

**REF:** Aprueba "Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal. Período 2015-2016".

**SANTIAGO, 23 de noviembre de 2015**

**RESOLUCION EXENTA N° 615**

- VISTOS:**
- a) Lo dispuesto en el artículo 7° y 9° letra h) del D.L. 2.224 de 1978, que crea el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía, en adelante, la Comisión, modificado por Ley 20.402 y Ley 20.776;
  - b) Lo dispuesto en el Decreto con Fuerza de Ley N°4 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N°1 del Ministerio de Minería, de 1982, en adelante, "Ley General de Servicios Eléctricos" o la "Ley", especialmente el artículo 99°;
  - c) Lo dispuesto en la Resolución Exenta CNE N° 390, de 31 de julio de 2015, que Aprueba Informe Técnico para la Determinación del Valor Anual y Expansión de los Sistemas de Transmisión Troncal Cuadrienio 2016-2019;
  - d) Lo resuelto por el Panel de Expertos en su Dictamen N° 6-2015, de 20 de octubre de 2015;
  - e) Lo indicado en el Informe Técnico Definitivo para la determinación del Valor Anual y Expansión de los Sistemas de Transmisión Troncal, cuadrienio 2016-2019, aprobado mediante de Resolución Exenta N° 597 de 10 de noviembre de 2015;
  - f) Lo informado por la Dirección de Peajes del CDEC-SIC mediante carta DP N° 00735/2015, de fecha 11 de septiembre de 2015, y por la Dirección de Peajes del CDEC-SING, mediante carta N° 1277/2015, de fecha 11 de septiembre de 2015;
  - g) Lo señalado complementariamente por la Dirección de Peajes del CDEC-SIC, mediante carta DP N°00837/2015, de fecha 19 de octubre de 2015; y

- h) La Resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República.

## **CONSIDERANDO:**

- a) Que, se debe dar curso progresivo al proceso de determinación de la expansión de los sistemas de transmisión troncal; y
- b) Que, habiéndose cumplido lo dispuesto en el artículo 99° de la Ley y recibido las propuestas de la Direcciones de Peajes del CDEC-SIC y CDEC-SING, mediante cartas individualizadas en el VISTOS f) y g) de la presente Resolución, la Comisión, de conformidad a lo dispuesto en el señalado artículo, debe presentar, el plan de expansión para los doce meses siguientes, a los participantes y usuarios e instituciones interesadas, referidos en los artículos 83° y 85° de la Ley, los cuales podrán presentar sus discrepancias ante el Panel de Expertos.

## **RESUELVO**

**Artículo Primero:** Apruébase el siguiente Informe "Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal. Período 2015-2016", que la Comisión Nacional de Energía debe informar conforme lo dispuesto en el artículo 99° de la Ley:



**PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE  
TRANSMISIÓN TRONCAL  
PARA LOS DOCE MESES SIGUIENTES**

**SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL Y  
SISTEMA INTERCONECTADO DEL NORTE GRANDE**

**Noviembre de 2015  
Santiago de Chile**

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	6
2	RESUMEN EJECUTIVO .....	8
3	PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA TRONCAL DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL, PARA LOS DOCE MESES SIGUIENTES .....	9
3.1	OBRAS DE AMPLIACIÓN.....	9
3.1.1	NORMALIZACIÓN EN S/E DIEGO DE ALMAGRO 220 KV .....	10
3.1.2	SECCIONAMIENTO DE LA LINEA 2X220 KV CARDONES – CARRERA PINTO – DIEGO DE ALMAGRO Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E SAN ANDRÉS 220 KV.....	10
3.1.3	NORMALIZACIÓN EN S/E PAN DE AZÚCAR 220.....	11
3.1.4	SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO DE LA LÍNEA PAN DE AZÚCAR – LAS PALMAS 2X220 KV EN S/E DON GOYO.....	12
3.1.5	SECCIONAMIENTO DEL PRIMER CIRCUITO DE LA LÍNEA PAN DE AZÚCAR – LAS PALMAS 2X220 KV EN S/E LA CEBADA .....	13
3.1.6	S/E SECCIONADORA EL LLANO 220 KV, NORMALIZACIÓN PAÑO J12 EN S/E POLPAICO 220 KV Y NORMALIZACIÓN EN S/E LOS MAQUIS 220 KV .....	14
3.1.7	S/E SECCIONADORA NUEVA LAMPA 220 KV .....	15
3.1.8	NORMALIZACIÓN EN S/E CHENA 220 KV .....	16
3.1.9	NORMALIZACIÓN DE PAÑOS J3 Y J4 EN S/E CHENA 220 KV.....	17
3.1.10	SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO DE LA LÍNEA POLPAICO – LO AGUIRRE 2X500 KV EN S/E LO AGUIRRE 500 KV .....	17
3.1.11	NORMALIZACIÓN EN S/E ALTO JAHUEL 220 KV .....	18
3.1.12	NORMALIZACIÓN DE PAÑOS J3 Y J10 EN S/E ALTO JAHUEL 220 KV .....	19
3.1.13	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E MAIPO 220 KV.....	20
3.1.14	NORMALIZACIÓN EN S/E CANDELARIA 220 KV Y NUEVA COMPENSACIÓN SERIE EN S/E PUENTE NEGRO 220 KV.....	21
3.1.15	NORMALIZACIÓN EN S/E ANCOA 220 KV .....	22
3.1.16	NORMALIZACIÓN EN S/E CHARRÚA 220 KV.....	23
3.1.17	NORMALIZACIÓN EN S/E DUQUECO 220 KV .....	23
3.1.18	S/E SECCIONADORA NUEVA VALDIVIA 220 KV.....	24
3.1.19	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN DE S/E MELIPULLI 220 KV .....	25
3.1.20	NORMALIZACIÓN EN S/E PUERTO MONTT 220 KV .....	26
3.2	OBRAS NUEVAS.....	27

3.2.1	NUEVO BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES 1X750 MVA 500/220 KV EN S/E NUEVA CARDONES, S/E NUEVA MAITENCILLO Y S/E NUEVA PAN DE AZÚCAR .....	27
4	PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA TRONCAL DEL SISTEMA INTERCONECTADO DEL NORTE GRANDE, PARA LOS DOCE MESES SIGUIENTES .....	28
4.1	OBRAS DE AMPLIACIÓN.....	28
4.1.1	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E PARINACOTA 220 KV.....	29
4.1.2	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E CÓNDORES 220 KV.....	30
4.1.3	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E POZO ALMONTE 220 KV.....	31
4.1.4	SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO LAGUNAS – CRUCERO 2X220 KV EN S/E MARÍA ELENA 220 KV.....	32
4.1.5	NUEVA S/E SECCIONADORA QUILLAGUA 220 KV.....	33
4.1.6	CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E EL TESORO 220 KV.....	33
4.1.7	CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E ESPERANZA 220 KV .....	34
4.1.8	CAMBIOS DE TTCC LÍNEAS 1X220 ENCUESTRO – EL TESORO Y EL TESORO - ESPERANZA.....	35
4.1.9	NORMALIZACIÓN EN S/E LABERINTO 220 KV .....	36
4.1.10	NORMALIZACIÓN EN S/E EL COBRE 220 KV .....	37
4.1.11	NUEVA S/E SECCIONADORA ANTUCOYA 220 KV.....	38
4.2	OBRAS NUEVAS.....	39
4.2.1	SUBESTACIÓN SECCIONADORA NUEVA POZO ALMONTE 220 KV; NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – POZO ALMONTE, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO; NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – CÓNDORES, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO; Y NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – PARINACOTA, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO .....	39
5	ACTUALIZACIÓN DE LOS VALORES DE INVERSIÓN REFERENCIAL DE LOS PROYECTOS.....	41
6	ANTECEDENTES.....	43
6.1	PROYECCIÓN DE DEMANDA UTILIZADA.....	43
6.1.1	Demanda en Sistema Interconectado Central .....	44
6.1.2	Demanda en Sistema Interconectado Norte Grande.....	44
6.1.3	Precio de Combustibles .....	45
6.1.4	Costo de Falla .....	46
6.1.5	Costos Unitarios de Inversión.....	46
6.1.6	Ley 20.698.....	46

6.1.7	Modelamiento de la demanda y de las Unidades Solares y Eólicas.....	47
6.2	ESCENARIOS DE PLANES DE OBRA EN GENERACIÓN DEL SIC Y SING.....	49
6.2.1	Escenario 1 (Carbón).....	50
6.2.2	Escenario 2 (GNL) .....	50
6.2.3	Escenario 3 (GNL+Hidro) .....	50
6.2.4	Escenario 4 (ERNC++) .....	50
6.2.5	Planes de Obra de Generación .....	50
6.3	PLANES DE OBRA DE TRANSMISIÓN.....	54
7	ANÁLISIS NECESIDADES DE EXPANSIÓN.....	55
7.1	MARCO METODOLÓGICO.....	55
7.2	PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN .....	55
7.2.1	Aspectos Generales de la Metodología.....	55
7.2.2	Adecuación del Plan de Obras de Generación .....	56
7.2.3	Adecuación y Definición del Sistema de Transmisión Troncal .....	56
7.2.4	Procedimiento de Sensibilización.....	56
7.3	OBRAS DE TRANSMISIÓN .....	57
7.3.1	Plan de Obras de Transmisión .....	57
7.4	FLUJOS RESULTANTES.....	58
7.4.1	Escenario 1 (Carbón).....	58
7.4.2	Escenario 2 (GNL) .....	60
7.4.3	Escenario 3 (GNL+Hidro) .....	62
7.4.4	Escenario 4 (ERNC++) .....	64
8	EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS .....	66
8.1	NECESIDADES DE EXPANSIÓN EN EL SIC.....	67
8.1.1	Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte.....	67
8.1.2	Normalización de Subestaciones en el SIC .....	69
8.1.3	Necesidades de Ampliación de Instalaciones existentes en el SIC .....	70
8.2	NECESIDADES DE EXPANSIÓN EN EL SING.....	73
8.2.1	Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING. ....	73
8.2.2	Normalización de Subestaciones en el SING .....	76
8.2.3	Necesidades de Ampliación de Instalaciones existentes en el SING.....	76

---

9	VALORIZACIÓN DE LAS OBRAS DE EXPANSIÓN .....	85
9.1	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE EXPANSIÓN ANALIZADAS.....	86
9.1.1	Valorizaciones de Obras de Ampliación del SING .....	86
9.1.2	Valorizaciones de obras de Ampliación del SIC.....	90
9.1.3	Valorizaciones de Obras Nuevas del SING.....	97
10	ANEXO: ANTECEDENTES EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS .....	98
10.1	NUEVA TRANSFORMACIÓN 500/220 KV EN SISTEMA SIC NORTE .....	98
10.2	NUEVA LÍNEA 2X500 KV NUEVA CAUTIN – CIRUELOS, ENERGIZADO EN 220 KV.....	100
10.3	NUEVA LÍNEA 2X220 KV NOGALES – LOS MAQUIS, TENDIDO DE UN CIRCUITO.....	104

---

# 1 INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional de Energía, en cumplimiento con lo establecido en el artículo 91° del Decreto con Fuerza de Ley N° 4 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1, del Ministerio de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante e indistintamente la Ley o DFL N° 4, elaboró el "Informe Técnico para la determinación del Valor Anual y Expansión de los Sistemas de Transmisión Troncal. Cuadrienio 2016-2019", el que fue aprobado mediante Resolución Exenta N° 597 de fecha 10 de noviembre de 2015. A su vez, dicho informe técnico se basó en los resultados del estudio troncal al que se refiere el artículo 84° del DFL N° 4, aprobado con fecha 11 de febrero de 2015 por el Comité de licitación, constituido según establece en el artículo 87° del DFL N° 4. Las materias que abarcó el Informe Técnico de la Comisión Nacional de Energía fueron las siguientes:

- a) Las instalaciones existentes que integran el sistema troncal, el área de influencia común y el valor anual de transmisión por tramo, AVI del tramo, y el COMA de dichas instalaciones con sus fórmulas de indexación para cada uno de los siguientes cuatro años;
- b) La identificación de las obras de ampliación de transmisión troncal cuyo inicio de construcción se proyecte conforme al estudio para cada escenario posible de expansión del sistema de transmisión, y sus respectivos AVI y COMA por tramo referenciales, de acuerdo a la fecha de entrada en operación, dentro del cuatrienio tarifario inmediato, con la o las respectivas empresas de transmisión troncal responsables de su construcción;
- c) Si correspondiere, la identificación de proyectos de nuevas líneas y subestaciones troncales con sus respectivos VI y COMA referenciales y fechas de inicio de operación y de construcción, recomendados por el estudio de transmisión troncal;
- d) Los criterios y rangos bajo los cuales se mantienen válidos los supuestos del estudio; y
- e) La respuesta fundada de la Comisión a las observaciones planteadas.

Cabe señalar que por aplicación de lo dispuesto en el artículo tercero transitorio de la Ley 20.805, el Ministerio de Energía mediante Decreto N° 8T, de 17 de marzo de 2015, extendió la vigencia del Decreto N° 61, de 2011, que Fija Instalaciones del Sistema de Transmisión Troncal, el Área de Influencia Común, el Valor Anual de Transmisión por Tramo y sus Componentes con sus Fórmulas de Indexación para el cuadrienio 2011-2014, hasta el 31 de diciembre de 2015. En consecuencia, el Informe Técnico señalado precedentemente, en las materias propias del decreto a que hace referencia el artículo 92° de la Ley, abarca el cuadrienio correspondiente a los años 2016 a 2019. Sin embargo, la propuesta de expansión del sistema troncal contenida en dicho Informe no fue prorrogada por la ley 20.805, debiendo la Comisión proceder a efectuar la revisión anual de dicha propuesta de expansión en conformidad a la Ley.



A este respecto, el artículo 99° de la Ley establece que anualmente la Dirección de Peajes del Centro de Despacho Económico de Carga, en adelante CDEC, debe analizar la consistencia de las instalaciones de desarrollo y expansión del sistema troncal, contenidas en las letras b) y c) del informe técnico señalado, con los desarrollos efectivos en materia de inversión en generación eléctrica, interconexiones y la evolución de la demanda, considerando los escenarios y supuestos previstos en la letra d) del referido informe. Luego, la Dirección de Peajes debe emitir una propuesta a la Comisión que debe enviar dentro de los treinta días siguientes a la recepción de la comunicación del informe técnico de la Comisión, y antes del 31 de octubre para los demás años del cuatrienio respectivo.

En conformidad con lo anterior, con fecha 11 de septiembre de 2015, la Comisión recibió<sup>1</sup> las propuestas de expansión las direcciones de peajes del CDEC-SIC y del CDEC-SING. Posteriormente, con fecha 19 de octubre de 2015, el CDEC-SIC presentó un complemento a la propuesta presentada en el mes de septiembre<sup>2</sup>.

A continuación se expone el resultado de la revisión realizada por la Comisión, dando así cumplimiento a lo dispuesto en la Ley, en particular a lo establecido en el artículo 99° del DFL N° 4.

---

<sup>1</sup> Mediante carta DP N° 00735/2015 de la Dirección de Peajes del CDEC-SIC y carta N° 1277/2015, la Dirección de Peajes del CDEC-SING, ambas de fecha 11 de septiembre de 2015.

<sup>2</sup> Mediante Carta DP N°00837/2015 de la Dirección de Peajes del CDEC-SIC, de fecha 19 de octubre de 2015.



## 2 RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal del presente informe consiste en presentar el Plan de Expansión del sistema de transmisión troncal del Sistema Interconectado Central (SIC) y del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), para los doce meses siguientes, dando así cumplimiento a lo establecido en el artículo 99° del DFL N° 4.

El Plan de Expansión presentado se basa en las propuestas de las direcciones de peajes de cada CDEC y en lo presentado por empresas transmisoras como promotores de los proyectos de expansión. Sin perjuicio de lo anterior, esta Comisión ha realizado sus propios análisis, basados en la metodología, antecedentes y criterios presentados durante el desarrollo del presente documento.

El Plan de Expansión señalado contiene, para el SIC, un total de 21 proyectos, cuya inversión asciende a un total aproximado de 223,4 millones de US\$, de los cuales 20 son ampliaciones de instalaciones existentes, por un monto de 150,5 millones de US\$ aproximadamente, y un proyecto nuevo, por un total de 72,5 millones de US\$ aproximadamente.

Para el SING, el Plan de Expansión presenta un total de 12 proyectos, cuya inversión asciende a un total aproximado de 186,7 millones de US\$, de los cuales 11 son ampliaciones de instalaciones existentes, por un monto de 90,7 millones de US\$ aproximadamente, y un proyecto nuevo, por un total de 96,0 millones de US\$ aproximadamente.

Se estima que las obras contenidas en el presente Plan de Expansión iniciarán su construcción durante el segundo semestre de 2016, y su puesta en servicio se llevará a cabo, a más tardar, a partir del primer semestre de 2018, dependiendo de la envergadura de cada proyecto.

### 3 PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA TRONCAL DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL, PARA LOS DOCE MESES SIGUIENTES

#### 3.1 OBRAS DE AMPLIACIÓN

El siguiente cuadro presenta las obras de ampliación de instalaciones existentes, contenidas en el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal del SIC, para los próximos doce meses. Dicho plan contiene las obras que deben dar inicio de manera inmediata a su licitación, adjudicación y construcción, según se indica en los numerales siguientes.

**Tabla 1:** Plan de Expansión Sistema Troncal SIC– Obras de Ampliación

N°	Fecha Estimada de Puesta en Servicio	Plazo Constructivo	Proyecto	VI Referencial miles de US\$	COMA Referencial miles de US\$	Responsable	Construcción
1	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Diego de Almagro 220 kV	1.808	29	Eletrans S.A.	Inmediata
2	Jul-2018	24 meses	Seccionamiento de la Línea 2x220 kV Cardones – Carrera Pinto – Diego de Almagro y Cambio de configuración en S/E San Andrés 220 kV	10.720	172	San Andrés	Inmediata
3	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Pan de Azúcar 220 kV	4.665	75	Transelec S.A.	Inmediata
4	Jul-2018	24 meses	Seccionamiento del segundo circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E Don Goyo.	8.074	129	Parque Eólico El Arrayán	Inmediata
5	Jul-2018	24 meses	Seccionamiento del primer circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E La Cebada.	13.737	220	Parque Eólico Los Cururos	Inmediata
6	Jul-2018	24 meses	S/E Seccionadora El Llano 220 kV, Normalización paño J12 en S/E Polpaico 220 kV y Normalización en S/E Los Maquis 220 kV	18.247	292	Colbún S.A.	Inmediata
7	Jul-2018	24 meses	S/E Seccionadora Nueva Lampa 220 kV	12.737	204	Transelec S.A.	Inmediata
8	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Chena 220 kV	2.237	36	Chilectra S.A.	Inmediata
9	Jul-2018	24 meses	Normalización de paños J3 y J4 en S/E Chena 220 kV	1.212	19	Transelec S.A.	Inmediata
10	Jul-2018	24 meses	Seccionamiento del segundo circuito de la línea Polpaico - Lo Aguirre 2x500 kV en S/E Lo Aguirre 500 kV	10.811	173	Transelec S.A.	Inmediata
11	Oct-2017	15 meses	Normalización en S/E Alto Jahuel 220 kV	316	5	Transelec S.A.	Inmediata
12	Oct-2017	15 meses	Normalización de paños J3 y J10 en S/E Alto Jahuel 220 kV	460	7	Colbún S.A.	Inmediata
13	Jul-2018	24 meses	Ampliación y Cambio de configuración en S/E Maipo 220 kV	16.976	272	Colbún S.A.	Inmediata
14	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Candelaria 220 kV y Nueva Compensación Serie en S/E Puente Negro 220 kV	20.038	321	Colbún S.A.	Inmediata
15	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Ancoa 220 kV	2.009	32	Transelec S.A.	Inmediata
16	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Charrúa 220 kV	2.549	41	Transelec S.A.	Inmediata
17	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Duqueco 220 kV	1.384	22	Transnet	Inmediata
18	Jul-2018	24 meses	S/E Seccionadora Nueva Valdivia 220 kV	10.478	168	Transelec S.A.	Inmediata
19	Jul-2018	24 meses	Ampliación y Cambio de configuración en S/E Melipulli 220 kV	9.923	159	STS	Inmediata
20	May-2018	22 meses	Normalización en S/E Puerto Montt 220 kV	2.534	41	Transelec S.A.	Inmediata

---

El plazo constructivo se entenderá contado desde la adjudicación de las respectivas licitaciones.

Las descripciones de las obras de ampliación, son las que a continuación se indican.

### **3.1.1 NORMALIZACIÓN EN S/E DIEGO DE ALMAGRO 220 KV**

#### **3.1.1.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de un interruptor adicional y equipamiento de maniobra al paño del segundo circuito de la nueva línea 2x220 kV entre Diego de Almagro - Cardones, permitiendo una configuración de doble interruptor en dicha bahía. El proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **3.1.1.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.1.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.1.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 1,81 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 29 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.2 SECCIONAMIENTO DE LA LINEA 2X220 KV CARDONES – CARRERA PINTO – DIEGO DE ALMAGRO Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E SAN ANDRÉS 220 KV**

#### **3.1.2.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación de la actual S/E San Andrés 220 kV para la extensión de la barra principal existente y la instalación de una segunda sección de barra, de manera de permitir una configuración de interruptor y medio.

---

Adicionalmente, incluye el seccionamiento de la línea 2x220 kV Cardones – Carrera Pinto – Diego de Almagro de propiedad de Eletrans S.A. en la S/E San Andrés y todas las obras necesarias para dar cabida dicho seccionamiento y al actual circuito entre Cardones – Carrera Pinto 1x220 kV de propiedad de Transelec S.A. La S/E deberá contener al menos ocho posiciones, de las cuales tres serán utilizadas por los circuitos provenientes de Carrera Pinto, tres asociados a los circuitos desde Cardones, más dos posiciones adicionales (una diagonal) para futuros proyectos. El proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

### **3.1.2.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.2.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.2.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 10,72 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 172 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **3.1.3 NORMALIZACIÓN EN S/E PAN DE AZÚCAR 220**

### **3.1.3.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 220 kV hacia el noreste de la actual S/E Pan de Azúcar y la construcción de 3 nuevas posiciones para conectar los paños JCE5, JT5 y JT6, perteneciente a los CER y CCEE de 220 kV, a la barra de transferencia existente en dicha subestación mediante cables subterráneos. Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

### **3.1.3.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su

---

instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.3.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.3.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 4,665 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 75 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **3.1.4 SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO DE LA LÍNEA PAN DE AZÚCAR – LAS PALMAS 2X220 KV EN S/E DON GOYO**

### **3.1.4.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación de la actual S/E Don Goyo para posibilitar el seccionamiento completo de la línea 2x220 kV Pan de Azúcar - Las Palmas. El proyecto considera la extensión de la barra principal y de transferencia existentes, más la construcción de una nueva sección de barra para establecer una configuración de barra seccionada más transferencia, incluyendo los respectivos paños acoplador y seccionador de barras.

Adicionalmente, considera dejar disponible al menos dos (2) espacios para la incorporación de futuros proyectos de transmisión.

Asimismo, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

### **3.1.4.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.4.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.4.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 8,07 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 129 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.5 SECCIONAMIENTO DEL PRIMER CIRCUITO DE LA LÍNEA PAN DE AZÚCAR – LAS PALMAS 2X220 KV EN S/E LA CEBADA**

#### **3.1.5.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación hacia el norte de la actual S/E La Cebada 220 kV para posibilitar el seccionamiento completo de las líneas 2x220 kV Pan de Azúcar - Las Palmas en configuración interruptor y medio. El proyecto considera la extensión en aire de la barra principal existente en GIS, la construcción de una nueva barra en aire, el traslado del actual seccionamiento en GIS del segundo circuito de la línea Pan de Azúcar – Las Palmas hacia la ampliación en aire, el seccionamiento del primer circuito de dicha línea, y los espacios suficientes para la instalación de 3 diagonales adicionales para la normalización de los Tap Off existentes cercanos a la S/E La Cebada y futuros proyectos.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **3.1.5.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.5.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.5.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 13,74 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

---

El COMA referencial se establece en 220 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.6 S/E SECCIONADORA EL LLANO 220 KV, NORMALIZACIÓN PAÑO J12 EN S/E POLPAICO 220 KV Y NORMALIZACIÓN EN S/E LOS MAQUIS 220 KV**

#### **3.1.6.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la construcción de una subestación seccionadora El Llano 220 kV y el seccionamiento del segundo circuito de la línea 2x220 kV Polpaico – Los Maquis en la nueva subestación. La nueva subestación se emplazará en alrededor de un km. del actual Tap-Off El Llano y cuya configuración deberá ser de doble barra con barra de transferencia en GIS.

El proyecto además incluye normalizar la S/E Polpaico 220 kV, conectando el paño J12, perteneciente al tramo de la línea Alto Jahuel – Los Maquis, a la barra de transferencia existente.

Por último, el proyecto considera la normalización de la S/E Los Maquis 220 kV modificando la actual configuración barra simple a una configuración de doble interruptor mediante la instalación de una segunda barra principal en GIS 220 kV. La ampliación en GIS deberá permitir la conexión de al menos 6 circuitos, de los cuales se considera 2 para normalizar los paños troncales, 2 para la conexión de los paños existentes y 2 para la conexión de futuros proyectos.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **3.1.6.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en estos nudos.

#### **3.1.6.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.6.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 18,25 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

---

El COMA referencial se establece en 292 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.7 S/E SECCIONADORA NUEVA LAMPA 220 KV**

#### **3.1.7.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la construcción de una subestación seccionadora Nueva Lampa 220 kV y el seccionamiento de la línea 2x220 kV Polpaico – Cerro Navia en la nueva subestación. La nueva subestación se emplazará en alrededor de un km del actual Tap-Off Lampa y cuya configuración deberá ser de doble barra más transferencia. La nueva S/E considera la construcción de ocho paños de línea, destinados a la conexión de los dos circuitos provenientes de la S/E Polpaico, los dos circuitos hacia la S/E Cerro Navia, un paño acoplador, un paño seccionador, la interconexión con la S/E Lampa existente y al menos dos posiciones adicionales disponibles para futuros proyectos.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **3.1.7.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.7.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.7.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 12,74 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 204 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

---

### **3.1.8 NORMALIZACIÓN EN S/E CHENA 220 KV**

#### **3.1.8.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de un nuevo interruptor seccionador de manera de permitir que la subestación quede con un esquema de barra seccionada más barra de transferencia. El proyecto además incorpora la instalación de un nuevo paño de transferencia para la nueva sección de barras, de esta forma la nueva configuración de la subestación será barra principal seccionada con transferencia por cada sección de barra. Además será parte del proyecto la unión de las barras de transferencia existentes en la subestación. Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **3.1.8.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.8.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.8.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 2,24 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 36 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **3.1.8.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 3.1.9 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **3.1.9 NORMALIZACIÓN DE PAÑOS J3 Y J4 EN S/E CHENA 220 KV**

#### **3.1.9.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en conectar los paños J3 y J4, pertenecientes a la línea 2x220 kV Chena – Alto Jahuel, a la barra de transferencia existente en la S/E Chena 220 kV. Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **3.1.9.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.9.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.9.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 1,21 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 19 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **3.1.9.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 3.1.8 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **3.1.10 SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO DE LA LÍNEA POLPAICO – LO AGUIRRE 2X500 KV EN S/E LO AGUIRRE 500 KV**

#### **3.1.10.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 500 kV para incorporar una nueva diagonal, utilizando la misma tecnología de las existentes, y el seccionamiento en la S/E Lo Aguirre del circuito N° 2 de la actual línea Polpaico – Alto Jahuel 2x500 kV, en configuración interruptor y medio. Adicionalmente,

---

el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **3.1.10.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.10.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.10.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 10,8 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 173 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.11 NORMALIZACIÓN EN S/E ALTO JAHUEL 220 KV**

#### **3.1.11.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en modificar la actual conexión de los circuitos N°2 y N°3 de la línea Alto Jahuel – Chena, trasladándolos a la sección de barra 1 y sección de barra 2 del patio de la S/E Alto Jahuel 220 kV, respectivamente, de manera que ante falla en barra no se supere la sobrecarga admisible en los circuitos existentes en la subestación. El proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, movimiento de estructuras, traslado de aisladores, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **3.1.11.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.11.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 15 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.11.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 0,32 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 5 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.11.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 3.1.12 y 3.1.13 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

## **3.1.12 NORMALIZACIÓN DE PAÑOS J3 Y J10 EN S/E ALTO JAHUEL 220 KV**

### **3.1.12.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la conexión a la barra de transferencia de los paños J3 y J10 perteneciente a uno de los circuitos de la línea 2x220 kV Maipo – Alto Jahuel y a uno de los circuitos de la línea 2x220 kV Candelaria-Alto Jahuel.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

### **3.1.12.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.12.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 15 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.12.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 0,46 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 7 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **3.1.12.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 3.1.11 y 3.1.13 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **3.1.13 AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E MAIPO 220 KV**

#### **3.1.13.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación y construcción de una nueva S/E GIS al interior de la actual S/E Maipo 220 kV que conectará las líneas provenientes de Alto Jahuel y las dirigidas hacia Candelaria de 2x220 kV. La ampliación en GIS deberá contar con una configuración de doble barra más transferencia y adicionalmente conectará, en uno de los paños de la nueva S/E GIS, la actual barra principal de la S/E Maipo mediante cables subterráneos. Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **3.1.13.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.13.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.13.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 16,98 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

---

El COMA referencial se establece en 272 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **3.1.13.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 3.1.11 y 3.1.12 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **3.1.14 NORMALIZACIÓN EN S/E CANDELARIA 220 KV Y NUEVA COMPENSACIÓN SERIE EN S/E PUENTE NEGRO 220 KV**

#### **3.1.14.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de nuevos interruptores y equipos de maniobra en 220 kV para normalizar la conexión de los paños J1, J2, J3 y J4, correspondientes a los tramos de línea Candelaria – Maipo 2x220 kV y Candelaria – Colbún 2x220 kV, permitiendo una configuración de doble barra con doble interruptor en dichas bahías. Además el proyecto contempla cambiar los interruptores de los mismos paños, por interruptores con capacidad de ruptura igual o superior a lo que determine el propietario de la instalación, con tal que no sea reemplazado durante su vida útil debido a la superación de su respectiva capacidad de ruptura y que además tengan la posibilidad de comandar la apertura independiente de cada polo.

Además, el proyecto consiste en la ampliación de la S/E Puente Negro y la construcción de un nuevo banco de condensadores para el tramo Colbún – Puente Negro 2x220 [kV], que permita compensar al menos, el 30% de la reactancia de línea antes mencionada, para cada circuito.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, TTCC, entre otros.

#### **3.1.14.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en estos nudos.

#### **3.1.14.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.14.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 20,04 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 321 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.15 NORMALIZACIÓN EN S/E ANCOA 220 KV**

#### **3.1.15.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 220 kV y las barras de hacia el norte de la actual S/E Ancoa para normalizar el paño J9 correspondiente a la línea 1x220 kV Ancoa – Colbún, conectándolo a la barra de transferencia de la misma subestación. Para esto se debe trasladar el actual paño de línea que enfrenta el paño J9 hacia la nueva posición del patio en 220 kV mediante cables subterráneos.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto.

#### **3.1.15.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.15.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.15.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 2,01 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 32 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.16 NORMALIZACIÓN EN S/E CHARRÚA 220 KV**

#### **3.1.16.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de un nuevo interruptor 220 kV y los equipamientos necesarios para implementar una diagonal en configuración interruptor y medio de la bahía en donde se conectan los circuitos provenientes de Lagunillas y Concepción 220 kV. Además, deben considerarse obras de adecuaciones del sistema de control y protecciones, malla de tierra, construcción de cajón de hormigón para contención de plataforma, construcción de mufas, entre otros.

#### **3.1.16.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **3.1.16.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **3.1.16.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 2,55 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 41 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.17 NORMALIZACIÓN EN S/E DUQUECO 220 KV**

#### **3.1.17.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación de la S/E Duqueco y la construcción de una nueva barra principal, junto con su respectivo paño acoplador de barras, para distribuir en ambas barras los paños de líneas y el paño de transformación existente, quedando en configuración de doble barra más una barra de transferencia.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

### **3.1.17.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.17.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.17.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 1,38 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América

El COMA referencial se establece en 22 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **3.1.18 S/E SECCIONADORA NUEVA VALDIVIA 220 KV**

### **3.1.18.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la construcción de una subestación seccionadora Nueva Valdivia 220 kV y el seccionamiento de la línea 2x220 kV Valdivia – Rahue – Puerto Montt 2x220 kV en la nueva subestación. La nueva subestación se emplazará en aproximadamente 5,5 km al sur de la actual S/E Valdivia 220 kV y cuya configuración deberá ser de interruptor y medio.

Adicionalmente a la construcción de las dos diagonales destinadas a la entrada de los circuitos a seccionar provenientes de la S/E Valdivia 2x220 kV, de la S/E Rahue 1x220 kV y de la S/E Puerto Montt 1x220 kV, debe considerar espacios suficientes para la construcción de dos diagonales o bahías de conexión para futuros proyectos en la zona y espacios suficientes para la instalación de al menos 4 equipos de transformación.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

### **3.1.18.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.18.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.18.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 10,48 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 168 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **3.1.19 AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN DE S/E MELIPULLI 220 KV**

### **3.1.19.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación y construcción de una nueva S/E GIS en la actual S/E Melipulli 220 kV. La ampliación en GIS deberá contar con una configuración de doble barra más transferencia, que conectará las líneas Puerto Montt – Melipulli 2x220 kV, la línea Melipulli – Chiloé 1x220 y todos los paños de transformación, mediante la instalación de cables subterráneos. Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

### **3.1.19.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.19.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.19.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 9,92 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 159 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.19.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 3.1.20 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

## **3.1.20 NORMALIZACIÓN EN S/E PUERTO MONTT 220 KV**

### **3.1.20.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de interruptores del tipo Hybrid Compact Switchgear de 220 kV para normalizar la conexión del paño JT4 utilizado para el CER de la S/E Puerto Montt 220 kV permitiendo una configuración de doble barra con doble interruptor en dicha bahía.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

### **3.1.20.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

### **3.1.20.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 22 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

### **3.1.20.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 2,53 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 41 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **3.1.20.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 3.1.19 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

## 3.2 OBRAS NUEVAS

El siguiente cuadro presenta la obra nueva contenida en el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal del SIC, para los próximos doce meses, la que deberá dar inicio de manera inmediata a su licitación, adjudicación y construcción.

**Tabla 2:** Plan de Expansión Sistema Troncal SIC – Obras Nuevas

N°	Fecha Estimada de Puesta en Servicio	Plazo Constructivo	Proyecto	VI Referencial miles de US\$	COMA Referencial miles de US\$	Construcción
1	Ene-2020	36 meses	Nuevo Banco de Autotransformadores 1x750 MVA 500/220 kV en S/E Nueva Cardones, S/E Nueva Maitencillo y S/E Nueva Pan de Azúcar.	72.519	1.160	Inmediata

El plazo constructivo se entenderá contado desde la publicación en el Diario Oficial del respectivo decreto a que hace referencia el artículo 97° de la Ley. La fecha estimada de puesta en servicio es sólo referencial.

La descripción de la obra nueva, es la que a continuación se indica.

### 3.2.1 NUEVO BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES 1X750 MVA 500/220 KV EN S/E NUEVA CARDONES, S/E NUEVA MAITENCILLO Y S/E NUEVA PAN DE AZÚCAR

#### 3.2.1.1 Descripción general y ubicación de la obra

El Proyecto se encuentra localizado en las subestaciones Nueva Cardones, Nueva Maitencillo y Nueva Pan de Azúcar que se encuentra en construcción y consiste en la instalación en cada una de dichas subestaciones de un nuevo banco de autotransformadores 500/220 kV, de 750 MVA totales cada uno, de las mismas características de los equipos actualmente en construcción en las ya señaladas subestaciones.

En las respectivas bases de licitación se podrán definir los requisitos mínimos que deberán cumplir las instalaciones como, adecuaciones de la subestación, valor de impedancia, tipo de conexión, devanado terciario, reservas, equipamientos, compensación reactiva, cambiador de tap, entre diversas otras.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de nueva.

### **3.2.1.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en estos nudos.

### **3.2.1.3 Entrada en Operación**

El proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 36 meses siguientes a la fecha de publicación en el Diario Oficial del Decreto respectivo a que hace referencia el artículo 97° de la Ley.

### **3.2.1.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto, es de 72,52 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial, se establece en 1.160 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **4 PLAN DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA TRONCAL DEL SISTEMA INTERCONECTADO DEL NORTE GRANDE, PARA LOS DOCE MESES SIGUIENTES**

### **4.1 OBRAS DE AMPLIACIÓN**

El siguiente cuadro presenta las obras de ampliación de instalaciones existentes, contenidas en el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal del SING, para los próximos doce meses. Dicho plan contiene las obras que deben dar inicio de manera inmediata a su licitación, adjudicación y construcción.

**Tabla 3: Plan de Expansión Sistema Troncal SING – Obras de Ampliación**

N°	Fecha Estimada de Puesta en Servicio	Plazo Constructivo	Proyecto	VI Referencial miles de US\$	COMA Referencial miles de US\$	Responsable	Construcción
1	Jul-2018	24 meses	Ampliación y cambio de configuración en S/E Parinacota 220 kV	7.452	119	Transemel	Inmediata
2	Jul-2018	24 meses	Ampliación y cambio de configuración en S/E Cóndores 220 kV	8.215	131	Transemel	Inmediata
3	Jul-2018	24 meses	Ampliación y cambio de configuración en S/E Pozo Almonte 220 kV	13.837	221	E-CL	Inmediata
4	Jul-2018	24 meses	Seccionamiento del segundo circuito Lagunas – Crucero 2x220 kV en S/E María Elena	4.941	79	SunEdison	Inmediata
5	Jul-2018	24 meses	Nueva S/E Seccionadora Quillagua 220 kV	18.044	289	Transelec S.A.	Inmediata
6	Jul-2018	24 meses	Cambio de configuración en S/E El Tesoro 220 kV	10.502	168	Minera El Tesoro	Inmediata
7	Jul-2018	24 meses	Cambio de configuración en S/E Esperanza 220 kV	6.481	104	Minera Esperanza	Inmediata
8	Ene-2018	18 meses	Cambios de TTCC Líneas 1x220 kV Encuentro – El Tesoro y El Tesoro – Esperanza	460	7	Minera El Tesoro - Minera Esperanza	Inmediata
9	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E Laberinto 220 kV	4.466	71	Aes Gener	Inmediata
10	Jul-2018	24 meses	Normalización en S/E El Cobre 220 kV	1.823	29	E-CL	Inmediata
11	Jul-2018	24 meses	Nueva S/E Seccionadora Antucoya 220 kV	14.465	231	Transelec S.A.	Inmediata

El plazo constructivo se entenderá contado desde la adjudicación de las respectivas licitaciones.

Las descripciones de las obras de ampliación, son las que a continuación se indican.

#### **4.1.1 AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E PARINACOTA 220 KV**

##### **4.1.1.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 220 kV de la S/E Parinacota para la extensión de la actual barra principal, la incorporación de una nueva sección de barra principal, una barra de transferencia, un paño acoplador y un paño seccionador de barras.

Además, el proyecto incluye todos los equipos necesarios para la instalación de un interruptor de línea para el actual circuito 1x220 kV entre Parinacota – Cóndores.

Adicionalmente, el proyecto considera dejar disponible al menos siete (7) espacios para la incorporación de nuevos paños, en especial para las nuevas líneas 2x220 kV Nueva Pozo Almonte – Parinacota y para futuros proyectos de generación y transmisión.

Asimismo, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **4.1.1.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.1.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.1.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 7,45 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 119 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **4.1.2 AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E CÓNDORES 220 KV**

#### **4.1.2.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 220 kV de la S/E Cóndores para la extensión de la actual barra principal, la incorporación de una nueva sección de barra principal, una barra de transferencia, un paño acoplador y un paño seccionador de barras.

Además, el proyecto incluye todos los equipos necesarios para la instalación de un interruptor de línea para el actual circuito 1x220 kV entre Cóndores – Tarapacá.

Adicionalmente, el proyecto considera dejar disponible al menos seis (6) espacios para la incorporación de nuevos paños, en especial de las nuevas líneas 2x220 kV Nueva Pozo Almonte – Cóndores y para futuros proyectos de generación y transmisión.

Asimismo, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **4.1.2.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su

---

instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.2.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.2.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 8,22 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 131 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

### **4.1.3 AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E POZO ALMONTE 220 KV**

#### **4.1.3.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la ampliación del patio de 220 kV de la S/E Pozo Almonte para la incorporación de una nueva sección de barra principal, una barra de transferencia y su respectivo paño seccionador de barra.

Además, el proyecto incluye todos los equipos necesarios para la instalación de un interruptor de línea para el actual circuito 1x220 kV entre Pozo Almonte – Lagunas.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

#### **4.1.3.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.3.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.3.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 13,84 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 221 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.4 SECCIONAMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO LAGUNAS – CRUCERO 2X220 KV EN S/E MARÍA ELENA 220 KV**

##### **4.1.4.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la ampliación del patio de 220 kV para la extensión de la actual barra principal, la incorporación de una nueva sección de barra y el seccionamiento en la S/E María Elena del circuito N° 1 de la actual línea Crucero – Lagunas 2x220 kV. Además, el proyecto incluye la adecuación de los actuales paños de línea de los circuitos Crucero y Lagunas, cuya actual configuración es de barra simple más transferencia. El seccionamiento y los actuales paños de líneas troncales deberán conectarse en configuración interruptor y medio.

Adicionalmente, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de ampliación.

##### **4.1.4.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en estos nudos.

##### **4.1.4.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.4.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 4,94 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 79 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.5 NUEVA S/E SECCIONADORA QUILLAGUA 220 KV**

##### **4.1.5.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la construcción de una subestación seccionadora Nueva Quillagua 220 kV y el seccionamiento de la línea 2x220 kV Crucero - Lagunas en la nueva subestación. La nueva subestación se emplazará al noreste del actual Tap-Off Quillagua y cuya configuración deberá ser de interruptor y medio.

Adicionalmente considera la construcción de cuatro diagonales, cuyas ocho posiciones quedarán destinadas a la entrada de los circuitos provenientes de la S/E Lagunas, los circuitos hacia la S/E Crucero, la conexión de la S/E Quillagua y el espacio necesario para 6 nuevas posiciones.

##### **4.1.5.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

##### **4.1.5.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

##### **4.1.5.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 18,04 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 289 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.6 CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E EL TESORO 220 KV**

##### **4.1.6.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la construcción de una nueva S/E GIS al interior de la actual S/E El Tesoro 220 kV. La ampliación en GIS deberá contar con una configuración de doble barra más transferencia para alimentar la actual barra simple que posee la S/E El Tesoro utilizando un paño como seccionador y recibir los actuales paños de línea de los circuitos en 220 kV hacia la S/E Encuentro y hacia la S/E Esperanza. Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto,

---

tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **4.1.6.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.6.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.6.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 10,50 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 168 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.6.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 4.1.7 y 4.1.8 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **4.1.7 CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN S/E ESPERANZA 220 KV**

#### **4.1.7.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la construcción de una nueva S/E GIS al interior de la actual S/E Esperanza 220 kV. La ampliación en GIS deberá contar con una configuración de doble barra más transferencia para alimentar la actual barra simple que posee la S/E Esperanza utilizando un paño como seccionador y recibir el actual paño de línea del circuito en 220 kV hacia S/E El Tesoro. Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **4.1.7.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.7.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.7.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 6,48 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 104 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.7.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 4.1.6 y 4.1.8 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **4.1.8 CAMBIOS DE TTCC LÍNEAS 1X220 ENCUESTRO – EL TESORO Y EL TESORO - ESPERANZA**

#### **4.1.8.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en el cambio de los TTCC de los paños de líneas 52J1 y 52J2 de la S/E El Tesoro, asociados a las líneas de Encuentro – El Tesoro 220 kV y El Tesoro – Esperanza 220 kV, respectivamente. Adicionalmente el proyecto considera el cambio de la razón de transformación para los TTCC de los paños de los extremos de la línea El Tesoro – Esperanza 220 kV.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio de esta obra de ampliación.

#### **4.1.8.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.8.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 18 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.8.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 0,46 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 7 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.8.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obras descritas en los numerales 4.1.6 y 4.1.7 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **4.1.9 NORMALIZACIÓN EN S/E LABERINTO 220 KV**

#### **4.1.9.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de nuevos interruptores del tipo Hybrid Compact Switchgear de 220 kV y equipamiento de maniobra para normalizar la conexión de los actuales paños de línea Laberinto – Encuentro 2x220 kV y Laberinto – El Cobre 1x220 kV permitiendo una configuración de doble interruptor en dichas bahías.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **4.1.9.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.9.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.9.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 4,47 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 71 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.9.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 4.1.10 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **4.1.10 NORMALIZACIÓN EN S/E EL COBRE 220 KV**

#### **4.1.10.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto consiste en la instalación de un nuevo interruptor del tipo Hybrid Compact Switchgear de 220 kV y equipamiento de maniobra para normalizar la conexión del actual paño de línea Laberinto – El Cobre 1x220 kV permitiendo una configuración de doble interruptor en dicha bahía.

Adicionalmente, el proyecto incluye todas las obras civiles y tareas necesarias para la ejecución y puesta en servicio del proyecto, tales como adecuación de las protecciones, malla de puesta a tierra, entre otros.

#### **4.1.10.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.10.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.10.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 1,82 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

---

El COMA referencial se establece en 29 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

#### **4.1.10.5 Licitación Conjunta**

El proyecto deberá ser licitado y adjudicado para su construcción, coordinadamente y en conjunto con la obra descrita en el numeral 4.1.9 del presente artículo, en una misma licitación, con el objeto de que sean Adjudicadas a un mismo oferente.

### **4.1.11 NUEVA S/E SECCIONADORA ANTUCOYA 220 KV**

#### **4.1.11.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El proyecto considera la construcción de una subestación seccionadora Nueva Antucoya 220 kV y el seccionamiento de la línea 2x220 kV Encuentro - Atacama en la nueva subestación. La nueva subestación se emplazará en las cercanías del actual Tap Off Enlace 220 kV, y cuya configuración deberá ser de doble barra más transferencia.

Adicionalmente considera la construcción de cuatro paños de línea destinados a la entrada de los circuitos a seccionar provenientes de la S/E Encuentro y S/E Atacama, un paño para la interconexión con la minera Antucoya existente, un paño acoplador y un paño seccionador.

#### **4.1.11.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito, grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en este nudo.

#### **4.1.11.3 Entrada en Operación**

El Proyecto deberá ser construido y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de adjudicación de la licitación respectiva.

#### **4.1.11.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto es de 14,47 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial se establece en 231 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## 4.2 OBRAS NUEVAS

El siguiente cuadro presenta la obra nueva contenida en el Plan de Expansión del sistema de transmisión troncal del SING, para los próximos doce meses, la que deberá dar inicio de manera inmediata a su licitación, adjudicación y construcción.

**Tabla 4:** Plan de Expansión Sistema Troncal SING – Obras Nuevas

N°	Fecha Estimada de Puesta en Servicio	Plazo Constructivo	Proyecto	VI Referencial miles de US\$	COMA Referencial miles de US\$	Construcción
1	Ene-2021	24 meses – 48 meses	Subestación Seccionadora Nueva Pozo Almonte 220 kV; Nueva línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte, tendido del primer circuito; Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Cóndores, tendido del primer circuito; y Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Parinacota, tendido del primer circuito.	96.046	1.537	Inmediata

El plazo constructivo se entenderá contado desde la publicación en el Diario Oficial del respectivo decreto a que hace referencia el artículo 97° de la Ley. La fecha estimada de puesta en servicio es sólo referencial.

La descripción de la obra nueva, es la que a continuación se indica.

### **4.2.1 SUBESTACIÓN SECCIONADORA NUEVA POZO ALMONTE 220 KV; NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – POZO ALMONTE, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO; NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – CÓNDORES, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO; Y NUEVA LÍNEA 2X220 KV ENTRE S/E NUEVA POZO ALMONTE – PARINACOTA, TENDIDO DEL PRIMER CIRCUITO**

#### **4.2.1.1 Descripción general y ubicación de la obra**

El Proyecto consiste en la construcción de la subestación seccionadora Nueva Pozo Almonte y el seccionamiento de la línea 1x220 kV Lagunas – Pozo Almonte en la nueva subestación.

La subestación Nueva Pozo Almonte, se emplazará al sur de la actual subestación Pozo Almonte, en configuración interruptor y medio. Esta subestación deberá contener los espacios suficientes para recibir los paños relativos al seccionamiento de la línea existente entre Lagunas – Pozo Almonte y de las nuevas líneas hacia Cóndores, Parinacota y el enlace hacia subestación Pozo

---

Almonte. Adicionalmente se deberán dejar los espacios suficientes para 3 diagonales adicionales para futuros proyectos.

Además, el proyecto considera una nueva línea 2x220 kV entre las subestaciones Nueva Pozo Almonte y Pozo Almonte, tendido del primer circuito, con una capacidad mínima de 260 MVA y sus respectivos paños de conexión en el patio de 220 kV de la S/E Nueva Pozo Almonte y Pozo Almonte.

Adicionalmente, considera una nueva línea 2x220 kV entre las subestaciones Nueva Pozo Almonte y Cóndores, tendido del primer circuito, con una capacidad mínima de 260 MVA y sus respectivos paños de conexión en el patio de 220 kV de la S/E Nueva Pozo Almonte y Cóndores.

Asimismo, considera una nueva línea 2x220 kV entre las subestaciones Nueva Pozo Almonte y Parinacota, tendido del primer circuito, con una capacidad mínima de 260 MVA y sus respectivos paños de conexión en el patio de 220 kV de la S/E Nueva Pozo Almonte y Parinacota.

Por último, el proyecto incorpora todas las obras, labores, adecuaciones y faenas necesarias para el correcto funcionamiento de la obra de nueva.

En las respectivas bases de licitación se podrán definir los requisitos mínimos que deberán cumplir las instalaciones como, ubicación de la subestación seccionadora, seccionamientos, capacidad de barras, espacios disponibles, capacidad térmica, cable de guardia, reservas, equipamientos, entre otros.

#### **4.2.1.2 Equipos de Alta Tensión**

Los equipos, en cantidad y tipo, serán especificados de acuerdo al nivel de aislamiento, nivel de cortocircuito grado de contaminación, tipo de servicio y su instalación. Las características se establecerán en el nivel de ingeniería básica según sean las exigencias del sistema en estos nudos.

#### **4.2.1.3 Entrada en Operación**

El proyecto asociado a la construcción de la subestación seccionadora Nueva Pozo Almonte junto con sus seccionamientos y todos sus elementos deberá ser construida y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 24 meses siguientes a la fecha de publicación en el Diario Oficial del Decreto respectivo a que hace referencia el artículo 97° de la Ley. Los proyectos asociados a la construcción de las nuevas líneas 2x220 kV Nueva Pozo Almonte – Cóndores, Nueva Pozo Almonte – Parinacota, y la nueva línea 2x220 kV Nueva Pozo Almonte - Pozo Almonte, todas con tendido del primer circuito, deberán ser construidas y entrar en operación, a más tardar, dentro de los 48 meses

siguientes a la fecha de publicación en el Diario Oficial del Decreto respectivo a que hace referencia el artículo 97° de la Ley.

#### **4.2.1.4 Valor de inversión (V.I.) y costo de operación, mantenimiento y administración (COMA) referenciales**

El V.I. referencial del Proyecto, es de 96,05 millones de dólares, moneda de los Estados Unidos de América.

El COMA referencial, se establece en 1.537 mil dólares (1,6% del V.I. referencial), moneda de los Estados Unidos de América.

## **5 ACTUALIZACIÓN DE LOS VALORES DE INVERSIÓN REFERENCIAL DE LOS PROYECTOS**

Las fórmulas de indexación aplicables a los V.I. y COMA referenciales de los proyectos contenidos en el Plan de Expansión son las siguientes:

$$VI_{n,k} = VI_{n,0} \cdot \left[ \alpha_n \cdot \frac{IPC_k}{IPC_0} \cdot \frac{DOL_0}{DOL_k} + \beta_n \cdot \frac{CPI_k}{CPI_0} \right]$$

Para actualizar el COMA referencial de los proyectos contenidos en el presente informe, se utilizará la siguiente fórmula, no obstante su valor final deberá considerar la aplicación de los porcentajes respecto de los correspondientes V.I. establecidos en los puntos 3 y 4 del presente informe. Para el caso del A.V.I. se utilizará la misma estructura y los mismos coeficientes indicados en las tablas 6 a 9.

$$COMA_{n,k} = COMA_{n,0} \cdot \frac{IPC_k}{IPC_0} \cdot \frac{DOL_0}{DOL_k}$$

Donde, para todas las fórmulas anteriores:

- a)  $VI_{n,k}$  : Valor del V.I. de la obra de ampliación n para el mes k.
- b)  $IPC_k$  : Valor del Índice de Precios al Consumidor en el segundo mes anterior al mes k, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- c)  $DOL_k$  : Promedio del Precio Dólar Observado, en el segundo mes anterior al mes k, publicado por el Banco Central de Chile.
- d)  $CPI_k$  : Valor del índice Consumer Price Index (All Urban Consumers), en el segundo mes anterior al mes k, publicado por el Bureau of Labor Statistics (BLS) del Gobierno de los Estados Unidos de América (Código BLS: CUUR0000SA0).

Los valores base para los índices antes definidos, corresponden a los que a continuación se indican

**Tabla 5:** Valores Base Índices

Índice	Valor Base	Mes
IPC <sub>0</sub>	110,44	Septiembre de 2015, Base Prom. 2013 =100
DOL <sub>0</sub>	691,73	Septiembre 2015
CPI <sub>0</sub>	237,945	Septiembre 2015

Y donde los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  de la fórmula señalada, para las distintas obras son los siguientes:

**Tabla 6:** Coeficientes Indexación Ampliaciones – SIC

Nº	Ampliación	$\alpha$	$\beta$
1	Normalización en S/E Diego de Almagro 220 kV	0,252	0,748
2	Seccionamiento de la Línea 2x220 kV Cardones – Carrera Pinto – Diego de Almagro y Cambio de configuración en S/E San Andrés 220 kV	0,252	0,748
3	Normalización en S/E Pan de Azúcar 220 kV	0,252	0,748
4	Seccionamiento del segundo circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E Don Goyo.	0,560	0,440
5	Seccionamiento del primer circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E La Cebada.	0,560	0,440
6	S/E Seccionadora El Llano 220 kV, Normalización paño J12 en S/E Polpaico 220 kV y Normalización en S/E Los Maquis 220 kV	0,252	0,748
7	S/E Seccionadora Nueva Lampa 220 kV	0,252	0,748
8	Normalización en S/E Chena 220 kV	0,560	0,440
9	Normalización de paños J3 y J4 en S/E Chena 220 kV	0,252	0,748
10	Seccionamiento del segundo circuito de la línea Polpaico - Lo Aguirre 2x500 kV en S/E Lo Aguirre 500 kV	0,560	0,440
11	Normalización en S/E Alto Jahuel 220 kV	0,252	0,748
12	Normalización de paños J3 y J10 en S/E Alto Jahuel 220 kV	0,252	0,748
13	Ampliación y Cambio de configuración en S/E Maipo 220 kV	0,252	0,748
14	Normalización en S/E Candelaria 220 kV y Nueva Compensación Serie en S/E Puente Negro 220 kV	0,252	0,748
15	Normalización en S/E Ancoa 220 kV	0,000	1,000
16	Normalización en S/E Charrúa 220 kV	0,252	0,748
17	Normalización en S/E Duqueco 220 kV	0,560	0,440
18	S/E Seccionadora Nueva Valdivia 220 kV	0,252	0,748
19	Ampliación y Cambio de configuración en S/E Melipulli 220 kV	0,252	0,748
20	Normalización en S/E Puerto Montt 220 kV	0,252	0,748

**Tabla 7: Coeficientes Indexación Obras Nuevas – SIC**

Nº	Obra Nueva	$\alpha$	$\beta$
1	Nuevo Banco de Autotransformadores 1x750 MVA 500/220 kV en S/E Nueva Cardones, S/E Nueva Maitencillo y S/E Nueva Pan de Azúcar	0,000	1,000

**Tabla 8: Coeficientes Indexación Ampliaciones – SING**

Nº	Ampliación	$\alpha$	$\beta$
1	Ampliación y cambio de configuración en S/E Parinacota 220 kV	0,252	0,748
2	Ampliación y cambio de configuración en S/E Cóndores 220 kV	0,252	0,748
3	Ampliación y cambio de configuración en S/E Pozo Almonte 220 kV	0,252	0,748
4	Seccionamiento del segundo circuito Lagunas – Crucero 2x220 kV en S/E María Elena	0,560	0,440
5	Nueva S/E Seccionadora Quillagua 220 kV	0,560	0,440
6	Cambio de configuración en S/E El Tesoro 220 kV	0,252	0,748
7	Cambio de configuración en S/E Esperanza 220 kV	0,252	0,748
8	Cambios de TTCC Líneas 1x220 kV Encuentro – El Tesoro y El Tesoro - Esperanza	0,000	1,000
9	Normalización en S/E Laberinto 220 kV	0,252	0,748
10	Normalización en S/E El Cobre 220 kV	0,252	0,748
11	Nueva S/E Seccionadora Antucoya 220 kV	0,560	0,440

**Tabla 9: Coeficientes Indexación Obra Nueva - SING**

Nº	Obra Nueva	$\alpha$	$\beta$
1	Subestación Seccionadora Nueva Pozo Almonte 220 kV; Nueva línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte, tendido del primer circuito; Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Cóndores, tendido del primer circuito; y Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Parinacota, tendido del primer circuito	0,000	1,000

## 6 ANTECEDENTES

### 6.1 PROYECCIÓN DE DEMANDA UTILIZADA

Para la proyección de la demanda de energía en el SIC y en el SING se ha utilizado como base la demanda definida por la Comisión en el Informe Técnico Definitivo de Precio de Nudo de Corto Plazo del Sistema Interconectado Central y del Sistema Interconectado del Norte Grande de abril 2015, extendida en 5 años adicionales para cumplir el horizonte de análisis requerido de 20 años, y las consideraciones e información recopilada de los proyectos en construcción y en estudio informados.

### 6.1.1 Demanda en Sistema Interconectado Central

La demanda utilizada en los análisis, se muestra a continuación.

**Tabla 10:** Demanda de energía del SIC

Año	Cientes Regulados (GWh)	Cientes Libres (GWh)	Total (GWh)
2015	32.275	18.799	51.075
2016	33.511	19.901	53.412
2017	34.867	21.060	55.927
2018	36.281	22.240	58.521
2019	37.740	23.441	61.181
2020	39.237	24.658	63.895
2021	40.761	25.872	66.632
2022	42.267	27.102	69.369
2023	43.773	28.313	72.086
2024	45.326	29.513	74.839
2025	46.929	30.653	77.582
2026	48.587	31.804	80.391
2027	50.304	32.935	83.240
2028	52.082	34.027	86.109
2029	53.923	35.117	89.041
2030	55.830	36.193	92.023
2031	57.904	37.287	95.191
2032	60.056	38.399	98.455
2033	62.287	39.531	101.818
2034	64.602	40.681	105.284

### 6.1.2 Demanda en Sistema Interconectado Norte Grande

Para el caso de la demanda del SING, se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 11:** Demanda de energía del SING

Año	Cientes Regulados (GWh)	Cientes Libres (GWh)	Total (GWh)
2015	1.872	14.903	16.775
2016	1.944	15.769	17.714
2017	2.020	16.690	18.709
2018	2.097	17.636	19.732
2019	2.176	18.633	20.809
2020	2.256	19.693	21.949
2021	2.338	20.799	23.138

Año	Clientes Regulados (GWh)	Clientes Libres (GWh)	Total (GWh)
2022	2.419	21.956	24.375
2023	2.506	23.177	25.683
2024	2.595	24.453	27.048
2025	2.686	25.773	28.459
2026	2.781	27.162	29.943
2027	2.879	28.607	31.486
2028	2.981	30.046	33.027
2029	3.086	31.489	34.576
2030	3.196	32.703	35.898
2031	3.308	33.937	37.245
2032	3.424	35.192	38.616
2033	3.544	36.469	40.013
2034	3.668	37.768	41.436

### 6.1.3 Precio de Combustibles

El siguiente cuadro muestra el costo del GNL, Carbón y Crudo WTI utilizado en la modelación de la operación de ambos sistemas eléctricos, el cual se basó en las hipótesis del Informe Técnico Definitivo de abril de 2015.

**Tabla 12:** Costo del GNL, Carbón y Crudo WTI usado en la modelación del SIC y del SING.

Año	GNL (USD/Mbtu)	Carbón (USD/Ton)	Crudo WTI (USD/BBL)
2015	8,16	95,32	55,74
2016	8,80	95,17	61,36
2017	9,19	96,91	64,00
2018	8,92	99,66	65,94
2019	8,83	100,3	67,44
2020	8,94	100,77	68,94
2021	9,09	101,21	70,13
2022	9,25	101,71	70,50
2023	9,39	102,21	70,56
2024	9,51	103,07	72,27
2025	9,61	103,75	73,85
2026	9,73	104,67	75,19
2027	9,91	105,38	76,86
2028	10,01	105,61	78,22
2029	10,19	106,39	79,62
2030	10,44	107,08	80,76
2031	10,50	107,72	81,89
2032	10,57	108,37	83,04

Año	GNL (USD/Mbtu)	Carbón (USD/Ton)	Crudo WTI (USD/BBL)
2033	10,63	109,02	84,20
2034	10,69	109,67	85,38

#### 6.1.4 Costo de Falla

El costo de falla utilizado para cada sistema interconectado en la presente revisión se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 13:** Costo de falla de larga duración.

Porcentaje Racionamiento	Costo Falla por Sistema [USD/MWh]	
	SING	SIC
0-5%	347,93	372,00
5-10%	383,13	471,31
10-20%	569,89	622,42
Sobre 20%	733,45	709,13

#### 6.1.5 Costos Unitarios de Inversión

Las inversiones unitarias estimadas para cada tecnología, utilizadas para valorizar las obras de generación en los diferentes planes contemplados en el análisis del presente Plan de Expansión se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 14:** Valores de inversión SING-SIC en [US\$/kW]

Tecnología	US\$/kW
Carbón	3.000
GNL CC	1.340
Hidráulico	2.700
Eólico	2.300
Geotérmica	3.550
Biomasa	3.125
Solar	2.300

#### 6.1.6 Ley 20.698

La Ley 20.698 que propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales, modifica los porcentajes de la obligación de suministro mediante ERNC para los contratos de suministro firmados con fecha

posterior a octubre de 2013. Asimismo, el porcentaje de obligación aumenta de forma tal que se llegará a 20% el año 2025 para los referidos contratos.

En el cuadro que a continuación se presenta, se muestran los porcentajes de exigencia de energías renovables no convencionales, para efectos del desarrollo del sistema:

**Tabla 15:** Porcentajes de ERNC según exigencia legal por Escenario

Año	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
2015	12%	12%	12%	12%
2016	16%	16%	16%	16%
2017	16%	16%	16%	16%
2018	16%	16%	16%	16%
2019	16%	16%	16%	16%
2020	15%	15%	15%	16%
2021	15%	15%	15%	17%
2022	16%	16%	16%	18%
2023	16%	16%	16%	19%
2024	17%	17%	17%	19%
2025	18%	19%	19%	21%
2026	17%	18%	18%	20%
2027	19%	19%	19%	21%
2028	20%	21%	20%	23%
2029	21%	22%	21%	24%
2030	22%	23%	21%	25%
2031	24%	23%	21%	25%
2032	24%	22%	22%	25%
2033	25%	23%	24%	26%
2034	25%	25%	24%	28%

### 6.1.7 Modelamiento de la demanda y de las Unidades Solares y Eólicas

Con el propósito de obtener una mejor representación de la utilización de las redes de transmisión, se procedió a simular la inyección de las unidades solares y eólicas como aportes diferenciados, según los diferentes bloques de demanda horarios utilizados. Dichos aportes fueron construidos a partir de las curvas de generación típica para las centrales solares y de los registros de viento por zona del país, considerando la siguiente metodología.

- a) La demanda mensual se representó mediante 8 bloques de horas consecutivas para los días hábiles y 8 bloques para los días no hábiles. Se consideró la misma definición de los bloques para ambos tipos de días en cuanto a las horas del día



asignadas a cada bloque y en cada mes, siendo la definición de bloques propia de cada mes. Para definir el número de días hábiles y días festivos del año se consideró el calendario 2013.

- b) La duración total de los bloques correspondientes a día hábil es mayor que la duración de los bloques correspondientes a día no hábil, debido a que en cada mes la cantidad de días laborales es mayor que la de festivos.
- c) La asignación de las horas del día a cada bloque se realizó siguiendo la curva de demanda horaria del sistema y el perfil de generación de las centrales solares, en todos los meses del año. De esta forma, se dejó al interior de cada bloque la generación solar en forma horaria. Por otro lado, se separaron los bloques para los niveles de mayor demanda del sistema. La clasificación de los bloques horarios para el caso del día hábil se describe a continuación:

**Bloque 2:** Corresponde a las horas de la noche después del peak de demanda.

**Bloque 4:** Corresponde a las horas de la noche y madrugada.

**Bloque 6:** Representa las horas de la mañana en que comienza la generación solar.

**Bloques 8 y 10:** Corresponde a las horas del día en que se alcanza la máxima radiación solar, se dividió para representar la punta de demanda de mediodía.

**Bloque 12:** Representa las horas de la tarde en que comienza a decaer la generación solar.

**Bloque 14:** Representa a las horas de la tarde sin generación solar y antes del peak de demanda.

**Bloque 16:** Corresponde al peak de demanda en la tarde – noche.

- d) Para determinar los perfiles de demanda por bloque para cada barra se utilizó la información de retiros horarios en cada mes del año 2013, obteniendo así los promedios de demanda por bloque en cada nudo. Estos valores se dividen por la demanda promedio en el mes y se obtiene el factor correspondiente a cada bloque y mes, para todas las barras del sistema.
- e) En base a la definición de bloques antes descrita, las centrales solares generan en los bloques 3 a 6, con mayor intensidad en los bloques 4 y 5, para días hábiles, y en los bloques 11 a 14, con mayor intensidad en los bloques 12 y 13, para días festivos. En el modelo esto se regula limitando la potencia máxima a la que opera cada planta fotovoltaica, en cada bloque y mes. De este modo, para los bloques en que la



central no opera (en la noche y madrugada), se simula con potencia máxima disponible igual a cero.

- f) Para los datos de radiación solar, se utilizaron perfiles de generación tipo, obtenidos del Explorador de Energía Solar de la Universidad de Chile, desarrollado para el Ministerio de Energía.
- g) Las centrales eólicas se modelan en forma similar a centrales hidroeléctricas de pasada, con el fin de representar la variabilidad propia de este tipo de tecnología. Para esto, se obtienen matrices de viento que representan la potencia máxima y mínima a la que puede operar cada parque eólico y así poder apreciar el impacto sobre el sistema de transmisión y las posibles saturaciones que pudiesen ocurrir. El promedio de los datos de las matrices de viento por mes y bloque es el mismo que al modelarlas como centrales térmicas. Las matrices de viento se componen del mismo número de años históricos simulados en la operación, por lo que cada mes y bloque tiene 56 simulaciones de datos de viento.
- h) Los datos de viento se obtuvieron a partir del Explorador de Energía Eólica, desarrollado por la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía.
- i) El procesamiento de los datos para generar los afluentes de cada central eólica consiste en tomar los datos de viento de la zona geográfica donde se ubica, para transformarlos en potencia mediante una curva tipo de un generador eólico. A partir de los datos obtenidos se toman muestras aleatorias para completar los 56 escenarios, para cada mes de los primeros cinco años de simulación. Desde el sexto año en adelante, se replican las matrices de los primeros años.

## **6.2 ESCENARIOS DE PLANES DE OBRA EN GENERACIÓN DEL SIC Y SING**

Los planes de obras de generación utilizados en el presente plan de expansión de la transmisión troncal se desarrollan según cuatro escenarios. En cada uno de estos, se considera que a partir de enero de 2018 los sistemas del SIC y del SING se interconectan mediante una línea de transmisión 2x220 kV 1.500 MW entre la S/E Los Changos y S/E Kapatur, y bajo las consideraciones expuestas en el Decreto Exento N°158, que fija Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal para los doce meses siguientes. Los escenarios mencionados anteriormente se describen a continuación.

### **6.2.1 Escenario 1 (Carbón)**

El plan de obra denominado "Escenario 1" considera una expansión óptima del sistema en base a la incorporación de unidades de generación a carbón, complementado con una mayor disponibilidad de GNL para la utilización de la capacidad disponible de las centrales en operación de dicha tecnología, y a la expansión del parque generador en base a energías renovables no convencionales, cumpliendo las exigencias establecidas en la Ley según lo indicado en el numeral 6.1.6, y todas las consideraciones y criterios antes mencionados.

### **6.2.2 Escenario 2 (GNL)**

El plan de obra denominado "Escenario 2" considera una expansión óptima del sistema en base a la incorporación de unidades de generación a GNL, con una mayor disponibilidad de este combustible para la capacidad disponible de las centrales en operación, y a la expansión del parque generador en base a energías renovables no convencionales, cumpliendo las exigencias establecidas en la Ley según lo indicado en el numeral 6.1.6, y todas las consideraciones y criterios antes descritos.

### **6.2.3 Escenario 3 (GNL+Hidro)**

El plan de obra denominado "Escenario 3" considera que a partir del año 2026 podrían estar desarrollados diversos proyectos hidroeléctricos cuya particularidad recae en que se encuentran en la zona sur del SIC. En específico se incluyeron las centrales Neltume, Cuervo, Cóndor y Blanco, y a la expansión del parque generador en base a energías renovables no convencionales, cumpliendo las exigencias establecidas en la Ley según lo indicado en el numeral 6.1.6, y todas las consideraciones y criterios antes mencionados.

### **6.2.4 Escenario 4 (ERNC++)**

El plan de obra denominado "Escenario 4" considera una expansión óptima del sistema en base a la incorporación de unidades de generación de ERNC por sobre la obligación establecida en la Ley, complementado con una mayor disponibilidad de GNL para la utilización de la capacidad disponible de las centrales en operación de dicha tecnología. Este supuesto es en base al aprendizaje de las tecnologías ERNC que podría implicar en el futuro una disminución de sus costos de inversión.

### **6.2.5 Planes de Obra de Generación**

Los planes de Obras de Generación resultante se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 16:** Planes de Obra Generación por escenario

Tipo	Nombre	Fecha de Ingreso			
		Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Eólica	EOLICO SING I	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023
Eólica	EOLICO SING II	Sep-2024	Sep-2024	Sep-2024	Sep-2024
Eólica	EOLICO SING III	May-2028	Jul-2028	Jul-2028	Jul-2028
Eólica	EOLICO SING IV		Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025
Eólica	EOLICO SING V	Ene-2030	Ene-2030	Jul-2031	Abr-2034
Eólica	EOLICO SING VI			Abr-2034	
Eólica	Punta Sierra	Abr-2033		Abr-2029	
Eólica	San Juan	Abr-2033			
Eólica	Eólica IV Región 01	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025
Eólica	Eólica IV Región 02	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022
Eólica	Eólica IV Región 08	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024
Eólica	Eólica Concepción 01	Ene-2029	Ene-2029	Ene-2035	Ene-2029
Eólica	Eólica Concepción 02	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025
Eólica	Eólica Concepción 04	Jul-2022	Jul-2022	Jul-2022	Jul-2022
Eólica	Eólica Concepción 05	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027
Eólica	Eólica Concepción 06	Feb-2029	Feb-2029	Feb-2029	Feb-2029
Eólica	Eólica Concepción 07	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025
Eólica	Chiloé I	Ene-2030	Ene-2030	Ene-2030	Ene-2030
Eólica	Chiloé II	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025
Eólica	Chiloé III	Abr-2033	Abr-2033		Abr-2033
Eólica	Eólico Topan I				Ene-2019
Eólica	Eólico Topan II				Abr-2020
Eólica	Eólico Mesamavida I				Abr-2021
Eólica	Eólico Mesamavida II				Abr-2021
Eólica	Eólico San Gabriel				Abr-2023
Eólica	Eólico Lebu I				Ene-2019
Eólica	Eólico Lebu II				Abr-2022
Pasada	Mediterráneo	Oct-2033		Abr-2026	
Pasada	Neltume			Abr-2028	
Pasada	Coshuenco			Abr-2033	
Pasada	Cuervo			Abr-2030	
Pasada	Blanco Austral			Oct-2034	
Pasada	Cóndor			Abr-2026	
Pasada	San Miguel			Abr-2033	
Pasada	Rucalhue			Jul-2033	
Pasada	Hidroeléctrica VII Región 02	Oct-2019	Oct-2019	Oct-2019	Oct-2019
Pasada	Hidroeléctrica VII Región 03	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022
Pasada	Hidroeléctrica VIII Región 02	Ene-2029	Ene-2029	Ene-2029	Ene-2029
Pasada	Hidroeléctrica VIII Región 03	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028
Pasada	Grupo MH X Región 01	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027
Pasada	Grupo MH Chiloé				Abr-2024
Pasada	Grupo MH Llanquihue				Abr-2025
Pasada	Grupo MH Osorno				Ene-2019
Pasada	Grupo MH Palena				Abr-2024
Pasada	Grupo MH Ranco				Ene-2019

Tipo	Nombre	Fecha de Ingreso			
Pasada	Grupo MH Curarrehue	Abr-2026			
Pasada	Grupo MH Melipeuco	Ene-2019			
Pasada	Grupo MH Vilcun	Abr-2024			
Pasada	Grupo MH Malleco	Ene-2019			
Pasada	Grupo MH Yungay	Ene-2019			
Pasada	Grupo MH Quilaco	Abr-2026			
Pasada	Grupo MH Los Ángeles	Abr-2024			
Pasada	Grupo MH Pinto	Abr-2027			
Pasada	Grupo MH Parral	Abr-2022			
Pasada	Grupo MH Linares	Ene-2019			
Pasada	Grupo MH Molina	Abr-2029			
Pasada	Grupo MH San Clemente	Abr-2024			
Pasada	Grupo MH Curacavi	Abr-2021			
Pasada	Grupo MH Melipilla	Abr-2021			
Pasada	Grupo MH San Jose de Maipo	Abr-2023			
Pasada	Grupo MH Pirque	Abr-2021			
Pasada	Grupo MH Monte Patria	Abr-2024			
Pasada	Grupo MH Vallenar	Abr-2024			
Pasada	Grupo MH Tinguiririca	Abr-2021			
Carbón	MEJILLONES I	Jun-2028			
Carbón	MEJILLONES III	Dic-2029			
Carbón	TARAPACA I	Ene-2027			
Carbón	TARAPACA II	Ene-2032			
Carbón	TARAPACA III	Feb-2033			
Carbón	Carbón Pan de Azúcar 03	Ene-2028			
Carbón	Carbón Maitencillo 02	Dic-2028			
Carbón	Carbón VIII Región 01	Abr-2026			
Carbón	Carbón Cardones 01	May-2030			
Carbón	Carbón Cardones 02	Ago-2034			
Desechos Forestales	Central Des.For. VII Región 01	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023
Desechos Forestales	Central Des.For. VII Región 02	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025
Desechos Forestales	Central Des.For. VIII Región 01	Jul-2021	Jul-2021	Jul-2021	Jul-2021
Geotermia	Geotérmica Apacheta 01			Abr-2034	
Geotermia	Geotérmica Apacheta 02		Abr-2030	Abr-2034	Abr-2030
Geotermia	Geotérmica Irruputunco	Jun-2021	Jun-2021	Jun-2021	Jun-2021
Geotermia	Geotérmica Polloquere 01		Oct-2033	Ago-2033	Oct-2033
Geotermia	Geotérmica Polloquere 02			Abr-2033	
Geotermia	Geotérmica Puchuldiza 01		Abr-2030		Abr-2030
Geotermia	Geotérmica Puchuldiza 02		Abr-2030		Abr-2030
Geotermia	Geotérmica Calabozo 01	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023
Geotermia	Geotérmica Calabozo 02	Abr-2030	Abr-2034	Abr-2033	Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Calabozo 03	Abr-2031	Abr-2035	Abr-2032	Abr-2035
Geotermia	Geotérmica Calabozo 04			Abr-2035	
Geotermia	Geotérmica Potrerillos 01		Abr-2035		Abr-2035
Geotermia	Geotérmica San Gregorio 01	Abr-2032	Abr-2034		Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Tinguiririca 01	Abr-2032	Abr-2034	Abr-2033	Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Tinguiririca 02		Abr-2034	Abr-2032	Abr-2034

Tipo	Nombre	Fecha de Ingreso			
Geotermia	Geotérmica Laguna del Maule 01	Abr-2032	Abr-2034	Abr-2035	Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Laguna del Maule 02	Abr-2032	Abr-2034		Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Chillan 01	Abr-2032			
Geotermia	Geotérmica Pellado		Abr-2034		Abr-2034
Geotermia	Geotérmica Puyehue 01	Abr-2032	Abr-2033		Abr-2033
Geotermia	Geotérmica Puyehue 02	Abr-2032	Abr-2034		Abr-2034
Fotovoltaica	Solar Acum 1				Abr-2030
Fotovoltaica	Solar Acum 2				Abr-2032
Fotovoltaica	Solar SING I	Mar-2022	Mar-2022	Mar-2022	Mar-2022
Fotovoltaica	Solar SING II		Ene-2024	Ene-2024	Ene-2024
Fotovoltaica	Solar SING III	Abr-2027	Jul-2027	Jul-2027	Jul-2027
Fotovoltaica	Solar SING IV	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023	Ene-2023
Fotovoltaica	Solar SING V	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028
Fotovoltaica	Solar SING VI	Abr-2034	Abr-2033		Abr-2033
Fotovoltaica	Solar SING VII		Abr-2033		Abr-2033
Fotovoltaica	Solar I	Ene-2024	Ene-2024	Ene-2024	Ene-2024
Fotovoltaica	Solar II	Jul-2024	Jul-2024	Jul-2024	Jul-2024
Fotovoltaica	Solar III	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024
Fotovoltaica	Solar IV	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025
Fotovoltaica	Solar V	Abr-2033			
Fotovoltaica	Solar VI	Abr-2033			
Fotovoltaica	Solar VII	Abr-2033			
Fotovoltaica	Solar SIC 1	Sep-2025	Sep-2025	Sep-2025	Sep-2025
Fotovoltaica	Solar SIC 2	Ago-2027	Ago-2027	Ago-2027	Ago-2027
Fotovoltaica	Solar SIC 3	Ene-2028	Ene-2028	Ene-2028	Ene-2028
Fotovoltaica	Solar SIC 4	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028	Mar-2028
Fotovoltaica	Solar SIC 5	Feb-2029			
Fotovoltaica	Solar SIC 5a		Feb-2029	Feb-2029	Feb-2029
Fotovoltaica	Solar SIC 6	Oct-2029			
Fotovoltaica	Solar SIC 6a		Oct-2029	Oct-2029	Oct-2029
Fotovoltaica	Solar SIC 7	Ene-2030	Ene-2030	Ene-2030	Ene-2030
Fotovoltaica	Solar SIC 8	Dic-2030	Dic-2030	Dic-2030	Dic-2030
Fotovoltaica	Solar SIC 9	Abr-2027			
Fotovoltaica	Solar SIC 10	Abr-2028			
Termosolar	CSP TES I		Abr-2031	Abr-2032	Abr-2031
Termosolar	CSP TES II	Abr-2035		Abr-2034	Abr-2028
Termosolar	CSP TES III	Abr-2035			Abr-2031
Termosolar	CSP TES SIC I	Abr-2034		Abr-2032	
Termosolar	CSP TES SIC II	Abr-2031	Abr-2035	Abr-2033	Abr-2035
Termosolar	CSP TES SIC III	Abr-2031			
GNL	MEJILLONES GNL I		Jun-2028		
GNL	MEJILLONES GNL II			Abr-2031	
GNL	TARAPACA GNL I		Abr-2032	Oct-2029	Abr-2032
GNL	Taltal CC GNL	Abr-2033	Abr-2027	Oct-2028	Abr-2027
GNL	Quintero CC GNL	Abr-2031	Abr-2028	Abr-2031	Abr-2028
GNL	Candelaria CC GNL	Abr-2032	Oct-2026	Abr-2027	Oct-2026
GNL	Pan de Azúcar CC I		Dic-2031		Dic-2031

Tipo	Nombre	Fecha de Ingreso			
GNL	Puchuncavi CC I	Oct-2030	Oct-2033	Oct-2030	
GNL	Puchuncavi CC II	Oct-2033			Oct-2033
GNL	Charrúa CC I	Ene-2019	Ene-2019		
Eólica	EOLICO SING II	Sep-2024	Sep-2024	Sep-2024	Sep-2024
Eólica	EOLICO SING III	May-2028	Jul-2028	Jul-2028	Jul-2028
Eólica	EOLICO SING IV	Ene-2025			Ene-2025
Eólica	EOLICO SING V	Ene-2030	Ene-2030	Jul-2031	Abr-2034
Eólica	EOLICO SING VI				Abr-2034
Eólica	Punta Sierra	Abr-2033		Abr-2029	
Eólica	San Juan	Abr-2033			
Eólica	Eólica IV Región 01	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025	Ene-2025
Eólica	Eólica IV Región 02	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022	Ene-2022
Eólica	Eólica IV Región 08	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024	Dic-2024
Eólica	Eólica Concepción 01	Ene-2029	Ene-2029	Ene-2035	Ene-2029
Eólica	Eólica Concepción 02	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025	Jul-2025
Eólica	Eólica Concepción 04	Jul-2022	Jul-2022	Jul-2022	Jul-2022
Eólica	Eólica Concepción 05	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027	Ene-2027

### 6.3 PLANES DE OBRA DE TRANSMISIÓN

En relación a las obras de transmisión troncal, se consideraron los proyectos señalados en el decreto exento N°115 del Ministerio de Energía, de fecha 2 de mayo de 2011, y sus modificaciones respectivas.

Además se incluyen las obras contempladas en el decreto exento N°82 del Ministerio de Energía, de fecha 29 de febrero de 2012, el cual fija Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal para los doce meses siguientes.

Adicionalmente, también fueron consideradas las obras incluidas en el decreto exento N°310 del Ministerio de Energía, de fecha 29 de julio de 2013 y en el decreto exento N°201, de fecha 4 de junio del 2014, modificado por el decreto N°134 de fecha 1 de abril del 2015, que fijan el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal correspondiente al periodo 2012-2013 y 2013-2014 respectivamente.

Así mismo, también fueron consideradas las obras de expansión incluidas en el decreto exento N°158 del Ministerio de Energía, de fecha 16 de abril de 2015, que fija Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal para los doce meses siguientes, periodo 2014-2015. Cabe destacar que en dicho decreto, se ha incorporado el proyecto de interconexión entre el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) a partir de enero de 2018.

## 7 ANÁLISIS NECESIDADES DE EXPANSIÓN

### 7.1 MARCO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para la planificación del sistema de transmisión troncal se divide básicamente en las etapas de procedimiento de adaptación y procedimiento de sensibilización.

### 7.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN

#### 7.2.1 Aspectos Generales de la Metodología

La determinación de un plan de expansión de generación-transmisión es un proceso iterativo, en el cual se deben tomar una serie de decisiones en paralelo, que si bien se pueden establecer como procedimiento general, en muchos casos requiere para su concreción final, del conocimiento del sistema sobre el cual se está actuando.

En este sentido, resulta relevante la definición del escenario de expansión del segmento de generación sobre el cual se trabajará, entendiendo como “escenario” al conjunto de tecnologías factibles de ser incorporadas al sistema eléctrico considerando sus plazos de construcción, y respecto del cual se construirá el plan óptimo de obras de generación-transmisión.

Entre la información y antecedentes que se utilizan para obtener una operación esperada del sistema que represente adecuadamente las condiciones futuras de abastecimiento en función de la demanda esperada, se encuentran:

- Parque generador del SIC y SING
- Topología del sistema eléctrico y nivel de tensión de las instalaciones representadas
- Estadística hidrológica y convenios de riego
- Barras de demanda e inyección
- Desagregación de demanda por tipo, industrial y vegetativa
- Característica de la demanda por barra, según su curva de carga
- Precios de combustibles y restricciones de gas
- Horizonte de planificación

Para el presente análisis, se ha utilizado un horizonte de planificación de 20 años más 2 años de relleno hidrológico, además de la representación de la curva de duración en 16 bloques de demanda para cada etapa de simulación.

### **7.2.2 Adecuación del Plan de Obras de Generación**

La metodología empleada considera como punto de partida para la elaboración de un plan óptimo de generación, a partir del cual se deberá formular en forma armónica un desarrollo para el Sistema de Transmisión Troncal, con una adecuada seguridad y calidad de servicio, que dicho plan se encuentre adaptado a la demanda.

Para obtener el plan de obras definitivo, se formula un plan de obras inicial de generación sobre la base de las centrales generadoras disponibles en la fecha y ubicación geográfica que satisfagan la demanda distribuida a lo largo del sistema.

Se realiza una simulación de la operación con el software OSE2000 para revisar su nivel de adaptación a la demanda. Si el plan de obras simulado no se encuentra adaptado, se adecuan las fechas de ingreso de las unidades. Este proceso se repite iterativamente hasta obtener el plan adaptado de generación.

### **7.2.3 Adecuación y Definición del Sistema de Transmisión Troncal**

Una vez definido el plan de obras de generación adaptado a la demanda, se inicia el proceso de adecuación y definición del Sistema de Transmisión Troncal (TxT). Para este proceso se utiliza el software OSE2000 para determinar las necesidades de expansión troncal inicial.

Para cada plan de obras de generación adaptado, determinado conforme lo indicado anteriormente, se diseña y se adapta un sistema de transmisión mediante obras nuevas o de ampliación, considerando las eventuales restricciones de transmisión de los diferentes tramos del sistema, verificando los niveles de transmisión, niveles económicos de congestión y la distribución de probabilidad de las variables más relevantes asociadas a los flujos por las líneas tales como potencia, pérdidas, entre otras. Este proceso se realiza de forma iterativa hasta encontrar el plan adaptado a cada plan de obras de generación.

A continuación, para cada plan de obras de transmisión resultante (preliminar) se verifica el cumplimiento de exigencias preestablecidas tanto de suficiencia, seguridad y calidad de servicio, mediante análisis estáticos y dinámicos. En el caso de no cumplirlas, se realiza un nuevo ajuste en las obras de transmisión.

Finalmente se calcula económicamente el plan de expansión desarrollado para determinar el nivel de inversión requerido.

### **7.2.4 Procedimiento de Sensibilización**

A partir de la operación esperada del sistema para un horizonte de 18+2 años, se realiza una sensibilización centrandó el análisis en el adelanto o atraso de obras

relevantes en las cuales se deba tomar la decisión de inversión en forma inmediata.

Para la sensibilización se considera el horizonte de análisis, para ello se toman los mismos valores estratégicos determinados para el año considerado como límite superior o de frontera para el período analizar. Estos valores estratégicos son previamente determinados para todo el período completo de análisis.

Con los datos y el período acotado, se analiza el plan de obras de generación y transmisión para los casos base y para los distintos casos que se requiera sensibilizar.

Para discriminar entre una situación u otra, se analizan las series de costos de operación, inversión y falla, determinando la conveniencia de postergar o mantener la fecha de entrada en servicio de la o las obras sensibilizadas.

## 7.3 OBRAS DE TRANSMISIÓN

Del procedimiento descrito previamente, se obtuvieron las siguientes obras en transmisión troncal para cada escenario de generación.

### 7.3.1 Plan de Obras de Transmisión

**Tabla 17:** Plan de Obras de Transmisión en el SING

Líneas	Fecha	Potencia (MVA)	Tensión (kV)
Nueva línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte, tendido del primer circuito	dic-18	254	220
Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Cóndores, tendido del primer circuito	dic-20	254	220
Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Parinacota, tendido del primer circuito	dic-20	254	220
Nueva línea 2x220 [kV] Nueva Tarapacá - Lagunas, tendido de un circuito	ene-27	254	220
Tendido del segundo circuito de la línea 2x220 [kV] Nueva Tarapacá – Lagunas	ene-32	254	220
Subestaciones	Fecha	Línea Seccionada	
Nueva Pozo Almonte 220 kV	dic-18	Pozo Almonte 220 – Lagunas 220	
Nueva Tarapacá 220 kV	ene-27	Tarapacá 220 – Lagunas 220	

**Tabla 18:** Plan de Obras de Transmisión en el SIC

Líneas	Fecha	Potencia (MVA)	Tensión (kV)
Carrera Pinto 220 – San Andrés 220	ene-27	290	220
San Andrés 220 – Nueva Cardones 220	ene-27	290	220
Nueva Maitencillo 220 – Punta Colorada 220	ene-24	500	220
Punta Colorada 220 – Nueva Pan de Azúcar 220	ene-24	500	220
Nogales 220 – Los Maquis 220	ene-24	300	220
Ancoa 500 – Charrúa 500	ene-26	1.368	500
Nueva Cautín 220 – Ciruelos 220	ene-25	658	220
Nueva Cautín 500 - Nueva Cautín 500	ene-28	1.316	500
Transformadores	Fecha	Potencia (MVA)	Razón de Transformación
Nueva Cardones 500/220 II	dic-19	750	500/220
Nueva Maitencillo 500/220 II	dic-19	750	500/220
Nueva Pan de Azúcar 500/220 II	dic-19	750	500/220
Cumbre 500/220 II	ene-27	750	500/220
Lo Aguirre 500/220 II	ene-23	750	500/220
Alto Jahuel 500/220 IV	ene-30	750	500/220
Nueva Puerto Montt 500/220	ene-26	750	500/220
Nueva Cautín 500/220	ene-26	750	500/220
Nueva Ciruelos 500/220	ene-26	750	500/220

**Tabla 19:** Plan de Obras de Transmisión de Subestaciones en el SIC

Subestaciones	Fecha	Línea Seccionada
Nueva Valdivia 220	jun-18	Valdivia 220 – Rahue 220
Nueva Cautín 220	ene-25	Cautín 220 - Ciruelos 220

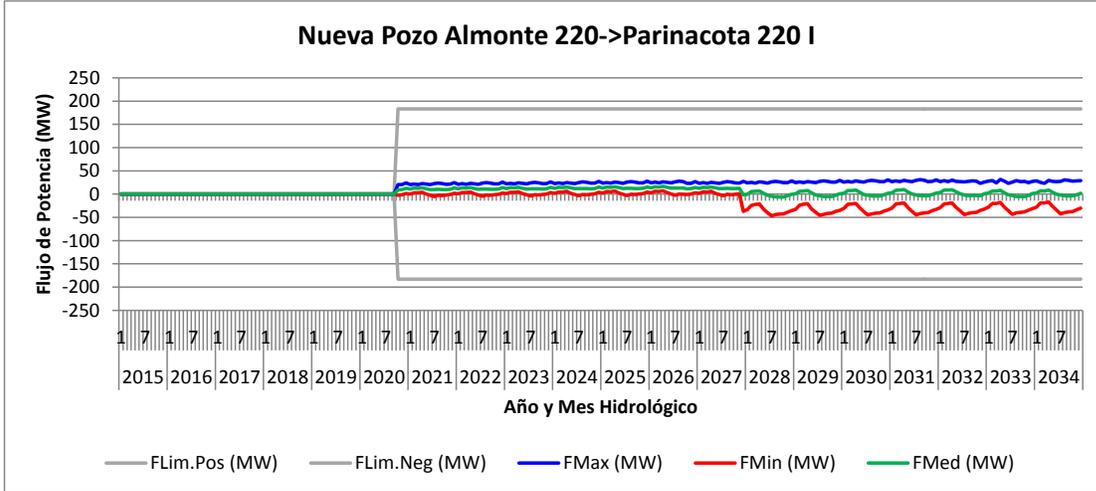
## 7.4 FLUJOS RESULTANTES

En los siguientes gráficos se muestran los flujos resultantes de la simulación OSE2000 en los diferentes escenarios de planes de obra de generación, principalmente los flujos por las líneas del nuevo Sistema del Norte del SING y los flujos por los nuevos transformadores en el Norte del SIC propuestos en esta expansión troncal.

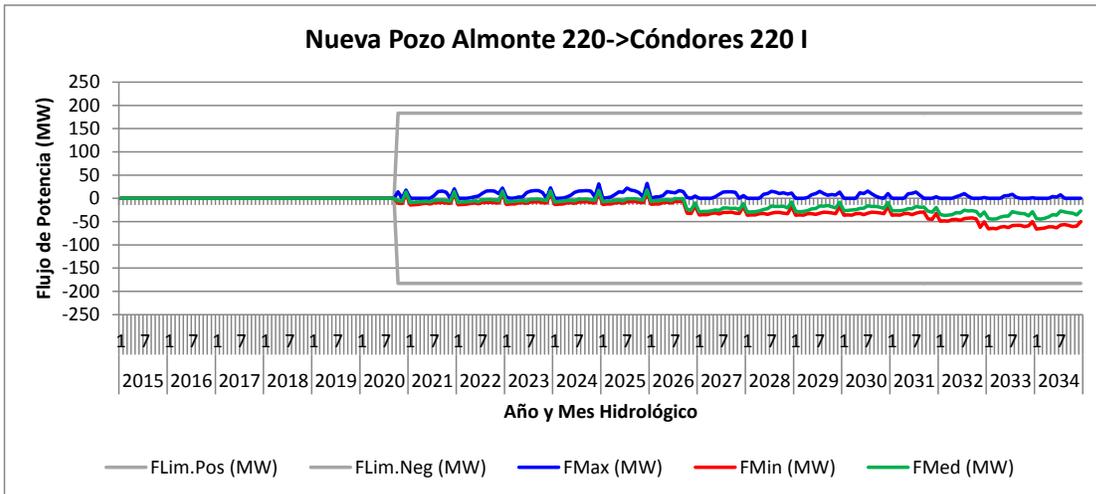
### 7.4.1 Escenario 1 (Carbón)



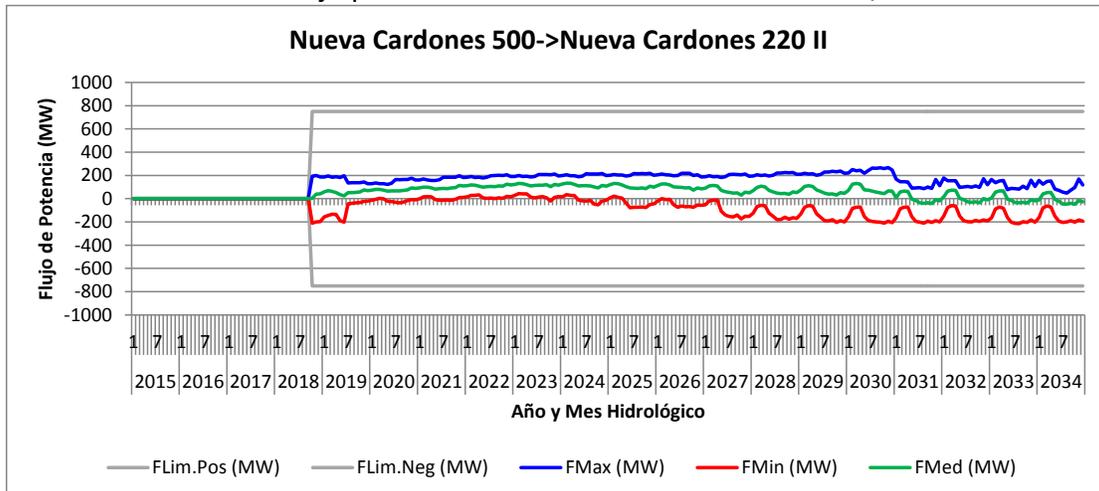
**Gráfico 1:** Flujo por Nueva Línea Parinacota – Nueva Pozo Almonte 220 kV



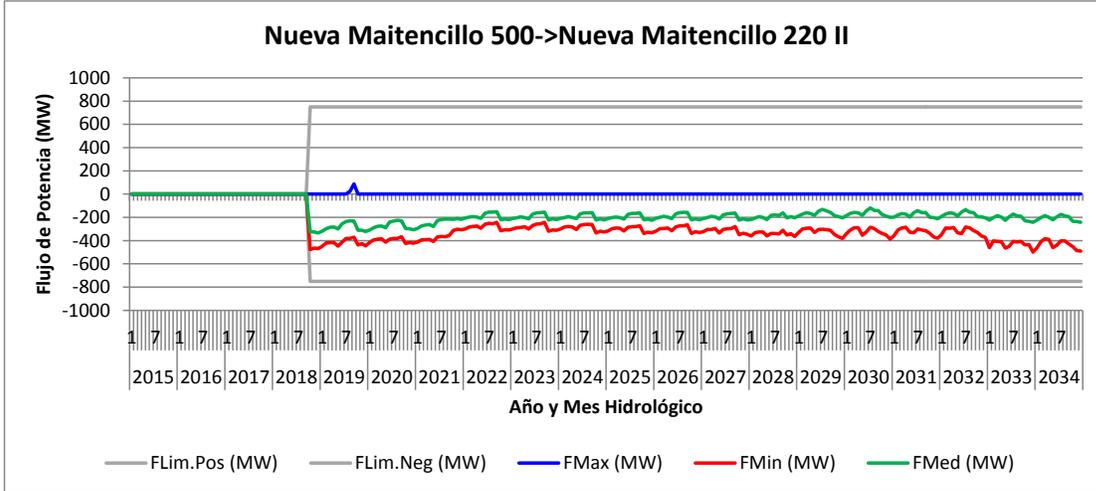
**Gráfico 2:** Flujo por Nueva Línea Cóndores – Nueva Pozo Almonte 220 kV



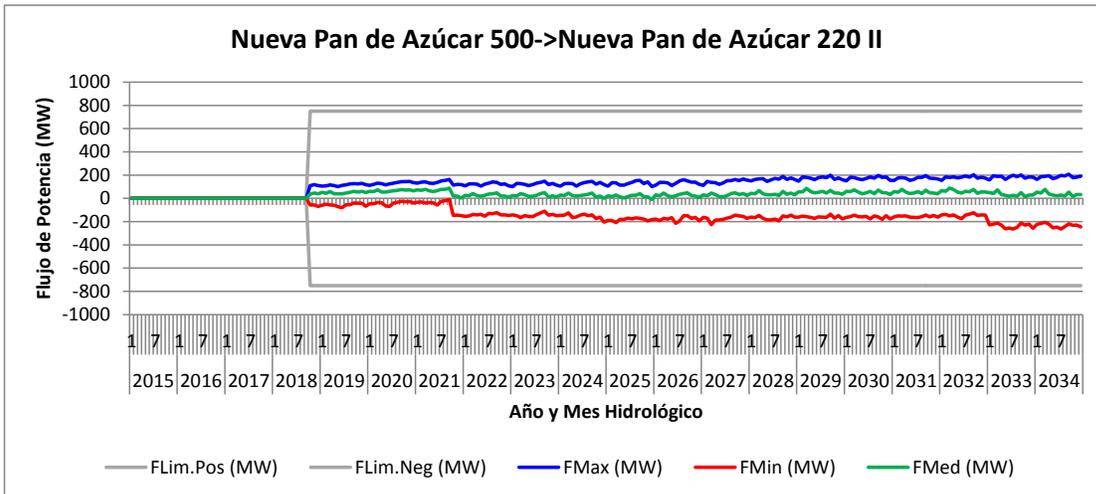
**Gráfico 3:** Flujo por Transformador Nueva Cardones 500/220 kV



**Gráfico 4: Flujo por Transformador Nueva Maitencillo 220 kV**

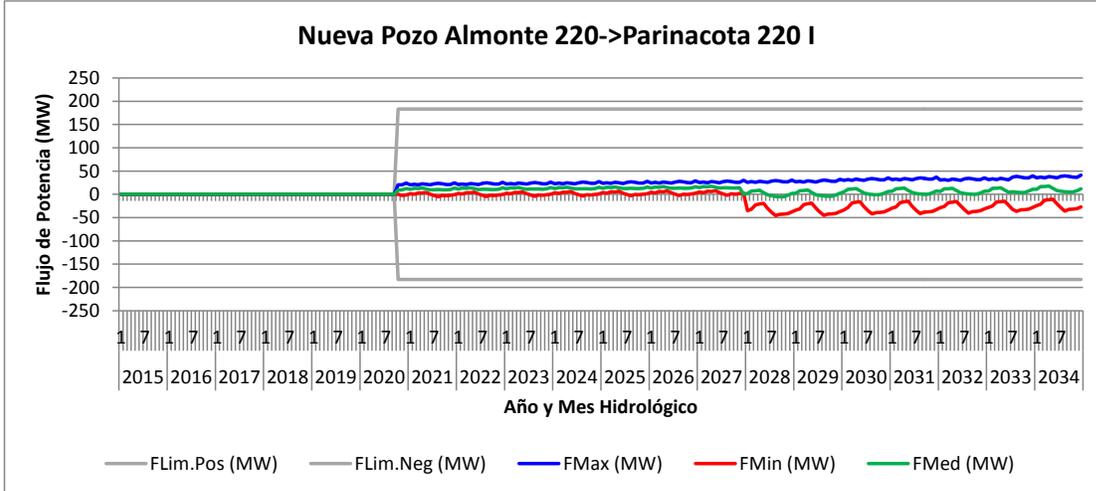


**Gráfico 5: Flujo por Transformador Nueva Pan de Azúcar 220 kV**

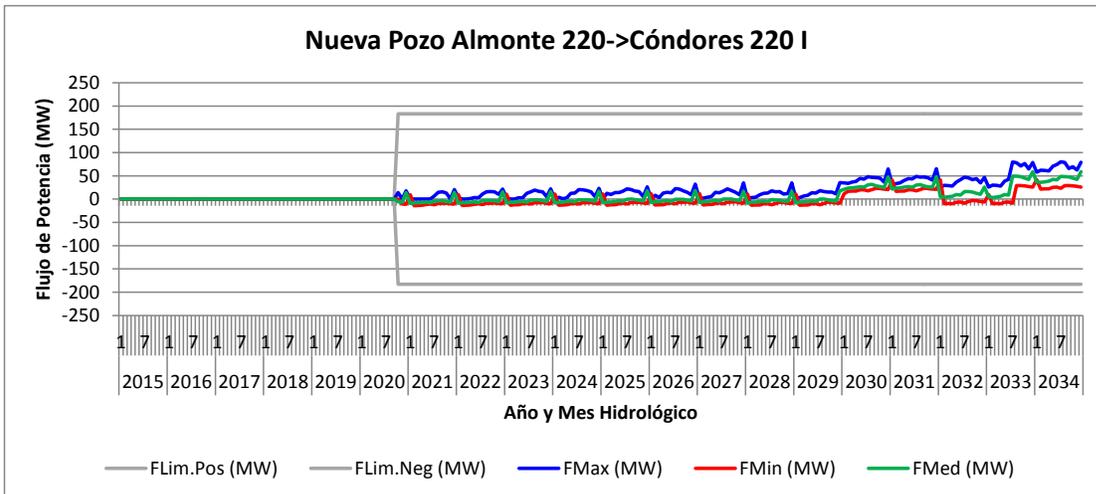


#### 7.4.2 Escenario 2 (GNL)

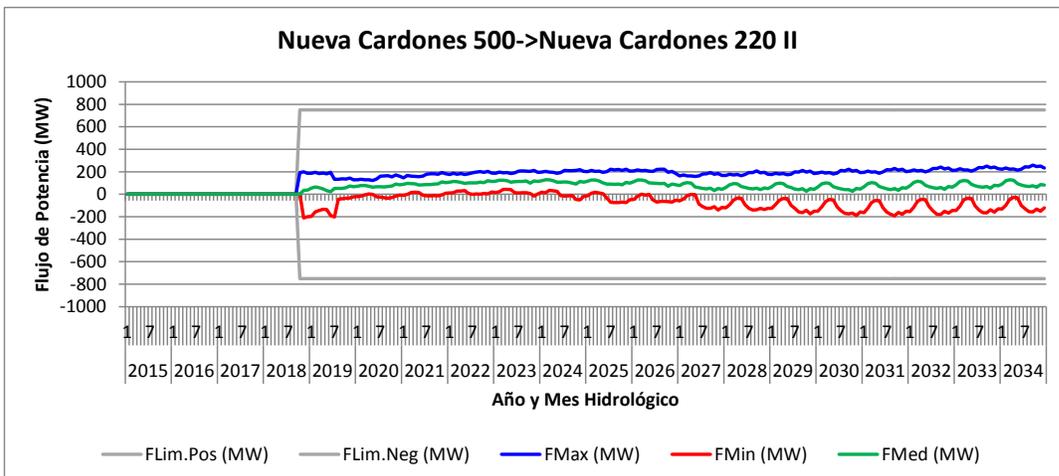
**Gráfico 6:** Flujo por Nueva Línea Parinacota – Nueva Pozo Almonte 220 kV



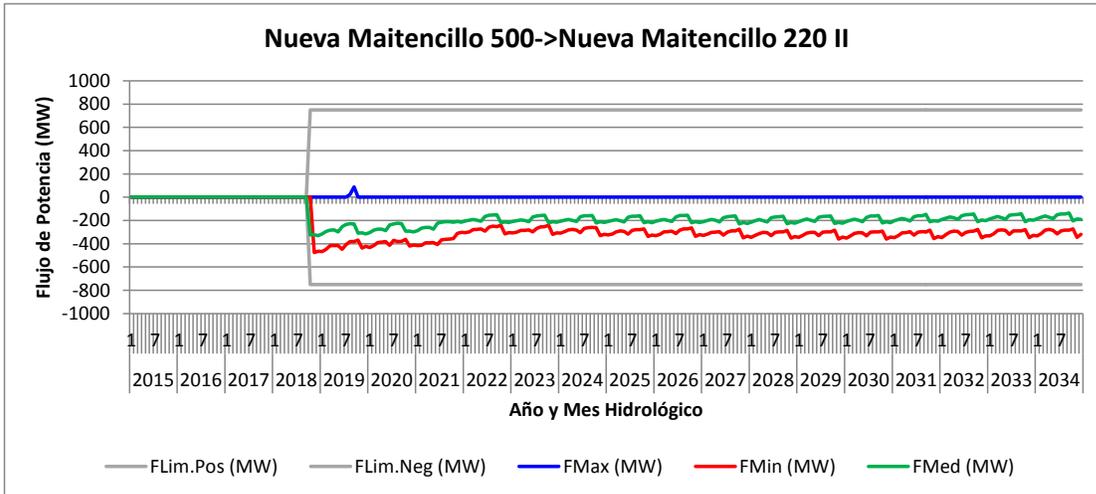
**Gráfico 7:** Flujo por Nueva Línea Cóndores – Nueva Pozo Almonte 220 kV



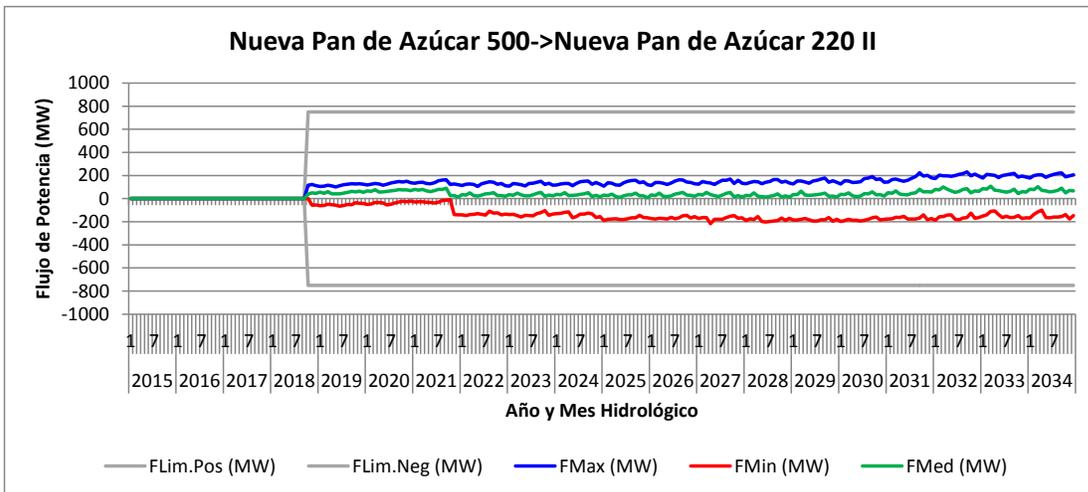
**Gráfico 8:** Flujo por Transformador Nueva Cardones 500/220 kV



**Gráfico 9: Flujo por Transformador Nueva Maitencillo 220 kV**

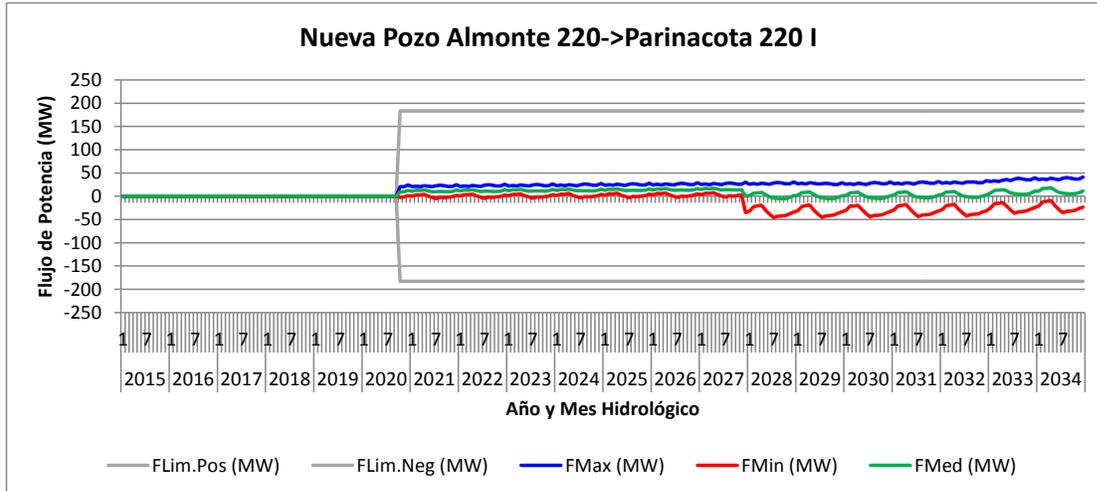


**Gráfico 10: Flujo por Transformador Nueva Pan de Azúcar 220 kV**

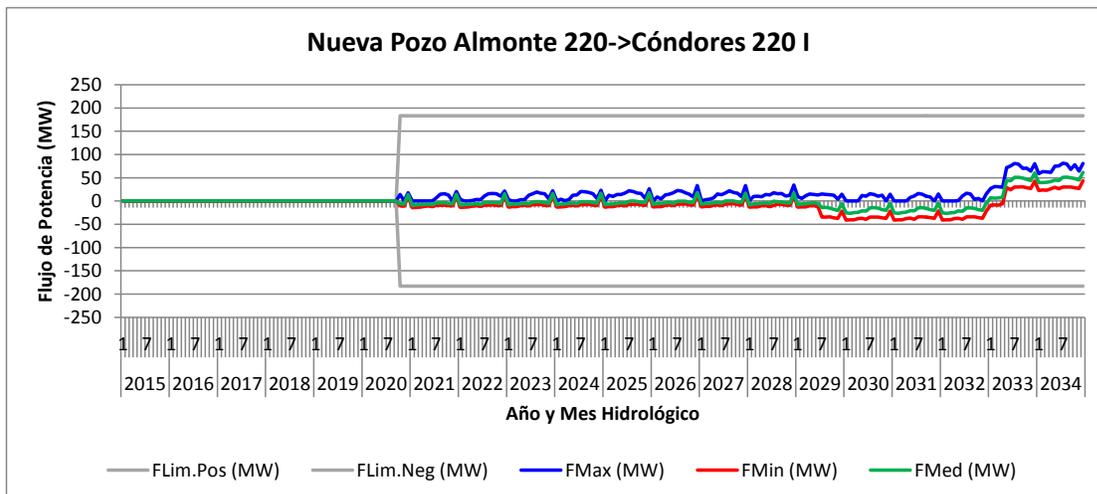


### 7.4.3 Escenario 3 (GNL+Hidro)

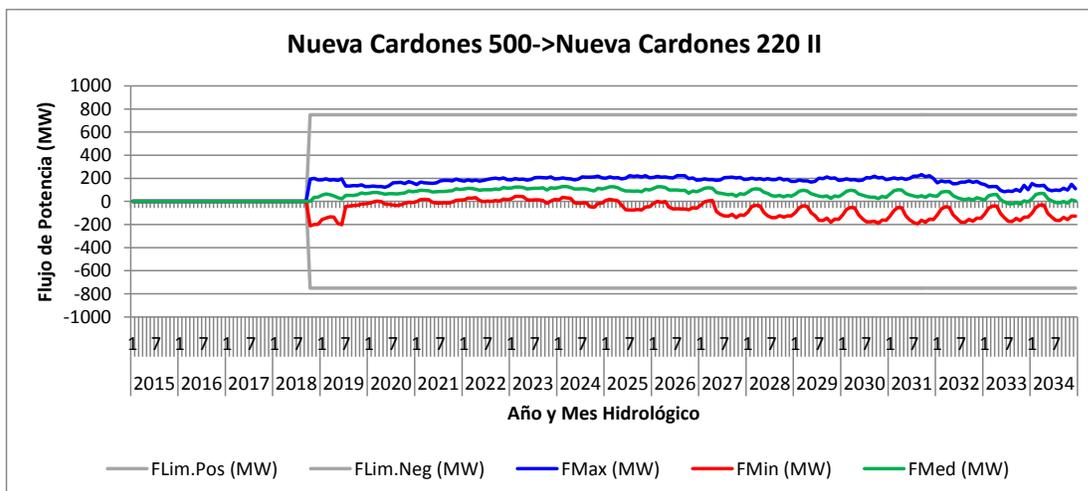
**Gráfico 11:** Flujo por Nueva Línea Parinacota – Nueva Pozo Almonte 220 kV



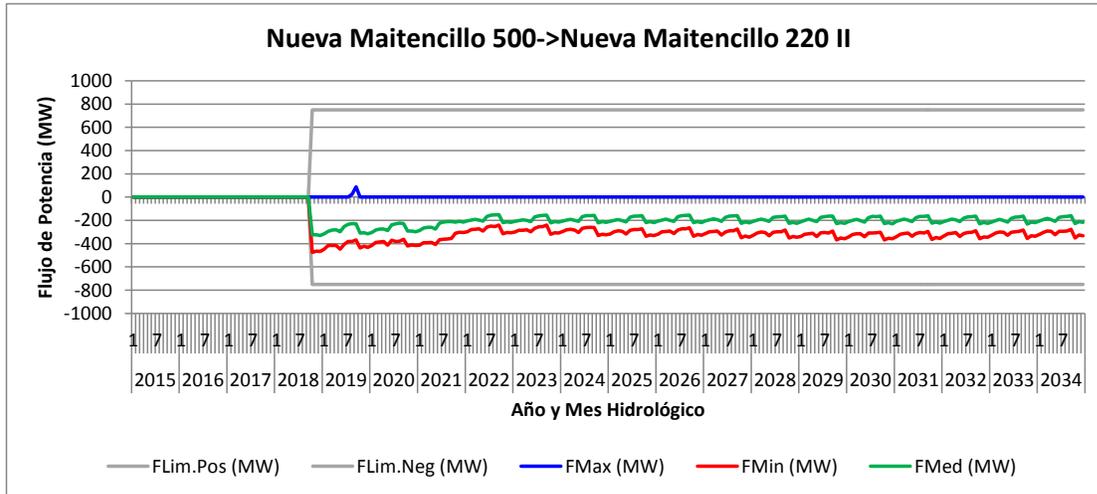
**Gráfico 12:** Flujo por Nueva Línea Cóndores – Nueva Pozo Almonte 220 kV



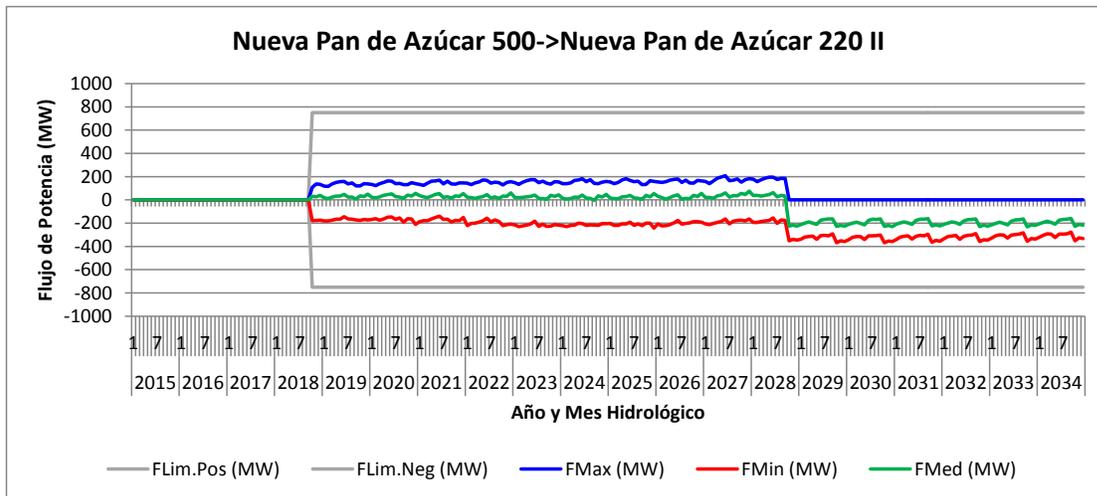
**Gráfico 13:** Flujo por Transformador Nueva Cardones 500/220 kV



**Gráfico 14:** Flujo por Transformador Nueva Maitencillo 220 kV

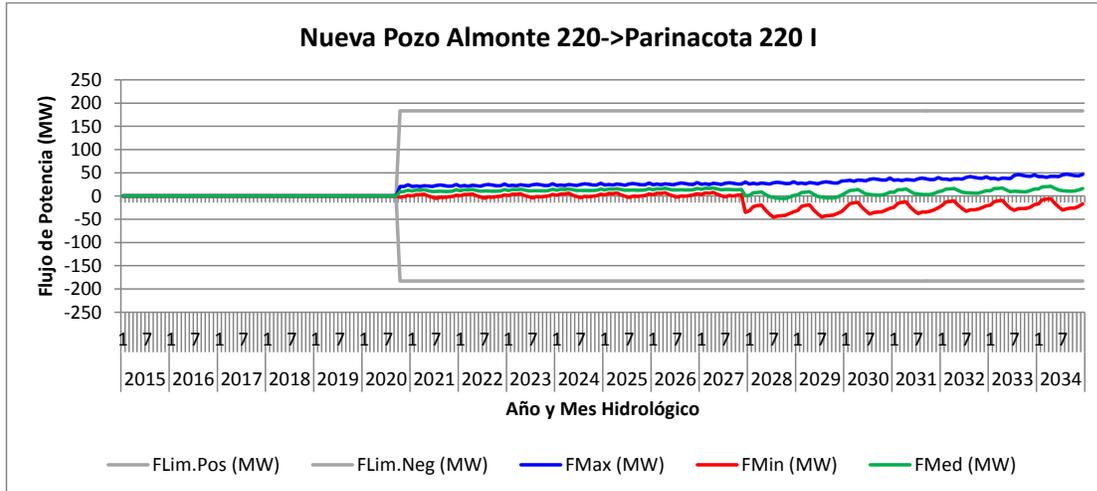


**Gráfico 15:** Flujo por Transformador Nueva Pan de Azúcar 220 kV

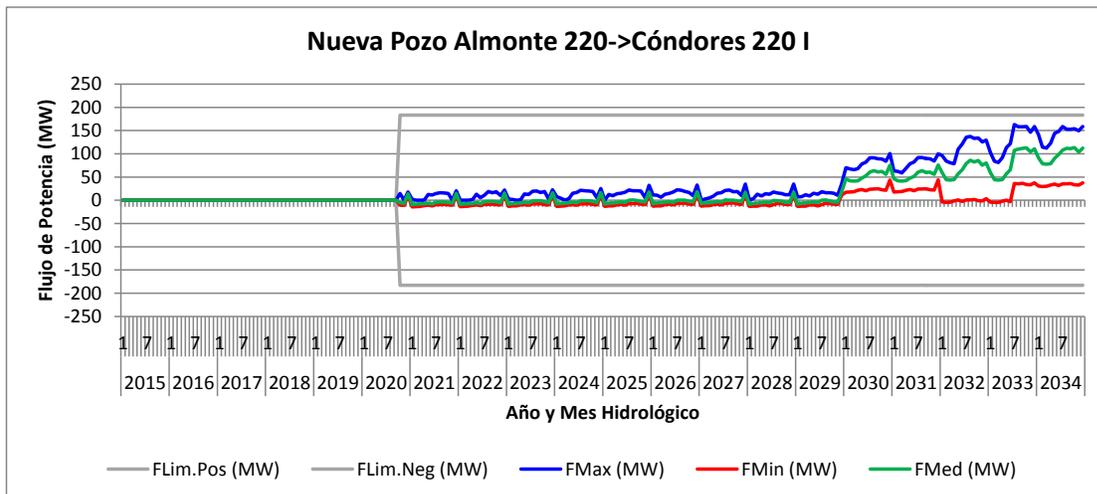


#### 7.4.4 Escenario 4 (ERNC++)

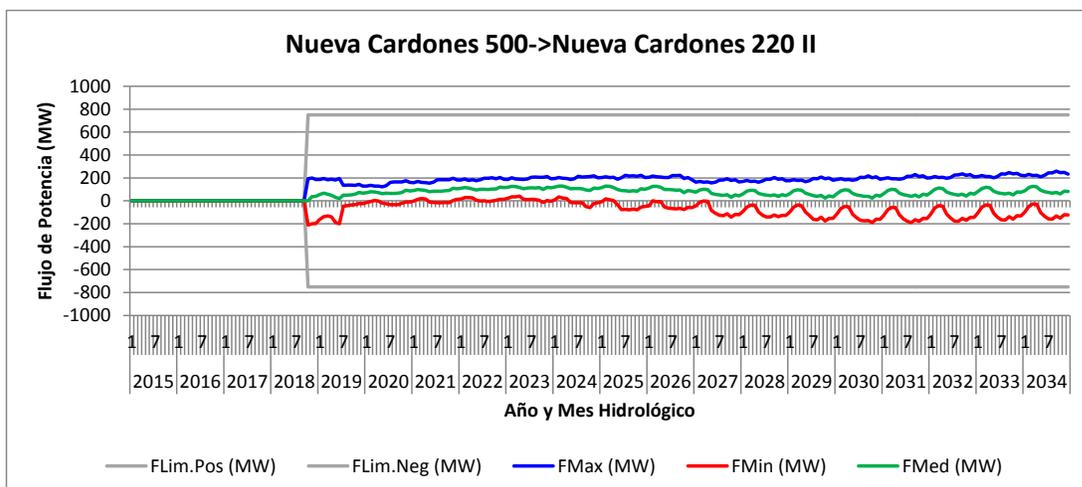
**Gráfico 16:** Flujo por Nueva Línea Parinacota – Nueva Pozo Almonte 220 kV



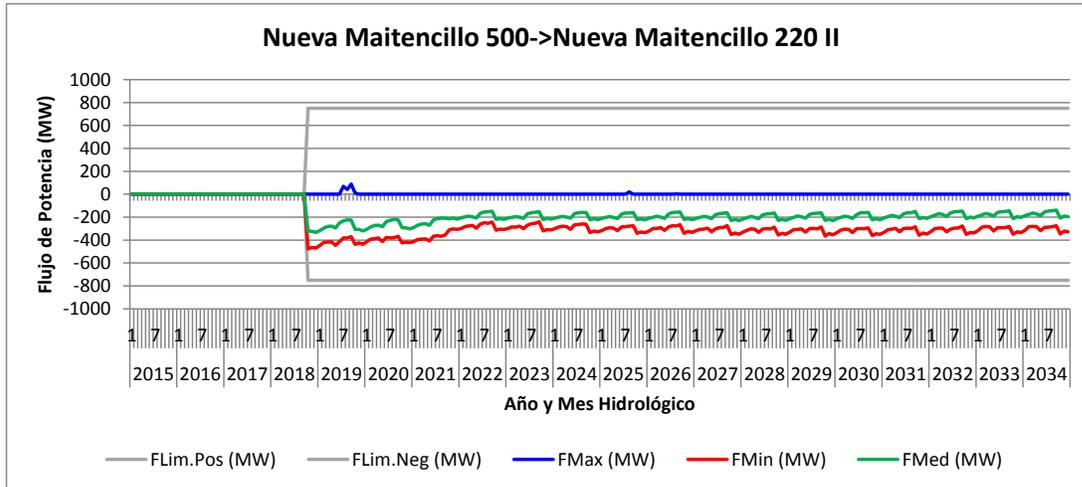
**Gráfico 17:** Flujo por Nueva Línea Cóndores – Nueva Pozo Almonte 220 kV



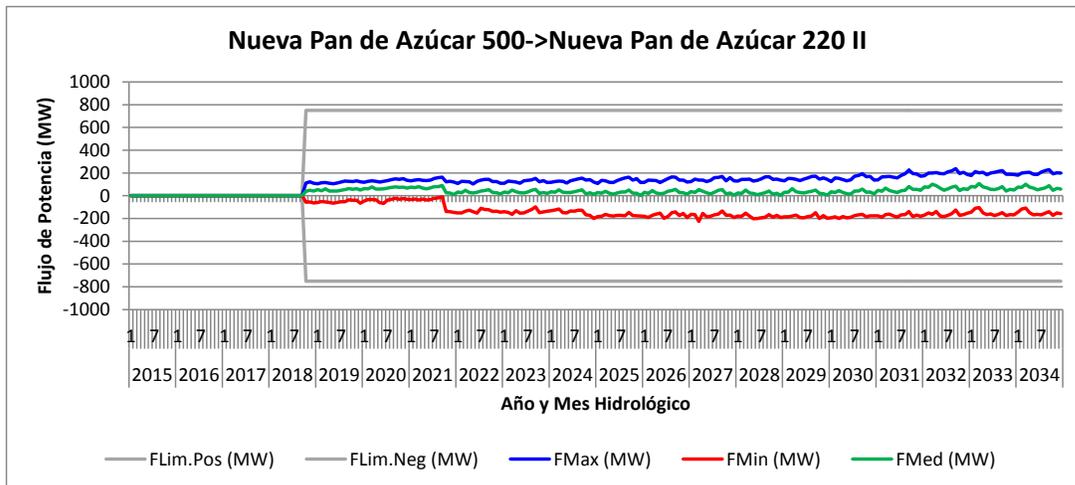
**Gráfico 18:** Flujo por Transformador Nueva Cardones 500/220 kV



**Gráfico 19:** Flujo por Transformador Nueva Maitencillo 220 kV



**Gráfico 20:** Flujo por Transformador Nueva Pan de Azúcar 220 kV



## 8 EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS

De acuerdo a las necesidades de transmisión detectadas, en base a la adaptación de la transmisión para los diferentes escenarios de generación y el cumplimiento de la actual normativa, se procedió a evaluar la conveniencia de la ejecución de éstos, en base a sensibilidades realizadas en torno a la ejecución de una u otra alternativa, o el atraso de algún proyecto en particular.

A continuación se describen las evaluaciones realizadas a las obras propuestas.

## 8.1 NECESIDADES DE EXPANSIÓN EN EL SIC

### 8.1.1 Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte

La presente obra surge como parte de los análisis efectuados por esta Comisión en la zona comprendida entre las subestaciones Maitencillo y Polpaico, verificando el comportamiento en base a condiciones de operaciones esperadas de desacoples económicos, pérdidas eléctricas y excedencias de flujos por los tramos troncales. El Diagnóstico muestra que para los tramos Maitencillo – Punta Colorada 2x220 [kV], Punta Colorada – Pan de Azúcar 2x220 [kV], Pan de Azúcar – Las Palmas 2x220 [kV], Las Palmas – Los Vilos 2x220 [kV], Los Vilos – Nogales 2x220 [kV] y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x500 [kV] presentan congestiones en todos los escenarios de planes de obra de generación desde el inicio del periodo de análisis. Además, para el futuro sistema en 500 kV en el Norte del SIC, presenta problemas de congestión en el tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico en todos los escenarios desde el año 2027.

De los análisis realizados, esta Comisión incorpora nuevos transformadores 500/220 kV en las subestaciones Nueva Cardones, Nueva Maitencillo y Nueva Pan de Azúcar. Por su parte, el CDEC propone la construcción de una nueva línea 2x220 kV entre las subestaciones Nueva Maitencillo y Nueva Pan de Azúcar, con seccionamiento en la S/E Punta Colorada.

A continuación se presentan los costos de operación y falla para cada escenario de plan de obra de generación, para la propuesta de esta Comisión, la propuesta del CDEC-SIC y sin proyecto.

**Tabla 20:** Costos de Operación y Falla Proyecto Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte en MUS\$

VP Costos de Operación y Falla Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Proyecto CNE	22.727	23.084	22.965	21.751
Propuesta CDEC-SIC	22.733	23.091	22.958	21.753
Sin Proyectos	22.821	23.157	23.046	21.829

Para cada plan de obras de generación, se han obtenido los diferentes costos operacionales, con y sin proyectos. Para calcular la anualidad de cada obra se ha utilizado una vida útil de 50 años para el caso de líneas de transmisión y 40 años para equipos de transformación, y una tasa de descuento del 10%. En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión de cada proyecto.

**Tabla 21:** Costos de Inversión Proyecto Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte en MUS\$

VP Valores de Inversión en los casos de transmisión millones de US\$	Todos los Escenarios
Proyecto CNE	50,88
Propuesta CDEC-SIC	51,41
Sin Proyecto	0,00

Con lo anterior se construyen los costos totales para cada escenario de plan de obras de generación, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 22:** Costos Totales Proyecto Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Proyecto CNE	22.778	23.135	23.016	21.801
Propuesta CDEC-SIC	22.785	23.142	23.009	21.805
Sin Proyecto	22.821	23.157	23.046	21.829
Diferencia (Sin Proyecto - CNE)	42	23	30	27
Diferencia (Sin Proyecto – CDEC-SIC)	36	15	37	24

Con se puede observar en la tabla anterior, ambas propuestas disminuyen los costos operaciones y mantienen beneficios para el sistema durante el periodo de análisis y en los 4 escenarios. Por último, para determinar qué proyecto será recomendado en el presente plan, se utilizará el criterio MinMax que tiene por objetivo tomar la decisión que generará el mínimo arrepentimiento en el caso de tomar la determinación incorrecta, y que representará el menor costo para el sistema. A continuación se presenta la diferencia de los costos contra la mejor alternativa para cada escenario, y se define el máximo arrepentimiento asociado a cada proyecto.

**Tabla 23:** Diferencias de Costos Totales con respecto a la mejor alternativa en Proyecto Nueva Transformación 500/220 kV en Sistema SIC Norte en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Máximo Arrepentimiento
Proyecto CNE	0,00	0,00	6,43	0,00	6,43
Propuesta CDEC-SIC	6,30	7,77	0,00	3,37	7,77

---

En la última tabla se observa que el menor arrepentimiento se obtiene con la propuesta de esta Comisión, siendo en términos generales ambos casos muy equivalente. Adicionalmente, atendida la dificultad constructiva y plazos de ejecución, se puede observar que la incorporación de equipos de transformación resulta una obra de menor impacto y de ingreso en operación más acotado. De este modo, la obra recomendada para esta zona y que se incluye en la presente Expansión del Sistema de Transmisión Troncal 2015-2016 es la incorporación de nuevos bancos de autotransformadores 500/220 [kV] en S/E Nueva Cardones, S/E Nueva Maitencillo y S/E Nueva Pan de Azúcar.

### 8.1.2 Normalización de Subestaciones en el SIC

La última versión de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad del Servicio (NTSyCS) del presente año, impone una serie de obligaciones normativas a las instalaciones del sistema de transmisión mayores a 200 kV, que se abordan principalmente en el Título 3-24: Instalaciones de Transmisión. En virtud de aquello, esta Comisión desarrolló una revisión a las instalaciones del Sistema de Transmisión Troncal de manera de verificar el cumplimiento de las exigencias establecidas en dicha NTSyCS y con ello determinar las obras de expansión necesarias para la normalizarlas.

A continuación se presenta un resumen de las exigencias de diseño exigidas por la NTSyCS para la planificación y Normalización de las instalaciones del sistema de Transmisión Troncal.

a. Interruptores de líneas de transmisión.

Exigencia establecida en el Artículo 3-24, numeral I, que indica que *“Las líneas de transmisión del ST de tensión nominal mayor a 200 [kV] deberán poseer interruptores con la posibilidad de comandar la apertura independiente de cada polo ante fallas monofásicas y efectuar su posterior reconexión automática”*.

b. Mantenimiento de Interruptores.

Exigencia establecida en el Artículo 3-24, numeral II, que indica que *“Las subestaciones del ST de tensión nominal mayor a 200 [kV] deberán tener una configuración de barras con redundancia suficiente para realizar el mantenimiento de cada interruptor asociado a líneas, transformadores u otros equipos, de manera que dichas instalaciones queden en operación durante el mantenimiento del interruptor asociado a ellas”*.

c. Secciones de Barra.

---

Exigencia establecida en el Artículo 3-24, numeral II, que indica que *“...el número de secciones de barra, deberá ser tal que la falla de severidad 9 en ellas pueda ser controlada sin propagarse a otras instalaciones no falladas, admitiendo la utilización de Recursos Generales de Control de Contingencias”*.

d. Configuración de transformadores.

Exigencia establecida en el Artículo 3-24, numeral III, que indica que *“Para subestaciones existentes se deberá verificar que la falla de severidad 8 pueda ser controlada sin propagarse a otras instalaciones no falladas, admitiendo la utilización de Recursos Generales y Especiales de Control de Contingencias, para lo cual deberán implementarse las correspondientes medidas contra contingencias extremas”*.

e. Conexiones en derivación en líneas del STT.

Exigencia establecida en el Artículo 3-24, numeral III, que indica que *“En el caso de conexiones en un punto intermedio de una línea perteneciente al STT, corresponderá construir una subestación que seccione al menos dos circuitos de la línea, la cual debe cumplir con los estándares mencionados en el punto II. Configuración de barras de subestaciones del presente artículo”*.

El presente Plan de Expansión contiene las obras necesarias para el cumplimiento normativo de todas las subestaciones pertenecientes al Sistema de Transmisión Troncal, sobre la base de los criterios de seguridad y calidad de servicio exigidos, de forma que las propuestas son técnica y económicamente óptimas para el SI.

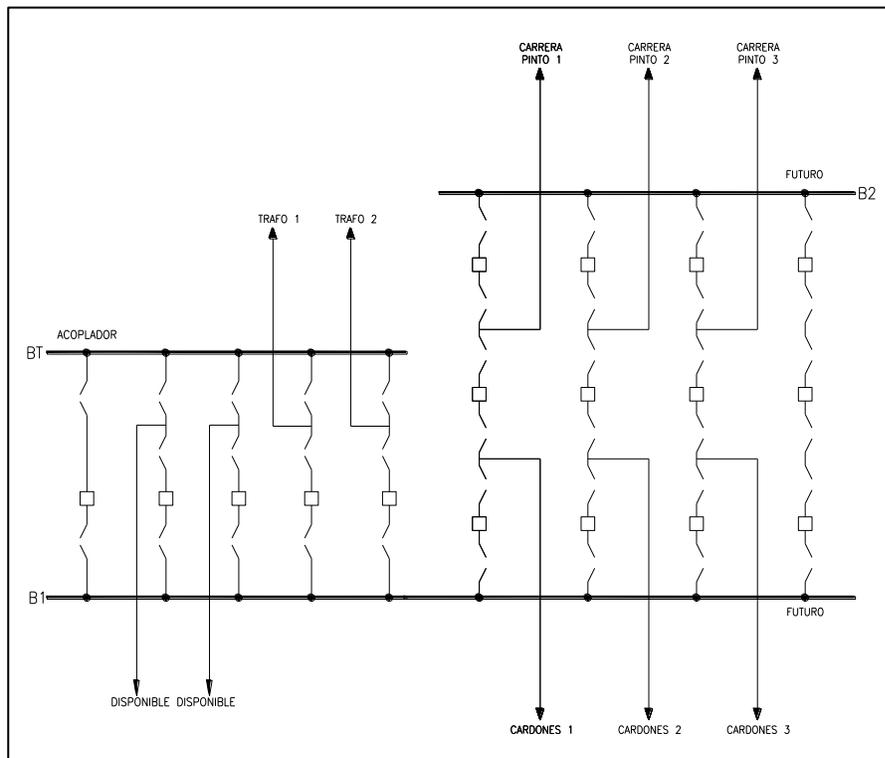
### **8.1.3 Necesidades de Ampliación de Instalaciones existentes en el SIC**

#### **8.1.3.1 Normalización de SS/EE San Andrés 220 kV**

El proyecto de ampliación de la S/E San Andrés contempla la extensión de la barra principal existente mediante cables AIS y la instalación de una segunda sección de barra, esto con la finalidad de albergar los circuitos troncales con una configuración de interruptor y medio. Es por esta razón que la ampliación deberá contener ocho posiciones, de las cuales tres posiciones serán utilizadas por los circuitos provenientes de Carrera Pinto y otras tres los circuitos desde Cardones. Adicionalmente, se dejarán disponibles dos posiciones para futuros proyectos. Esta obra requiere la ampliación de los límites de la S/E, por lo que se deberá construir un nuevo cierre como también la extensión de la malla de puesta a tierra, incluyendo la construcción de fundaciones para los equipos que se ubicarán dentro del terreno ampliado, la instalación de la nueva barra principal y de extensión de la actual.

A continuación se muestra el diagrama unilineal de la S/E San Andrés.

**Figura 1:** Diagrama referencial para la normalización de la S/E San Andrés 220 kV



### **8.1.3.2 Seccionamiento completo en SS/EE Don Goyo**

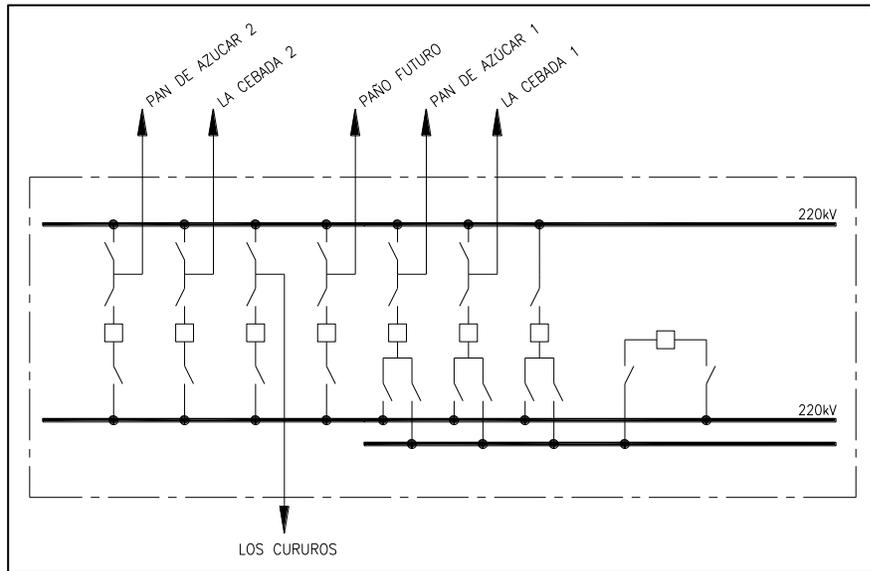
La actual S/E Don Goyo posee una configuración de barra simple con barra de transferencia en tecnología AIS con paño acoplador, dos entradas de línea para el seccionamiento de la línea Troncal Pan de Azúcar – Las Palmas 220 kV y un paño transformador para interconectar los parques eólicos de la zona. La propuesta de normalización, considera el seccionamiento de ambos circuitos en la propia S/E Don Goyo.

Para esto, dicha subestación se amplía incorporando un nuevo patio, con suficiente espacio para la conexión de futuros proyectos, asimismo se completa el seccionamiento del circuito paralelo del tramo para cumplir con el estándar de instalación troncal. El esquema propuesto para el nuevo patio de 220 kV consiste en doble barra con barra de transferencia, donde una de las secciones de barra quedará interconectada a la barra original de la subestación, de esta forma se logra que cada circuito del tramo troncal quedar acoplado a secciones de barra distinta, de manera que frente a una contingencia de severidad 9, la desconexión de la

sección de barra, aísla los segmentos vinculados a ésta, impidiendo propagar la falla a la otra sección de barra y los circuitos sanos.

A continuación se presenta el diagrama unilineal de la S/E Don Goyo.

**Figura 2:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Don Goyo 220 kV



La ampliación de esta subestación requiere aproximadamente 1,7 hectáreas adicionales de terreno, para albergar toda la nueva disposición de equipos. Esta ampliación se ha considerado hacia la zona Sur de la actual subestación.

Las principales tareas a desarrollar durante la etapa de construcción del proyecto son las siguientes: ampliación de los límites de la S/E, construir un nuevo cierre que delimitará la subestación, se deberá extender la malla de puesta a tierra y se construirán las fundaciones para los equipos que se ubicarán dentro del terreno ampliado, instalación de las nuevas barras principales con sus respectivos paños acoplador y seccionador.

Debido a las modificaciones en la subestación se requerirá efectuar diversos ajustes en los relés de protección de la subestación, esto debido a la nueva topología que va a adquirir la subestación. Adicionalmente incluye la ampliación necesaria en la casa de servicios generales para albergar los nuevos equipos requeridos.

### **8.1.3.3 S/E Seccionadora Nueva Valdivia 220 kV**

La presente obra surge como parte de los análisis efectuados por esta Comisión y a antecedentes aportados por parte de las empresas, respecto el abastecimiento de

---

la demanda futura y mejorar la confiabilidad del suministro eléctrico en la zona de Valdivia y Picarte. Considerando las estimaciones de aumento de la demanda, los requerimientos de respaldo para las subestaciones existentes en dichas zonas y teniendo en consideración las dificultades para la construcción de nuevas líneas en el entorno de la ciudad de Valdivia, se propone la construcción de una nueva subestación que seccione las líneas existentes entre Valdivia – Rahue – Puerto Montt, ubicada aproximadamente a 5,5 km al sur desde la actual S/E Valdivia, zona que permitiría la construcción de una subestación y realizar los refuerzos en las redes de subtransmisión y distribución.

Por último, la nueva subestación seccionadora deberá dejar disponible espacios para al menos dos (2) transformadores trifásicos 220/66 kV y dos (2) transformadores 220/23 kV.

#### **8.1.3.1 Normalización de S/E Diego de Almagro, S/E Polpaico, S/E Los Maquis, S/E Chena, S/E Alto Jahuel, S/E Charrúa y Puerto Montt**

Las obras de normalización de estas subestaciones son incluidas en el presente Informe de acuerdo a la propuesta entregada por la Dirección de Planificación y Desarrollo (DPD) del CDEC-SIC, tanto en su Informe de Propuesta Inicial como en su complemento. En dichos informes se describen y se desarrollan en profundidad las tareas necesarias para la construcción de las obras de ampliación.

Sin perjuicio de lo anterior, para la valorización de dichas obras, esta Comisión ha utilizado los Costos Directos propuestos por la DPD del CDEC-SIC y se ha aplicado una metodología uniforme y consistente en el tiempo respecto de los ítems de costos indirectos. Cabe destacar que esta metodología ha sido utilizada por esta Comisión en los Planes de Expansión anteriores siendo aceptada por el Panel de Expertos en los respectivos dictámenes.

## **8.2 NECESIDADES DE EXPANSIÓN EN EL SING**

### **8.2.1 Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING.**

La presente obra surge como parte de los análisis efectuados por esta Comisión en la zona comprendida entre las subestaciones Parinacota y Lagunas, para dar solución a la necesidad del cumplimiento de la NTSyCS, respecto al criterio de seguridad en la zona norte del SING.

De los análisis realizados, esta Comisión propone un proyecto que considera el seccionamiento de la línea existente Lagunas – Pozo Almonte 1x220 [kV] en una S/E Nueva Pozo Almonte, ubicada a aproximadamente 8 km. al sur de S/E Pozo Almonte. Además, se considera la construcción de una nueva línea 2x220 [kV]

entre las SS/EE troncales Nueva Pozo Almonte y Pozo Almonte, con el tendido de un circuito con capacidad de 254 [MVA]. Por otra parte, se considera la puesta en servicio de una nueva línea 2x220 [kV] Cóndores – Nueva Pozo Almonte, tendido de un circuito y una nueva línea 2x220 [kV] Parinacota – Nueva Pozo Almonte, tendido de un circuito, para poder cumplir con el criterio N-1 en esa zona.

En cuanto a la propuesta del CDEC, propone la construcción de una S/E Nueva Pozo Almonte, además de un enlace 2x220 [kV] Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte y una nueva línea 2x220 [kV] Lagunas – Nueva Pozo Almonte. Por otra parte, se considera la puesta en servicio de una nueva línea 2x220 [kV] Cóndores – Nueva Pozo Almonte, tendido de un circuito y 2x220 [kV] Parinacota – Nueva Pozo Almonte, tendido de un circuito.

A continuación se presentan los costos de operación y falla para cada escenario de plan de obra de generación, para la propuesta de esta Comisión y la propuesta del CDEC-SING.

**Tabla 24:** Costos de Operación y Falla Proyecto Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING en MUS\$

VP Costos de Operación y Falla Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3 kV	Esc 4
Proyecto CNE	22.670	23.039	22.907	21.699
Propuesta CDEC-SING	22.657	23.036	22.904	21.694

Para cada plan de obras de generación, se han obtenido los diferentes costos operacionales, incluyendo ambas propuestas. Para calcular la anualidad de cada obra se ha utilizado una vida útil de 50 años para el caso de líneas de transmisión y 40 años para equipos de transformación, y una tasa de descuento del 10%. En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión de cada proyecto.

**Tabla 25:** Costos de Inversión Proyecto Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING en MUS\$

VP Valores de Inversión en los casos de transmisión millones de US\$	Todos los Escenarios
Proyecto CNE	53,97
Propuesta CDEC-SING	66,34

Con lo anterior se construyen los costos totales para cada escenario de plan de obras de generación, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 26:** Costos Totales Proyecto Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Proyecto CNE	22.724	23.093	22.961	21.753
Propuesta CDEC-SING	22.724	23.103	22.970	21.761
Diferencia (CNE – CDEC-SING)	0	-10	-9	-7

De los resultados anteriores, se puede observar que en el escenario 1 ambos proyectos tienen iguales beneficios para el sistema, mientras que para los otros 3 escenarios el proyecto de esta Comisión obtiene mejores resultados. Por lo tanto, para determinar qué proyecto será recomendado en el presente plan, se utilizará el criterio MinMax que tiene por objetivo tomar la decisión que generará el mínimo arrepentimiento en el caso de tomar la determinación incorrecta, y que representará el menor costo para el sistema. A continuación se presenta la diferencia de los costos contra la mejor alternativa para cada escenario, y se define el máximo arrepentimiento asociado a cada proyecto.

**Tabla 27:** Diferencias de Costos Totales con respecto a la mejor alternativa en Proyecto Nuevo Sistema de 220 kV en Zona Norte del SING en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Máximo Arrepentimiento
Proyecto CNE	0,47	0,00	0,00	0,00	0,47
Propuesta CDEC-SING	0,00	9,59	9,19	7,39	9,59

En la última tabla se observa que el menor arrepentimiento se obtiene con la propuesta de esta Comisión. De este modo, las obras recomendadas para esta zona y que se incluye en la presente Expansión del Sistema de Transmisión Troncal 2015-2016 son las siguientes:

- Seccionamiento línea 1x220 [kV] Lagunas - Pozo Almonte en S/E Nueva Pozo Almonte.
- Nueva línea 2x220 [kV] Nueva Pozo Almonte - Parinacota, tendido un circuito.
- Nueva línea 2x220 [kV] Nueva Pozo Almonte - Córdones, tendido un circuito.

- Nueva línea 2x220 [kV] Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte, tendido un circuito

## **8.2.2 Normalización de Subestaciones en el SING**

Para la normalización de las subestaciones en el SING se consideraron las mismas exigencias establecidas en el numeral 8.1.2 del presente informe.

## **8.2.3 Necesidades de Ampliación de Instalaciones existentes en el SING**

### **8.2.3.1 Ampliación y cambio de configuración de SS/EE Parinacota, Cóndores y Pozo Almonte 220 kV**

En el presente Plan de Expansión, se propone la modificación en la configuración de las actuales subestaciones Parinacota, Cóndores y Pozo Almonte, todas en 220 kV, de manera que se ajusten a la normativa vigente para instalaciones pertenecientes al sistema de transmisión troncal. Principalmente las obras de ampliación en cada subestación contemplan la extensión de la actual barra principal, la incorporación de una nueva sección de barra principal y una nueva barra de transferencia, todas deben ser del tipo intemperie aisladas en aire. Asimismo, se deberá incorporar los respectivos paños acopladores y paños seccionadores de barras.

#### **Subestación Parinacota**

Para la construcción de obra en la S/E Parinacota es necesaria la ampliación de los actuales límites hacia el nororiente, a fin de dar cabida a las nuevas barras y nuevos paños. La ampliación hacia el oriente deberá aprovechar las estructuras y topología actual de la subestación, además por la dificultad que presentaría el desplazar los transformadores hacia el poniente. Adicionalmente requerirá una nueva torre de remate la cual se ubicara al oriente de la S/E y que tendrá por finalidad albergar el circuito Cóndores - Parinacota 1x220 kV y remplazar a la actual torre de remate existente. La nueva barra principal de la S/E deberá ser construida entre el actual marco de línea y la actual barra principal, quedando sus respectivos marcos de barra adyacentes entre sí. Por otro lado, la nueva barra de transferencia se ubicará entre la actual barra de la subestación y la actual torre de remate del circuito Cóndores – Parinacota 1x220 kV. Es importante destacar que los interruptores y desconectores asociados se ubicarán entre la actual barra principal y la futura barra de transferencia, por lo cual los marcos, la barra actual y la futura barra de transferencia no serán adyacentes.

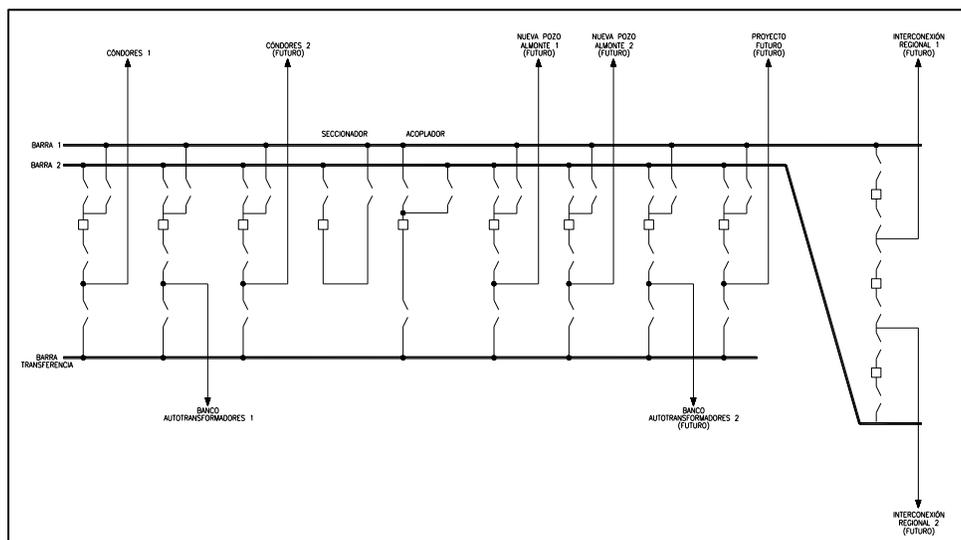
Por último, la ampliación de la subestación considera dejar disponible al menos siete (7) espacios de paños para futuros posibles proyectos, los cuales se destacan: paño para nuevo circuito proveniente de Cóndores, paños para nueva línea 2x220 [kV] Parinacota – Nueva Pozo Almonte, paño para nuevo transformador, paño para nueva línea 2x220 [kV], entre otros proyectos.

Valor de Inversión referencial de 7,45 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 3:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Parinacota 220 kV



### Subestación Cóndores

Por su parte, la obra en la S/E Cóndores, considera la ampliación de los actuales límites hacia el nororiente, a fin de dar cabida a las nuevas barras y nuevos paños. La ampliación se ha efectuado hacia estas direcciones para aprovechar las estructuras y topología actual de la subestación, además de la dificultad que presentaría desplazar los transformadores hacia el poniente. Adicionalmente requería de nuevas torres de remate las cuales se ubicaran al oriente de la S/E y que tendrá por finalidad albergar los circuitos Cóndores - Parinacota 1x220 kV y Cóndores - Tarapacá 1x220 kV. La nueva barra principal deberá ser construida entre el actual marco de línea y la actual barra principal, quedando sus respectivos marcos de barra adyacentes entre sí. Por otro lado, la nueva barra de transferencia se ubicará entre la actual barra de la subestación y las actuales torres de remate de

los circuitos Cóndores - Parinacota 1x220 kV y Cóndores – Tarapacá 1x220 kV. Es importante destacar que los interruptores y desconectores asociados se ubicarán entre la actual barra principal y la futura barra de transferencia, por lo cual los marcos la barra actual y la futura barra de transferencia no serán adyacentes.

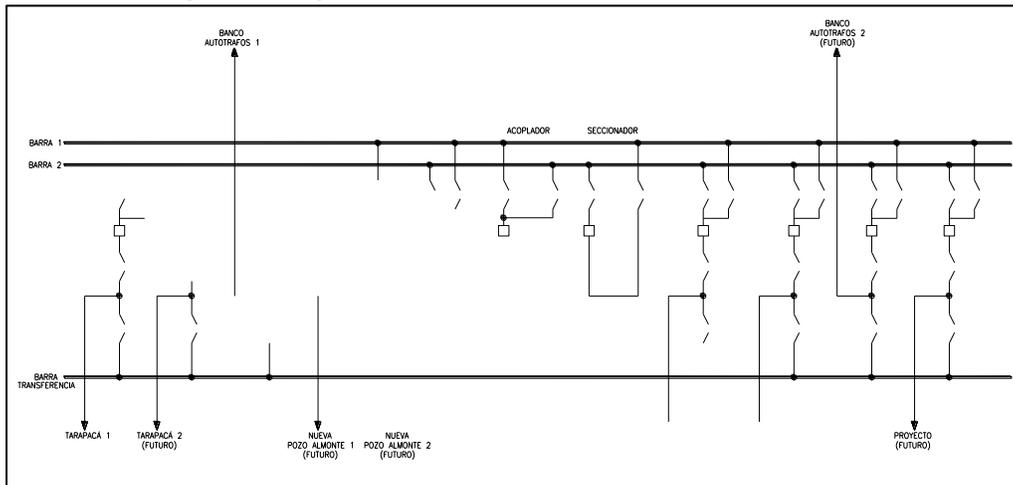
Por último, la ampliación de la subestación considera dejar disponible al menos seis (6) espacios de paños para futuros posibles proyectos, los cuales se destacan: paños para nueva línea 2x220 [kV] Cóndores – Nueva Pozo Almonte, paño para nuevo circuito proveniente de Tarapacá, paño para nuevo circuito proveniente de Parinacota, paños para nuevos transformadores, entre otros proyectos.

Valor de Inversión referencial de 8,22 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 4:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Cóndores 220 kV



### Subestación Pozo Almonte

La obra en la S/E Pozo Almonte, contempla extender los actuales límites hacia el oriente del patio de 220 kV a fin de dar cabida a la nueva sección de barra, con su respectivo paño seccionador, más su barra de transferencia. Además, considera implementar una barra de transferencia para la actual barra principal a través de su respectivo paño acoplador, esta barra de transferencia se debe ubicar entre los marcos de línea adyacentes a los autotransformadores y los marcos de línea adyacentes a la barra principal existente. Actualmente el espacio destinado para

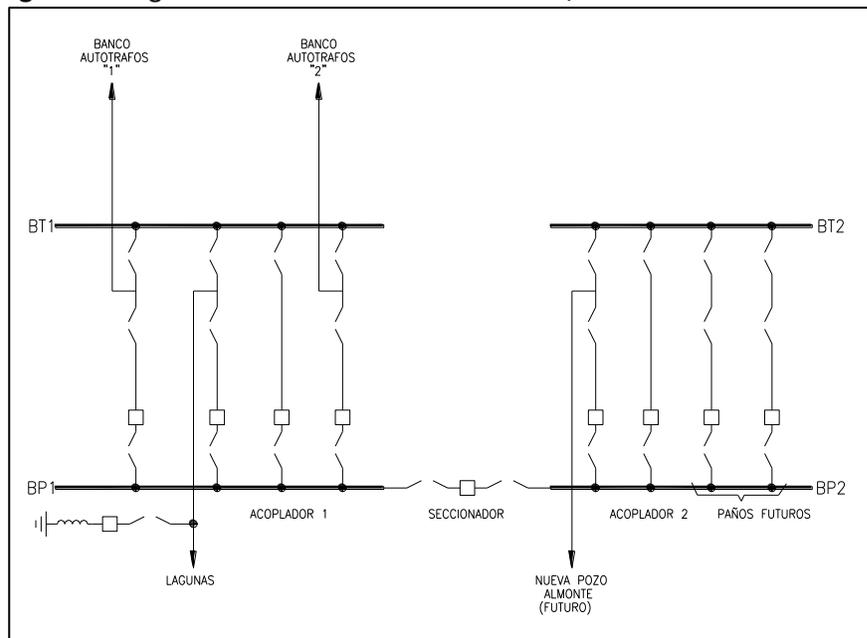
esta nueva barra de transferencia es utilizado por el interruptor, el desconectador y el TC del reactor shunt, por lo que estos equipos se desplazarán hacia al norte, mientras que el desconectador mantendrá su posición ya que este elemento permitirá la conexión del paño de línea proveniente de Lagunas, a la nueva barra de transferencia.

Valor de Inversión referencial de 13,84 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 5:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Pozo Almonte 220 kV



### **8.2.3.1 Nuevas SS/EE Seccionadoras Quillagua y Antucoya 220 kV**

La recomendación de la presente obra, surge del plan de normalización de las conexiones en derivación existentes en el Sistema Interconectado del Norte Grande de manera de cumplir las disposiciones relativas al diseño de subestaciones que se conectan al Sistema de Transmisión Troncal.

Los proyectos denominados “Nueva S/E Seccionadora Quillagua 220 kV” y “Nueva S/E Seccionadora Antucoya 220 kV” deberá cumplir con el seccionamiento completo de las líneas 2x220 kV entre Lagunas – Crucero y Encuentro – Atacama, respectivamente.

## Subestación Quillagua

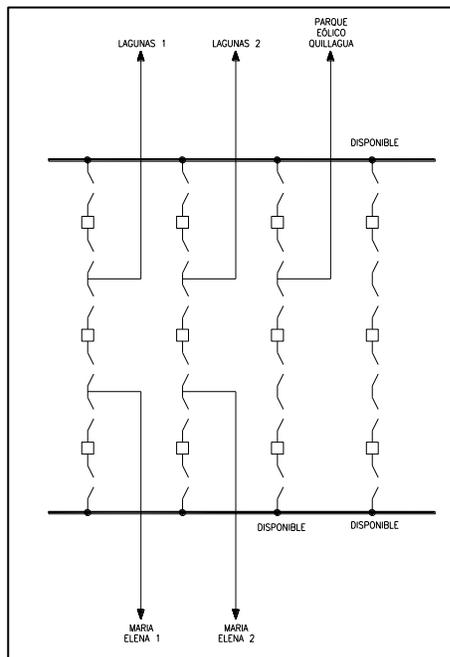
Respecto de la construcción de la Nueva S/E Seccionadora Quillagua 220 kV, deberá ajustarse a la normativa vigente para instalaciones pertenecientes al sistema troncal. Por lo tanto su diseño contempla la construcción de cuatro diagonales en configuración interruptor y medio, con al menos ocho posiciones de las cuales se destinarán a la conexión de los circuitos provenientes de Lagunas, otras dos para la conexión de los circuitos hacia María Elena (Crucero), una para conectar al proyecto de generación de Quillagua y otras posiciones disponibles para futuros proyectos. La obra propuesta contribuirá a la continuidad de servicios y dará cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente para instalaciones troncales del SING.

Valor de Inversión referencial de 18,04 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 6:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Seccionadora Quillagua 220 kV



## Subestación Antucoya

Respecto de la construcción de la Nueva S/E Seccionadora Antucoya 220 kV, deberá ajustarse a la normativa vigente para instalaciones pertenecientes al

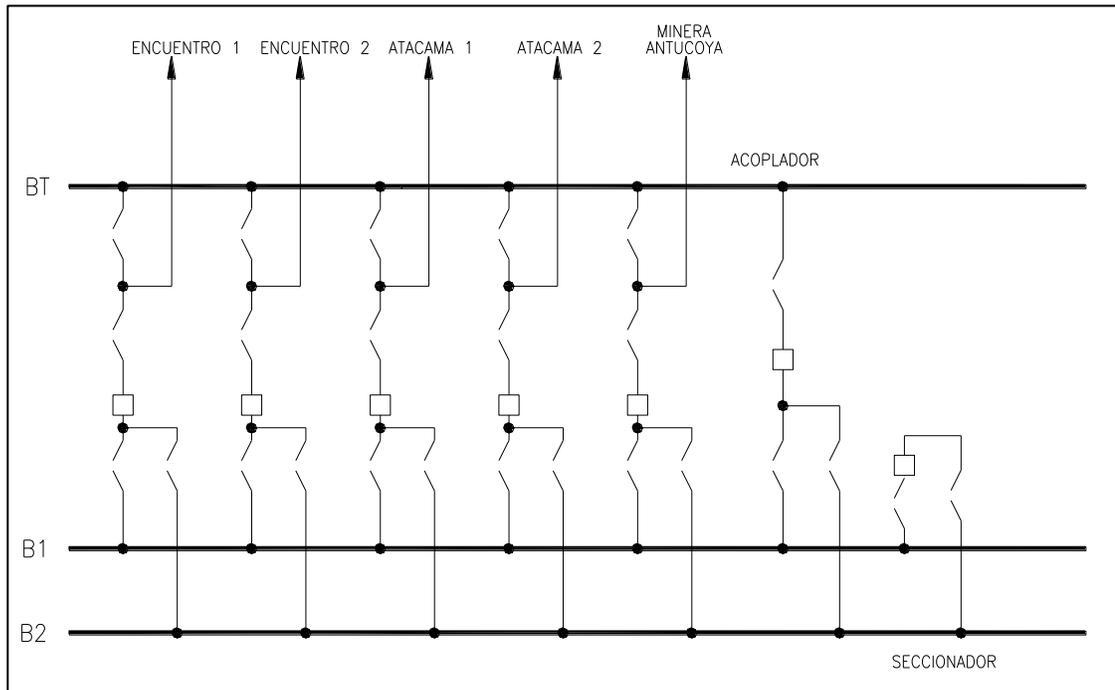
sistema troncal. Por lo tanto su diseño contempla la configuración doble barra más barra de transferencia, con al menos 7 paños de línea que se destinarán a la conexión de los dos circuitos provenientes de Encuentro, dos para la conexión de los circuitos hacia Atacama, un paño para la conexión de la minera Antucoya, un paño acoplador y uno seccionador. La obra propuesta contribuirá a la continuidad de servicios y dará cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente para instalaciones troncales del SING. La construcción requiere de aproximadamente 1,5 hectáreas para albergar toda la nueva disposición de los equipos. La obra propuesta contribuirá a la continuidad de servicios y dará cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente para instalaciones troncales del SING.

Valor de Inversión referencial de 14,47 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 7:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Seccionadora Antucoya 220 kV



### **8.2.3.1 Seccionamiento del segundo circuito Lagunas – Crucero 2x220 kV en S/E María Elena**

En el presente Plan de Expansión, se propone la obra del seccionamiento completo de los circuitos entre Lagunas - Crucero 220 kV en la S/E María Elena existente, de

manera de cumplir con las disposiciones relativas a conexiones en puntos intermedios de líneas pertenecientes al Sistema de Transmisión Troncal.

Para normalizar esta situación se propone el seccionamiento del circuito N°1 de la línea Lagunas – Crucero 2x220 kV. Además, considerando que S/E María Elena tiene un esquema de barra simple más transferencia, se propone incorporar nueva sección de barra, junto a su paño acoplador y paño de transferencia en aire. Para esto, se considera una ampliación de los límites hacia la zona norte de la actual subestación María Elena requiriendo aproximadamente de 5,2 hectáreas de terreno.

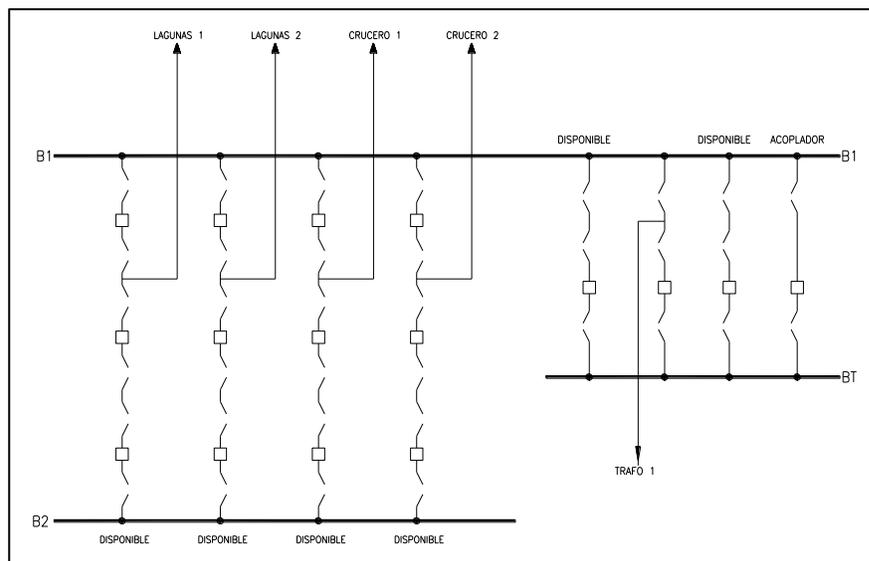
Dentro de las principales actividades a desarrollar durante la construcción de esta obra se cuenta con: construir los límites mediante un cierre que delimitará la subestación, instalar una nueva malla de puesta a tierra donde se emplazara la nueva subestación, nuevas fundaciones para los equipos que se ubicarán dentro del terreno, instalación de la nueva barra principal más su transferencia con sus respectivos paños acoplador y seccionador, implementación de las canalizaciones necesarias para conectar esta ampliación con las instalaciones existente. La obra propuesta contribuirá a la continuidad de servicios y dará cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente para instalaciones troncales del SING.

Valor de Inversión referencial de 4,94 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 8:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E María Elena 220 kV



### 8.2.3.1 Normalización de SS/EE Laberinto y El Cobre 220 kV

#### Subestación El Cobre

En el presente Plan de Expansión, se propone una obra de normalización de la S/E El Cobre dado que su estándar resulta insuficiente, en virtud de la aplicación Artículo 3-24 numeral II, respecto del esquema de barra dispuesto actualmente, por cuanto no se cuenta con la redundancia suficiente para realizar mantenimiento de cada interruptor asociado a las líneas, transformadores u otros equipos.

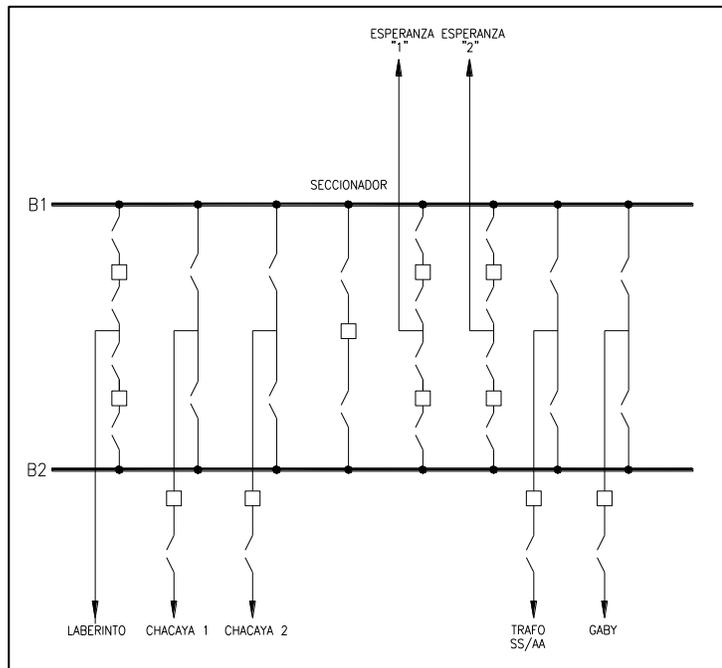
En virtud de lo señalado anteriormente se incluye la realización de una obra que incorpora un nuevo equipo del tipo Hybrid Compact Switchgear 220 [kV] en la S/E El Cobre, lo que permitirá poseer una configuración de doble interruptor en dicha bahía. Esta nueva configuración no necesita la construcción de nuevas barras, además con esta alternativa se aprovechan mejor los espacios al interior de la subestación y otorga un mayor grado de seguridad debido a la disminución del riesgo de fallas en barras como en interruptores..

Valor de Inversión referencial de 1,82 millones de US\$

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 9:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E El Cobre 220 kV



## Subestación Laberinto

Al igual que el proyecto en la S/E Cobre, se propone la normalización de la S/E Laberinto de manera que su estándar resulte suficiente para cumplir con las exigencias de la NTSyCS en cuanto al esquema de barra dispuesto, permitiendo contar con la redundancia necesaria para hacer mantenimientos en interruptores asociados a líneas, transformadores u otros equipos.

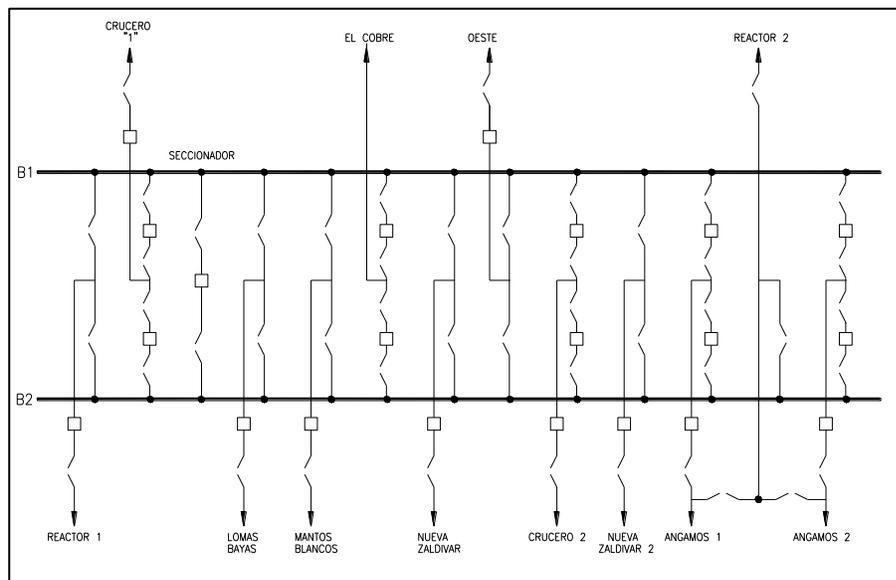
En virtud de lo señalado anteriormente, se propone la normalización de los paños troncales J1, J2, J3, J6 y J7 hacia una configuración de doble barra con doble interruptor. Esta nueva configuración no necesita la construcción de nuevas barras, además con esta alternativa de normalización se aprovechan mucho mejor los espacios al interior de la subestación eléctrica y se otorga un mayor grado de seguridad debido a que disminuye el riesgo en fallas en barras como en interruptores. La obra propuesta contribuirá a la continuidad de servicios y dará cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente para instalaciones troncales del SING.

Valor de Inversión referencial de 4,47 millones de US\$.

El Detalle de los costos de inversión referencial se encuentra incluido en el numeral 9.1.1 del presente informe.

Adicionalmente, se adjunta un diagrama referencial con el desarrollo del proyecto antes mencionado.

**Figura 10:** Diagrama referencial desarrollo de la S/E Laberinto 220 kV



---

## 9 VALORIZACIÓN DE LAS OBRAS DE EXPANSIÓN

La valorización de las instalaciones que se estudiaron como factibles de construir se realizó considerando los precios unitarios de los equipos y materiales disponibles recientemente.

En el caso de los costos de construcción, cuando sea necesario, se considerará campamento para el personal o en su defecto una disminución del rendimiento del trabajo de construcción por tiempo de traslado del personal.

A continuación se presenta la metodología utilizada para valorizar las obras de expansión de los sistemas de transmisión troncal consideradas en el presente estudio.

### Metodología

Para cada proyecto de transmisión troncal, se efectuó un análisis de factibilidad constructiva de la obra considerando los siguientes aspectos:

- **Análisis Sistémico:** Comprende el análisis de la factibilidad de disponer de las instalaciones durante la construcción, lo cual es particularmente relevante en la modificación de instalaciones en servicio. Esto determina el método constructivo y plazo de ejecución.
- **Valorización:** Corresponde a la cubicación de las obras físicas y costos asociados respecto al plazo y método constructivo definido. Para la valorización de las instalaciones de expansiones de líneas de alta tensión se consideraran los conceptos que se indican a continuación.

En los costos se han considerado al menos los siguientes ítems:

- a) Ingeniería de desarrollo y de construcción
- b) Suministros Principales
- c) Faenas, Obras Civiles
- d) Medio Ambiente
- e) Construcción y montaje
- f) Fletes
- g) Pruebas y Puesta en servicios
- h) Inspección Técnica de Obras y gestión de permisos

- i) Gastos Generales y utilidad del contratista (incluye la gestión de dirección del contratista, sus gastos propiamente tal, utilidad, seguros y prevención de riesgos de la obra, entre otros)
- j) Gestión de dirección de Contrato del mandante, cuando se requiere
- k) Imprevistos
- l) Servidumbres y/o terrenos
- m) Financiamiento
- n) Otros.

Para el caso de terrenos y/o servidumbres, cuando es necesario, se han valorizados según montos de proyectos o valores actuales según la zona y lugar que se trata.

El calibre de los conductores se determinó para llevar la potencia nominal del circuito con una temperatura ambiente de 30 °C y una temperatura del conductor de 65 °C.

Los costos de construcción considerarán, cuando se estima necesario, campamento para el personal o en su defecto una disminución del rendimiento del trabajo de construcción por tiempo de traslado del mismo.

## 9.1 PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE EXPANSIÓN ANALIZADAS

### 9.1.1 Valorizaciones de Obras de Ampliación del SING

Ampliación y cambio de configuración de S/E Parinacota 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>5.680</b>
1.1	Ingeniería	367
1.2	Instalación de Faenas	358
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	4.955
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.250</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	227
2.2	Inspección técnica de obra	170
2.3	Utilidades del contratista	568
2.4	Contingencias	284
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>6.930</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>523</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>7.452</b>

Ampliación y cambio de configuración de S/E Cóndores 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>6.290</b>
1.1	Ingeniería	433
1.2	Instalación de Faenas	438
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	5.419
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.346</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	252
2.2	Inspección técnica de obra	176
2.3	Utilidades del contratista	629
2.4	Contingencias	289
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>7.636</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>579</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>8.215</b>

Ampliación y cambio de configuración de S/E Pozo Almonte 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>10.891</b>
1.1	Ingeniería	775
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	9.916
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.982</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	436
2.2	Inspección técnica de obra	174
2.3	Utilidades del contratista	1.089
2.4	Contingencias	283
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>12.873</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>964</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>13.837</b>

Seccionamiento del segundo circuito Lagunas – Crucero 2x220 kV en S/E María Elena		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>3.701</b>
1.1	Ingeniería	253
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	3.249
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>896</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	148
2.2	Inspección técnica de obra	174
2.3	Utilidades del contratista	370
2.4	Contingencias	204
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>4.597</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>345</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>4.941</b>

Nueva S/E Seccionadora Quillagua 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>14.401</b>
1.1	Ingeniería	857
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	13.344
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>2.391</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	576
2.2	Inspección técnica de obra	216
2.3	Utilidades del contratista	1.440
2.4	Contingencias	158
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>16.792</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>1.252</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>18.044</b>

Cambio de configuración de S/E El Tesoro 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>8.250</b>
1.1	Ingeniería	408
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	7.642
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.526</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	330
2.2	Inspección técnica de obra	165
2.3	Utilidades del contratista	825
2.4	Contingencias	206
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>9.776</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>726</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>10.502</b>

Cambio de configuración de S/E Esperanza 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>4.966</b>
1.1	Ingeniería	457
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	4.309
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.058</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	199
2.2	Inspección técnica de obra	159
2.3	Utilidades del contratista	497
2.4	Contingencias	204
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>6.024</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>456</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>6.481</b>

Cambios de TTCC Líneas 1x220 kV Encuentro – El Tesoro y El Tesoro - Esperanza		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>339</b>
1.1	Ingeniería	17
1.2	Instalación de Faenas	69
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	253
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>98</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	14
2.2	Inspección técnica de obra	24
2.3	Utilidades del contratista	34
2.4	Contingencias	27
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>437</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>23</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>460</b>

Normalización de S/E Laberinto 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>3.295</b>
1.1	Ingeniería	294
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	2.801
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>857</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	132
2.2	Inspección técnica de obra	165
2.3	Utilidades del contratista	330
2.4	Contingencias	231
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>4.152</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>314</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>4.466</b>

Normalización de S/E El Cobre 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.156</b>
1.1	Ingeniería	294
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	662
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>532</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	46
2.2	Inspección técnica de obra	162
2.3	Utilidades del contratista	116
2.4	Contingencias	208
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>1.687</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>136</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>1.823</b>

Nueva S/E Seccionadora Antucoya 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>11.472</b>
1.1	Ingeniería	517
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	10.755
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.996</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	459
2.2	Inspección técnica de obra	161
2.3	Utilidades del contratista	1.147
2.4	Contingencias	229
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>13.468</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>997</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>14.465</b>

### 9.1.2 Valorizaciones de obras de Ampliación del SIC

Normalización en S/E Diego de Almagro 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.229</b>
1.1	Ingeniería	127
1.2	Instalación de Faenas	39
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	1.062
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>455</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	49
2.2	Inspección técnica de obra	172
2.3	Utilidades del contratista	123
2.4	Contingencias	111
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>1.683</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>124</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>1.808</b>

Seccionamiento de la Línea 2x220 kV Cardones – Carrera Pinto – Diego de Almagro y Cambio de configuración S/E San Andrés 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>8.313</b>
1.1	Ingeniería	355
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	7.758
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.671</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	333
2.2	Inspección técnica de obra	175
2.3	Utilidades del contratista	831
2.4	Contingencias	333
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>9.984</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>737</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>10.720</b>

Normalización en S/E Pan de Azúcar 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>3.674</b>
1.1	Ingeniería	162
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	3.312
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>772</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	147
2.2	Inspección técnica de obra	73
2.3	Utilidades del contratista	367
2.4	Contingencias	184
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>4.446</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>219</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>4.665</b>

Seccionamiento del segundo circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E Don Goyo		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>6.159</b>
1.1	Ingeniería	412
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	5.547
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.355</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	246
2.2	Inspección técnica de obra	185
2.3	Utilidades del contratista	616
2.4	Contingencias	308
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>7.514</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>560</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>8.074</b>

Seccionamiento del primer circuito de la línea Pan de Azúcar - Las Palmas 2x220 kV en S/E La Cebada		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>10.828</b>
1.1	Ingeniería	857
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	9.770
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.949</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	433
2.2	Inspección técnica de obra	162
2.3	Utilidades del contratista	1.083
2.4	Contingencias	271
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>12.777</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>960</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>13.737</b>

S/E Seccionadora El Llano 220 kV y Normalización paño J12 en S/E Polpaico 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>8.397</b>
1.1	Ingeniería	432
1.2	Instalación de Faenas	227
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	7.737
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.688</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	336
2.2	Inspección técnica de obra	176
2.3	Utilidades del contratista	840
2.4	Contingencias	336
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>10.084</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>748</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>10.832</b>

Normalización en S/E Los Maquis 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>5.599</b>
1.1	Ingeniería	419
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	4.980
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.215</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	224
2.2	Inspección técnica de obra	207
2.3	Utilidades del contratista	560
2.4	Contingencias	224
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>6.814</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>601</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>7.415</b>

S/E Seccionadora Nueva Lampa 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>10.075</b>
1.1	Ingeniería	449
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	9.427
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.783</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	403
2.2	Inspección técnica de obra	171
2.3	Utilidades del contratista	1.008
2.4	Contingencias	202
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>11.859</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>878</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>12.737</b>

Normalización en S/E Chena 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.615</b>
1.1	Ingeniería	132
1.2	Instalación de Faenas	31
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	1.452
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>468</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	65
2.2	Inspección técnica de obra	113
2.3	Utilidades del contratista	162
2.4	Contingencias	129
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>2.084</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>154</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>2.237</b>

Normalización de paños J3 y J4 en S/E Chena 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>869</b>
1.1	Ingeniería	60
1.2	Instalación de Faenas	31
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	777
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>261</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	35
2.2	Inspección técnica de obra	61
2.3	Utilidades del contratista	87
2.4	Contingencias	78
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>1.129</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>83</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>1.212</b>

Seccionamiento del segundo circuito de la línea Polpaico - Lo Aguirre 2x500 kV en S/E Lo Aguirre 500 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>8.410</b>
1.1	Ingeniería	592
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	8.410
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.648</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	336
2.2	Inspección técnica de obra	177
2.3	Utilidades del contratista	841
2.4	Contingencias	294
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>10.058</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>752</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>10.811</b>

Normalización en S/E Alto Jahuel 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>205</b>
1.1	Ingeniería	72
1.2	Instalación de Faenas	28
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	106
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>96</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	8
2.2	Inspección técnica de obra	47
2.3	Utilidades del contratista	21
2.4	Contingencias	21
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>301</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>14</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>316</b>

Normalización de paños J3 y J10 en S/E Alto Jahuel 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>305</b>
1.1	Ingeniería	88
1.2	Instalación de Faenas	32
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	186
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>134</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	12
2.2	Inspección técnica de obra	61
2.3	Utilidades del contratista	31
2.4	Contingencias	31
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>440</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>20</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>460</b>

Ampliación y Cambio de configuración de S/E Maipo 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>13.363</b>
1.1	Ingeniería	604
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	12.559
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>2.446</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	535
2.2	Inspección técnica de obra	174
2.3	Utilidades del contratista	1.336
2.4	Contingencias	401
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>15.809</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>1.167</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>16.976</b>

Normalización en S/E Candelaria 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>3.895</b>
1.1	Ingeniería	224
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	3.471
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>900</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	156
2.2	Inspección técnica de obra	160
2.3	Utilidades del contratista	390
2.4	Contingencias	195
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>4.795</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>358</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>5.153</b>

Nueva Compensación Serie en S/E Punte Negro 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>11.927</b>
1.1	Ingeniería	264
1.2	Instalación de Faenas	110
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	11.553
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.944</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	477
2.2	Inspección técnica de obra	155
2.3	Utilidades del contratista	1.193
2.4	Contingencias	119
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>13.871</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>1.014</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>14.885</b>

Normalización en S/E Ancoa 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.439</b>
1.1	Ingeniería	108
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	1.131
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>472</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	58
2.2	Inspección técnica de obra	127
2.3	Utilidades del contratista	144
2.4	Contingencias	144
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>1.911</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>98</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>2.009</b>

Normalización en S/E Charrúa 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.798</b>
1.1	Ingeniería	179
1.2	Instalación de Faenas	48
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	1.571
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>575</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	72
2.2	Inspección técnica de obra	162
2.3	Utilidades del contratista	180
2.4	Contingencias	162
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>2.373</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>176</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>2.549</b>

Normalización en S/E Duqueco 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>869</b>
1.1	Ingeniería	37
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	633
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>417</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	35
2.2	Inspección técnica de obra	165
2.3	Utilidades del contratista	87
2.4	Contingencias	130
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>1.287</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>97</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>1.384</b>

S/E Seccionadora Nueva Valdivia 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>8.218</b>
1.1	Ingeniería	464
1.2	Instalación de Faenas	186
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	7.568
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.488</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	329
2.2	Inspección técnica de obra	173
2.3	Utilidades del contratista	822
2.4	Contingencias	164
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>9.706</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>722</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>10.478</b>

Ampliación y Cambio de configuración de S/E Melipulli 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>7.739</b>
1.1	Ingeniería	506
1.2	Instalación de Faenas	200
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	7.033
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>1.494</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	310
2.2	Inspección técnica de obra	178
2.3	Utilidades del contratista	774
2.4	Contingencias	232
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>9.233</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>690</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>9.923</b>

Normalización en S/E Puerto Montt 220 kV		Miles de US\$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1.794</b>
1.1	Ingeniería	210
1.2	Instalación de Faenas	110
1.3	Suministros, Obras Civiles, Faenas	1.474
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>587</b>
2.1	Gastos generales y Seguros	72
2.2	Inspección técnica de obra	156
2.3	Utilidades del contratista	179
2.4	Contingencias	179
<b>3</b>	<b>Monto Contrato</b>	<b>2.381</b>
<b>4</b>	<b>Intereses Intercalarios</b>	<b>152</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>		<b>2.524</b>

### 9.1.3 Valorizaciones de Obras Nuevas del SING

Subestación Seccionadora Nueva Pozo Almonte 220 kV, Nueva línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte tendido del primer circuito, Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Cóncores tendido del primer circuito y Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Parinacota tendido del primer circuito	Miles de US\$
Subestación Seccionadora Nueva Pozo Almonte 220 kV	17.540
Nueva línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte tendido del primer circuito	8.844
Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Cóncores tendido del primer circuito	14.133
Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte – Parinacota tendido del primer circuito	55.529
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>96.046</b>

## 10 ANEXO: ANTECEDENTES EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS

### 10.1 NUEVA TRANSFORMACIÓN 500/220 KV EN SISTEMA SIC NORTE

La evaluación económica presentada en el numeral 8.1.1, respecto de la propuesta para un nuevo sistema de transformación 500/220 kV en la zona norte del SIC, se justifica con las siguientes antecedentes que muestran los costos de operación y falla del sistema, para cada escenario de simulación. También se detallan los costos totales con sus correspondientes inversiones, y por último el beneficio neto entre los tres casos analizados, todos en valor presente (VP) en millones de US\$.

**Tabla 28:** Costos de Operación y Falla Nueva Transformación 500/220 kV Sistema SIC Norte en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.256	1.246	1.246	1.167
2022	1.248	1.234	1.234	1.148
2023	1.250	1.227	1.227	1.131
2024	1.265	1.219	1.219	1.120
2025	1.255	1.186	1.186	1.091
2026	1.204	1.184	1.153	1.090
2027	1.152	1.152	1.128	1.063
2028	1.068	1.108	1.093	1.019
2029	1.017	1.073	1.058	1.000
2030	968	1.018	1.041	950
2031	904	993	1.010	913
2032	843	975	960	890
2033	816	925	888	851
2034	796	873	849	796
<b>Total VP</b>	<b>22.727</b>	<b>23.084</b>	<b>22.965</b>	<b>21.751</b>

**Tabla 29:** Costos de Operación y Falla Propuesta CDEC-SIC en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.178	1.175	1.175	1.161
2019	1.262	1.252	1.252	1.190
2020	1.257	1.251	1.251	1.179
2021	1.256	1.247	1.247	1.169
2022	1.248	1.235	1.235	1.149
2023	1.250	1.228	1.228	1.132
2024	1.264	1.220	1.220	1.120
2025	1.252	1.186	1.186	1.091
2026	1.203	1.184	1.153	1.090
2027	1.151	1.152	1.129	1.063
2028	1.068	1.107	1.092	1.018
2029	1.018	1.071	1.055	997
2030	968	1.016	1.037	947
2031	903	992	1.007	911
2032	844	976	956	890
2033	816	924	885	851
2034	795	873	847	795
<b>Total VP</b>	<b>22.733</b>	<b>23.091</b>	<b>22.958</b>	<b>21.753</b>

**Tabla 30:** VATT de Proyecto CNE y Propuesta CDEC-SIC en millones de US\$

Año	Proyecto CNE	Propuesta CDEC-SIC
2015	0,0	0,0
2016	0,0	0,0
2017	0,0	0,0
2018	1,3	0,0
2019	4,7	0,0
2020	4,3	1,3
2021	3,9	4,9
2022	3,6	4,4
2023	3,2	4,0
2024	2,9	3,7
2025	2,7	3,3

Año	Proyecto CNE	Propuesta CDEC-SIC
2026	2,4	3,0
2027	2,2	2,8
2028	2,0	2,5
2029	1,8	2,3
2030	1,7	2,1
2031	1,5	1,9
2032	1,4	1,7
2033	1,2	1,6
2034	1,1	1,4
<b>Total VP</b>	<b>50,9</b>	<b>51,4</b>

## 10.2 NUEVA LÍNEA 2X500 KV NUEVA CAUTIN – CIRUELOS, ENERGIZADO EN 220 KV

A continuación se presenta la evaluación económica de una propuesta para la zona comprendida entre Cautín y Ciruelos, justificada por las congestiones presentadas desde el comienzo del periodo de análisis debido principalmente al aumento de demanda en la zona sur y la incorporación de nuevas centrales hidráulicas dado los diferentes planes de obra de generación analizados por esta Comisión.

Las evaluaciones consideradas fueron las siguientes:

- Propuesta del CDEC-SIC, cuya obra consiste en una nueva línea 2x500 kV Nueva Cautín – Ciruelos, energizada en 220 kV y el seccionamiento de la línea Mulchén – Cautín 2x220 en S/E Nueva Cautín.
- Propuesta de atrasar el proyecto en 2 años dado las modificaciones que vendrían con la nueva Ley de Transmisión para la construcción de nuevas líneas en los sistemas interconectados.
- Sin proyecto en la zona.

En las siguientes tablas muestran los costos de operación y falla del sistema, para cada escenario de simulación. También se detallan los costos totales con sus correspondientes inversiones, y por último el beneficio neto entre los tres casos analizados, todos en valor presente (VP) en millones de US\$.

**Tabla 31:** Costos de Operación y Falla Nueva Propuesta CDEC en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.252	1.242	1.242	1.166
2022	1.242	1.229	1.229	1.142
2023	1.245	1.223	1.223	1.127
2024	1.260	1.215	1.215	1.117
2025	1.245	1.178	1.178	1.085
2026	1.195	1.176	1.152	1.083
2027	1.144	1.144	1.126	1.056
2028	1.061	1.098	1.066	1.012
2029	1.011	1.063	1.031	991
2030	960	1.006	1.029	940
2031	897	983	1.004	906
2032	837	964	956	886
2033	811	915	881	846
2034	788	864	848	790
<b>Total VP</b>	<b>22.632</b>	<b>22.973</b>	<b>22.852</b>	<b>21.666</b>

**Tabla 32:** Costos de Operación y Falla Propuesta Atraso de 2 años en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.254	1.245	1.245	1.166
2022	1.246	1.233	1.233	1.145
2023	1.246	1.224	1.224	1.128
2024	1.260	1.216	1.216	1.117
2025	1.245	1.178	1.178	1.085
2026	1.195	1.176	1.152	1.083
2027	1.144	1.144	1.126	1.056

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2028	1.061	1.098	1.066	1.012
2029	1.011	1.063	1.031	991
2030	960	1.006	1.029	940
2031	897	983	1.004	906
2032	837	964	956	886
2033	811	915	881	846
2034	788	864	848	790
<b>Total VP</b>	<b>22.639</b>	<b>22.981</b>	<b>22.860</b>	<b>21.670</b>

**Tabla 33:** Costos de Operación y Falla Sin Proyecto en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.254	1.245	1.245	1.166
2022	1.246	1.233	1.233	1.145
2023	1.247	1.227	1.227	1.128
2024	1.263	1.219	1.219	1.119
2025	1.250	1.185	1.185	1.088
2026	1.199	1.181	1.158	1.086
2027	1.148	1.148	1.131	1.059
2028	1.065	1.104	1.093	1.015
2029	1.014	1.069	1.058	994
2030	965	1.014	1.058	945
2031	901	990	1.029	910
2032	841	974	979	888
2033	813	923	903	849
2034	792	871	867	794
<b>Total VP</b>	<b>22.683</b>	<b>23.054</b>	<b>23.057</b>	<b>21.705</b>

**Tabla 34:** VATT de las Propuestas en millones de US\$

Año	Propuesta CDEC-SIC	Propuesta Atraso 2 años	Sin Proyecto
2015	0,00	0,00	0,0
2016	0,00	0,00	0,0
2017	0,00	0,00	0,0
2018	0,00	0,00	0,0
2019	0,00	0,00	0,0
2020	0,00	0,00	0,0
2021	1,68	0,00	0,0
2022	6,34	0,00	0,0
2023	5,76	1,39	0,0
2024	5,24	5,24	0,0
2025	4,76	4,76	0,0
2026	4,33	4,33	0,0
2027	3,94	3,94	0,0
2028	3,58	3,58	0,0
2029	3,25	3,25	0,0
2030	2,96	2,96	0,0
2031	2,69	2,69	0,0
2032	2,44	2,44	0,0
2033	2,22	2,22	0,0
2034	2,02	2,02	0,0
<b>Total VP</b>	<b>65,70</b>	<b>52,11</b>	<b>0,0</b>

A continuación se presenta un resumen con los Costos Totales de cada propuesta analizada.

**Tabla 35:** Costos Totales de las Propuestas en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Propuesta CDEC-SIC	22.697	23.039	22.917	21.731
Propuesta Atraso 2 años	22.691	23.033	22.912	21.722
Sin Proyecto	22.683	23.054	23.057	21.705

De los resultados anteriores, se puede observar que dependiendo de los escenarios de plan de generación se obtienen diferentes opciones con menores costos para el sistema. Por lo tanto, para determinar qué proyecto será recomendado en el presente plan, se utilizará el criterio MinMax que tiene por objetivo tomar la decisión que generará el mínimo arrepentimiento en el caso de

tomar la determinación incorrecta, y que representará el menor costo para el sistema. A continuación se presenta la diferencia de los costos contra la mejor alternativa para cada escenario, y se define el máximo arrepentimiento asociado a cada proyecto.

**Tabla 36:** Diferencias de Costos Totales con respecto a la mejor alternativa en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Máximo Arrepentimiento
Propuesta CDEC-SIC	14,0	5,6	5,6	26,9	26,9
Propuesta Atraso 2 años	8,0	0,0	0,0	17,1	17,1
Sin Proyecto	0,0	20,7	145,2	0,0	145,2

En la última tabla se observa que el menor arrepentimiento se obtiene con la propuesta de atrasar en 2 años el proyecto propuesto por el CDEC-SIC, por lo cual se pospondrá su decisión.

### 10.3 NUEVA LÍNEA 2X220 KV NOGALES – LOS MAQUIS, TENDIDO DE UN CIRCUITO

A continuación se presenta la evaluación económica de una propuesta para la zona comprendida entre Polpaico y Los Maquis, justificada por las congestiones presentadas desde el comienzo del periodo de análisis debido principalmente al aumento de demanda en dicha zona.

Las evaluaciones consideradas fueron las siguientes:

- Proyecto CNE, cuya obra consiste en la construcción de una nueva línea 2x220 kV Nogales – Los Maquis, tendido del primer circuito.
- Propuesta de atrasar el proyecto en 2 años dado las modificaciones que vendrían con la nueva Ley de Transmisión para la construcción de nuevas líneas en los sistemas interconectados.
- Sin proyecto en la zona.

En las siguientes tablas muestran los costos de operación y falla del sistema, para cada escenario de simulación. También se detallan los costos totales con sus correspondientes inversiones, y por último el beneficio neto entre los tres casos analizados, todos en valor presente (VP) en millones de US\$.

**Tabla 37:** Costos de Operación y Falla Nueva Proyecto CNE en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.254	1.245	1.245	1.166
2022	1.243	1.230	1.230	1.144
2023	1.245	1.223	1.223	1.127
2024	1.259	1.216	1.216	1.116
2025	1.248	1.182	1.182	1.087
2026	1.199	1.181	1.150	1.086
2027	1.147	1.148	1.124	1.059
2028	1.064	1.104	1.088	1.015
2029	1.014	1.069	1.052	994
2030	964	1.013	1.035	945
2031	901	990	1.005	909
2032	841	974	954	888
2033	813	923	884	849
2034	791	871	846	793
<b>Total VP</b>	<b>22.670</b>	<b>23.039</b>	<b>22.907</b>	<b>21.699</b>

**Tabla 38:** Costos de Operación y Falla Propuesta Atraso de 2 años en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.254	1.245	1.245	1.166
2022	1.244	1.231	1.231	1.145
2023	1.246	1.224	1.224	1.128
2024	1.260	1.216	1.216	1.116
2025	1.248	1.182	1.182	1.087
2026	1.199	1.181	1.150	1.086
2027	1.147	1.148	1.124	1.059

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2028	1.065	1.104	1.088	1.015
2029	1.014	1.069	1.052	994
2030	964	1.013	1.035	945
2031	901	990	1.005	909
2032	841	974	954	888
2033	813	923	884	849
2034	791	871	846	793
<b>Total VP</b>	<b>22.672</b>	<b>23.041</b>	<b>22.908</b>	<b>21.700</b>

**Tabla 39:** Costos de Operación y Falla Sin Proyecto en VP millones de US\$

Año	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
2015	1.321	1.321	1.321	1.320
2016	1.354	1.353	1.353	1.353
2017	1.327	1.328	1.328	1.327
2018	1.176	1.173	1.173	1.159
2019	1.256	1.248	1.248	1.185
2020	1.253	1.248	1.248	1.175
2021	1.254	1.245	1.245	1.166
2022	1.244	1.231	1.231	1.145
2023	1.246	1.224	1.224	1.128
2024	1.262	1.218	1.218	1.119
2025	1.253	1.187	1.187	1.092
2026	1.206	1.189	1.158	1.094
2027	1.158	1.160	1.136	1.071
2028	1.079	1.119	1.103	1.030
2029	1.031	1.087	1.070	1.012
2030	985	1.036	1.055	966
2031	926	1.016	1.029	935
2032	871	1.003	982	918
2033	843	953	913	879
2034	823	905	877	827
<b>Total VP</b>	<b>22.867</b>	<b>23.246</b>	<b>23.100</b>	<b>21.902</b>

**Tabla 40:** VATT de las Propuestas en millones de US\$

Año	Proyecto CNE	Propuesta Atraso 2 años	Sin Proyecto
2015	0,00	0,00	0,0
2016	0,00	0,00	0,0
2017	0,00	0,00	0,0
2018	0,00	0,00	0,0
2019	0,00	0,00	0,0
2020	0,00	0,00	0,0
2021	0,37	0,00	0,0
2022	1,40	0,00	0,0
2023	1,28	0,31	0,0
2024	1,16	1,16	0,0
2025	1,05	1,05	0,0
2026	0,96	0,96	0,0
2027	0,87	0,87	0,0
2028	0,79	0,79	0,0
2029	0,72	0,72	0,0
2030	0,65	0,65	0,0
2031	0,60	0,60	0,0
2032	0,54	0,54	0,0
2033	0,49	0,49	0,0
2034	0,45	0,45	0,0
<b>Total VP</b>	<b>14,54</b>	<b>11,53</b>	<b>0,0</b>

A continuación se presenta un resumen con los Costos Totales de cada propuesta analizada.

**Tabla 41:** Costos Totales de las Propuestas en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4
Proyecto CNE	22.685	23.054	22.921	21.714
Propuesta Atraso 2 años	22.683	23.052	22.920	21.712
Sin Proyecto	22.867	23.246	23.100	21.902

De los resultados anteriores, se puede observar que dependiendo de los escenarios de plan de generación se obtienen diferentes opciones con menores costos para el sistema. Por lo tanto, para determinar qué proyecto será recomendado en el presente plan, se utilizará el criterio MinMax que tiene por objetivo tomar la decisión que generará el mínimo arrepentimiento en el caso de tomar la determinación incorrecta, y que representará el menor costo para el

sistema. A continuación se presenta la diferencia de los costos contra la mejor alternativa para cada escenario, y se define el máximo arrepentimiento asociado a cada proyecto.

**Tabla 42:** Diferencias de Costos Totales con respecto a la mejor alternativa en MUS\$

VP Costo Total Millones de US\$	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Máximo Arrepentimiento
Proyecto CNE	1,3	1,5	1,5	1,8	1,8
Propuesta Atraso 2 años	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sin Proyecto	184,2	193,9	180,5	190,2	193,9

En la última tabla se observa que el menor arrepentimiento se obtiene con la propuesta de atrasar en 2 años el proyecto propuesto por esta Comisión, por lo cual se pospondrá su decisión.

**Artículo Segundo:** Comuníquese la presente Resolución a los participantes y usuarios e instituciones interesadas, a través de su envío por correo electrónico y publíquese en la página web de la Comisión Nacional de Energía.

**Anótese y Notifíquese.**



**ANDRÉS ROMERO CELEDÓN**  
Secretario Ejecutivo  
Comisión Nacional de Energía



**CZR/ISD/EFG/JMA/MFB**

Distribución:

- 1. Participantes Usuarios e Instituciones Interesadas;
- 2. Direcciones DP y DPD de CDEC-SIC y CDEC-SING;
- 3. Ministerio de Energía;
- 4. Superintendencia de Electricidad y Combustibles;
- 5. Gabinete Secretaría Ejecutiva, CNE;
- 6. Departamento Jurídico CNE;
- 7. Departamento Eléctrico CNE;
- 8. Archivo Res. Exentas.