

Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcances.....	2
1.4. Estructura del trabajo.....	2
2. Marco Teórico	3
2.1. Software HOMER	3
2.2. Modelo de centrales diésel en HOMER [1].....	5
2.2.1. Vida útil del generador	5
2.2.2. Curva de combustible y curva de eficiencia.....	5
2.2.3. Costos	6
2.2.4. Mantenimiento.....	7
2.2.5. Variables de salida.....	7
2.3. Modelo de centrales hidráulicas de pasada en HOMER [2].....	8
2.3.1. Pérdida por fricción en la tubería	8
2.3.2. Caudal de la turbina.....	11
2.3.3. Potencia hidráulica	12
2.4. Almacenamiento eléctrico	12
2.4.1. Tipos de sistemas de almacenamiento eléctrico.....	12
2.4.2. Modelos de almacenamiento en HOMER [25]	17
2.5. Estrategias de despacho para microrredes.....	22
2.5.1. Estrategia de seguimiento de carga	23
2.5.2. Estrategia de ciclo de carga	24
3. Metodología.....	27
3.1. Metodología para inclusión de sistemas de almacenamiento.....	27
3.2. Metodología para la utilización de técnicas de redes inteligentes.....	28
3.3. Metodología para determinar propuesta con crecimiento de la demanda	29
4. Modelo desarrollado	31
4.1. Sistema Palena.....	31

4.2. Modelo de las centrales diésel.....	33
4.3. Modelo central de pasada Río Azul.....	35
4.3.1. Estimación del caudal.....	36
4.4. Crecimiento anual de la demanda.....	37
4.5. Modelo bombeo hidráulico.....	37
4.6. Modelo almacenamiento por compresión de aire.....	39
4.7. Modelo baterías	40
4.8. Modelo batería de flujo	44
4.9. Modelo volante de inercia	45
4.10. Modelo supercondensador.....	46
5. Resultados y análisis.....	48
5.1. Inclusión de sistemas de almacenamiento	48
Caso 1: Base	48
Caso 2: Almacenamiento por compresión de aire	54
Caso 3: Baterías de plomo ácido	58
Caso 4: Baterías de ion litio.....	62
Caso 5: Baterías de níquel cadmio	65
Caso 6: Baterías de níquel-metal hidruro	69
Caso 7: Batería de flujo redox de vanadio.....	72
Caso 8: Batería de flujo de zinc-bromuro.....	76
Caso 9: Volante de inercia de larga duración	79
5.1.2. Elección de la tecnología y sistema propuesto	82
5.2. Estrategia de despacho y carga desplazable	85
5.3. Propuesta con crecimiento de la demanda.....	92
6. Conclusiones.....	95
6.1. Trabajo futuro	96
6.1.1. Propuesta de inversión con crecimiento de demanda con horizonte de evaluación mayor	97
7. Bibliografía.....	98
Anexos	104
Anexo A. Estudio tarifario para sistemas medianos cuadrienio 2014-2018 CNE	104
Anexo B. Cotización batería NiMH Nilar.....	107
Anexo C. Caso 10: Volante de inercia de corta duración	108

Anexo D.	Caso 11: Supercondensadores	111
Anexo E.	Caso 12: Bombeo hidráulico.....	114
Anexo F.	Diferencias entre instalar 12 y 13 módulos de baterías de plomo ácido en el sistema Palena	116
Anexo G.	Resultados de plomo ácido con diferentes estrategias de despacho	118
Anexo H.	Resultados de las tecnologías de interés para una demanda constante equivalente a la del décimo año del sistema Palena	119
Anexo I.	Resultados para las tres capacidades de ion litio estudiadas con las diferentes estrategias	121
Anexo J.	Resultados con desplazamiento de la demanda en hora punta	122
Anexo K.	Resultados caso base ideal con crecimiento de demanda	123
Anexo L.	Resultados caso base con restricción y crecimiento de demanda	125
Anexo M.	Resultados incorporación de baterías con crecimiento de demanda.....	127
Anexo N.	Resultados de incorporación de baterías casos con 134 kWh y 336 kWh.....	131