradores actuales, es decir, después del 2007 y con etiquetado, ya que estos son los que se venden actualmente en el mercado y los que seguirán a futuro en venta y se recomienda por términos de eficiencia. Tomaremos los datos acerca del refrigerador de 2 puertas con congelador arriba, el cual encontramos en gran parte de los hogares, haciendo hincapié en otros hogares que si tenían refrigeradores con más de 10 años de antigüedad, siendo esos los que mayor consumo aportan a la vivienda.

Obteniendo un promedio de un 46,35 kWh/mes del etiquetado de la letra A a la E en kWh/mes, se determinó el consumo ya que la elección del refrigerador para la persona varía en distintos aspectos, ya sea valor monetario, diseño, color, etc.

** Ns/Nr, se considera el consumo como el promedio de las clases A y B.

Celulares**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: *Consumo Total Celulares [kWh]*

$$\text{CE celulares [kWh]} = [\text{P} \times \text{F Uso}]$$

Donde:

P = Potencia (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia de Celular

Según Nokia, la demanda energética de un dispositivo móvil es de 1 W a 5 W. Se considerará que la potencia de un celular es el promedio de los valores antes mencionados.

(NOKIA, s.f.)

Por lo tanto la potencia a utilizar para el caso será: $P = 0,003 \text{ [kW]}$

Frecuencia de Uso

Se considera 30 días al mes, por lo tanto la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$\text{F uso Total [horas]} = \text{horas de uso} \times (\text{30 días/1 mes})$$

$$= 4 \text{ hrs/día} \times (\text{30 días/1 mes})$$

$$= 120 \text{ hrs/mes}$$

$$\text{CT celulares [kWh]} = [\text{P} \times \text{F Uso}]$$

$$= 0,003 \text{ [kW]} \times 120 \text{ hrs/mes}$$

$$= 0,36 \text{ kWh/mes}$$

Lavadoras**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: *CT Total Lavadora [kWh]*

$$\text{CT Total Lavadora [kWh]} = \text{C lavadora} \times \text{F Uso}$$

Donde:

C lavadora = Consumo de energía de la lavadora (kWh)

F Uso = Frecuencia de Uso (cargas)

El consumo de energía estipulado, considera que el lavado se realiza utilizando agua fría. En caso que el lavado se haga con agua caliente, esta energía adicional debe sumarse al consumo.

Consumo por tipo de lavadora

Tipo	Imagen	Consumo (por lavado)
Automática carga superior		0,3 kWh eléctrico (motor) + 0,65 kWh calefont

Tipo	Imagen	Consumo (por lavado)
Automática carga frontal		0,3 kWh eléctrico (motor) 0,35 kWh eléctrico (para calentar agua)

Fuente: PDF "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile".
Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción

Por lo tanto el promedio consumo lavadora es 0,8 kWh

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso [Cargas]} = N^{\circ} \text{ Cargas semana} \times (30 \text{ días}/1\text{mes})$$

Explicamos que la carga de lavado que realizaban era una o dos veces a la semana como máximo, siendo este inferior a los 45 min por carga, para este caso, el consumo del lavado arroja resultados que no tienen una incidencia mayor en el consumo final de la vivienda, ya que estos son mínimos, expresándose como 0 en las horas de uso diario.

Equipo musical o Radio

Consumo de Energía

Los valores a entregar son: $CT \text{ radio [kWh]} = [P \times F \text{ Uso}]$

Donde:

P = Potencia (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia del Equipo Musical o Radio

Según encuesta PUC, el consumo de los equipos musicales, de acuerdo a su tamaño son los siguientes:

Potencia de Radio por tipo

Tipo de Equipo	Potencia
 <p>Radio Pequeña</p>	0,03 kW
 <p>Radio Mediana</p>	0,075 kW
 <p>Radio Grande</p>	0,12 kW

Fuente: PDF "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile".
Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción

En la vivienda según encuesta realizada se dividió los distintos tipos de equipos, así que tomamos un promedio de las 3 potencias la cual es 0,075 kW, que será la ocupada para el cálculo.

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso [horas]} = \text{Horas promedio día} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 2 \text{ hrs/día} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 60 \text{ hrs/mes}$$

$$CT \text{ radio [kWh]} = P \times F \text{ Uso}$$

$$= 0,075 \text{ kW} \times 60 \text{ hrs/mes}$$

$$= 4,5 \text{ kWh/mes}$$

Plancha de Ropa**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: $CT\ Total\ Plancha\ [kWh] = P\ plancha \times F\ Uso$

Donde:

P = Potencia plancha (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso plancha (horas)

Potencia de Plancha

Las planchas de ropa disponibles en el mercado tienen una potencia promedio de 1,64 kW.

Considerando que se utiliza a un 75% de su capacidad, la potencia a considerar es 1,23 kW.

Por lo tanto, utilizar:

$$P\ plancha = 1,23\ [kW]$$

Frecuencia de Uso

$$F\ uso\ Total\ [horas] = horas\ de\ uso \times (30\ días/1\ mes)$$

$$= 0\ hrs/día \times (30\ días/1\ mes)$$

$$= 0\ hrs/mes$$

$$CT\ plancha\ [kWh] = P\ plancha \times F\ Uso$$

$$= 1,23\ [kW] \times 0\ hrs/mes$$

$$= 0$$

Al igual que el uso de la lavadora, el uso de la plancha es sumamente menor siendo esta irrelevante a la hr de calcular el consumo de este aparato eléctrico para términos del estudio final.

Computador**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: $CT\ Total\ Computador\ [kWh] = P \times F\ uso$

Donde:

P = Potencia (W)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia del Computador

El tamaño del computador o notebook no incide en la potencia mayormente, es por esto, que solo se tomó en cuenta el tipo del computador para calcular la potencia.

Potencia Computador por tipo

Tipo de Equipo	Imagen	Potencia
Computador	 Laptop/notebook(netbook)	22 W
	 Escritorio	90 W
Pantalla	 CRT	60 W
	 Monitor LCD / Plasma / LED / Pantalla delgada	15 W

Fuente: PDF "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile".
 Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso Total [horas]} = \text{horas de uso} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 2 \text{ hrs/día} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 60 \text{ hrs/mes}$$

$$CT \text{ computador [kWh]} = P \times [F \text{ Uso} / 1000]$$

$$= 22 \text{ [W]} \times [(60 \text{ hrs/mes})/1000]$$

$$= 1,22 \text{ kWh/mes}$$

DVD-Videograbador o VHS**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: $CE\ Total\ DVD\ o\ VHS\ [kWh] = [P \times F\ Uso]$

Donde:

P = Potencia (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia del DVD-Videograbador o VHS

Tipo de Equipo	Potencia
DVD-Videograbador o VHS	0,03 kW

Frecuencia de Uso

$$F\ uso\ Total\ [horas] = \text{horas de uso} \times (30\ \text{días}/1\ \text{mes})$$

$$= 0$$

$$CT\ DVD\ o\ VHS\ [kWh] = [P \times F\ Uso] = 0$$

Horno Microondas**Consumo de Energía**

Los resultados a entregar son: $CE\ Total\ Microondas\ [kWh]$

Donde:

P = Potencia Microonda (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia de Horno Microondas

Los hornos microondas poseen cierta variación en sus potencias de acuerdo a lo disponible en el mercado. En relación a los tamaños definidos para los hornos microondas, sus potencias se calculan como el promedio del mercado.

Se supone que el mayor uso del microondas es para calentar alimentos y no para descongelar. Por lo tanto, se considera que el microondas se utiliza a su potencia máxima.

Horno Microondas potencia por tipo

Tipo	Imagen	Potencia
Tamaño 1 (Capacidad menor o igual a 20 lts)		0,8 kW
Tamaño 2 (Capacidad mayor a 20 lts)		1,0 kW

Promedio potencia = 0,9 kW

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso Total [horas]} = \text{horas de uso} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 0$$

$$CT \text{ Microondas [kWh]} = P \times F \text{ Uso} = 0$$

Aspiradora**Consumo de Energía**

Los valores a entregar son: *CT Total Aspiradora [kWh]*

$$CT \text{ Aspiradora [kWh]} = [P \times F \text{ Uso}]$$

Donde:

P = Potencia (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia de Aspiradora

Según lo disponible en el mercado, las potencias de las aspiradoras varían entre 1,2 kW y 1,8 kW, por lo tanto, se utilizara 1,5 kW.

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso Total [horas]} = \text{horas de uso} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes}) = 0$$

$$CT \text{ Aspiradora [kWh]} = [P \times F \text{ Uso}] = 0$$

Hornillo Y Horno Eléctrico

Consumo de Energía

Los valores a entregar son: $CT_{Total\ Horno}$ [kWh]

Donde:

P = Potencia hornillo/horno (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso de la Cocina (horas)

Potencia de Horno

Se considera que el horno eléctrico se utiliza en promedio a un 75% de su potencia nominal máxima.

Por tanto los valores a usar son:

Hornillo eléctrico potencia por tipo

Tipo	Imagen	Consideraciones	Potencia
Tamaño 1 (Capacidad menor a 15 lts).		Potencia nominal máxima: 0,8 kW	0,6 kW
Tamaño 2 (Capacidad entre 15 lts a 25 lts).		Potencia nominal máxima: 1,2 kW	0,9 kW
Tamaño 3 (Capacidad mayor a 25 lts).		Potencia nominal máxima: 1,5 kW	1,125 kW
Tamaño 4		Potencia nominal máxima: 2,2 kW Sin embargo, la potencia medida en laboratorio es: 1,3 kW. Se usa este último valor. Fuente: Encuesta PUC	1,3 kW

Promedio potencia hornillo eléctrico = 0,98125

Frecuencia de Uso

F uso Total [horas] = horas de uso x (30 días/1 mes)= 0

CE Horno [kWh] = P X F Uso= 0

Videojuegos

Consumo de Energía

Los valores a entregar son: *CT Total Videojuegos [kWh]*

Donde:

P = Potencia (kW)

F Uso = Frecuencia de Uso (horas)

Potencia del Videojuegos

Tipo de Equipo	Referencia	Potencia
Videojuego	Según encuesta PUC	0,03 kW
Videojuego (antes del 2006)	http://www.proyectoverde.com/consolas_ecologicas	0,021 kW
Videojuego (después del 2006: XBOX 360, Nintendo Wii, Playstation 3)	http://www.proyectoverde.com/consolas_ecologicas	0,132 kW

Considerar una Potencia para el equipo de 0,1 kW

Frecuencia de Uso

$$F \text{ uso Total [horas]} = \text{horas de uso} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 1 \text{ hrs/día} \times (30 \text{ días}/1 \text{ mes})$$

$$= 30 \text{ hrs/mes}$$

$$CT \text{ videojuegos [kWh]} = \Sigma [P \times F \text{ Uso}] = 0,1 \text{ kW [W]} \times (30 \text{ hrs/mes})$$

$$= 3 \text{ kWh/mes}$$

****Información referenciada por Encuestas realizadas en la Pontificia Universidad Católica.***

Anexo 5 Generalidades Panel Fotovoltaico

Energía Solar

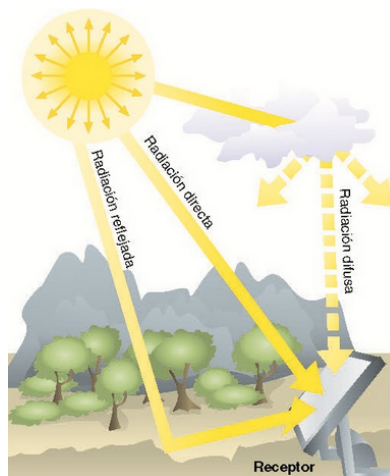
El sol es la mayor fuente de energía existente para nuestro planeta, donde la energía emitida por él se transmite en forma de radiación, equivalente aproximadamente a 35 millones de veces la energía que producen todas las centrales de generación eléctrica de Chile. La energía proveniente de la radiación de los rayos solares es una fuente de energía renovable, limpia e inagotable la cual es sustentable en el tiempo

La demanda de energía eléctrica cada vez mayor en nuestro país y la necesidad de diversificar la matriz energética de Chile, está constantemente desafiando al gobierno a desarrollar planes o proyectos que generación energía en base a ERNC.

Dicho esto, la potencia de la radiación del sol depende del momento del día, las condiciones atmosféricas y la localización, se estima que en buenas condiciones existe 1000 W/m² de irradiación en la superficie terrestre, donde esta puede llegar de forma directa o difusa.

Radiación Directa	Radiación Difusa
Corresponde a la radiación que llega directamente desde el sol hacia la superficie terrestre u objeto, sin reflexiones.	Corresponda a la radiación que sufre alteraciones en su recorrido, producto de las reflexiones en este recorrido pierde energía.

Radicación



La radiación se puede aprovechar ya sea de forma directa y difusa, o sumando ambas. La radiación directa es más aprovechable en días despejados que la radiación difusa, por el contrario en días nublados no existe radiación directa y es la radiación difusa la que actúa.

Dicho esto, existen hoy en días distintas tecnologías que permiten aprovechar la energía proveniente del sol, siendo una de estas en conjunto con nuestra propuesta la energía solar fotovoltaica la cual es un tipo de electricidad renovable obtenida de la radiación solar mediante un conductor aprovechando la energía lumínica del sol para producir electricidad mediante placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar, estos sistemas se llaman Paneles Solares Fotovoltaicos (PFV).

Para entender de mejor manera cómo funcionan los paneles solares fotovoltaicos, se explica brevemente en qué consiste una celda fotovoltaica, que a grandes rasgos sería un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica en energía eléctrica.

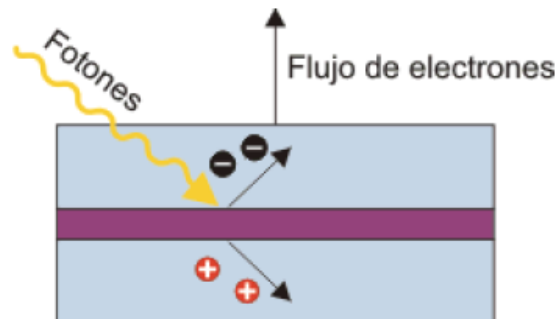
Celda Fotovoltaica o Celda fotoeléctrica

El tipo de tecnología fotovoltaica es la cual convierte la luz directamente en electricidad. El método más popular para generar energía solar es mediante células solares, cuando se requiere de más potencia que una sola célula, estas se conectan entre si eléctricamente para formar un panel solar. Un metro cuadrado de panel puede producir aproximadamente unos 100W de potencia, estos se conectan entre sí para producir la energía que se requiere.

Funcionamiento de un Panel Fotovoltaico

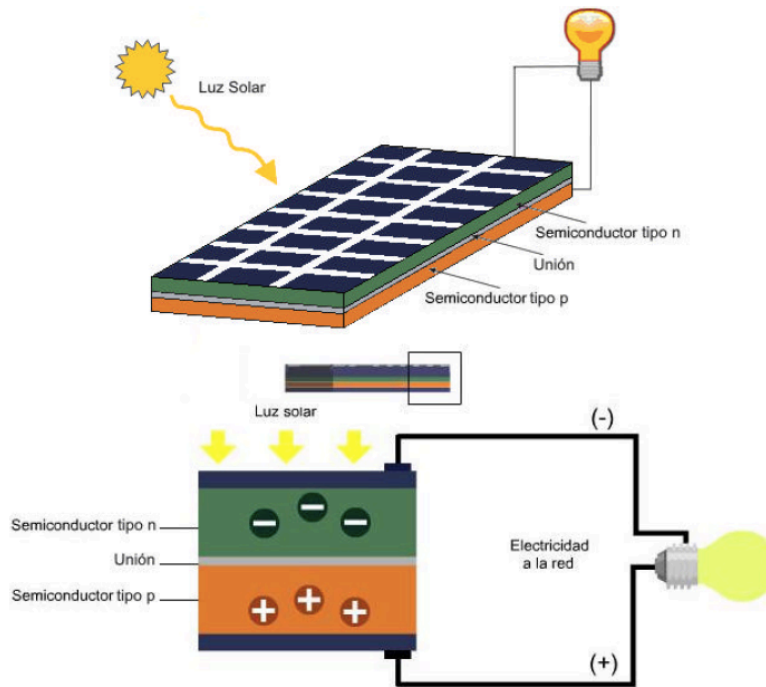
Este consiste mediante la captación de fotones que provienen de la luz del sol, los cuales inciden con cierta cantidad de energía sobre el panel, esta interacción es la que produce un desprendimiento de electrones de los átomos de silicio, rompiendo y atravesando la barrera de potencial de la capa semiconductor.

Desplazamiento de electrones mediante captaciones de fotones



Esto lleva a una diferencia de potencial entre las capa N con respecto a la capa P, la cual al conectarla a una carga eléctrica o aparato de consumo entre los terminales del panel, se llevará a cabo una circulación de corriente continua como se ve en la figura.

Esquema de un Panel Solar

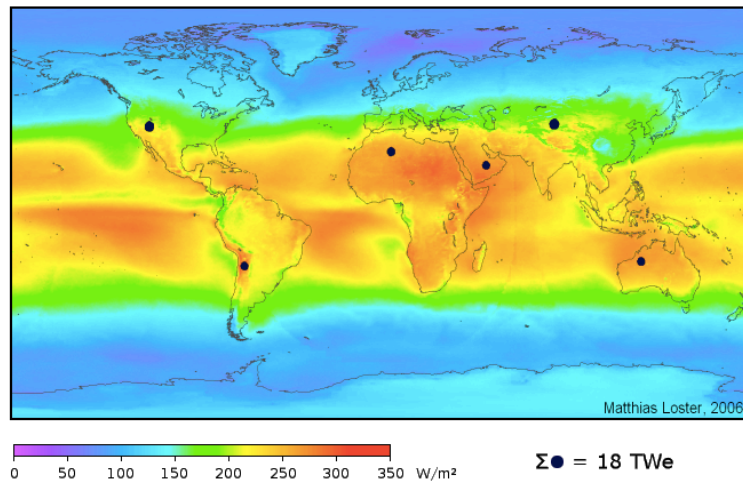


***Información obtenida de sitios web de Energía Solar:**
<http://www.explora.cl/otros/energia/e-solar.html>
<http://www.sapa-solar.com/spain/fotovoltaica/index.html>
http://www.solarpedia.es/index.php/Radiacion_solar

Anexo 6 Potencia y Costos Panel Fotovoltaico

El sol irradia alrededor de 1 kW/ m² a la superficie terrestre en días despejados. La eficiencia de un panel fotovoltaico alcanza entre 12% y 25%, lo cual puede llegar a producir aprox. de 120 a 250 W/m² de energía. A continuación se muestra en la figura R, diferentes lugares del mundo donde queda en evidencia que la zona norte de nuestro país existe la radiación más alta alrededor del mundo.

Niveles de Radiación Solar en el mundo



Posicionamiento y Orientación de paneles fotovoltaicos

Los paneles solares reciben la luz del sol y esta es proporcional a la energía eléctrica que entregan, dicho esto, mientras más luz recibe la superficie del panel, mayor será la cantidad de energía entregada por este.

Tabla 3.7.1 Radiación⁴⁵ Solar en Chile

Región	Radiación Solar [kcal/(m ² día)]	Radiación Solar [kWh/(m ² día)]	Radiación Solar [kWh/(m ² año)]
I	4.554	5,3	1.933,2
II	4.828	5,6	2.049,5
III	4.346	5,1	1.844,9
IV	4.258	5,0	1.807,5
V	3.520	4,1	1.494,2
VI	3.676	4,3	1.560,4
VII	3.672	4,3	1.558,7
VIII	3.475	4,0	1.475,1
IX	3.076	3,6	1.305,7
X	2.626	3,1	1.114,7
XI	2.603	3,0	1.105,0
XII	2.107	2,5	894,4
RM	3.570	4,2	1.515,4
Antártica	1.563	1,8	663,5

Para Chile, el tipo de radiación proveniente del sol varía según la ciudad de nuestro largo país como se muestra en la tabla a continuación

Como se visualiza en la tabla queda demostrado que en la zona norte de nuestro país es donde más irradiación existe, siendo la zona sur y antártica la que percibe menos.

Para el buen funcionamiento del panel solar fotovoltaico y tenga condiciones óptimas, se necesita orienta el panel de forma perpendicular al sol, sin objetos que intercedan en la trayectoria de la luz como sombras de árboles, edificios, suciedad, etc.

Pero cabe decir que el panel solar funcionara y generará energía incluso en días que la luz solar no sea directa, como lo son los días nublados, por eso como se dijo anteriormente se debe aprovechar las mejores condiciones del panel según su orientación lo mejor posible hacia el sol, para aprovechar en su totalidad o al máximo la radiación. En el caso de nuestro país los paneles deben ir orientados hacia el norte para un mejor aprovechamiento de luz y radiación, pero existen a veces pequeñas desviaciones en la orientación según la operabilidad e instalación de la empresa sobre los paneles que debería pensarse que influye, pero no lo hacen significativamente ya que durante el día el sol se mueve de este a oeste entregando radiación, donde es percibido por el panel.

****Información obtenida de Proyecto SIMEC Chile***

