

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y Antecedentes	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Contribución del trabajo de título	2
1.5. Alcances	3
1.6. Estructura de la memoria	3
2. Marco Teórico y Estado del Arte	4
2.1. Centrales de Concentración Solar de Potencia	4
2.1.1. Estructura	4
2.1.1.1. Modelo campo solar	4
2.1.1.2. Bloque de potencia	6
2.1.1.3. Almacenamiento térmico	6
2.1.1.4. Sistemas de encendido de respaldo	6
2.1.2. Centrales CSP híbridas	7
2.2. Sistemas eléctricos de potencia y el desafío de la transición energética	8
2.2.1. Mercados eléctricos	9
2.2.1.1. Formas de organización de los mercados	9
2.2.1.2. Servicios complementarios y flexibilidad	9
2.2.1.3. Políticas públicas	10
2.2.2. Planificación de sistemas eléctricos	11
2.2.2.1. Planificación de la transmisión	12
2.2.2.2. Planificación de la generación	13
2.2.2.3. Planificación de la distribución	13
2.2.2.4. Modelos de flujos de potencia óptimos	13
2.3. Modelos de centrales CSP en la planificación de los SEPs	14
2.3.1. Centrales CSP en ejercicios de planificación chilenos	14
2.3.2. Centrales CSP en ejercicios de planificación de la expansión y operación	15
2.3.3. Centrales CSP en ejercicios de planificación de la operación	17
2.3.4. Otros ejercicios de planificación	19
3. Metodología	20
3.1. Información general de la metodología	20
4. Desafíos de la modelación	22

4.1.	Esquemas de modelación existentes	22
4.1.1.	De acuerdo al objetivo de la optimización	23
4.1.1.1.	Planificación de expansión del sistema	23
4.1.1.2.	Planificación de operación del sistema	24
4.1.1.3.	Nivel de penetración de energías renovables	24
4.1.1.4.	Reducción de vertimiento de ERNC	24
4.1.1.5.	Desplazamiento de combustibles fósiles	25
4.1.2.	De acuerdo a las variables de decisión	25
4.1.2.1.	Largo plazo	25
4.1.2.2.	Mediano plazo	26
4.1.3.	De acuerdo al modelo de mercado	26
4.1.3.1.	Modelo centralizado	27
4.1.3.2.	Modelo tomador de precios	27
4.1.3.3.	Modelo de ofertas	27
4.1.4.	De acuerdo a la estrategia de despacho	27
4.1.4.1.	Reglas heurísticas	27
4.1.4.2.	Despacho predefinido	28
4.1.4.3.	Despacho por optimización	28
4.1.5.	De acuerdo a la resolución temporal	28
4.1.5.1.	Bloque	28
4.1.5.2.	Día típico	28
4.1.5.3.	Horaria	28
4.1.5.4.	Sub-horaria	29
4.1.6.	De acuerdo al horizonte de optimización	29
4.1.6.1.	Diario	29
4.1.6.2.	Semanal	29
4.1.6.3.	Estacional	29
4.1.6.4.	Múltiples años	29
4.2.	Dimensionamiento del desafío de modelación	30
5.	Opciones de modelación	32
5.1.	Modelo de planificación	32
5.2.	Opciones de modelación propuestos	38
5.2.1.	Modelo reducido	38
5.2.2.	Modelo completo	39
5.2.3.	Modelo con despacho heurístico	39
5.2.4.	Modelo con estado de carga	40
5.2.5.	Modelo de despacho predefinido	40
5.2.6.	Modelo con reservas	40
5.3.	Portafolio de centrales CSP	41
5.4.	Casos de estudio	44
5.4.1.	Datos de entrada	44
5.4.1.1.	Caso 1	47
5.4.1.2.	Caso 2	48
5.4.2.	Criterios de evaluación y metodología de comparación	48
5.4.3.	Análisis de sensibilidad	50

6. Resultados	51
6.1. Costos de operación e inversión del sistema	51
6.2. Capacidad instalada e inversión en transmisión	54
6.3. Operación del sistema	61
6.3.1. Mix de generación	62
6.4. Tiempos de cómputo	66
6.5. Análisis comparativo	68
6.5.1. Portafolios de CSP	69
6.5.2. Costos de inversión y operación	70
6.5.3. Casos de estudio	71
6.5.4. Opciones de modelamiento	71
6.6. Análisis de sensibilidad	73
6.6.1. Variación en los costos de inversión	73
6.6.2. Cambios en el horizonte de optimización	74
6.6.3. Adición de requerimientos de reserva primaria y secundaria	78
7. Conclusión	80
Bibliografía	82
Anexos	87
A. Datos adicionales	87
A.1. Datos de entrada	87
B. Resultados adicionales	90
B.1. Ejercicio de planificación	90
B.2. Análisis de sensibilidad	94