

Tabla de Contenido

1. Glosario	1
2. Introducción	2
2.1. Motivación	2
2.2. Objetivo general	5
2.3. Objetivos específicos	5
2.4. Alcances	5
2.5. Estructura del documento	6
3. Marco Teórico	7
3.1. Introducción	7
3.2. Fallas en las líneas de transmisión	8
3.3. Alternativas de respaldo de suministro eléctrico	9
3.3.1. Tecnología térmica diésel	9
3.3.2. Ampliación de líneas de transmisión	11
3.4. Sistemas de almacenamiento de energía	11
3.4.1. Tecnologías de BESS	13
3.4.2. Componentes de BESS	15
3.4.3. Aplicaciones en el sector eléctrico	16
3.4.4. Impactos ambientales	20
3.4.5. Parámetros de diseño	20
3.4.6. Proyectos operativos de BESS	22
3.4.6.1. Casos alrededor del mundo	22
3.4.6.2. Casos chilenos	24
3.5. Micro-redes	26
3.5.1. Definición	26
3.5.2. Aspectos técnicos de las micro-redes	27
3.5.3. Control de micro-redes	30
3.5.3.1. Convertidores modo <i>grid-following</i>	31
3.5.3.2. Convertidores modo <i>grid-forming</i>	32
3.5.4. Sistemas de almacenamiento de energía en micro-redes	35
3.5.5. Modelo convertidor <i>grid-forming</i> para redes sin inercia	36
3.6. Aspectos normativos	40
3.6.1. Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio	40
3.6.2. Reglamento de los sistemas de transmisión	42
3.6.3. Energía no suministrada	43
3.6.4. Costo de Falla de Corta Duración	43

3.6.5.	Valor anual de transmisión por tramo	43
3.7.	Antecedentes	45
4.	Metodología e Implementación	46
4.1.	Evaluación Económica	49
4.1.1.	Proyección ENS y su valorización	49
4.1.2.	Determinación de casos de estudio	50
4.1.3.	Componentes financieros de las alternativas de solución	51
4.1.3.1.	Ingresos o beneficios	51
4.1.3.2.	Costos de inversión, operación y mantenimiento	51
4.1.4.	Comparación entre los casos de dimensionamiento BESS y las alternativas	53
4.2.	Evaluación técnica	53
4.2.1.	Modelo de simulación en DIgSILENT	54
4.2.2.	Eventos de falla	57
5.	Resultados y análisis	59
5.1.	Evaluación Económica	60
5.1.1.	Proyección de energía	60
5.1.2.	Dimensionamiento	62
5.1.3.	Ingresos y costos asociados al BESS	63
5.1.4.	Alternativas de solución al problema de seguridad	65
5.1.4.1.	Motor-generador diésel	65
5.1.4.2.	Construcción de nueva línea de transmisión	66
5.1.5.	Comparación entre soluciones	67
5.1.6.	Análisis FODA	69
5.2.	Formación de isla	71
5.2.1.	Cortocircuito trifásico, caso formación de isla	76
5.3.	Operación de isla	80
5.3.1.	Cortocircuito trifásico, caso operación en isla	86
6.	Conclusiones	91
6.1.	Trabajos futuros	92
	Bibliografía	94
	Anexos	101
A.	Cortocircuito monofásico a tierra en la Línea El Salado - Chañaral 23 kV	101
B.	Cortocircuito bifásico a tierra en la Línea El Salado - Chañaral 23 kV	104
C.	Cortocircuito bifásico sin contacto a tierra en la Línea El Salado - Chañaral 23 kV	107
D.	Cortocircuito monofásico a tierra en la Línea Consumo Chañaral 1	110
E.	Cortocircuito bifásico a tierra en la Línea Consumo Chañaral 1	113
F.	Cortocircuito bifásico sin contacto a tierra en la Línea Consumo Chañaral	117