

Minuta DAOP N° 03/2021

Control de transferencias en la línea 2x220 kV
Frutillar Norte - Puerto Montt



Índice

1	Introducción	3
2	Antecedentes	3
3	Análisis y Resultados	5
4	Conclusiones	6

Minuta DAOP N° 03/2021

Control de transferencias en la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt

1 Introducción

El presente documento muestra los resultados de un análisis de operación orientado a determinar las máximas transferencias de potencia en la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, en el sentido norte → sur, las cuales podrían condicionar el uso de los recursos asociados a la reserva operativa de la central Canutillar, definida conforme a lo establecido en el Decreto N°51, publicado el 18 de agosto de 2021. Lo anterior, resulta de especial relevancia en la zona sur del SEN, para efectos de las condiciones de seguridad y restricciones de transmisión que deberán aplicarse ante las próximas desconexiones programadas, derivadas de obras de ampliación en construcción.

2 Antecedentes

En conformidad con lo establecido en la Resolución Exenta N°293-2018, publicada el 8 de noviembre de 2018, del Ministerio de Energía, que fija obras de ampliación de los sistemas de transmisión nacional y zonal que deben iniciar su proceso de licitación en los doce meses siguientes, correspondientes al plan de expansión del año 2017, se encuentran definidas las siguientes obras que requieren desconexiones prolongadas del sistema de transmisión de la zona sur del SEN:

- Aumento de capacidad de la línea 2x220 kV Nueva Puerto Montt (Tineo) - Puerto Montt y Ampliación de S/E Puerto Montt.
- Aumento de capacidad de la línea 2x220 kV Cautín - Río Toltén - Ciruelos.

Las fechas de ejecución de ambas obras y sus plazos han sido programados de la siguiente manera, de acuerdo con las instalaciones que se desean desconectar:

Tabla 1. Desconexiones requeridas para la ejecución de la obra: Aumento de capacidad de la línea 2x220 kV Nueva Puerto Montt (Tineo) - Puerto Montt y Ampliación de S/E Puerto Montt.

Desconexión de los circuitos de la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt		
Reemplazo de conductor en los tramos de línea	Fecha de Inicio	Fecha de Término
Tramo E582N – E587, C2	25-11-2021	29-11-2021
Tramo E587 – E601, C2	02-12-2021	08-12-2021
Tramo E601 – E608, C2	11-12-2021	16-12-2021
Tramo E608 – E621, C2	03-01-2022	09-01-2022
Tramo E621 – E636, C2	12-01-2022	18-01-2022
Tramo E636 – E646, C2	21-01-2022	27-01-2022
Tramo E571N – E586, C1	26-02-2022	04-03-2022
Tramo E612 – E627, C1	08-03-2022	14-03-2022
Tramo E586 – E599, C1	18-03-2022	24-03-2022
Tramo E627 – E635, C1	28-03-2022	03-04-2022
Tramo E599 – E612, C1	07-04-2022	13-04-2022
Tramo E635 – E646, C1	17-04-2022	23-04-2022

Tabla 2. Desconexiones requeridas para la ejecución de la obra: Aumento de capacidad de las líneas 2x220 kV Cautín - Río Toltén y Río Toltén - Ciruelos.

Desconexión de los circuitos de la línea 2x220 kV Río Toltén - Ciruelos		
Reemplazo de conductor en los tramos de línea	Fecha de Inicio	Fecha de Término
Tramo T362 – T334, C2	02-06-2022	08-06-2022
Tramo T362 – T334, C1	16-06-2022	22-06-2022
Tramo T334 – T309, C2	30-06-2022	06-07-2022
Tramo T334 – T309, C1	14-07-2022	20-07-2022
Tramo T309 – T268, C2	28-07-2022	03-08-2022
Tramo T309 – T268, C1	11-08-2022	17-08-2022
Tramo T268 – T231, C2	25-08-2022	31-08-2022
Tramo T268 – T231, C1	08-09-2022	14-09-2022
Tramo T231 – T190, C2	22-09-2022	28-09-2022
Tramo T231 – T190, C1	06-10-2022	12-10-2022
Tramo T190 – T144, C2	20-10-2022	26-10-2022
Tramo T190 – T144, C1	03-11-2022	09-11-2022
Tramo T144 – T121, C2	17-11-2022	23-11-2022
Tramo T144 – T121, C1	01-12-2022	07-12-2022
Tramo T121 – T101, C2	15-12-2022	21-12-2022
Tramo T121 – T101, C1	29-12-2022	04-01-2023
Desconexión de los circuitos de la línea 2x220 kV Cautín - Río Toltén		
Reemplazo de conductor en los tramos de línea	Fecha de Inicio	Fecha de Término
Tramo T100 – T80, C2	12-01-2023	18-01-2023
Tramo T100 – T80, C1	26-01-2023	02-02-2023
Tramo T80 – T56, C2	18-05-2023	24-05-2023
Tramo T80 – T56, C1	01-06-2023	07-06-2023
Tramo T56 – T25, C2	15-06-2023	21-06-2023
Tramo T56 – T25, C1	29-06-2023	05-07-2023
Tramo T25 – T10A, C1	03-08-2023	09-08-2023
Tramo T25 – T10A, C2	07-09-2023	13-09-2023

Las fechas y plazos indicados en las tablas anteriores toman en consideración lo siguiente:

- No se autorizan trabajos en fechas correspondientes a los próximos períodos electorarios. En particular, las elecciones presidenciales programadas para el día 21 de noviembre y la eventual segunda vuelta del día 19 de diciembre de 2021.
- Período de cada desconexión no superior a 7 días seguidos, con la finalidad de evaluar caso a caso su continuidad en función de los análisis semanales de las condiciones de operación en la zona.
- Disponibilidad de los recursos materiales para concretar el reemplazo de conductor, cuyos insumos ya están establecidos en sitio para la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, no así aún para las líneas 2x220 kV Cautín - Río Toltén y Río Toltén - Ciruelos.
- Plazos de desconexión de los circuitos entre una línea de transmisión y otra, tomando en cuenta que ambas obras deben estar finalizadas a más tardar el mes de diciembre de 2023.
- Para el caso de las líneas 2x220 kV Cautín - Río Toltén y Río Toltén - Ciruelos, se prioriza el refuerzo de los conductores de la línea 2x220 kV Río Toltén - Ciruelos con el propósito de liberar la restricción impuesta por los conductores del tramo Estructura 270 - Ciruelos.

- Todas las fechas anteriores corresponden a la mejor estimación recibida de parte del desarrollador de estos proyectos, sin estar exentas a una reprogramación por condiciones sistémicas del SEN.

Por otra parte, las capacidades de diseño de los circuitos de la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt corresponden a las siguientes:

Tabla 3. Capacidades de diseño de la línea de transmisión 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, según información publicada en la base de datos de información técnica vigente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>.

Línea	Límite	Capacidad térmica sin efecto sol [MVA]				Capacidad térmica con efecto sol [MVA]				Capacidad TT/CC [MVA] (*)	
		10°C	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C	30°C	Valor	Extremo
Frutillar Norte - Puerto Montt 2x220 kV, C1	Permanente	301	282	261	239	245	221	195	163	183	Puerto Montt
	15 minutos	350	323	295	263	295	264	229	187		
Frutillar Norte - Puerto Montt 2x220 kV, C2	Permanente	222	208	193	177	184	167	147	124	183	Puerto Montt
	15 minutos	244	227	208	188	206	185	162	135		

(*) Incluye el 20% de sobrecarga permanente.

La tabla anterior muestra que, para temperaturas ambiente mayores a 20°C con sol, la limitación de la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt es impuesta por la capacidad de sus conductores, en cambio para temperaturas ambiente menores o iguales a 20°C con sol, la limitación es impuesta por la capacidad de los TT/CC del extremo Puerto Montt.

Es importante destacar que, luego de finalizadas las obras del proyecto “Aumento de capacidad de la línea 2x220 kV Nueva Puerto Montt (Tineo) - Puerto Montt y Ampliación de S/E Puerto Montt”, la capacidad de los conductores de la actual línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, en el tramo Tineo (Nueva Puerto Montt) - Puerto Montt, será de al menos 420 MVA para 35°C con presencia de sol, con TT/CC de 549 MVA de capacidad de sobrecarga de corta duración.

3 Análisis y Resultados

Se evaluaron las limitaciones de transmisión operacionales de las instalaciones de 220 kV entre las SS/EE Rahue y Puerto Montt, en escenarios donde la transferencia de potencia ocurre en el sentido norte → sur (hacia S/E Puerto Montt). En este contexto y considerando los resultados de la programación de la operación, que determinan un menor despacho de la central Canutillar, con la finalidad de contribuir al almacenamiento de agua en esta central, previo a las desconexiones descritas en las tablas 1 y 2, se analizaron 2 casos: uno de ellos manteniendo en servicio a una unidad de central Canutillar y otro con las dos unidades de central Canutillar fuera de servicio, estando en ambos casos conectado el equipo CER de S/E Puerto Montt y el doble vínculo de 220 kV desde la S/E Cautín al sur.

Se realizaron simulaciones estáticas y dinámicas frente a contingencias simples, tanto en uno de los circuitos de la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, como en una unidad de central Canutillar (cuando está en servicio) y en el equipo CER de S/E Puerto Montt.

Se evaluaron las variables de tensión en barras, excursión angular de generadores síncronos, frecuencia eléctrica y amortiguamiento en líneas de transmisión, resultando la contingencia más crítica la falla y desconexión intempestiva del equipo CER de S/E Puerto Montt para la obtención de los resultados.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se resumen a continuación los resultados obtenidos:

Tabla 4. Máximas transferencias operacionales en la línea 2x220 kV Frutillar Norte – Puerto Montt, previo a las desconexiones descritas en las tablas 1 y 2, en el sentido norte → sur.

Línea 2x220 kV	Límite Operacional [MVA]	Condición
Frutillar Norte → Puerto Montt	Mín capacidad (TT/CC y conductor) (*)	Prefalla con 1 unidad de Canutillar y CER E/S
	135 (**)	Prefalla con central Canutillar F/S y CER E/S

(*) Por ejemplo, para una temperatura ambiente de 25°C con sol, el límite corresponde a 162 MVA.

(**) Valor obtenido por restricciones en la regulación de tensión post falla en las barras remotas a S/E Puerto Montt, por estándar normativo.

Es importante mencionar que en el primer escenario la central Canutillar se consideró a mínimo técnico, con la finalidad de reducir su generación y minimizar el uso de la reserva operativa en su embalse. A su vez, en el segundo escenario, con la central Canutillar fuera de servicio, los resultados no dependen del número de unidades eólicas o motores diesel conectados aguas abajo de S/E Melipulli, sino más bien del control de tensión otorgado por los nodos PV conectados a S/E Puerto Montt.

Por su parte, para los escenarios en donde se encuentre en desarrollo el reemplazo de conductores de alguno de los tramos de línea, ya sea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, Cautín - Río Toltén o Río Toltén - Ciruelos, se aplicará en el circuito paralelo respectivo un control de transferencia cercano a cero (del orden de +/- 10 MW) y se mantendrá en servicio al menos una unidad de central Canutillar con la capacidad de regular frecuencia eléctrica, como medida de seguridad en caso de contingencia simple del circuito paralelo que está en servicio, con el propósito de preservar la seguridad del subsistema en isla, que se conformaría al sur del tramo que tendrá un circuito desconectado.

4 Conclusiones

Esta minuta ha presentado los resultados de un análisis operacional para verificar las máximas transferencias de potencia en la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, en el sentido norte → sur, las cuales podrían condicionar el uso de los recursos asociados a la reserva operativa de la central Canutillar, definida conforme a lo establecido en el Decreto N°51, publicado el 18 de agosto de 2021. Lo anterior, resulta de especial relevancia en la zona sur del SEN, para efectos de las condiciones de seguridad y restricciones de transmisión que deberán aplicarse ante las próximas desconexiones programadas, derivadas de obras de ampliación en construcción.

En función de los escenarios analizados, para condiciones normales de operación, **sin que se encuentren en desarrollo las desconexiones parciales de los circuitos de las líneas 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, Cautín - Río Toltén o Río Toltén - Ciruelos**, que comenzarán hacia fines de noviembre de 2021, se determinó operar la línea 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt aplicando el siguiente control de sus transferencias:

- Línea Frutillar Norte - Puerto Montt 2x220 kV, extremo Puerto Montt (flujos hacia Puerto Montt):

Estado de las obras de ampliación	Nodos PV en S/E Puerto Montt	Límite Operacional [MVA]
Previo al refuerzo de conductores del tramo 2x220 kV Tineo - Puerto Montt y reemplazo TT/CC extremo Puerto Montt	<u>Al menos:</u> <ul style="list-style-type: none"> • 1 unidad de central Canutillar sincronizada • CER de Puerto Montt E/S 	<ul style="list-style-type: none"> • Mínima capacidad entre TT/CC y conductor (*)
	<u>Al menos:</u> <ul style="list-style-type: none"> • CER de Puerto Montt E/S (Central Canutillar F/S) 	<ul style="list-style-type: none"> • 135
Posterior al refuerzo de conductores del tramo 2x220 kV Tineo - Puerto Montt y reemplazo TT/CC extremo Puerto Montt	<u>Al menos:</u> <ul style="list-style-type: none"> • 1 unidad de central Canutillar sincronizada • CER de Puerto Montt E/S 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad del conductor tramo Frutillar Norte - Tineo (**) • Sin restricciones para abastecer la carga conectada desde S/E Puerto Montt al sur (***)
	<u>Al menos:</u> <ul style="list-style-type: none"> • CER de Puerto Montt E/S (Central Canutillar F/S) 	<ul style="list-style-type: none"> • 135 (**) • Sin restricciones para abastecer la carga conectada desde S/E Puerto Montt al sur (***)

(*) Ver tabla 3.

(**) En caso de que NO se encuentre en servicio la nueva línea 2x220 kV Nueva Pichirropulli - Tineo. Ver tabla 3.

(***) En caso de que SÍ se encuentre en servicio la nueva línea 2x220 kV Nueva Pichirropulli - Tineo.

Por su parte, para condiciones de operación **en que se encuentren en desarrollo las desconexiones parciales de los circuitos de las líneas 2x220 kV Frutillar Norte - Puerto Montt, Cautín - Río Toltén o Río Toltén - Ciruelos**, se aplicará en el circuito paralelo respectivo un control de transferencia cercano a cero (en la práctica se ha utilizado +/- 10 MW) y se mantendrá en servicio al menos una unidad de central Canutillar con la capacidad de regular frecuencia eléctrica, como medida de seguridad en caso de contingencia simple en dicho vínculo paralelo, con el propósito de preservar la seguridad del subsistema en isla que se conformaría al sur del tramo que tendrá un circuito desconectado.