

Diseño Conceptual de centrales hidroeléctricas costeras con sistema PHS en Chile

Tabla de Contenido:

1.	Introducción.....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	Objetivo General.....	2
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	2
1.2.	Descripción de los Capítulos.....	2
2.	Sistema Pumped Hydropower Storage (PHS).	4
2.1.	¿Qué es un sistema PHS? ¿Dónde Radica su importancia?.....	4
2.2.	Desarrollo de los Sistemas PHS.....	5
2.3.	Sistemas de Almacenamiento de Energía.....	6
2.4.	Aspectos técnicos de las PHS.....	7
3.	Desarrollo de las Energías Renovables no Convencionales (ERNC)	11
3.1.	Desarrollo Internacional de las ERNC.....	11
3.2.	Desarrollo Nacional de las ERNC.....	13
3.2.1.	Mercado Eléctrico Nacional.....	13
3.2.2.	Evolución de las ERNC.....	16
4.	Centrales con sistema PHS de agua de mar.....	20
4.1.	Resultados Informe Centro de Energía.....	20
4.2.	Aspectos técnicos.....	21
4.3.	Impactos de las nuevas Centrales.....	22
4.4.	Proyectos de PHS con agua de mar.....	22
5.	Centrales Objetivo.....	27
5.1.	Metodología de elección.....	27
5.2.	Resultados de la elección.....	28
6.	Diseño de las Centrales.....	40
6.1.	Escenarios de Operación.....	40
6.2.	Parámetros de Diseño.....	41
6.3.	Captación inferior.....	46
6.4.	Tuberías.....	51
6.5.	Sistema Hidráulico.....	55
6.6.	Reservorio Superior.....	58
6.7.	Caverna de Maquinas.....	60
6.8.	Sistemas de Transmisión.....	62
6.9.	Servicios y Equipos Auxiliares.....	63

Diseño Conceptual de centrales hidroeléctricas costeras con sistema PHS en Chile

7.	Regulación administrativa y otros.....	63
7.1.	Regulación Administrativa.....	63
7.2.	Planta desaladora.....	64
7.3.	Estudios.....	64
8.	Evaluación de Costos.....	66
8.1.	Captación.....	66
8.2.	Tuberías.....	66
8.3.	Reservorio Superior.....	67
8.4.	Sistema Hidráulico.....	68
8.5.	Caverna de Maquinas y Servicios Auxiliares.....	68
8.6.	Sistema de Transmisión.....	69
8.7.	Resultados.....	69
9.	Conclusiones.....	72
10.	Bibliografía.....	74
11.	Anexos.....	76
	ANEXO A: Resumen Presupuesto Centrales Objetivo.....	76

Figura 1:	Esquema de un sistema PHS convencional (Centro de Energia Universidad de Chile, 2020).....	4
Figura 2:	Capacidad de las plantas PHS a nivel mundial (NHA 2018).....	5
Figura 3:	Características de los sistemas de almacenamiento de energía (Valdovinos & Otárola, 2008).....	6
Figura 4:	Esquema general sistema TG MB del tipo 1 (GIZ, 2016).....	8
Figura 5:	Esquema general sistema TG MB del tipo 2 (GIZ, 2016).....	8
Figura 6:	Esquema general sistema TG MB del tipo 3 (GIZ, 2016).....	9
Figura 7:	Adicción de energías renovables por Región en el periodo 2011-2013 (Clerc et al., 2017).....	12
Figura 8:	Generación real en algunos parques eólicos del SEN (ex SIC) (Clerc et al., 2017).....	13
Figura 9:	Capacidad instalada en el SEN por tecnología (Fuente: elaboración propia).....	14
Figura 10:	Capacidad instalada en el SEM por tecnología (Fuente: elaboración propia).....	15
Figura 11:	Capacidad instalada en el SEA por tecnología (Fuente: elaboración propia).....	16
Figura 12:	Evolución de las ERNC en el SEN (Fuente: elaboración propia).....	17
Figura 13:	Variación de las principales fuentes de generación a nivel nacional (Fuente: elaboración propia).....	18
Figura 14:	Variación de las fuentes de ERNC a nivel nacional (Fuente: elaboración propia).....	18
Figura 15:	Potenciales sitios para el desarrollo de las centrales Objetivo (Centro de Energia Universidad de Chile, 2020).....	21

Diseño Conceptual de centrales hidroeléctricas costeras con sistema PHS en Chile

Figura 16: Central Yanbaru, Japón (Fuente: Google Earth Pro).....	23
Figura 17: Esquema de la Central Yanbaru, Japón (Centro de Energía Universidad de Chile, 2020).....	24
Figura 18: Esquema proyecto Valhalla, Chile (Centro de Energía Universidad de Chile, 2020).....	25
Figura 19: Imagen Satelital proyecto Cultana, Australia (ARENA, 2017).	26
Figura 20: Imagen Satelital Central Objetivo Caleta Vitor.	29
Figura 21: Imagen Satelital Central Objetivo Caleta Camarones.	30
Figura 22: Imagen Satelital Central Objetivo Caleta Junin.....	30
Figura 23: Imagen Satelital Central Objetivo Iquique.....	31
Figura 24: Imagen Satelital Central Objetivo Mollecita.	32
Figura 25: Imagen Satelital Central Objetivo Yape.	32
Figura 26: Imagen Satelital Central Objetivo Playa el Águila.	33
Figura 27: Imagen Satelital Central Objetivo Caleta San Marcos.	34
Figura 28: Imagen Satelital Central Objetivo Playa Ike-Ike.....	34
Figura 29: Imagen Satelital Central Objetivo Michilla.	35
Figura 30: Imagen Satelital Central Objetivo Taltal.....	36
Figura 31: Imagen Satelital Central Objetivo La Cobaltera.	36
Figura 32: Centrales objetivo y polos de ERCN. Parte 1.	38
Figura 33: Centrales objetivo y polos de ERCN. Parte 2.	39
Figura 34: Producción ERNC y demanda eléctrica del SEN para el mes de Enero.....	40
Figura 35: Producción ERNC y demanda eléctrica del SEN para el mes de Julio.....	41
Figura 36: Tasa de evaporación promedio a nivel mensual.	43
Figura 37: Imagen referencial captación proyecto Valhalla (Gestión Ambiental Consultores S.A, 2014).	47
Figura 38: Diseño captación proyecto Valhalla (Guzmán & Barra, 2016).....	48
Figura 39: Análisis de la velocidad del flujo en la captación (Guzmán & Barra, 2016).	49
Figura 40: Materialidad estructura captación (Guzmán & Barra, 2016).....	50
Figura 41: Disposición túneles submarinos proyecto EWS Minera Escondida.....	52
Figura 42: Diseño tuberías Central Playa el Águila.	53
Figura 43: Diseño tubería a presión central la Mina.....	55
Figura 44: Turbina reversible central Moralets (Enher, n.d.).....	57
Figura 45: Principales variantes de presas de tierra y roca-tierra (Novak et al., 2007).	59
Figura 46: Sala de Máquinas Central Moralets (Enher, n.d.).	61
Figura 47: Diseño túneles de acceso caverna de máquinas (Fuente: Manual de carreteras).	62
Figura 48: Resumen Presupuesto Centrales Caleta Vitor, Caleta Camarones y Caleta Junin.	76
Figura 49: Resumen Presupuesto Centrales Iquique, Mollecita y Yape.	77
Figura 50: Resumen Presupuesto Centrales Playa el Águila, Caleta san Marcos y Playa Ike-Ike.	78
Figura 51: Resumen Presupuesto Centrales Michilla, Taltal y La Cobaltera.	79
Tabla 1: Resumen de configuraciones según tipo (GIZ, 2016).....	10

Diseño Conceptual de centrales hidroeléctricas costeras con sistema PHS en Chile

Tabla 2: Parámetros de diseño Centrales objetivo.....	45
Tabla 3: Centrales hidroeléctricas convencionales en el país.....	46
Tabla 4: Ubicación captaciones de las centrales con respecto a la costa.....	51
Tabla 5: Largo de los tramos de tuberías.....	54
Tabla 6: Resumen costos Centrales Objetivo.....	70