

INDICE DE CONTENIDOS

	Páginas.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS.....	1
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE IMAGENES.....	7
CAPITULO 1 INTRODUCCION.....	9
1.1 Justificación.....	9
1.2 Objetivo general.....	10
1.3 Objetivos específicos.....	10
CAPITULO 2 MARCO TEORICO.....	11
2.1 La energía solar en el mundo.....	11
2.2 Aplicación de la energía solar en Chile.....	11
2.3 La energía solar.....	12
2.4 La energía solar fotovoltaica.....	12
2.4.1 Celda o célula fotovoltaica.....	15
2.4.2 Tipos de células.....	16
2.4.3 Células de silicio cristalino.....	16
2.4.4 Panel fotovoltaico.....	18
2.4.5 Corriente continua y alterna.....	19
2.5 La energía solar térmica.....	20
CAPITULO 3 ANALISIS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y SISTEMAS SOLARES TERMICOS.....	22
3.1 Sistemas fotovoltaicos.....	22
3.1.1 Módulos fotovoltaicos.....	23
3.1.2 Baterías.....	23

3.1.3	Acondicionamiento de energía y apoyo al sistema	24
3.1.4	Aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos	25
3.1.5	Aplicaciones de sistemas conectados a la red	25
3.1.6	Aplicaciones de sistemas fuera de la red.....	27
3.1.7	Aplicaciones fotovoltaicas en bombeo de agua	28
3.2	Sistema solar térmico	29
3.2.1	Aplicaciones del calentamiento solar de agua.....	32
3.2.2	Servicio de agua caliente.....	32
3.2.3	Piscinas.....	34
3.2.4	Descripción de los sistemas de calentamiento solar de agua	35
3.2.5	Los colectores solares	38
3.2.6	Balance del sistema	40
CAPITULO 4 PARTES Y EQUIPOS DE UN SISTEMA SELECCIONADO PARA LA ZONA DE CURICO		42
4.1	Sistema fotovoltaico conectado a la red.....	43
4.1.1	Requisitos para conectarse a la red de distribución.....	44
4.2	Sistema solar térmico de tubos evacuados	45
4.2.1	Partes del sistema	46
4.2.2	Tipo de circulación según la configuración del sistema.....	48
4.2.3	Componentes de los sistemas.....	49
CAPITULO 5 PROVEEDORES Y PRESUPUESTO DE LOS SISTEMAS SELECCIONADOS		50
5.1	Proveedores.....	50
5.2	Cotizaciones de los sistemas	53
5.2.1	Empresa INGETHERM	53
5.2.2	Empresa ECOENERGETICO.....	53
5.2.3	Empresa ESSA CHILE	54
5.2.4	Empresa HELIPLAST	54

5.2.5	Empresa SERVISOLAR	54
5.2.6	Resumen de las cotizaciones	55
CAPITULO 6 ANALISIS ECONOMICO DE LOS SISTEMAS		56
6.1	El software Retscreen.....	56
6.1.1	Análisis.....	57
6.2	Análisis económico del sistema fotovoltaico conectado a la red	59
6.2.1	Cálculo de la capacidad del sistema fotovoltaico.....	60
6.2.2	Consideraciones	61
6.2.3	Caso 1.....	62
6.2.4	Caso 2.....	64
6.2.5	Caso 3.....	65
6.2.6	Caso 4.....	65
6.2.7	Caso 5.....	66
6.2.8	Caso 6.....	66
6.3	Análisis económico del colector solar de agua	67
6.3.1	Consideraciones	67
6.3.2	Caso 1.....	67
6.3.3	Caso 2.....	68
6.3.4	Caso 3.....	69
6.3.5	Caso 4.....	69
6.3.6	Caso 5.....	70
CAPITULO 7 CONCLUSIONES.....		71
7.1	Sistemas fotovoltaicos.....	71
7.2	Sistemas solares térmicos.....	71
CAPITULO 8 RECOMENDACIONES.....		73
8.1	Sistemas fotovoltaicos.....	73
8.2	Sistemas solares térmicos.....	73

ANEXOS.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	94

INDICE DE TABLAS

	Páginas.
Tabla n° 1: Tensión versus tiempo, corriente continua.....	19
Tabla n° 2: Tensión versus tiempo, corriente alterna.....	20
Tabla n° 3: División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida.	32
Tabla n° 4: Potencia de consumo, autoconsumo y generación fotovoltaica versus hora del día.	42
Tabla n° 5: Resumen de la cotización de los sistemas térmicos.	55
Tabla n° 6: Resumen de la cotización de los sistemas fotovoltaicos.	55
Tabla n° 7: Potencia de artefactos eléctricos usados en una vivienda.	59
Tabla n° 8: Consumo de los artefactos de una vivienda en un día.....	60
Tabla n° 9: Cálculo del valor de distribución para la ciudad de Curicó.....	61
Tabla n° 10: Ingreso de artefactos y consumo al software Retscreen.	63
Tabla n° 11: Análisis caso 1.....	64
Tabla n° 12: Análisis caso 2.....	64
Tabla n° 13: Análisis caso 3.....	65
Tabla n° 14: Análisis caso 4.....	65
Tabla n° 15: Análisis caso 5.....	66
Tabla n° 16: Análisis caso 6.....	66
Tabla n° 17: Demanda diaria de agua caliente sanitaria por persona, a una temperatura de referencia de 45°C.....	67
Tabla n° 18: Análisis del colector solar ofrecido por INGETHERM.....	68
Tabla n° 19: Análisis del colector solar ofrecido por ECOENERGETICO.....	68
Tabla n° 20: Análisis del colector solar ofrecido por SERVISOLAR.....	69
Tabla n° 21: Análisis del colector ofrecido por ESSA CHILE.....	70
Tabla n° 22: Análisis del colector termosifón ofrecido por SERVISOLAR.....	70
Tabla n° 23: Radiación promedio mensual y anual de la ciudad de Curicó.....	75
Tabla n° 24: Tarifa de electricidad para el sector CGED 6 (Zona de Curicó).	75
Tabla n° 25: Cálculo de los ingresos provenientes de la venta de electricidad desde el sistema fotovoltaico.	89
Tabla n° 26: Tarifas de cambio o reemplazo del medidor.	89
Tabla n° 27: Espesor de aislación de tuberías.....	90
Tabla n° 28: Potencias de consumo por artefactos eléctricos de una vivienda.	90
Tabla n° 29: Flujo acumulado del análisis del caso 2.	91

Tabla n° 30: Flujo acumulado del análisis del caso 4 92
Tabla n° 31: Flujo acumulado del análisis del caso 6 93

INDICE DE IMAGENES

	Páginas.
Imagen 1: Tipos de radiación.....	13
Imagen 2: Mapa de la radiación solar mundial, cinturón solar.....	14
Imagen 3: Mapa de la radiación solar en Chile.....	15
Imagen 4: Efecto fotovoltaico.....	16
Imagen 5: Célula fotovoltaica monocristalina.....	17
Imagen 6: Cuadro comparativo de las células fotovoltaicas.....	18
Imagen 7: Proceso de fabricación del panel fotovoltaico.....	19
Imagen 8: Conversión térmica.....	21
Imagen 9: Sistemas fotovoltaicos conectados a la red.....	26
Imagen 10: Sistema fuerade red.....	28
Imagen 11: Sistema híbrido, fuera de red.....	28
Imagen 12: Sistema fotovoltaico de bombeo de agua.....	29
Imagen 13: Colector solar de tubos evacuados.....	30
Imagen 14: Sistema de agua caliente sanitaria.....	32
Imagen 15: Sistemas instalados en varias unidades de viviendas.....	33
Imagen 16: Proyecto de varios edificios.....	33
Imagen 17: Proyecto de calentador solar de agua en un criadero de salmones.....	33
Imagen 18: Proyecto calentador de agua de piscinas, Canadá.....	34
Imagen 19: Esquema de calentador solar de agua.....	36
Imagen 20: Sistemas de calentamiento prefabricados y a medida.....	37
Imagen 21: Esquema de un colector solar plano sin vidrio.....	38
Imagen 22: Esquema de un colector plano vidriado.....	39
Imagen 23: Esquema de colector solar de tubos de vacío.....	40
Imagen 24: Estructura de soporte de un sistema solar térmico.....	41
Imagen 25: Sistema básico conectado a la red.....	43
Imagen 26: Sistema completo conectado a la red.....	44
Imagen 27: Componentes para la instalación de un sistema solar.....	45
Imagen 28: Disposición de los sistemas en el colector solar.....	47
Imagen 29: Combinaciones de agua caliente solar con el sistema de apoyo.....	47
Imagen 30: Página de inicio de INGETHERM.....	51

Imagen 31: Página web de ECOENERGETICO.	51
Imagen 32: Logo de ESSA CHILE.	52
Imagen 33: Página de inicio de HELIPLAST.	52
Imagen 34: Página web de SERVISOLAR.	53
Imagen 35: Página de inicio de Retscreen.	56
Imagen 36: Colores de las celdas durante un análisis.	57
Imagen 37: Información del proyecto y ubicación.	58
Imagen 38: Pestaña de la evaluación.	58
Imagen 39: Cuadro para ingreso de artefactos y consumo.	59
Imagen 40: Cotización empresa INGETHERM.	76
Imagen 41: Cotización empresa ECOENERGETICO (Sistema conectado a la red, 1500 W).	77
Imagen 42: Cotización empresa ECOENERGETICO (Sistema conectado a la red, 2000 W).	78
Imagen 43: Cotización empresa ECOENERGETICO (Sistema conectado a la red, 2500 W).	79
Imagen 44: Cotización empresa ECOENERGETICO (Colector de 200 litros).	80
Imagen 45: Cotización empresa ECOENERGETICO (Colector de 250 litros).	81
Imagen 46: Cotización empresa ECOENERGETICO (Colector de 300 litros).	82
Imagen 47: Cotización empresa ESSA CHILE.	83
Imagen 48: Cotización empresa HELIPLAST (Equipos de los sistemas).	84
Imagen 49: Cotización empresa HELIPLAST (Instalación).	85
Imagen 50: Cotización empresa SERVISOLAR.	86
Imagen 51: Cotización empresa SERVISOLAR (Correo electrónico 1).	87
Imagen 52: Cotización empresa SERVISOLAR (Correo electrónico 2).	87
Imagen 53: Fórmulas para cálculo de electricidad generada por un sistema fotovoltaico.	88