

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Situación Actual Energética.....	4
3.2. Normativa Vigente de Sistemas Solares Térmicos .....	5
3.3. Aspectos Térmicos .....	8
3.4. Fuentes de Energía Renovable .....	12
3.4.1. Impacto ambiental .....	14
3.4.2. Ventajas y desventajas de la energía renovable .....	15
3.5. Energía Solar.....	16
3.5.1. Tipos de radiaciones que recibe la superficie terrestre .....	19
3.5.2. Captación de Energía Solar .....	24
3.5.3. Sistema de energía solar térmica .....	25
3.5.4. Colectores Solares .....	27
3.5.5. Funcionamiento de los colectores solares .....	29

3.6. Sistema solar térmico para agua caliente sanitaria (ACS) .....	29
3.6.1. Ventajas de una instalación solar de agua caliente sanitaria (ACS) .....	31
3.6.2. Tipos de colectores solares para uso de ACS .....	32
IV. METODOLOGÍA .....	37
4.1. Marco General.....	37
4.2. Sitio de Estudio .....	37
4.3. Datos Climatológicos de Concepción .....	39
4.4. Caracterización de la Cabaña.....	40
4.5. Recopilación de Datos.....	41
4.6 Análisis y Discusión de los Resultados Esperados .....	41
V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	42
5.1. Características del Colector. ....	42
5.2. Estrategias de Diseño Arquitectónico en la Instalación Solar. ....	43
5.3. Estrategias para Agua Caliente Sanitaria. ....	46
5.4. Requerimientos de Consumo .....	48
5.4.1. Cálculo de demanda de agua caliente sanitaria. ....	48
5.4.2. Gasto instalado de A.C.S. ....	51
5.4.3. Temperatura del agua de red .....	51
5.4.4. Cálculo del salto térmico a cubrir .....	53
5.4.5. Cálculo de la energía necesaria para cubrir el salto térmico .....	54
5.5. Contribución Solar Mínima por Zona Climática .....	57
5.5.1. Identificación de la demanda total diaria de A.C.S. de la cabaña .....	57
5.6. Cálculo de Irradiación Solar Global para Cañete.....	58

5.6.1. Irradiación global diaria media mensual sobre superficie horizontal (H).	58
5.6.2. Irradiación global diaria media mensual efectiva sobre superficie horizontal (He)	60
5.6.3. Irradiación solar global efectiva sobre superficie inclinada para Cañete.	61
5.6.4. Irradiación solar global efectiva diaria sobre superficie inclinada para Cañete.	63
5.6.5. Temperatura ambiente media mensual	65
5.6.6. Características del colector solar seleccionado.	66
5.6.7. Cálculo del rendimiento instantáneo del colector solar seleccionado.	67
5.6.8. Aporte solar mensual.	69
5.6.9. Energía neta unitaria disponible diaria y mensual.	70
5.6.10. Superficie mínima necesaria de captación.	72
5.6.11. Cantidad necesaria de captadores.	72
5.6.12. Cobertura solar mensual.	73
VI. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	75
VII. CONCLUSIONES.....	77
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	79
APÉNDICES.....	84
APÉNDICE N°1 .....	84
APÉNDICE N°2. ....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. [12] .....	17
Figura 3-2. TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR. [5] .....	20
Figura 3-3. REPRESENTACIÓN DE ÁNGULOS DE REFERENCIA SOLAR. [15].....	21
Figura 3-4. CONFIGURACIÓN DE POSICIONAMIENTO DE UN PUNTO REFERENCIAL EN LA TIERRA. [15].....	23
Figura 3-5. SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. [19] .....	26
Figura 3-6.SISTEMA SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA (ACS). [13].....	30
Figura 3-7. CORTE DE UN COLECTOR SOLAR PLANO. [10] .....	33
Figura 3-8. COLECTOR SOLAR PLANO NO PROTEGIDO. [13] .....	34
Figura 3-9. COLECTOR SOLAR DE TUBOS DE VACÍO. [16].....	35
Figura 4-1. REGIÓN DEL BIOBÍO. ....	38
Figura 4-2. PLANTA DE ARQUITECTURA (Elaboración propia).....	40
Figura 5-1. CONFIGURACIÓN DEL CIRCUITO DE INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA UNIFAMILIAR (SISTEMA INDIRECTO Y FORZADO). [25].....	43
Figura 5-2. ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN LA INSTALACIÓN SOLAR. [25].....	43
Figura 5-3. FORMAS DE INTEGRACIÓN DEL PANEL SOLAR EN LA TECHUMBRE. [25].....	46
Figura 5-4. CONSUMO MENSUAL AGUA CALIENTE SANITARIA EN CABAÑA... 50	
Figura 5-5. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL AGUA DE LA RED PARA CAÑETE.....	52

Figura 5-6.COMPARACIÓN ENTRE TEMPERATURA DE AGUA DE LA RED Y ACUMULACIÓN.....	53
Figura 5-7. SALTO TÉRMICO A CUBRIR. ....	54
Figura 5-8. DEMANDA ENERGÉTICA DIARIA. ....	56
Figura 5-9. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL PARA CAÑETE. ....	59
Figura 5-10. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL EFECTIVA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL PARA CAÑETE.....	61
Figura 5-11. COMPARACIÓN IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL EFECTIVA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL E INCLINADA PARA CAÑETE. ....	63
Figura 5-12. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL EFECTIVA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA PARA CAÑETE.....	64
Figura 5-13. TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA MENSUAL PARA CAÑETE.....	65
Figura 5-14. RENDIMIENTO INSTANTÁNEO MENSUAL DEL COLECTOR SELECCIONADO.....	68
Figura 5-15. APORTE SOLAR MENSUAL.....	70
Figura 5-16. COMPARACIÓN ENTRE APORTE SOLAR Y ENERGÍA NETA UNITARIA DISPONIBLE DIARIA.....	71
Figura 5-17. COMPARACIÓN ENTRE DEMANDA ENERGÉTICA Y ENERGÍA NETA DISPONIBLE CAMPO DE CAPTACIÓN.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA PARA CADA ZONA CLIMÁTICA. ....	6
Tabla 3-2. BENEFICIOS DE LA LEY N° 20.365. ....	7
Tabla 4-1. PARÁMETROS CLIMÁTICOS PROMEDIO DE CONCEPCIÓN. ....	39
Tabla 5-1. INCLINACIÓN ÓPTIMA DE CAPTADORES SOLARES. ....	44
Tabla 5-2. PENDIENTE DEL COLECTOR SOLAR ÓPTIMA, SUPERFICIE DE COLECTORES Y VOLUMEN DE ACUMULACIÓN POR ZONA CLIMÁTICA. [25].	47
Tabla 5-3. DEMANDA DIARIA DE ACS POR PERSONA (CP), SEGÚN TIPO DE SISTEMA SOLAR TÉRMICO, A UNA TEMPERATURA DE REFERENCIA DE 45°C	49
Tabla 5-4. CÁLCULO DE NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA. ....	49
Tabla 5-5. CONSUMO MENSUAL AGUA CALIENTE SANITARIA EN CABAÑA. ...	50
Tabla 5-6. GASTO AGUA CALIENTE SANITARIA. ....	51
Tabla 5-7. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL AGUA DE LA RED PARA CAÑETE. ....	52
Tabla 5-8. TEMPERATURA DE AGUA CALIENTE Y SALTO TÉRMICO A CUBRIR. ....	53
Tabla 5-9. DEMANDA ENERGÉTICA DIARIA. ....	55
Tabla 5-10. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS MENSUALES Y ANUALES. ....	56
Tabla 5-11. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA ANUAL PARA CAÑETE. ....	58
Tabla 5-12. IRRADIACIÓN GLOBAL DIARIA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL.	59
Tabla 5-13. IRRADIACIÓN GLOBAL EFECTIVA DIARIA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL. ....	60

Tabla 5-14. IRRADIACIÓN GLOBAL EFECTIVA DIARIA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA. ....	62
Tabla 5-15. IRRADIACIÓN GLOBAL EFECTIVA DIARIA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA. ....	64
Tabla 5-16. TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA MENSUAL PARA CAÑETE. ....	65
Tabla 5-17. DETERMINACIÓN DE EXPRESIONES X Y X <sup>2</sup> MENSUAL.....	67
Tabla 5-18. RENDIMIENTO INSTANTÁNEO MENSUAL DEL COLECTOR SELECCIONADO. ....	68
Tabla 5-19. APORTE SOLAR MENSUAL. ....	69
Tabla 5-20. ENERGÍA NETA UNITARIA DISPONIBLE DIARIA Y MENSUAL. ....	71
Tabla 5-21. SUPERFICIE MÍNIMA NECESARIA DE CAPTACIÓN.....	72
Tabla 5-22. CANTIDAD DE CAPTADORES.....	73
Tabla 5-23. COBERTURA SOLAR MENSUAL.....	74
Tabla 6-1. FLUJO DE CAJA.....	75