

Tabla de Contenido

Índice de Figuras.....	VI
Índice de Tablas.....	VII
Índice de Gráficos	VIII
Siglas	X
1. Introducción	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1. Objetivo general.....	1
1.1.2. Objetivos específicos.....	1
1.2. Alcances.....	2
1.3. Estructura del trabajo	2
2. Marco Teórico.....	4
2.1. El segmento de transmisión	4
2.1.1. Características de la transmisión.....	5
2.2. Tarificación de la transmisión.....	6
2.2.1. ¿Por qué tarificar?	6
2.2.2. Principios de un esquema de tarificación	7
2.2.3. Elementos básicos de un esquema de tarificación	9
2.3. Metodologías de tarificación de la transmisión.....	11
2.3.1. Costos Marginales de Corto Plazo	12
2.3.2. Estampillado	13
2.3.3. Contract Path.....	14
2.3.4. MW-Mile	14
2.3.5. Factores de Distribución	15
2.3.6. Tabla comparativa de metodologías.....	18
2.4. Tarificación de la transmisión en el mundo	19
2.4.1. Argentina	19
2.4.2. Alemania.....	19
2.4.3. España	19
2.4.4. Estados Unidos: PJM	19
2.4.5. Gran Bretaña	19
2.4.6. Nueva Zelanda	20
2.5. Legislación eléctrica y tarificación de transmisión en Chile.....	20

2.5.1.	D.F.L. N°1 / 1982	20
2.5.2.	Ley 18.922	22
2.5.3.	Ley 19.940 - Ley Corta I	24
2.5.4.	Ley 20.018 - Ley Corta II	28
2.5.5.	Ley 20.936	28
2.6.	Coordinación hidrotérmica	31
2.7.	Procedimiento cálculo de participaciones CDEC-SIC	33
2.7.1.	Cálculo de participaciones	34
2.7.2.	Prorratas por sistema de transmisión troncal	40
3.	Propuesta metodológica	41
3.1.	Validación Informe Peajes 2017 - CDEC-SIC	44
3.1.1.	Los Vilos – Nogales 220kV	44
3.1.2.	Ancoa – Alto Jahuel 500kV	45
3.1.3.	Colbún – Candelaria 220kV	46
3.1.4.	Charrúa – Mulchén 220kV	47
3.1.5.	Análisis	48
4.	Antecedentes del sistema eléctrico simulado	50
4.1.	Demanda	50
4.2.	Etapas y bloques	51
4.3.	Sistema de transmisión troncal	51
4.3.1.	Interconexión SIC-SING	53
4.4.	Disponibilidad de Gas	55
4.5.	Parque generador y centrales futuras	55
4.6.	Modelación centrales ERNC	57
4.7.	Artículo transitorio 25° – Ley 20.936	58
4.7.1.	Resumen	63
4.8.	Empresas de estudio	65
4.8.1.	AES Gener	65
4.8.2.	Colbún	66
4.8.3.	Enel	66
4.8.4.	Engie	67
4.9.	Escenario ERNC	69
5.	Resultados y análisis	70
5.1.	Valorización del Sistema de Transmisión Nacional	70

5.2.	Proyección Ley 19.940.....	71
5.2.1.	Participaciones esperadas por línea de interconexión.....	71
5.2.2.	AES Gener	73
5.2.3.	Colbún	76
5.2.4.	Enel	78
5.2.5.	Engie	80
5.3.	Proyección Ley 20.936.....	83
5.3.1.	AES Gener	83
5.3.2.	Colbún	85
5.3.3.	Enel	87
5.3.4.	Engie	89
5.4.	Escenario ERNC	92
5.4.1.	AES Gener	92
5.4.2.	Colbún	94
5.4.3.	Enel	95
5.4.4.	Engie	97
5.5.	Pagos anuales por empresa	99
5.6.	Estimación de pagos de demanda.....	101
6.	Conclusiones	104
6.1.	Trabajo futuro.....	108
	Bibliografía	109
	Anexos	111
	A: Planes de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal.....	111
	B: VATT Sistema de Transmisión Nacional a enero de 2017	114
	C: Parque generador y Costos variables	117
	D: Perfiles centrales eólicas.....	124
	E: Contratos de Suministro	126

Índice de Figuras

Figura 1: Estructura de un Sistema Eléctrico de Potencia [1]	4
Figura 2: Estructura de Metodologías de Tarificación [7, p. 2]	11
Figura 3: Estructura Sistema Eléctrico Chileno D.F.L. N°1 / 1982 [18].....	21
Figura 4: Estructura Tarificación de Transmisión Ley Corta I [24].....	27
Figura 5: El problema de la coordinación hidrotérmica [6, p. 435].....	31
Figura 6: Funciones de Costos Inmediatos y Futuros [6, p. 436]	32
Figura 7: Procedimiento cálculo de peajes CDEC-SIC	33
Figura 8: Árbol de factores GGDF	34
Figura 9: Metodología de trabajo.....	41
Figura 10: Configuración de etapas y bloques para años de cálculo de peajes.....	51
Figura 11: Sistema de Transmisión Troncal SING	51
Figura 12: Sistema de Transmisión Troncal SIC	52
Figura 13: Proyecto de Interconexión SIC-SING [33].....	53
Figura 14: Sistema de Transmisión Nacional SIN	54
Figura 15: Metodología Artículos Transitorios	63
Figura 16: Empresas AES GENER SING	65
Figura 17: Empresas AES GENER SIC	65
Figura 18: Empresas COLBUN SIC	66
Figura 19: Empresas ENEL SING	66
Figura 20: Empresas ENEL SIC.....	67
Figura 21: Empresas ENGIE SING	67
Figura 22: Empresas ENGIE SIC	68

Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen de Principales Metodologías de Tarificación [14, p. 386]	18
Tabla 2: Demanda mensual por sistema eléctrico durante el período de estudio	50
Tabla 3: Obras de Interconexión SIC-SING	53
Tabla 4: Disponibilidad de Gas Natural	55
Tabla 5: Centrales Futuras	56
Tabla 6: Art. Trans. Ley 20.936 – Factores de ajuste de pago por inyección.....	59
Tabla 7: Art. Trans. Ley 20.936 - Factores de ajuste clientes individualizados	60
Tabla 8: Art. Trans. Ley 20.936 – Factores de ajuste Clientes No Individualizados.....	61
Tabla 9: Instalaciones de transmisión pagadas en su totalidad por clientes finales.....	64
Tabla 10: Centrales Eólicas - Escenario ERNC	69
Tabla 11: Centrales Fotovoltaicas - Escenario ERNC.....	69
Tabla 12: Pagos anuales por empresa - Ley 19.940 [MMUSD]	99
Tabla 13: Pagos anuales por empresa - Ley 20.936 [MMUSD]	100
Tabla 14: Cargos Únicos Nuevas Líneas de Transmisión.....	101
Tabla 15: Planes de Expansión Sistema de Transmisión Troncal SING	112
Tabla 16: Planes de Expansión Sistema de Transmisión Troncal SIC.....	114
Tabla 17: VATT Sistema de Transmisión Nacional a ene17	117
Tabla 18: Parque generador y Costos variables	124
Tabla 19: Perfiles potencia máxima mensual centrales eólicas	125
Tabla 20: Contratos de Suministro AES Gener	127
Tabla 21: Contratos de Suministro Colbún.....	128
Tabla 22: Contratos de Suministro Enel.....	134
Tabla 23: Contratos de Suministro Engie.....	136

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Prorratas de Gx, tramo Los Vilos – Nogales 220kV primer semestre	44
Gráfico 2: Prorratas de Gx, tramo Los Vilos – Nogales 220kV segundo semestre	45
Gráfico 3: Prorratas de Gx, tramo Ancoa – Alto Jahuel 500kV primer semestre.....	45
Gráfico 4: Prorratas de Gx, tramo Ancoa – Alto Jahuel 500kV segundo semestre	46
Gráfico 5: Prorratas de Gx, tramo Colbún – Candelaria 220kV primer semestre	46
Gráfico 6: Prorratas de Gx, tramo Colbún – Candelaria 220kV segundo semestre	47
Gráfico 7: Prorratas de Gx, tramo Charrúa - Mulchén 220kV primer semestre	47
Gráfico 8: Prorratas de Gx, tramo Charrúa – Mulchén 220kV segundo semestre.....	48
Gráfico 9: Perfil Anual Centrales FV.....	57
Gráfico 10: Valorización del Sistema de Transmisión Nacional	70
Gráfico 11: Prorratas y flujo 2x500 kV Cumbres - Los Changos jul-18 > mar-20	72
Gráfico 12: Prorratas y flujo 2x500 kV Cumbres - Los Changos abr-20 > dic-21	72
Gráfico 13: Peajes AES Gener Ley 19.940 [MUSD].....	73
Gráfico 14: Flujos de Potencia Proyecto ISA [MW]	74
Gráfico 15: Pagos por Excepción MGNC AES Gener Ley 19.940 [MUSD].....	74
Gráfico 16: Peajes Proyecto Alto Maipo [MUSD]	75
Gráfico 17: Peajes Colbún Ley 19.940 [MUSD]	76
Gráfico 18: Pagos por Excepción MGNC Colbún Ley 19.940 [MUSD].....	77
Gráfico 19: Peajes San Pedro [MUSD]	78
Gráfico 20: Peajes Enel Ley 19.940 [MUSD].....	78
Gráfico 21: Pagos por Excepción MGNC Enel Ley 19.940 [MUSD].....	79
Gráfico 22: Peajes Los Cóndores [MUSD]	80
Gráfico 23: Peajes Engie Ley 19.940 [MUSD].....	80
Gráfico 24: Pagos por Excepción MGNC Engie Ley 19.940 [MUSD].....	81
Gráfico 25: Peajes de Inyección Ley 19.940 [MUSD].....	82
Gráfico 26: Factor Contrato AES Gener.....	83
Gráfico 27: Peajes AES Gener Ley 20.936 [MUSD].....	84
Gráfico 28: Factor Contrato Colbún.....	85
Gráfico 29: Peajes Colbún Ley 20.936 [MUSD]	86
Gráfico 30: Factor Contrato Enel.....	87
Gráfico 31: Peajes Enel Ley 20.936 [MUSD].....	88
Gráfico 32: Factor Contrato Engie.....	89
Gráfico 33: Peajes Engie Ley 20.936 [MUSD].....	90
Gráfico 34: Peajes de Inyección Ley 20.936 [MUSD].....	91
Gráfico 35: Factor Contrato ERNC AES Gener.....	92
Gráfico 36: Peajes AES Gener Ley 20.936 Escenario ERNC [MUSD].....	93
Gráfico 37: Factor Contrato ERNC Colbún	94
Gráfico 38: Peajes Colbún Ley 20.936 Escenario ERNC [MUSD]	95
Gráfico 39: Factor Contrato ERNC Enel.....	95
Gráfico 40: Peajes Enel 20.936 Escenario ERNC [MUSD]	96
Gráfico 41: Factor Contrato ERNC Engie.....	97
Gráfico 42: Peajes Engie Ley 20.936 Escenario ERNC [MUSD].....	98
Gráfico 43: Peajes de Inyección Ley 20.936 - Escenario ERNC [MUSD]	98

Gráfico 44: Peajes de Inyección Anual / VATT - Ley 19.940.....	99
Gráfico 45: Peajes de Inyección Anual / VATT - Ley 20.936.....	100
Gráfico 46: Cargo Único Acumulado [USD/kWh]	102
Gráfico 47: Exenciones de empresas por factores [MUSD]	103
Gráfico 48: Asignación a Segmentos de Clientes - Ley 20.936.....	103

Siglas

AIC.....	Área de Influencia Común
AVI.....	Anualidad del Valor de Inversión
CER.....	Compensación Estática de Reactivos
CDEC.....	Centro de Despacho Económico de Carga
CNE.....	Comisión Nacional de Energía
COMA.....	Costos de Operación, Mantenimiento y Administración
ERNC.....	Energía Renovable No Convencional
ETT.....	Estudio de Transmisión Troncal
GGDF.....	Generalized Generation Distribution Factor
GLDF.....	Generalized Load Distribution Factor
GSDF.....	Generation Shift Distribution Factor
ITe.....	Ingreso Tarifario de Energía
ITp.....	Ingreso Tarifario de Potencia
MGNC.....	Medio de Generación No Convencional
PPA.....	Power Purchase Agreement
SIC.....	Sistema Interconectado Central
SIN.....	Sistema Interconectado Nacional
SING.....	Sistema Interconectado del Norte Grande
VAD.....	Valor Agregado de Distribución
VATT.....	Valor Anual de Transmisión por Tramo
VI.....	Valor de Inversión