

Tabla de contenido

1.	Introducción	1
2.	Motivación	1
3.	Objetivos	2
	3.1 General	2
	3.2 Específicos	2
4.	Alcances	2
5.	Antecedentes	3
	5.1 Mercado de la Calefacción y Producción de ACS	3
	5.2 Calefacción centralizada y producción de ACS	5
	5.2.1 Sistema de generación	6
	5.2.2 Sistema de distribución	7
	5.2.3 Sistema de emisión	7
	5.2.4 Calefacción distrital en Chile	8
	5.2.5 Producción de ACS	9
	5.3 Bomba de calor	10
	5.3.1 Componentes	10
	5.3.2 Funcionamiento	11
	5.3.3 Ciclo termodinámico	11
	5.3.4 Refrigerantes	14
	5.3.5 Tipos de BC	16
	5.4 Estado del arte de bombas de calor de agua superficial (SWHP)	16
	5.4.1 Datos de diseño	18
	5.4.2 Física y modelado de cuerpos de agua superficiales	18
	5.4.3 Sistemas de bucle abierto (<i>open loop</i>)	22
	5.4.4 Sistemas de bucle cerrado (<i>close loop</i>)	24
	5.4.5 Componentes principales de los sistemas SWHP	25
	5.4.6 Sea Water Source Heat Pump (SWSHP)	28
	5.4.7 Lake Water Source Heat Pump (LWSHP)	29
	5.4.8 River Water Source Heat Pump (RWSHP)	32
	5.5 Potenciales reservorios en Chile	33
	5.6 SWHP en el mundo	34
	5.6.1 Central de climatización Drammen (SWSHP)	34
	5.6.2 Central de calefacción de Laussane (LWSHP)	34
	5.6.3 Estación térmica Shangai (RWSHP)	34
	5.7 Mercado Chileno de bombas de calor	35
6.	Metodología	38
	6.1 Recopilación de antecedentes tecnología de bombas de calor	38
	6.2 Revisión del estado del arte SWHP	38
	6.3 Selección y caracterización de los casos de estudio	38
	6.4 Desarrollo del modelo de estudio	39
	6.5 Análisis de desempeño y eficiencia energética de los casos de estudio	39
	6.6 Modelo de negocio	39

6.7	Análisis económico	39
7.	Selección de los casos de estudio.....	40
7.1	RWSHP localidad de Valdivia	42
7.1.1	Río Calle-Calle.....	43
7.1.2	Valdivia	45
7.1.3	Villa Altos del Calle-Calle y Rivera del Calle-Calle.....	47
7.2	SWSHP localidad de San Pedro de la Paz	49
7.2.1	Océano pacífico.....	49
7.2.2	San Pedro de la Paz	50
7.1.3	Edificio y Condominio Olas	52
7.3	LWSHP localidad de Puerto Octay	54
7.3.1	Lago Llanquihue	55
7.3.2	Puerto Octay.....	56
8.	Caracterización de la demanda de CC y ACS	57
8.1	Condiciones operacionales de estudio.....	58
8.2	Balace térmico para una vivienda.....	59
8.2.1	Cargas por transmisión de calor a través de la envolvente.....	59
8.2.2	Cargas por ventilación e infiltraciones	61
8.2.3	Ganancia por radiación solar	62
8.2.4	Ganancia internas	63
8.3	Producción de ACS para una vivienda.....	63
8.4	Estimación de la demanda térmica para cada caso de estudio	64
8.4.1	Demanda térmica caso Valdivia	64
8.4.2	Demanda térmica del caso de San Pedro de la Paz	67
8.4.3	Demanda térmica del caso Puerto Octay	69
9.	Descripción general de las soluciones	71
10.	Modelamiento termodinámico de la Bomba de Calor	72
10.1	Descripción del modelo	72
10.2	Selección fluido refrigerante.....	73
11.	Diseño sistema RWSHP (Valdivia)	74
11.1	Descripción de la solución.....	74
11.1.1	Sistema de generación principal (RWSHP).....	78
11.1.2	Sistema de generación auxiliar (Caldera)	84
11.2	Selección bomba de calor	85
11.3	Condiciones de operación	86
11.4	Dimensionamiento Equipos	89
11.4.1	Pozos	90
11.4.2	Bombas Centrífugas.....	92
11.4.3	Piping	95
11.4.4	Electric Trace	100
11.4.5	Caldera y Acumulador ACS	101
11.5	Selección de equipos	103
11.5.1	Bombas centrifugas.....	103
11.5.2	Redes de tuberías.....	104
11.5.3	Estanque acumulador	104
11.5.4	Caldera	105

11.5.5 Electric Trace	105
12. Diseño del Sistema SWSHP (San Pedro de la Paz)	107
12.1 Descripción de la solución.....	107
12.2 Selección de la bomba de calor	110
12.3 Condiciones de operación	110
12.4 Dimensionamiento Equipos	113
12.4.1 Intercambiador de calor	113
12.4.2 Pozos	116
12.4.3 Bombas Centrífugas	116
12.4.4 Piping	117
12.5 Selección de equipos	117
12.5.1 Bombas centrifugas	118
12.5.2 Redes de tuberías.....	118
12.5.3 Intercambiador de calor	118
13. Diseño del Sistema LWSHP (Puerto Octay)	119
13.1 Descripción de la solución.....	119
13.2 Selección de la Bomba de Calor	121
13.3 Condiciones de operación	122
13.4 Dimensionamiento Equipos	124
13.4.1 Bombas hidráulicas	124
13.4.2 Piping	124
13.5 Selección de equipos	125
13.5.1 Bombas hidráulicas	125
13.5.2 Redes de tuberías.....	126
14. Análisis teórico.....	127
14.1 RWSHP	127
14.2 14.2 SWSHP	128
14.3 14.3 LWSHP.....	129
15. Análisis de eficiencia energética de las soluciones	131
16. Modelo de negocios.....	135
16.1 mercado objetivo	135
16.2 Producto/Servicio	136
16.3 Cadena de valor	136
16.4 Actividades claves.....	136
16.5 Participantes	137
16.6 Estructura de ingresos y costos	138
16.7 Modelo de negocios de los casos de estudio	140
17. Evaluación económica	141
17.1 Costos de inversión	141
17.2 Costos operacionales	142
17.3 Costo mantención	143
17.4 Ingresos.....	143
17.5 Flujo de caja.....	144
17.6 Análisis de sensibilidad	145
18. Discusión.....	148
18.1 Análisis Técnico	148

18.2 Análisis Económico..... 150
19. Conclusión 152
Bibliografía 154
Anexos 159