

Minuta DAOP N° 04/2020

Análisis operacional del abastecimiento eléctrico en
la región de Ñuble durante los meses de verano



Índice

1	Introducción	3
2	Antecedentes	3
3	Metodología.....	9
4	Resultados.....	12
5	Análisis de Resultados	25
6	Conclusiones	26
7	Anexos	27

Minuta DAOP N° 04/2020

Análisis operacional del abastecimiento eléctrico en la región de Ñuble durante los meses de verano

1 Introducción

Debido al aumento vegetativo de la demanda, a la puesta en servicio de nuevos proyectos que implican aumento de consumos (nueva S/E Larqui) y a las altas temperaturas que suelen presentarse durante el verano (43°C máxima histórica, registrados el día 26 de enero de 2017 a las 16:49 horas)¹, se hace necesario realizar un análisis operacional del abastecimiento eléctrico en zonas del Sistema Eléctrico Nacional que comprenden el abastecimiento de la la región de Ñuble durante los meses de verano.

En la presente Minuta se muestran los resultados de un análisis orientado a verificar topologías y medidas operacionales que se pueden aplicar, con el fin de evitar sobrepasar las capacidades de transmisión de diversas instalaciones de la zona, frente a altas temperaturas.

2 Antecedentes

2.1 Comunicaciones entre la CNE, el Ministerio de Energía, el Coordinador y Coordinados Involucrados

A raíz de esta eventual problemática, durante el presente año se ha originado una serie de comunicaciones entre los distintos entes involucrados, relacionados con el abastecimiento en escenarios de alta demanda y altas temperaturas ambiente en la zona. A saber:

- El 26 de mayo el Coordinador recibe el Oficio N° 530 del Ministerio de Energía sobre requerimientos de demanda en Región del Ñuble.
- El 3 de junio se inicia Mesa de Trabajo entre Coordinador, Ministerio y CNE.
- El 6 de agosto el Coordinador envía carta y minuta al Ministerio de Energía en respuesta al Oficio N° 530.
- El 19 de agosto se recibe carta N°0306 de CGE, destacando los efectos del alto consumo de reactivos y nivel de carga de la línea 66 kV Charrúa - Chillán.
- Con fecha 21 de agosto el Coordinador solicita a COPELEC un cronograma de trabajo para las adecuaciones en sus instalaciones, con el propósito de dar cumplimiento al estándar normativo aplicable al factor de potencia en sus puntos de control en la zona.

¹ Dirección Meteorológica de Chile,
http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/documentos/Temperaturas_Maximas_DMC.pdf

- El 28 de agosto se realiza reunión entre el Coordinador y COPELEC para revisar los siguientes temas:
 - Proyectos de transmisión de COPELEC que actualmente se encuentran en tramitación de conexión con el Coordinador.
 - Rechazos de requerimientos de factibilidades de conexión en alimentadores de COPELEC.
 - Consultas sobre escenarios operacionales y cambios de alimentación que se pueden aplicar en temporada de alta demanda (época estival) en la línea 1x66 kV Charrúa - Chillán.
- Con fecha 1° de septiembre, COPELEC entrega al Coordinador un cronograma para adecuar sus instalaciones y cumplir con el Título 5-3 de la NT de SyCS.
- Con fecha 29 de septiembre la empresa Transelec S.A. envía al Coordinador su carta O N°0205, donde manifiesta su preocupación por la situación actual y futura del sistema de transmisión que abastece de suministro eléctrico a la Región de Ñuble.
- El Coordinador ha tomado medidas de mediano y corto plazo para atender la situación de abastecimiento en la Región de Ñuble. Particularmente, las de mediano plazo, dicen relación con las obras del plan de expansión y la aplicación del artículo 102 de la Ley². Respecto al corto plazo, se analizan medidas operacionales, considerando cambios topológicos a nivel de 66 kV y la instalación de bancos de condensadores para reducir la carga de potencia reactiva del sistema, además del despacho de generación local disponible en la zona.

2.2 Proyectos de Transmisión

A continuación, se muestran los nuevos proyectos de transmisión en la zona de estudio dentro del horizonte de evaluación:

Proyecto	Descripción	Estado	Fecha Conexión
Nueva S/E Los Tilos Bulnes 66/13,8 kV	Construcción de nueva S/E Los Tilos Bulnes con un transformador de poder de 66/18,8 kV de 10/12 MVA sin CDBC	Conectado	14-08-2020
Proyecto Larqui	Seccionamiento de la LT 1x66 kV Charrúa – Chillán en la nueva S/E Lucero, construcción de una nueva S/E denominada Larqui, y la construcción de una nueva línea 1x66 kV entre las Subestaciones Lucero y Larqui.	Conectado	15-11-2020
Nueva S/E Quilmo II	Construcción de una nueva instalación denominada SE Quilmo II con un transformador de poder de 66/33 kV de 12 MVA, sin CDBC.	Proyectado	30-06-2021

Los proyectos de SS/EE Los Tilos Bulnes y Quilmo II implican redistribución de consumos desde las SS/EE Tres Esquinas (35%) y Quilmo (50%), respectivamente. El único proyecto que implica nuevos consumos corresponde al proyecto Larqui, el cual traspasa consumos desde la S/E Cabrero. Sin embargo, ante cualquier eventualidad, la totalidad de dichos consumos pueden ser traspasados nuevamente hacia S/E Cabrero.

² DFL 4/2018 FIJA TEXTO REFUNDIDO, COORDINADO Y SISTEMATIZADO DEL DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 1, DE MINERÍA, DE 1982, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS, EN MATERIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

2.3 Disponibilidad de Generación Local

2.3.1 Generación Existente

La zona de análisis es abastecida en parte con aportes de generación local que son despachadas por el Coordinador, a través de sus procesos de programación y operación en tiempo real. La siguiente tabla muestra las centrales generadoras que contribuyen a abastecer la demanda de esta zona, con su capacidad máxima instalada y la estimación de su aporte en los escenarios analizados:

Central	Capacidad instalada [MW]	Generación estimada [MW]	Tecnología	S/E Conexión
Embalse Ancoa	27.0	20	Hidráulica	TAP OFF PUTAGÁN
Lircay	19.0	17	Hidráulica	S/E CENTRAL LIRCAY
Mariposas	6.3	2	Hidráulica	S/E MARIPOSAS
Providencia	14.2	1	Hidráulica	S/E LIRCAY
Constitución	9.0	0	Térmica	S/E CONSTITUCIÓN
Maule	6.0	0	Térmica	S/E CONSTITUCIÓN
Viñales (*)	29.0	29	Térmica	S/E CONSTITUCIÓN
Itata	20.0	0	Hidráulica	TAP SECCIONADORA ITATA
Nueva Aldea I (*)	14.0	5	Térmica	S/E NUEVA ALDEA
Nueva Aldea II	10.0	0	Térmica	S/E NUEVA ALDEA
Nueva Aldea III (*)	37.0	32	Térmica	S/E NUEVA ALDEA

(*) autoproducidos, aporta excedentes

Dentro de las centrales individualizadas y de los análisis realizados, se ha determinado la relevancia de la disponibilidad de las unidades del complejo Nueva Aldea, dado que se ubican en uno de los extremos de los tramos de transmisión más sensibles a las condiciones de temperatura y demanda en la zona (Charrúa - Monterrico 154 kV). Lo anterior, justifica las distintas sensibilidades que se realizarán dependiendo de la disponibilidad de generación de las centrales de ese complejo.

2.3.2 Proyectos de Generación (PMGD)

A continuación, se muestra los nuevos proyectos de PMGD en la zona de estudio dentro del horizonte de evaluación, posteriores a febrero de 2020, con la finalidad de diferenciar las nuevas inyecciones locales respecto de las medidas históricas del último período estival:

Entre Maule y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
Trinca-Dos	Conectado	2,8	Solar	La Palma	05-02-2020
Villa Cruz	Conectado	2,95	Solar	Nirivilo	21-02-2020
Solar Santa Fe	Conectado	9	Solar	La Palma	06-03-2020
PFV El Chucao	Conectado	3	Solar	Paso Hondo	12-03-2020
Solar Villa Alegre	Conectado	9	Solar	Villa Alegre	30-03-2020

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
FV GR Lemu	Conectado	5	Solar	San Javier	30-04-2020
Granada	Conectado	9	Solar	Linares Norte	10-07-2020
Mercurio Sur (Ex Panimávida 1)	Proyectado	3	Solar	Panimávida	30-10-2020
PMGD Parque Solar El Paso	Proyectado	6	Solar	La Palma	30-10-2020
Saturno Norte (Ex Panimávida 2)	Proyectado	4,5	Solar	Panimávida	30-10-2020
Ciprés	Proyectado	9	Solar	Chacahuín	30-10-2020
PMGD Quinantu Solar	Proyectado	9	Solar	San Clemente	28-02-2021
Total Conectado a agosto 2020		40,75 MW			
Total Proyectado a febrero 2021		31,5 MW			

Entre Charrúa y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
PFV Las Palomas	Conectado	3	Solar	Tres Esquinas	31-10-2018
Ñiquen	Conectado	3	Solar	San Gregorio	05-08-2019
Cocharcas	Conectado	2,8	Solar	Cocharcas	06-07-2020
PMGD Playero - Etapa I	Conectado	3	Solar	La Vega	14-08-2020
PFV Bicentenario	Proyectado	2,9	Solar	Parral	25-09-2020
PFV El Piuquén	Proyectado	3	Solar	Tres Esquinas	30-09-2020
PMGD FV Meco Chillán	Proyectado	6	Solar	Tres Esquinas	30-09-2020
PMGD Playero - Etapa II	Proyectado	3	Solar	La Vega	30-10-2020
PMGD Chillán	Proyectado	2,9	Diésel	Chillán	30-10-2020
PMGD FV Chillán Solar I.3	Proyectado	9	Solar	Chillán	30-12-2020
PFV Chillán Confluencia	Proyectado	2,8	Solar	Quilmo	30-12-2020
PFV Las Tórtolas	Proyectado	3	Solar	Tres Esquinas	29-01-2021
PFV El Trile	Proyectado	9	Solar	Yerbas Buenas	28-02-2021
PMGD Chillán Solar I.1	Proyectado	9	Solar	Chillán	28-02-2021
Total Conectado a agosto 2020		11,8 MW			
Total Proyectado a febrero 2021		50,6 MW			

2.4 Compensación Reactiva

De acuerdo con lo comprometido por la empresa COPELEC, para efectos de mejorar el factor de potencia en las SS/EE Tres Esquinas y Quilmo, a la fecha el estado de avance de la adecuación de compensación reactiva es el siguiente:

Subestación	Alimentador	Potencia Reactiva [MVAR]	Estado	Fecha conexión
Quilmo	Confluencia	0,6	Conectado	23-10-2020
Quilmo	Confluencia	0,3	Conectado	30-10-2020
Tres Esquinas	Las Brisas	0,6	Conectado	30-10-2020
Tres Esquinas	Las Brisas	0,3	Conectado	06-11-2020
Tres Esquinas	Las Brisas	0,6	Conectado	06-11-2020
Quilmo	Recinto	0,15	Conectado	13-11-2020
Quilmo	Invernada	0,15	Conectado	13-11-2020

2.5 Capacidades de transmisión

A continuación, se muestran las capacidades de transmisión nominales de líneas y transformadores dentro de la zona de interés, para distintos valores de temperatura ambiente:

Líneas:

Línea	Tramo	Capacidad [kA]			
		Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42.5°C
CHARRÚA - TAP SANTA CLARA	CHARRÚA - ESTRUCTURA 24 66KV	0,243	0,219	0,192	0,177
	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV	0,271	0,219	0,149	0,097
	ESTRUCTURA 47 - TAP SANTA CLARA 66KV	0,243	0,219	0,192	0,177
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	TAP SANTA CLARA - ESTRUCTURA 132 66KV	0,243	0,219	0,192	0,177
	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV	0,271	0,219	0,149	0,097
	EST 157 - LOS TILOS BULNES 66KV	0,242	0,218	0,191	0,176
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV	0,242	0,218	0,191	0,176
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV	0,225	0,199	0,169	0,151
	EST. 788B - LUCERO 66KV	0,414	0,391	0,366	0,339
LUCERO - TAP QUILMO	EST 788A - LUCERO 66KV	0,414	0,391	0,366	0,339
	TAP QUILMO - EST 788A 66KV	0,225	0,199	0,169	0,151
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLÁN 66KV	0,209	0,194	0,179	0,171
ITAHUE - MAULE 154KV	ITAHUE - MAULE 154KV	0,49	0,446	0,396	0,369
MAULE - PARRAL 154KV	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV	0,342	0,271	0,172	0,086
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV	0,342	0,271	0,172	0,086
	LINARES - PARRAL 154KV	0,342	0,271	0,172	0,086
PARRAL - CHARRÚA 154KV	PARRAL - MONTEERRICO 154KV	0,342	0,271	0,172	0,086
	MONTEERRICO - CHARRÚA 154KV	0,342	0,271	0,172	0,086
CHARRÚA - CHILLÁN 154KV	CHARRÚA - TAP CHILLÁN 154KV	0,818	0,77	0,718	0,691
	TAP CHILLÁN - CHILLÁN 154KV	0,315	0,291	0,264	0,25

Línea	Tramo	Capacidad [MVA] @ tensión nominal			
		Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRÚA - TAP SANTA CLARA	CHARRÚA - ESTRUCTURA 24 66KV	27,78	25,04	21,95	20,23
	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV	30,98	25,04	17,03	11,09
	ESTRUCTURA 47 - TAP SANTA CLARA 66KV	27,78	25,04	21,95	20,23
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	TAP SANTA CLARA - ESTRUCTURA 132 66KV	27,78	25,04	21,95	20,23
	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV	30,98	25,04	17,03	11,09
	EST 157 - LOS TILOS BULNES 66KV	27,66	24,92	21,83	20,12
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV	27,66	24,92	21,83	20,12
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS – EST 788B 66KV	25,74	22,74	19,26	17,24
	EST. 788B– LUCERO 66KV	47,35	44,67	41,80	38,70
LUCERO - TAP QUILMO	EST 788A - LUCERO 66KV	47,35	44,67	41,80	38,70
	TAP QUILMO - EST 788A 66KV	25,74	22,74	19,26	17,24
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLÁN 66KV	23,89	22,18	20,46	19,55
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV	130,70	118,96	105,63	98,43
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV	91,22	72,29	45,88	22,94
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV	91,22	72,29	45,88	22,94
	LINARES - PARRAL 154KV	91,22	72,29	45,88	22,94
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV	91,30	72,29	45,77	22,86
	MONTEERRICO - CHARRÚA 154KV	91,30	72,29	45,77	22,86
CHARRÚA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRÚA - TAP CHILLÁN 154KV	218,19	205,39	191,52	184,31
	TAP CHILLÁN - CHILLÁN 154KV	84,02	77,62	70,42	66,68

Transformadores:

Transformador	Capacidad [MVA]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	300
MAULE 154/69KV 60MVA T2	60
MAULE 154/69KV 60MVA T1	60
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	75
PARRAL 154/66KV 75MVA	75
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	75
CHILLÁN 154/66KV 75MVA 3	75
CHARRÚA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	75
CHARRÚA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	390

3 Metodología

Previo al análisis, se realiza una simulación del verano anterior, con el fin de comparar la situación existente con lo proyectado para este periodo estival (aumento de demanda, aportes de PMGD, etc.). Esta simulación corresponde al **Escenario 0**.

Luego, el análisis se lleva a cabo sobre un escenario de día, donde los consumos se encuentran en su mayor valor posible. Para ello, se toma la estadística de consumos de los últimos tres veranos (2018, 2019 y 2020), disponible en la Plataforma de Recepción de Medidas para Transferencias Económicas (PRMTE) y se utilizan los valores del día donde existió mayor demanda en su conjunto (implica simultaneidad) en el horario comprendido entre las 8:00 y 20:00 horas. Lo anterior corresponde al día 11 de febrero de 2020, entre las 15:30 y 15:45 horas.

Por otra parte, para efectos de considerar el crecimiento de la demanda, se utilizan los valores de crecimiento indicados en el documento “Minuta Análisis de proyecciones de demanda eléctrica de la región de Ñuble” elaborado por la Subgerencia de Planificación del Coordinador y enviada en carta DE04011-20 del Coordinador, que da respuesta a carta OP01052-20 Oficio Ordinario N° 530/2020 del Ministerio de Energía.

En el caso de las SS/EE que no figuran dentro del listado de instalaciones en dicho documento, se utiliza un porcentaje de crecimiento determinado a partir de la estadística de los últimos tres veranos. El detalle de los consumos y el porcentaje de crecimiento utilizado se puede encontrar en el Anexo de la presente minuta.

Respecto de la generación en la zona de estudio, también se utiliza la estadística de los últimos tres veranos. En este caso, se utiliza un valor promedio de los últimos años en el horario entre las 8:00 y 20:00 horas. El detalle de la generación utilizada se puede encontrar en el Anexo de la presente minuta.

Finalmente, a partir de lo indicado en los párrafos anteriores se elaboran los siguientes escenarios:

Escenario 1: Considera todos los proyectos que se encuentren **conectados** al mes de agosto de 2020. Lo anterior corresponde a las SS/EE Los Tilos Bulnes, Lucero y Larqui, las compensaciones reactivas en las SS/EE Quilmo y Tres Esquinas y a los siguientes PMGD:

Entre Maule y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
Trinca-Dos	Conectado	2,8	Solar	La Palma	05-02-2020
Villa Cruz	Conectado	2,95	Solar	Nirivilo	21-02-2020
Solar Santa Fe	Conectado	9	Solar	La Palma	06-03-2020
PFV El Chucao	Conectado	3	Solar	Paso Hondo	12-03-2020
Solar Villa Alegre	Conectado	9	Solar	Villa Alegre	30-03-2020
FV GR Lemu	Conectado	5	Solar	San Javier	30-04-2020
Granada	Conectado	9	Solar	Linares Norte	10-07-2020

Entre Charrúa y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
PFV Las Palomas	Conectado	3	Solar	Tres Esquinas	31-10-2018
Ñiquen	Conectado	3	Solar	San Gregorio	05-08-2019
Cocharcas	Conectado	2,8	Solar	Cocharcas	06-07-2020
PMGD Playero	Conectado	3	Solar	La Vega	14-08-2020

Escenario 2: Corresponde al Escenario 1 con la inclusión de los siguientes PMGD hacia diciembre 2020:

Entre Maule y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
Mercurio Sur (Ex Panimávida 1)	Proyectado	3	Solar	Panimávida	30-10-2020
Ciprés	Proyectado	9	Solar	Chacahuín	30-10-2020
Saturno Norte (Ex Panimávida 2)	Proyectado	4,5	Solar	Panimávida	30-10-2020
PMGD Parque Solar El Paso	Proyectado	6	Solar	La Palma	30-10-2020

Entre Charrúa y Parral:

Nombre PMGD	Estado	Capacidad [MW]	Tecnología	S/E Conexión	Fecha Conexión
PFV Bicentenario	Proyectado	2,9	Solar	Parral	25-09-2020
PFV El Piuquén	Proyectado	3	Solar	Tres Esquinas	30-09-2020
PMGD FV Meco Chillán	Proyectado	6	Solar	Tres Esquinas	30-09-2020
PMGD Playerito	Proyectado	3	Solar	La Vega	30-10-2020
PMGD Chillán	Proyectado	2,9	Diésel	Chillán	30-10-2020
PMGD FV Chillán Solar I.3	Proyectado	9	Solar	Chillán	30-12-2020
PFV Chillán Confluencia	Proyectado	2,8	Solar	Quilmo	30-12-2020

En este segundo escenario, el proyecto Quilmo II no se considera, por estar fuera del horizonte de evaluación. Lo mismo ocurre con los PMGD PFV Las Tórtolas, Quinantu Solar, PFV El Trile y Chillán Solar I.1.

Sobre estos dos escenarios, se evalúan distintas configuraciones topológicas con el fin de poder operar de forma normal ante altas temperaturas, sin sobrecargar elementos del sistema. Las topologías a estudiar son las siguientes:

Topología N°1: Esta topología corresponde a la operación normal actual de la zona de estudio. Lo anterior implica que las SS/EE Monterrico y Parral 154 kV se encuentran alimentadas radialmente desde S/E Charrúa 154 kV. Por otra parte, las SS/EE Linares y Yervas Buenas se encuentran alimentadas radialmente desde S/E Maule 154 kV. A nivel de 66 kV, entre las SS/EE Itahue y Maule se encuentra enmallado con 154 kV, entre las SS/EE Maule y Linares se encuentra abierto en S/E Villa Alegre (S/E Villa Alegre radial desde S/E Linares), entre las SS/EE Linares y Parral se encuentra abierto en S/E Linares, entre las SS/EE Parral y Monterrico se encuentra abierto en S/E San Carlos (S/E San Carlos desde S/E Parral) y entre las SS/EE Monterrico y Chillán se encuentra abierto en S/E Monterrico, pero quedando S/E Santa Elvira radial desde Monterrico. Finalmente, la línea 66 kV Charrúa - Chillán se encuentra abierta en S/E Chillán.

Topología N°2: Corresponde a la topología N°1, con la única diferencia que la línea 66 kV Charrúa - Chillán se encuentra abierta en S/E Charrúa.

Topología N°3: Corresponde a la topología N°1, con la única diferencia que la línea 66 kV Charrúa - Chillán se encuentra abierta en S/E Lucero, con S/E Lucero alimentada radialmente desde S/E Chillán.

Topología N°4: Corresponde a la topología N°3, con la única diferencia que la línea 66 kV Linares - Parral se cierra en S/E Linares y se abre el interruptor 52BS de S/E Parral. De esta forma, los consumos de las SS/EE Cauquenes, La Vega, Retiro y Longaví, quedan alimentadas radialmente desde S/E Linares 66kV.

Topología N°5: Corresponde a una topología de operación alternativa. Lo anterior implica que la S/E Parral 154 kV se alimenta radialmente desde S/E Maule junto con las SS/EE Linares y Yervas Buenas 154 kV, mientras que la S/E Monterrico queda alimentada radialmente desde S/E Charrúa. Por otra parte, a nivel de 66 kV, entre las SS/EE Itahue y Maule se mantiene enmallado con 154 kV, entre las SS/EE Maule y Linares se abre el interruptor de S/E Talca asociado a la línea 66 kV Talca - San Javier y se cierra el interruptor que se encontraba previamente abierto en S/E Villa Alegre. Entre las SS/EE Linares y Parral se traspasan los consumos de las SS/EE Retiro y Longaví a la S/E Linares, mientras que entre las SS/EE Parral y Monterrico se traspasan los consumos de las SS/EE San Gregorio, San Carlos y Cocharcas a la S/E Monterrico. Entre las SS/EE Monterrico y Chillán se mantiene abierto en S/E Monterrico, quedando S/E Santa Elvira radial desde Monterrico. Finalmente, línea 66 kV Charrúa - Chillán se encuentra abierta en S/E Lucero.

Topología N°6: Corresponde a considerar enmalle total en 154 kV y 66 kV entre Charrúa y Maule, incluyendo a la línea 66 kV Charrúa - Chillán.

4 Resultados

Se realizan simulaciones con las consideraciones indicadas en el punto anterior. Los resultados muestran el porcentaje de carga en los distintos elementos de transmisión en la zona de estudio para el tramo que representa la mayor restricción en cada caso.

4.1 Escenario 0

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y para la topología normal de operación (topología 1):

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,181	22,1	67%	83%	121%	187%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,182	21,8	67%	83%	122%	188%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,183	21,2	76%	84%	96%	104%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,066	7,5	29%	33%	39%	44%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,066	7,5	29%	33%	39%	44%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,081	21,8	17%	18%	20%	22%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,143	38,2	42%	53%	83%	166%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,101	26,5	30%	37%	59%	117%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0,279	71	82%	103%	163%	326%
	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,335	85,7	98%	124%	195%	391%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,189	50,3	23%	25%	26%	27%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,189	50,3	60%	65%	72%	76%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	88,84	30%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	36,47	61%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	36,13	60%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	26,82	36%
PARRAL 154/66KV 75MVA	68,31	91%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	15,19	20%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	50,25	67%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	36,98	49%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	161,49	41%

De los resultados se puede observar que a partir de los 35°C existen sobrecargas en la línea 154 kV Parral - Charrúa, específicamente en el tramo 154 kV Monterrico - Charrúa. Además, desde los 40°C se aprecian sobrecargas en los tramos 66 kV Charrúa - Tap Santa Clara y Tap Santa Clara - Los Tilos Bulnes. En el caso de los transformadores, no se observan sobrecargas.

4.2 Escenario 1

4.2.1 Topología 1

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,24	29,1	89%	110%	161%	247%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,241	28,4	89%	110%	162%	248%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,21	23,9	87%	96%	110%	119%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,148	16,5	66%	74%	88%	98%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,069	7,6	31%	35%	41%	46%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,053	14,3	11%	12%	13%	14%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,092	24,6	27%	34%	53%	107%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,055	14,5	16%	20%	32%	64%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,268	68,3	78%	99%	156%	313%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,318	81,4	93%	117%	185%	371%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,191	50,6	23%	25%	27%	28%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,191	50,6	61%	66%	72%	76%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	74,16	25%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	32,98	55%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	32,59	54%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	16,37	22%
PARRAL 154/66KV 75MVA	65,78	88%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	14,07	19%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	50,61	67%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	43,05	57%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	162,58	42%

De los resultados se puede apreciar que para una temperatura desde los 35°C existen sobrecargas en los tramos 66 kV entre Charrúa y Tres Esquinas, lo cual se debe a los nuevos consumos del proyecto Larqui. Por otro lado, el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico también presenta sobrecargas, pero en menor grado respecto del del verano anterior. Esto se debe principalmente a la incorporación de PMGD en la zona. De la misma forma, se puede observar una disminución en el porcentaje de carga de la línea 154 kV Maule - Parral respecto del verano anterior, por el mismo efecto de los PMGD. Finalmente, en el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

En esta topología, la contingencia de mayor impacto corresponde a la desconexión de la Central Nueva Aldea III con 32 MW, ya que implica un aumento en la transferencia por el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico, tal como se muestra a continuación:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,413	105,6	121%	152%	241%	482%

Cabe destacar que esta contingencia no empeora la situación en la línea 66 kV Charrúa - Chillán. Además, se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

4.2.2 Topología 2

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,033	3,5	14%	15%	17%	19%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,099	10,4	44%	50%	59%	66%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,184	19,8	82%	93%	109%	122%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,254	28,3	122%	131%	142%	149%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,053	14,3	11%	12%	13%	14%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,092	24,6	27%	34%	53%	107%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,055	14,5	16%	20%	32%	64%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0,27	68,5	79%	100%	157%	315%
	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,319	81,3	93%	118%	186%	372%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,329	84,2	40%	43%	46%	48%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,329	84,2	104%	113%	125%	132%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	74,16	25%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	32,98	55%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	32,6	54%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	16,35	22%
PARRAL 154/66KV 75MVA	65,97	88%
MONTERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	13,67	18%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	84,23	112%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	20,42	27%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	165,12	42%

De los resultados se puede observar que si bien se levanta la restricción en el tramo 66 kV Charrúa - Tres Esquinas, aparece una sobrecarga inadmisibles en el tramo 66 kV Chillán - Tap Quilmo y en el tramo 154 kV Tap Chillán - Chillán, desde los 30°C. Además, el transformador 154/66 kV de S/E Chillán se ve sobrepasado, alcanzando un porcentaje de carga del 112%.

Por otra parte, dado que en la zona de 154 kV entre Charrúa y Maule no hay cambios respecto de la topología anterior, los resultados del nivel de carga en líneas de esa zona son los mismos.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a las mismas de la topología anterior, donde el impacto es el mismo (no afecta a la línea 66 kV Charrúa - Chillán).

4.2.3 Topología 3

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,085	10,4	31%	39%	57%	88%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,086	10,5	32%	39%	58%	89%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,057	6,8	24%	26%	30%	32%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,078	8,9	35%	39%	46%	52%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,145	16,5	69%	75%	81%	85%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,053	14,3	11%	12%	13%	14%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,092	24,6	27%	34%	53%	107%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,055	14,5	16%	20%	32%	64%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRUA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0,269	68,4	79%	99%	157%	314%
	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,318	81,3	93%	117%	185%	371%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,267	69,6	33%	35%	37%	39%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,267	69,6	85%	92%	101%	107%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	74,16	25%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	32,98	55%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	32,6	54%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	16,36	22%
PARRAL 154/66KV 75MVA	65,91	88%
MONTERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	13,94	19%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	69,61	93%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	27,51	37%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	162,67	42%

De los resultados se puede observar que mejora bastante la situación entre Charrúa y Chillán 66 kV, ya que no se presentan sobrecargas, ni siquiera para una temperatura extrema de 42.5°C. En el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

Por otra parte, dado que en la zona de 154 kV entre Charrúa y Maule no hay cambios respecto de la topología anterior, los resultados del nivel de carga en líneas de esa zona son los mismos.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a las mismas de la topología anterior, donde el impacto es el mismo (no afecta a la línea 66 kV Charrúa - Chillán).

4.2.4 Topología 4

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,085	10,4	31%	39%	57%	88%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,086	10,5	32%	39%	58%	89%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,057	6,8	24%	26%	30%	32%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,078	8,9	35%	39%	46%	52%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,145	16,5	69%	75%	81%	85%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,092	24,7	19%	21%	23%	25%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,204	54	60%	75%	119%	237%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,167	45,2	49%	62%	97%	194%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,171	43,9	50%	63%	100%	200%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,245	64,2	72%	90%	143%	286%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,266	69,6	33%	35%	37%	38%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,266	69,6	84%	91%	101%	106%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	88,78	30%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	31,99	53%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	31,81	53%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	44,07	59%
PARRAL 154/66KV 75MVA	43,55	58%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	25,82	34%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	69,58	93%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	27,49	37%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	143,83	37%

Con este cambio topológico se observa que si bien baja el porcentaje de carga en la línea 154 kV Parral - Charrúa, ésta aumenta en la línea 154 kV Maule - Parral, debido a que lo que se busca en esta topología es repartir el consumo de la S/E Parral. Lo anterior permite que se pueda operar de forma segura hasta los 35°C. Por otra parte, en el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

Cabe destacar que, para que sea posible mantener la tensión en rangos aceptables, es necesario modificar el tap del transformador 154/66 kV de S/E Linares, manteniendo una tensión de 1.07 p.u. en S/E Linares 66 kV y con ello una tensión de 0.93 p.u. en S/E La Vega.

En esta topología, la contingencia de mayor impacto corresponde a la desconexión de la Central Nueva Aldea III al igual que la topología anterior, pero con un menor impacto, tal como se muestra a continuación:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,324	83,8	95%	120%	189%	378%

Se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

Sensibilidad Adicional: Central Nueva Aldea I y III a máxima capacidad

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología, pero considerando a las centrales Nueva Aldea I y III a su máxima capacidad. Lo anterior implica una generación de 14 MW para la central Nueva Aldea I y 37 MW para la central Nueva Aldea III, aumentando en 5 MW y 9 MW su generación respecto del caso base respectivamente:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,085	10,4	31%	39%	57%	88%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,086	10,5	32%	39%	58%	89%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,057	6,8	24%	26%	30%	32%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,078	8,9	35%	39%	46%	52%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,144	16,7	69%	74%	80%	84%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,092	24,7	19%	21%	23%	25%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,204	54	60%	75%	119%	237%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,167	45,2	49%	62%	97%	194%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0,171	43,9	50%	63%	100%	200%
	MONTERRICO - CHARRÚA 154KV C1	0,221	56,9	65%	82%	129%	258%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,267	69,6	33%	35%	37%	39%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,267	69,6	85%	92%	101%	107%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	88,78	30%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	31,99	53%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	31,81	53%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	44,07	59%
PARRAL 154/66KV 75MVA	43,55	58%
MONTERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	28,08	37%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	69,6	93%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	27,5	37%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	134,61	35%

Si bien mejora la situación en la línea 154 kV Charrúa - Parral, específicamente en el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico, la mejora no es suficiente como para permitir una operación sin sobrecargas a una mayor temperatura. Sin embargo, lo que sí mejora es el impacto de la desconexión de la mayor unidad de central Nueva Aldea, ya que la sobrecarga post-falla es considerablemente menor:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,294	76,2	86%	108%	171%	343%

Se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

4.2.5 Topología 5

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,085	10,4	31%	39%	57%	88%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,086	10,5	32%	39%	58%	89%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,057	6,8	24%	26%	30%	32%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,078	8,9	35%	39%	46%	52%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,145	16,5	69%	75%	81%	85%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,104	30,4	21%	23%	26%	28%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,239	63,2	70%	88%	139%	278%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,197	50,4	58%	73%	115%	229%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0,154	39,4	45%	57%	90%	179%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,157	41,3	46%	58%	91%	183%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,265	69,5	32%	34%	37%	38%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,265	69,5	84%	91%	100%	106%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	100,97	34%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	35,95	60%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	36,17	60%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	24,68	33%
PARRAL 154/66KV 75MVA	39,17	52%
MONTERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	44,31	59%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	69,49	93%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	27,44	37%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	121,79	31%

De los resultados se puede observar que con este cambio topológico se puede operar la zona 154 kV sin sobrecargas hasta los 35°C. Ya con 40°C se aprecia una sobrecarga en la línea 154 kV Maule - Parral que alcanza un 139% en su tramo más cargado. Lo más beneficioso de esta topología es que permite operar la línea 154 kV Charrúa - Parral sin sobrecargas hasta una temperatura de 40°C. Por otra parte, en el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a la desconexión de la Central Nueva Aldea III, tal como se muestra a continuación:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,223	58,8	65%	82%	130%	260%

Se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

4.2.6 Topología 6

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,2	24,5	74%	91%	134%	206%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,201	24,1	74%	92%	135%	207%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,171	20	71%	78%	90%	97%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,114	13,1	51%	57%	68%	76%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,043	5	19%	22%	26%	29%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,041	4,8	20%	21%	23%	24%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,076	20,3	16%	17%	19%	21%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,179	45,9	52%	66%	104%	208%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,138	35,6	40%	51%	80%	160%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0,078	19,7	23%	29%	45%	91%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,16	41,3	47%	59%	93%	187%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,293	76,2	86%	108%	171%	342%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,204	53,6	25%	26%	28%	30%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,204	53,6	65%	70%	77%	82%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	80,72	27%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	30,24	50%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	30,11	50%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	24,2	32%
PARRAL 154/66KV 75MVA	47,34	63%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	37,17	50%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	53,55	71%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	38,33	51%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	155	40%

De los resultados se puede observar que no existe una mejora considerable en las transferencias respecto de las topologías analizadas previamente. En la zona de 154 kV se presentan sobrecargas a los 35°C en el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico, mientras que desde los 40°C aparecen sobrecargas en la línea 66 kV Charrúa - Chillán. En el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a la desconexión no simultánea de la línea 154 kV Charrúa - Parral, el transformador 154/66 kV de S/E Charrúa o el transformador 154/66 kV de S/E Chillán. En estas condiciones se verifica que con altas demandas y temperaturas la operación enmallada produce sobrecargas post-contingencias.

4.3 Escenario 2

4.3.1 Topología 1

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,132	16,1	49%	60%	89%	136%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,133	16	49%	61%	89%	137%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,104	12,2	43%	48%	54%	59%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,117	13,6	52%	59%	69%	78%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,041	4,7	18%	21%	24%	27%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,03	8	6%	7%	8%	8%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,057	15,3	17%	21%	33%	66%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,059	15,5	17%	22%	34%	69%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,233	60,1	68%	86%	136%	272%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,285	73,6	83%	105%	166%	333%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,145	38,8	18%	19%	20%	21%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,145	38,8	46%	50%	55%	58%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	62,21	21%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	31,59	53%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	31,2	52%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	17,55	23%
PARRAL 154/66KV 75MVA	58,59	78%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	15,24	20%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	38,81	52%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	33,41	45%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	134,49	34%

Con la incorporación de los PMGD proyectados se observa una mejora tanto en las líneas de 66 kV como de 154 kV. Si bien siguen existiendo sobrecargas en la línea 154 kV Charrúa - Parral, estas se presentan a mayor temperatura (desde los 40°C).

En esta topología, la contingencia de mayor impacto corresponde a la desconexión de la Central Nueva Aldea III, ya que implica un aumento en la transferencia por el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico, tal como se muestra a continuación:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,378	97,7	110%	139%	220%	441%

Cabe destacar que esta contingencia no empeora la situación en la línea 66 kV Charrúa - Chillán. Además, se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

4.3.2 Topología 2

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,03	3,4	12%	14%	16%	17%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,028	3,2	12%	14%	17%	19%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,095	10,8	42%	48%	56%	63%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,136	15,9	65%	70%	76%	80%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,03	8	6%	7%	8%	8%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,057	15,3	17%	21%	33%	66%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,059	15,5	17%	22%	34%	69%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,234	60,2	68%	86%	136%	273%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,285	73,6	83%	105%	166%	333%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,217	57,1	27%	28%	30%	31%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,217	57,1	69%	75%	82%	87%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	62,21	21%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	31,59	53%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	31,2	52%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	17,55	23%
PARRAL 154/66KV 75MVA	58,61	78%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	15,1	20%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	57,07	76%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	20,35	27%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	135,05	35%

A diferencia del Escenario 1, con la incorporación de los PMGD en las SS/EE Quilmo y Tres Esquinas, esta topología resulta factible, en el sentido que se levantan las restricciones en los tramos 66 kV Chillán - Quilmo y Quilmo Lucero, además de desaparecer la sobrecarga en el transformador 154/66 kV de S/E Chillán (no hay sobrecargas en ningún transformador).

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a las mismas de la topología anterior, donde el impacto es el mismo (no afecta a la línea 66 kV Charrúa - Chillán).

4.3.3 Topología 3

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,023	2,8	8%	11%	15%	24%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,025	3,1	9%	11%	17%	26%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,027	3,3	11%	12%	14%	15%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,076	8,8	34%	38%	45%	50%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,117	13,7	56%	60%	65%	68%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,03	8	6%	7%	8%	8%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,057	15,3	17%	21%	33%	66%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,059	15,5	17%	22%	34%	69%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,234	60,1	68%	86%	136%	273%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,285	73,6	83%	105%	166%	333%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,204	54	25%	26%	28%	30%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,204	54	65%	70%	77%	82%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	62,21	21%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	31,59	53%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	31,2	52%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	17,55	23%
PARRAL 154/66KV 75MVA	58,61	78%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	15,15	20%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	54,02	72%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	23,16	31%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	134,74	35%

En este escenario baja el porcentaje de carga en las líneas de 66 kV y 154 kV, sin embargo, no existen mayores diferencias respecto del Escenario 1

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a las mismas de la topología anterior, donde el impacto es el mismo (no afecta a la línea 66 kV Charrúa - Chillán).

4.3.4 Topología 4

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,023	2,8	8%	11%	15%	24%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,025	3,1	9%	11%	17%	26%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,027	3,3	11%	12%	14%	15%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,076	8,8	34%	38%	45%	50%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,117	13,7	56%	60%	65%	68%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,06	16,1	12%	13%	15%	16%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,136	36	40%	50%	79%	158%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,11	28,5	32%	41%	64%	128%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,158	40,7	46%	58%	92%	184%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,234	60,7	68%	86%	136%	273%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,204	54	25%	26%	28%	30%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,204	54	65%	70%	77%	82%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	73,75	25%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	30,83	51%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	30,59	51%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	30,53	41%
PARRAL 154/66KV 75MVA	40,6	54%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	26,67	36%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	54,02	72%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	23,16	31%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	120,15	31%

La principal mejora con la incorporación de los PMGD proyectados en esta topología, respecto del Escenario 1, es que se puede operar sin sobrecargas en la línea 154 kV Maule - Parral hasta los 40°C.

Por otra parte, el porcentaje de carga post-falla con la salida de la mayor unidad de central Nueva Aldea también mejora considerablemente, tal como se muestra a continuación:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,31	80,8	91%	114%	181%	362%

4.3.5 Topología 5

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,023	2,8	8%	11%	15%	24%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,025	3,1	9%	11%	17%	26%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,027	3,3	11%	12%	14%	15%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,076	8,8	34%	38%	45%	50%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,117	13,7	56%	60%	65%	68%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,079	21,2	16%	18%	20%	21%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,162	42,9	47%	60%	94%	188%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,135	34,8	39%	50%	78%	157%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0,127	32,6	37%	47%	74%	148%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTERRICO 154KV C1	0	0	0%	0%	0%	0%
	MONTERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,158	41,7	46%	58%	92%	184%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,203	54	25%	26%	28%	29%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,203	54	64%	70%	77%	81%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	84,78	28%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	36,77	61%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	37	62%
LINARES 154/69/14,8KV 75MVA T1	35,42	47%
PARRAL 154/66KV 75MVA	32,48	43%
MONTERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	44,7	60%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	53,96	72%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	23,14	31%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	101,02	26%

Al igual que en la topología anterior, la principal mejora con la incorporación de los PMGD proyectados en esta topología, respecto del Escenario 1, es que se puede operar sin sobrecargas en la línea 154 kV Maule - Parral hasta los 40°C.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a la desconexión no simultánea de la Central Nueva Aldea III, tal como se muestra a continuación:

Desconexión central Nueva Aldea III:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,223	58,9	65%	82%	130%	260%

Se considera que la planta Nueva Aldea ha llevado sus consumos a 0 MW como medida de mitigación, con el fin minimizar el impacto de la falla.

4.3.6 Topología 6

A continuación, se muestran los resultados para este escenario y topología:

Línea	Tramo	I [kA]	S [MVA]	Cargabilidad [%]			
				Con Sol 30°C	Con Sol 35°C	Con Sol 40°C	Con Sol 42,5°C
CHARRUA - TAP SANTA CLARA	ESTRUCTURA 24 - ESTRUCTURA 47 66KV C1	0,143	17,6	53%	65%	96%	147%
TAP SANTA CLARA - LOS TILOS BULNES	ESTRUCTURA 132 - ESTRUCTURA 157 66KV C1	0,144	17,4	53%	66%	97%	148%
LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS	LOS TILOS BULNES - TAP TRES ESQUINAS 66KV C1	0,115	13,6	48%	53%	60%	65%
TAP TRES ESQUINAS - LUCERO	TAP TRES ESQUINAS - EST 788B 66KV C1	0,133	15,6	59%	67%	79%	88%
LUCERO - TAP QUILMO	TAP QUILMO - EST 788A 66KV C1	0,061	7,1	27%	31%	36%	40%
TAP QUILMO - CHILLÁN	TAP QUILMO - CHILLAN 66KV C1	0,032	3,7	15%	16%	18%	19%
ITAHUE - MAULE 154KV C1	ITAHUE - MAULE 154KV C1	0,051	13,7	10%	11%	13%	14%
MAULE - PARRAL 154KV C1	MAULE - YERBAS BUENAS 154KV C1	0,128	34	37%	47%	74%	149%
	YERBAS BUENAS - LINARES 154KV C1	0,105	27,4	31%	39%	61%	122%
	LINARES - PARRAL 154KV C1	0,073	18,7	21%	27%	42%	85%
PARRAL - CHARRÚA 154KV C1	PARRAL - MONTEERRICO 154KV C1	0,141	36,8	41%	52%	82%	165%
	MONTEERRICO - CHARRUA 154KV C1	0,244	64	71%	90%	142%	285%
CHARRUA - CHILLÁN 154KV C1	CHARRUA - TAP CHILLAN 154KV C1	0,172	45,4	21%	22%	24%	25%
	TAP CHILLAN - CHILLAN 154KV C1	0,172	45,4	55%	59%	65%	69%

Transformador	S [MVA]	Cargabilidad [%]
MAULE 220/154/24 KV 3X100 MVA T5 + Respaldo	68,03	23%
MAULE 154/69KV 60MVA T2	28,25	47%
MAULE 154/69KV 60MVA T1	28,04	47%
LINARES 154/69/14,8kv 75MVA T1	13,48	18%
PARRAL 154/66KV 75MVA	41,31	55%
MONTEERRICO 230-154/69/14.8 KV 75 MVA	30,52	41%
CHILLAN 154/66KV 75MVA 3	45,4	61%
CHARRUA TR2 154/66/13.8KV 75MVA	33,19	44%
CHARRUA TR1 220/154/13.2KV 3x130MVA + UR	129,62	33%

De los resultados se puede observar que no existe una mejora considerable en las transferencias respecto de las topologías analizadas previamente. En la zona de 154 kV se presentan sobrecargas a los 40°C en el tramo 154 kV Charrúa - Monterrico, mientras que a los 42.5°C aparecen sobrecargas en la línea 66 kV Charrúa - Chillán. En el caso de los transformadores no se aprecian sobrecargas.

En esta topología, las contingencias de mayor impacto corresponden a la desconexión no simultánea de la línea 154 kV Charrúa - Parral, el transformador 154/66 kV de S/E Charrúa o el transformador 154/66 kV de S/E Chillán. En estas condiciones se verifica que con altas demandas y temperaturas la operación enmallada produce sobrecargas post-contingencias.

5 Análisis de Resultados

A partir resultados obtenidos se puede comentar lo siguiente:

- i. En la mayoría de los escenarios y topologías analizadas, se observa una independencia en la operación de la zona de 154 kV entre las SS/EE Maule y Charrúa y la operación de la zona 154 kV entre las SS/EE Charrúa y Chillán. La única salvedad se aprecia en la topología con el enmalle total en la zona. Dicha topología no se visualiza como factible, debido a los múltiples puntos de falla que generan sobrecargas inadmisibles en el resto de las instalaciones de transmisión.
- ii. A raíz de lo anterior, las medidas operacionales o topologías a utilizar, van a depender de donde se presente el alza en la temperatura y no están condicionadas por la operación de la otra zona (entendiendo las zonas como se menciona en el párrafo anterior). En ese sentido, en el caso de la zona de Charrúa y Chillán 154 kV y 66 kV, la topología que presenta mayores beneficios corresponde al caso en que se considera la apertura de la línea 66 kV Charrúa - Chillán en la S/E Lucero, donde las SS/EE Santa Clara, Los Tilos Bulnes y Tres Esquinas quedan alimentadas de forma radial desde S/E Charrúa, mientras que las SS/EE Lucero (Larqui) y Quilmo quedan alimentadas desde S/E Chillán (Topologías 3, 4 o 5). De esta forma, independiente de si se conectan los PMGD proyectados a diciembre de 2020, se puede operar de forma segura en esa zona hasta los 42.5°C sin sobrecargar ningún tramo de la línea 66 kV Charrúa - Chillán.
- iii. Por otra parte, para el resto de la zona 154 kV (entre Charrúa y Maule), no existe una topología mejor que otra, ya que la carga al interior de la zona no puede ser repartida de forma equitativa a fin de evitar las sobrecargas a todo evento. De no existir variables críticas de forma simultánea (es decir, que exista alta demanda y temperatura de forma simultánea), conviene utilizar la **Topología 3**, ya que no requiere de ninguna maniobra adicional respecto de como se opera hoy en día. Sin embargo, de existir simultaneidad de variables críticas, las que presentan mayores beneficios corresponden a las **Topologías 4 y 5**. Dependiendo de donde exista mayor temperatura y cual sea la línea que se desea descargar, va a convenir una u otra. Ambas topologías, permiten operar al menos hasta una temperatura de 35°C de forma segura, sin sobrepasar las capacidades de transmisión de forma inadmisibles e independiente de si los PMGD proyectados se conectan en la zona. Además, en ambos casos no es necesario realizar microcortes, debido a que se pueden alcanzar abriendo y cerrando interruptores de maniobra (solo se requerirían enmalles momentáneos). La diferencia radica en la cantidad de maniobras que se deben realizar para alcanzar una u otra topología, respecto de la Topología 3 (la Topología 5 requiere más maniobras que la Topología 4).
- iv. Dado que las topologías que presentan mayores beneficios para una operación segura implican radialización, cualquier falla existente en los subsistemas que se formen va a implicar que la recuperación de los consumos va a depender de la carga de los otros subsistemas, ante la imposibilidad de enmallar o extender las radialización (anexar subestaciones en los extremos de los subsistemas). Además, a raíz de lo anterior, es importante contar con la mayor disponibilidad de centrales en la zona y en los distintos subsistemas que se generan.

6 Conclusiones

De acuerdo con el análisis presentado en esta Minuta, para la zona comprendida entre Maule y Charrúa, las topologías más favorables corresponden a la N°4 y N°5. En efecto, con las demandas consideradas, se puede operar de forma segura y sin restricciones de transmisión activas hasta las siguientes temperaturas:

	Topología 4	Topología 5
Escenario 1, Nueva Aldea III E/S	36.5°C	37°C
Escenario 1, Nueva Aldea III F/S	31.5°C	37°C
Escenario 2, Nueva Aldea III E/S	37°C	40°C
Escenario 2, Nueva Aldea III F/S	32.5°C	37.5°C

Si bien para la Topología 4, sin central Nueva Aldea III en servicio, se reduce la temperatura máxima de operación sin que se presenten sobrecargas, se puede mencionar que en dicho caso se realizan gestiones con el Centro de Control (CC) de Arauco Bioenergía S.A. para adoptar medidas de mitigación, como controlar el retiro de la Planta Nueva Aldea con generación interna.

Por otra parte, si se concreta la conexión de todos los PMGD proyectados, en el caso de la Topología 5 se observa una mejora considerable, permitiendo operar de forma segura hasta una temperatura de 40°C. Sobre los 40°C la capacidad de los conductores cae abruptamente, por lo que se requerirían medidas de mitigación en la zona abastecida desde S/E Monterrico, entre las cuales se podría optar por el despacho de la central Nueva Aldea II (turbina de 10 MW que opera con diesel).

Dado lo anterior, resulta clave contar en tiempo real con la mejor información posible tanto de la temperatura en las SS/EE de interés, como de la generación y estado de los PMGD de la zona, ya sea a través del sistema SCADA y/o por medio de la comunicación de los CC con el CDC del Coordinador.

Finalmente, es importante mencionar que los registros SCADA actuales de la demanda eléctrica de la zona en análisis, muestran valores del orden del 10% inferiores respecto de los considerados en la presente minuta, los cuales fueron obtenidos como una proyección del crecimiento de los consumos a partir de la estadística de los últimos tres veranos. Esta situación de menor demanda eléctrica en la zona, posiblemente atribuible a la condición de emergencia sanitaria vigente, permite extender hasta mayores temperaturas ambiente la utilización de la capacidad de transmisión disponible para el abastecimiento de los consumos durante el período estival. Lo anterior, sumado a las inyecciones de generación local de los PMGD proyectados para los siguientes meses.

7 Anexos

6.1 Consumos y porcentaje de crecimiento de la demanda en la zona de estudio

Subestación	Paño	Demanda Histórica		Crecimiento [%]	Demanda a utilizar	
		S [MVA]	F.p.		S [MVA]	F.p.
Los Tilos Bulnes	CT**		0,95	0,67%	3,53	0,95
Tres Esquinas	CT7**	5,40	0,95	0,67%	1,90	0,95
Tres Esquinas	CT5	8,21	0,92	0,67%	8,27	0,92
Quilmo	FT8	7,75	0,93	0,67%	7,80	0,93
Larqui	C1			N/A	3,62	0,972
Larqui	C2			N/A	5,06	0,977
Cauquenes	CT	8,87	0,98	7,57%	9,54	0,98
Cauquenes	B1	5,44	0,99	23,94%	6,74	0,99
Chacahuín	BT2	19,55	0,98	1,60%	19,86	0,98
Chillán	C2	8,42	0,93	0,67%	8,47	0,93
Chillán	C4	9,94	0,92	0,67%	10,00	0,92
Chillán	C3	6,26	0,97	0,67%	6,30	0,97
Chillán	C5	5,56	0,98	0,67%	5,60	0,98
Chillán	C6	11,67	0,99	0,67%	11,75	0,99
Chillán	C7	5,36	0,96	0,67%	5,40	0,96
Chillán	CT4	18,35	0,93	0,67%	18,47	0,93
Cocharcas	CT6	7,21	0,76	0,67%	7,25	0,76
Cocharcas	CT1*	3,30	0,96	0,67%	3,32	0,96
Constitución	BT1	16,85	0,94	0,94%	17,01	0,94
Constitución	ET2	1,09	0,92	0,00%	1,09	0,92
Hualte	CT2*	-0,61	0,37	0,67%	-0,61	0,37
Hualte	CT3*	-0,40	1,00	0,67%	-0,40	1,00
Hualte	FT1	5,57	0,95	0,67%	5,60	0,95
La Palma	BT	13,94	0,90	3,63%	14,44	0,90
Linares Norte	CT2	17,17	0,92	5,79%	18,16	0,92
Longavi	CT1*	7,17	0,80	1,56%	7,28	0,80
Maule	CT3	3,70	0,95	6,23%	3,93	0,95
Nirivilo	ET1	3,45	0,94	0,00%	3,45	0,94
Panimávida	CT1*	1,64	0,93	0,00%	1,64	0,93
Panimávida	CT2	2,80	0,92	29,29%	3,61	0,92
Parral	CT3	22,74	1,00	7,35%	24,41	1,00
Paso Hondo	CT1*	2,68	0,96	15,24%	3,09	0,96
Piduco	CT1	4,45	0,94	8,95%	4,85	0,94

Piduco	CT2	24,10	0,97	3,83%	25,02	0,97
Retiro	CT1*	-0,66	0,42	2,59%	-0,66	0,42
San Carlos	CT1*	15,10	0,93	0,63%	15,19	0,93
San Clemente	BT	8,28	0,98	0,00%	8,28	0,98
San Gregorio	CT1*	2,11	0,68	0,67%	2,12	0,68
San Gregorio	CT2*	0,69	0,48	0,67%	0,70	0,48
San Javier	ET*	3,38	0,93	21,46%	4,11	0,93
San Miguel	CT1*	15,52	0,98	7,38%	16,67	0,98
Santa Elvira	BT1	15,16	1,00	0,63%	15,25	1,00
Santa Elvira	BT2	16,77	0,99	0,63%	16,88	0,99
Talca	CT3	5,60	0,97	0,00%	5,60	0,97
Talca	CT1	14,81	1,00	0,00%	14,81	1,00
Talca	CT2	22,80	0,95	7,27%	24,45	0,95
Talca	CT4	17,59	0,95	6,47%	18,72	0,95
Villa Alegre	CT1	4,40	0,97	15,81%	5,09	0,97
Yerbas Buenas	CT1	12,12	0,96	4,60%	12,68	0,96

* Demanda incluye el efecto de los PMGD previos a febrero de 2020.

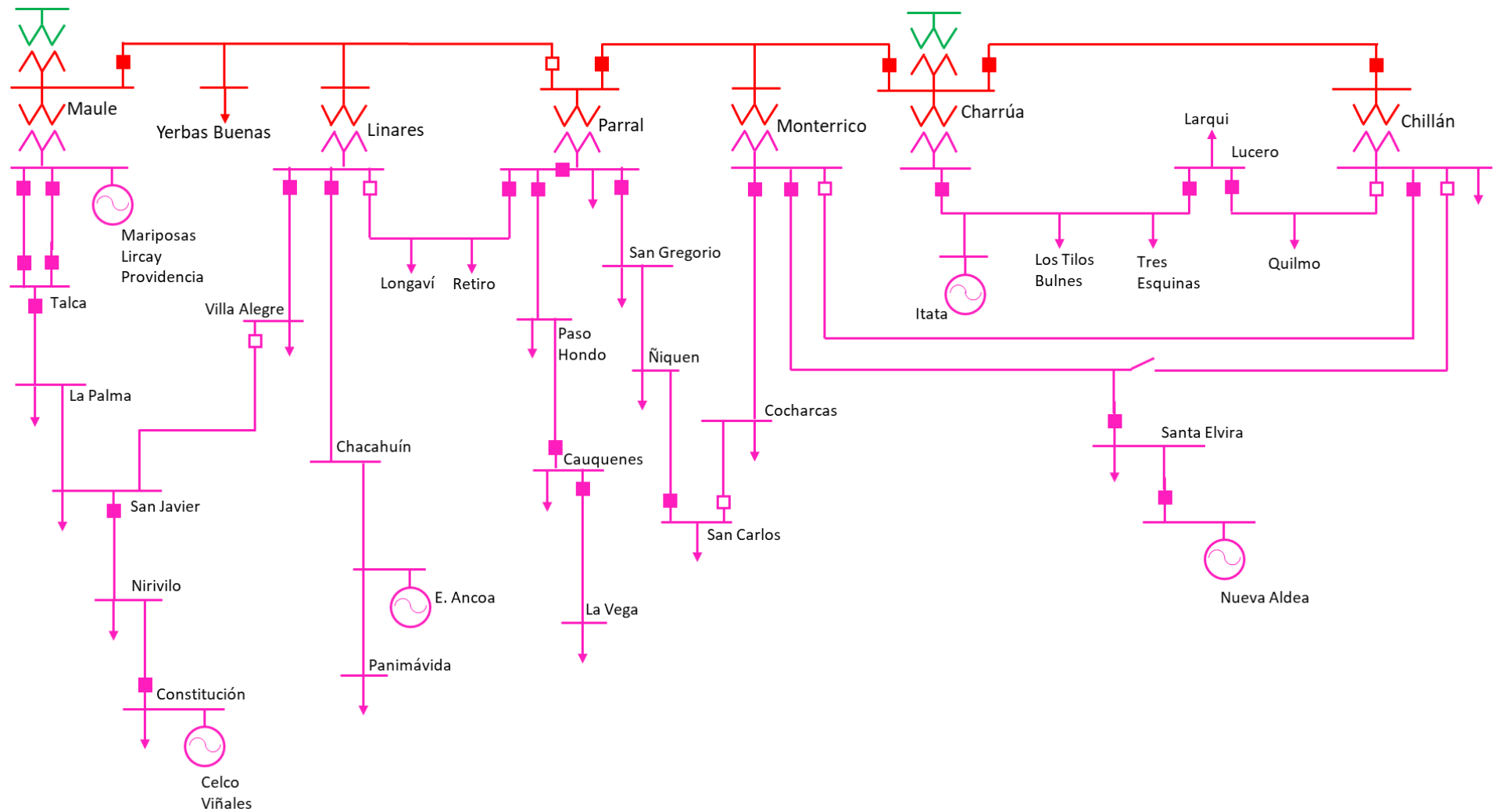
**Demanda del paño CT7 se distribuye entre la S/E Tres Esquinas y la nueva S/E Los Tilos Bulnes.

6.2 Generación de la zona de estudio

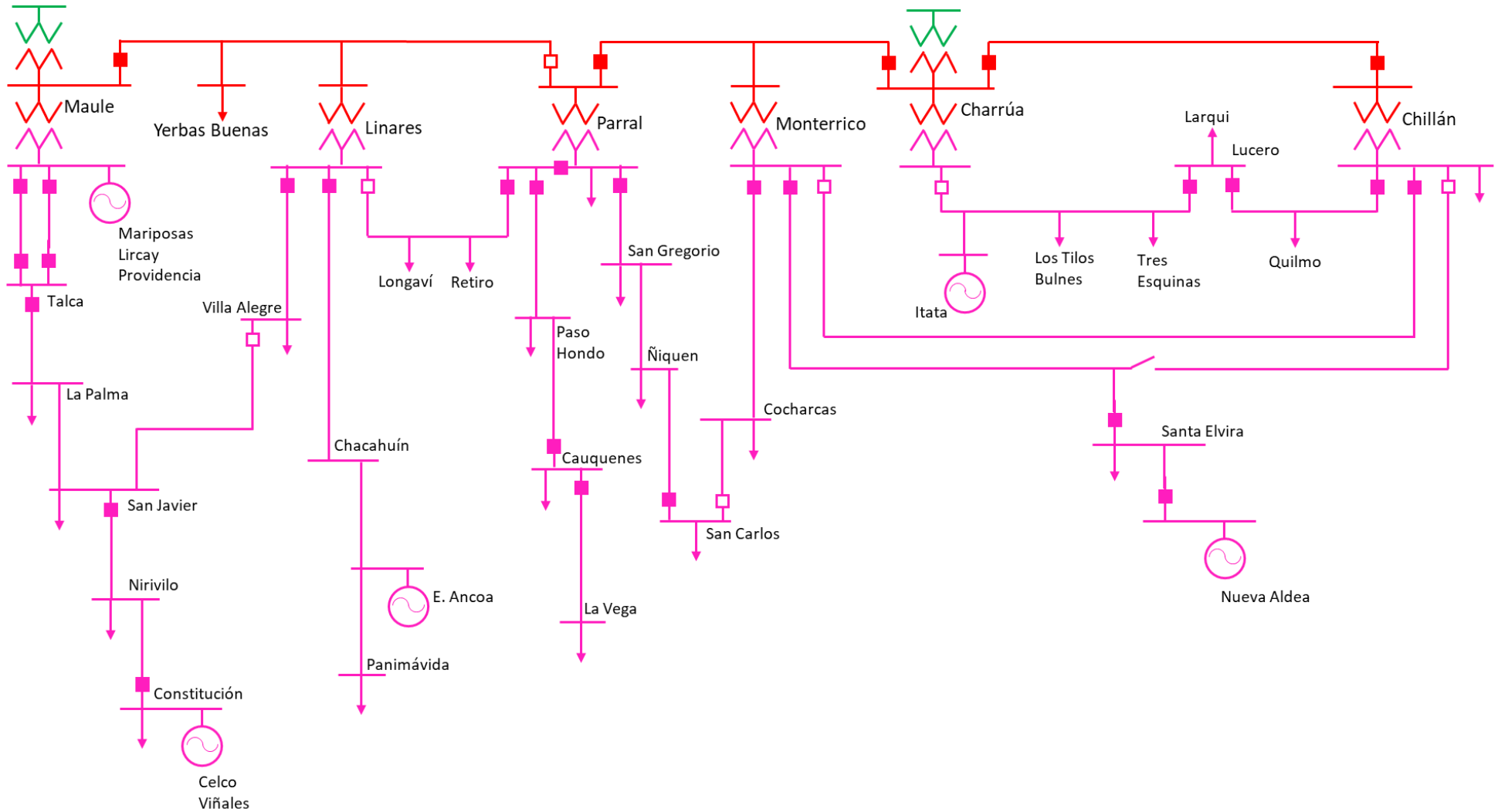
Central	Generación [MW]
Curillínque	57
Ojos de Agua	6
Cipreses	30
Isla	49
Lircay	17
Mariposas	2
Maule	0
Providencia	1
San Ignacio	2
Embalse Ancoa	20
Constitución	0
Celco	6
Viñales	29
Itata	0
Nueva Aldea I	5
Nueva Aldea II	0
Nueva Aldea III	32

6.3 Topologías

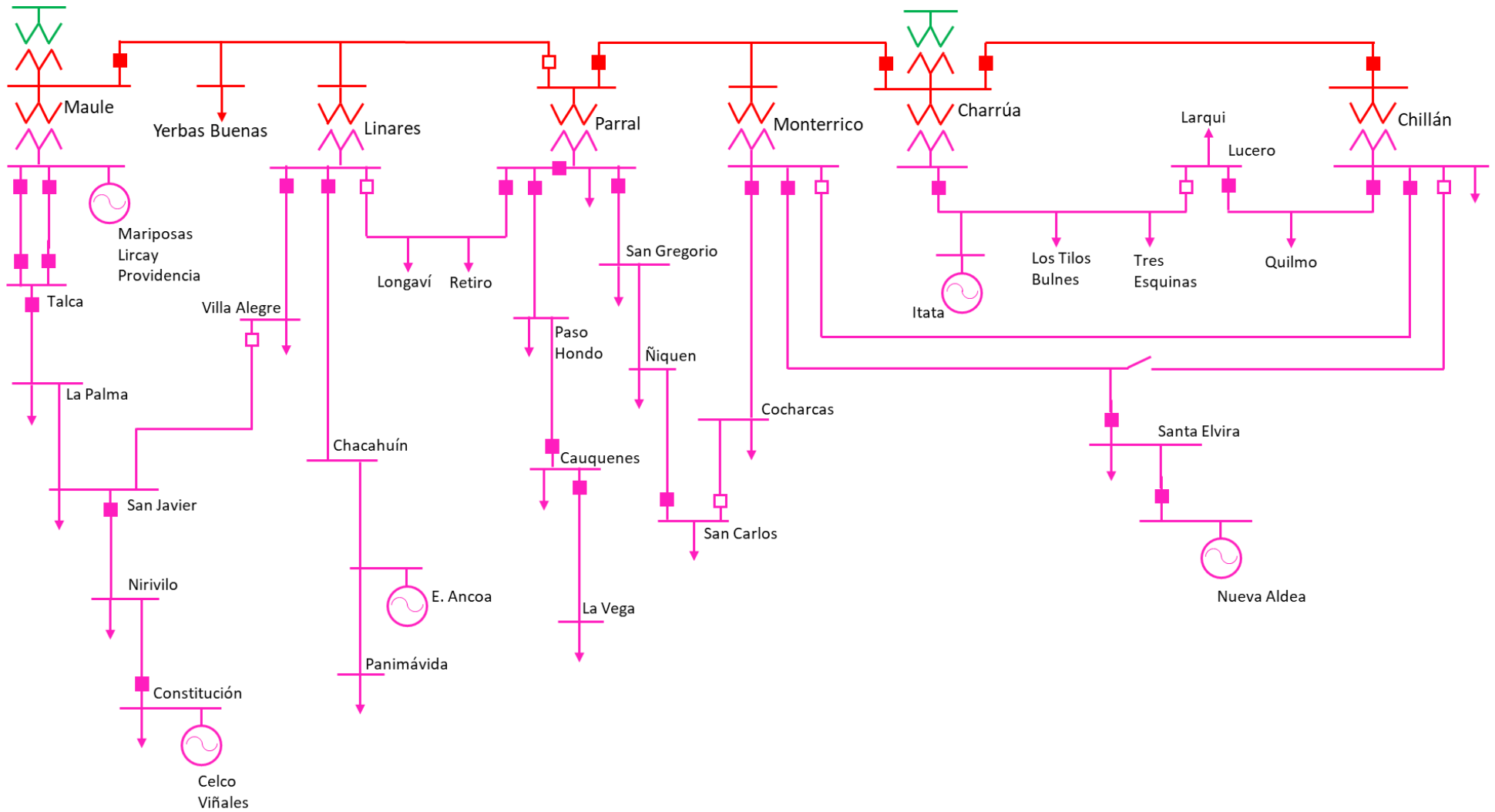
6.3.1 Topología 1



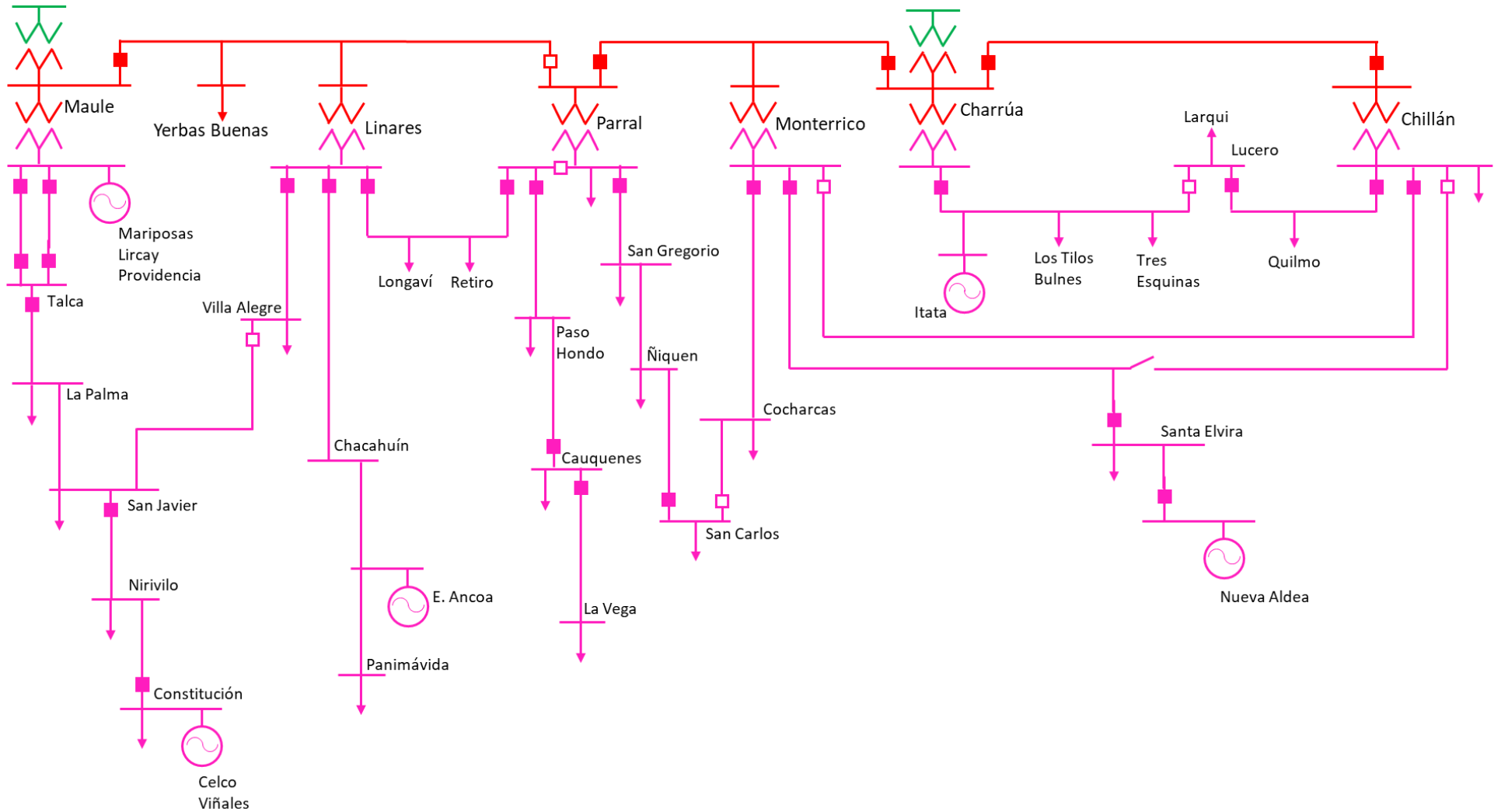
6.3.1 Topología 2



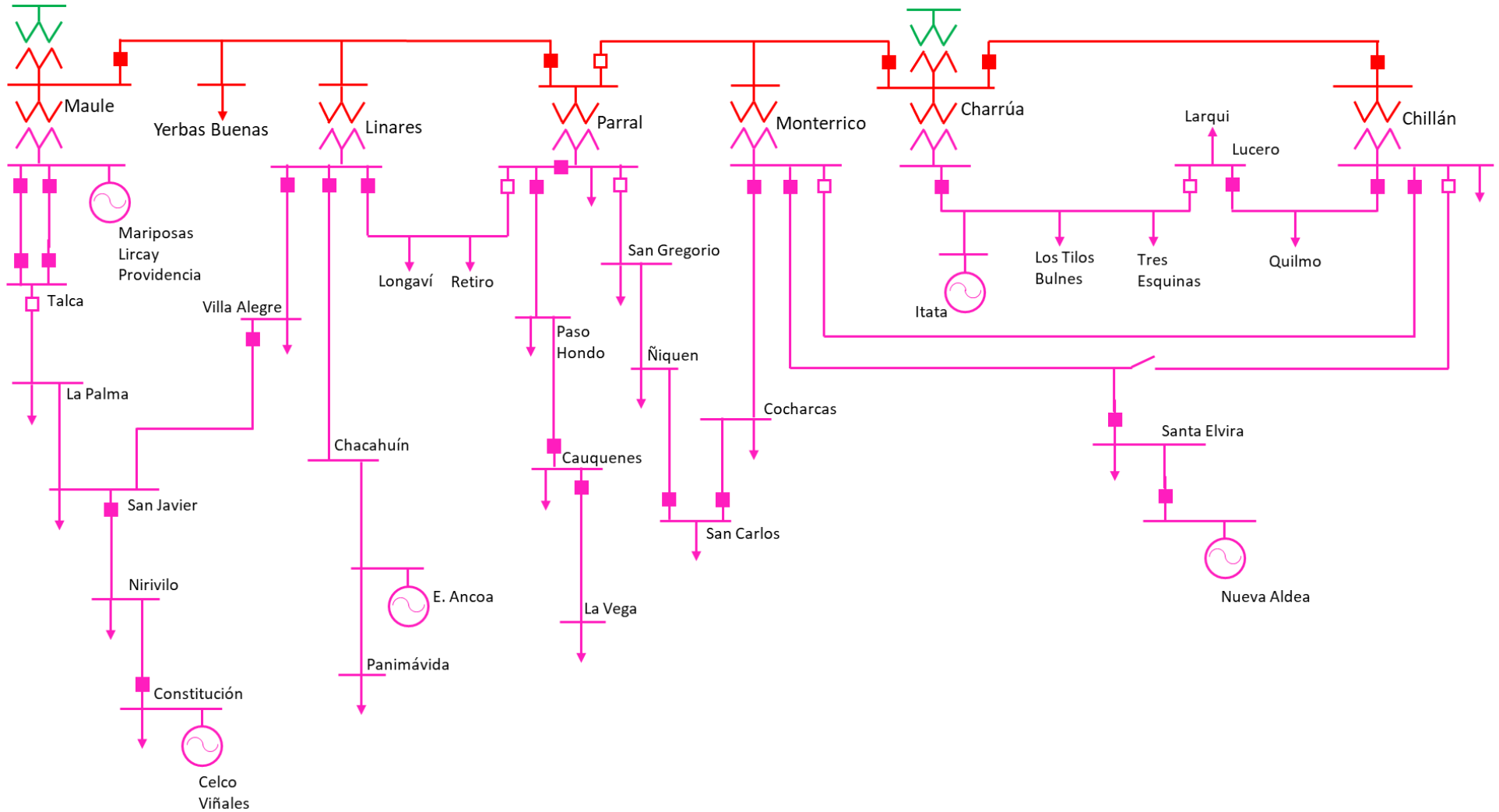
6.3.1 Topología 3



6.3.1 Topología 4



6.3.1 Topología 5



6.3.1 Topología 6

