



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE  
LINE SWITCHING EN EL SISTEMA ELÉCTRICO  
CHILENO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL ELECTRICO**

**RICARDO ANDRÉS HUNT PENNA**

**PROFESOR GUÍA  
RODRIGO MORENO VIEYRA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
EDUARDO PEREIRA BONVALLET  
FRANCISCO MUÑOZ ESPINOZA**

**SANTIAGO DE CHILE  
AÑO 2017**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA  
POR: RICARDO ANDRÉS HUNT PENNA  
FECHA: AÑO 2017  
PROF. GUÍA: RODRIGO MORENO VIERA

## ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE LINE SWITCHING EN EL SISTEMA ELÉCTRICO CHILENO

El presente trabajo de memoria se centra en los beneficios económicos asociado al control topológico de la red de transmisión nacional. Para esto se propone un modelo de programación matemática que co-optimiza el despacho de generación con la topología del sistema (conocido en inglés como el problema de Transmission Switching) mediante una representación lineal entera mixto (MILP por su nombre en inglés de Mixed Integer Lineal Program). Además, se propone un algoritmo de solución mediante una técnica de descomposición que separa el sistema en una cantidad determinada de zonas, que se optimizan por separado y de forma iterativa.

La metodología propuesta se aplica en el sistema eléctrico chileno proyectado para el año 2025. El objetivo es analizar las mejoras producidas por los cambios topológicos en la operación del sistema, en especial en términos de costos, vertimiento de generación renovable (solar y eólico) y emisión de CO<sub>2</sub>. Para esto se comparan soluciones de dos corridas: con y sin control topológico (donde el resto de los parámetros y restricciones se mantienen sin alterar).

Los resultados de este trabajo demuestran que el control topológico presenta grandes ahorros en términos de costos (hasta un 7%) y en términos de vertimiento (hasta casi un 100%) para los ejemplos estudiados. Una conclusión de particular interés para operadores y reguladores es que varios tramos de transmisión local/subtransmisión (especialmente en la zona de la Región Metropolitana) podrían operar "abiertos" para algunas condiciones de operación con el fin de: (i) aumentar la transferencia de energía por el sistema nacional/troncal y (ii) permitir un despacho más económico de la generación hidráulica dentro de la Región Metropolitana.

*Esta memoria está dedicada a todas las personas que me apoyaron a lo largo de estos largos años de estudio, familia, amigos, compañeros profesores.*

*Por otro lado, quisiera agradecerle a mi familia todo el apoyo que me ha brindado en todo este tiempo, y a mis amigos por estar en las buenas y las malas conmigo. También agradecer en particular a Valentina Gómez por su ayuda incondicional en sacar adelante esta memoria.*

*Gracias totales.*

## Tabla de Contenido

1	Introducción .....	1
1.1	Motivación .....	1
1.2	Alcance.....	2
1.3	Objetivos .....	3
1.3.1	Objetivo General.....	3
1.3.2	Objetivos Específicos .....	3
1.4	Estructura .....	4
2	Marco Teórico .....	6
2.1	Lineswitching y su impacto en la operación del sistema. ....	6
2.2	Aplicaciones .....	8
2.2.1	Método para minimizar costos del sistema .....	8
2.2.2	Método correctivo en contingencias.....	11
2.2.3	Minimización perdidas.....	11
2.2.4	Lineswitching y confiabilidad .....	11
2.3	Requerimientos CPU del método .....	13
2.4	Esquema organizacional sistema eléctrico chileno .....	16
3	Modelo Utilizado .....	19
4	Metodología propuesta .....	23
4.1	Software propuesto .....	23
4.2	Método para utilización del modelo.....	23
4.3	Información modelo SIC-SING.....	24
4.3.1	Barras del Sistema .....	24
4.3.2	Demanda del Sistema.....	24
4.3.3	Factores de Generación.....	25
4.3.4	Generadores del Sistema .....	26
4.3.5	Tramos del Sistema.....	29
4.3.6	Adaptación Sub-transmisión y transmisión adicional (STx y ATx) .....	29

4.3.7	Trabajo utilizado del Centro de Energía.....	32
4.4	Esquema de la metodología utilizada .....	34
5	Resultados Simulaciones.....	36
5.1	Análisis por condiciones de operación .....	36
5.1.1	Condición de operación con mayor ahorro nominal .....	36
5.1.2	Condición de operación con un mayor ahorro porcentual .....	46
5.2	Ahorro Anual del método y análisis vertimiento ERNC.....	53
5.2.1	Ahorro del método .....	53
5.2.2	Ahorro en un caso con doble penetración de energías ERNC (viento y sol) 53	
5.2.3	Vertimiento ERNC (Eólico y Solar).....	55
5.2.4	Emisiones.....	60
5.3	Análisis tiempo de ejecución del método y eficacia.....	61
5.4	Comparación entre los métodos.....	64
6	Conclusiones y trabajos futuros.....	66
6.1	Conclusiones .....	66
6.2	Propuestas de trabajos futuros .....	67
7	Bibliografía .....	68
A.	Anexos .....	70
1.	Barras del sistema .....	70
2.	Demanda condiciones de operación.....	75
3.	Duración de condiciones de operación .....	91
4.	Factores de condiciones de operación por tecnología.....	91
➤	Factores Térmicos constantes.....	91
➤	Perfil Solar .....	92
➤	Perfiles eólicos.....	92
➤	Perfiles hidráulicos.....	94
5.	Centrales.....	97
➤	ERNC (eólicas y solares).....	97
➤	Centrales Hidráulicas .....	100
➤	Centrales Térmicas .....	104
6.	Líneas y transformadores .....	110
B.	Anexo Soluciones.....	120

1. Líneas desconectadas según condición de operación .....	120
--	-----

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Ejemplo sistema de 3 barras [11] .....	7
Figura 2.2 Soluciones Factibles [11] .....	8
Figura 2.3 Análisis de Participantes de Mercado, según cantidad de líneas abiertas J. [9] .....	10
Figura 2.4 Costos Marginales de algunas barras para distinta cantidad de líneas abiertas J. [9].....	10
Figura 2.5 Ejemplo mejora de confiabilidad [11].....	12
Figura 2.6 Tiempo de resolución CPU para distinta cantidad de switches J. ....	15
Figura 2.7 Esquema de operación sistema eléctrico chileno [20] .....	16
Figura 2.8 Estructura mercado eléctrico chileno [20].....	18
Figura 4.1 Porcentaje de potencia instalada con respecto al total instalado .....	28
Figura 4.2 Potencia instalada con respecto a los distintos tipos de generación .....	28
Figura 4.3 Ejemplo kmeans de mathworks .....	33
Figura 4.4 Esquema de la metodología utilizada .....	34
Figura 5.1 Resultado abriendo una línea .....	40
Figura 5.2 Resultados cerrando una línea de la topología óptima.....	40
Figura 5.3 Diagrama simplificado de la zona sur del SING.....	42
Figura 5.4 Diagrama de parte de la zona sur del SING, líneas abiertas: "Antofagasta 110->Capricornio 110" y "La Negra 110->Alto Norte 110" .....	44
Figura 5.5 lineswitching "Antofagasta 110->Capricornio 110" y "La Negra 110->Alto Norte 110" .....	45
Figura 5.6 Esquema de solución en la Región Metropolitana de Santiago .....	49
Figura 5.7 Esquema de la solución de linswitching en la R.M, condición de operación 35 hidrología húmeda .....	51
Figura 5.8 Vertimiento ERNC (eólico y solar) en el SIC. ....	56
Figura 5.9 Porcentaje de condiciones de operación resueltas en S segundos .....	64

## Índice de Tablas

Tabla 2.1 Información de generadores.....	12
Tabla 2.2 Información de Líneas. ....	13
Tabla 2.3 Caso 1, Despacho óptimo sin posibilidad de lineswitching .....	13
Tabla 2.4 Caso 2, Despacho óptimo con posibilidad de lineswitching, saca Linea A-C. ....	13

Tabla 2.5 Tiempos de CPU según tamaño de sistema [10] .....	14
Tabla 2.6 Resumen métodos de disminución de requerimientos CPU.....	15
Tabla 4.1 División de Zonas y cantidad de líneas por zona. ....	24
Tabla 4.2 Demandas totales del sistema según condición de operación en MW .....	25
Tabla 4.3 Factores de planta máximo ERNC.....	26
Tabla 4.4 Factores de planta máximo por zonas eólicas .....	26
Tabla 4.5 Potencia instalada por tecnologías y porcentajes.....	27
Tabla 4.6 Valor de líneas promedio normalizada, en \$US por zona y nivel de voltaje .....	30
Tabla 4.7 Valor de transformadores promedio normalizada, en \$US por zona y según tipo.....	30
Tabla 5.1 Totales disponibles de cada tecnología de generación y los resultados de la condición de operación 4 con y sin posibilidad de cambios topológicos.....	37
Tabla 5.2 Cambio del punto de operación en centrales. ....	38
Tabla 5.3 Líneas desconectadas.....	39
Tabla 5.4 Resumen pruebas realizadas en US\$ .....	39
Tabla 5.5 Líneas saturadas, condición de operación 4, Hidrología seca .....	43
Tabla 5.6 Ejemplo línea "Kapatun 220->O'higgins 220" puesta en servicio con respecto a topología óptima imponiendo generación de central Bolero. ....	43
Tabla 5.7 Totales disponibles de cada tecnología de generación y los resultados de condición de operación 38 con y sin LS, hidrología húmeda.....	47
Tabla 5.8 Líneas abiertas en la condición de operación 38 hidrología húmeda.....	48
Tabla 5.9 Líneas saturadas con su porcentaje de saturación en el caso base y en el caso con LS.....	48
Tabla 5.10 Generación por Zonas, en MW .....	50
Tabla 5.11 Líneas desconectadas en Región Metropolitana. ....	51
Tabla 5.12 Generación por Zonas, condición de operación 35 hidrología húmeda. .	52
Tabla 5.13 Costo operacional por zonas .....	52
Tabla 5.14 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías. ....	53
Tabla 5.15 Información SEA [21].....	54
Tabla 5.16 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías, doble penetración ERNC .....	54
Tabla 5.17 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías, doble penetración ERNC, con adaptación STx y ATx doble ERNC.....	55
Tabla 5.18 Total disponible caso base.....	56
Tabla 5.19 Vertimiento sin LS caso Base en MWh .....	57
Tabla 5.20 Vertimiento con LS caso Base en MWh .....	57
Tabla 5.21 Reducción porcentual del vertimiento debido al LS en MWh, caso base	57
Tabla 5.22 Centrales solares con energía vertida.....	58
Tabla 5.23 Resumen de las centrales que vierten energía eólica. ....	58
Tabla 5.24 Líneas desconectadas, condición de operación 35 hidrología Húmeda ..	59
Tabla 5.25 Vertimiento sin LS caso doble penetración ERNC (eólica solar) en MWh .....	60

Tabla 5.26 Vertimiento con LS caso doble penetración ERNC (eólica solar) en MWh .....	60
Tabla 5.27 Reducción porcentual del vertimiento debido al LS en MWh, caso x2 ERNC .....	60
Tabla 5.28 Diferencia entre emisiones con y sin LS en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente según el sistema GEI .....	61
Tabla 5.29 Resultados del método vs problema completo .....	62
Tabla 5.30 tiempos de solución, estadísticos de las soluciones en segundos.....	63
Tabla 5.31 Contraste método de zonas vs optimización completa.....	65
Tabla A.1 Barras del sistema por zonas y tipo .....	70
Tabla A.2 Demanda total del sistema por condiciones de operación en MW (anexo) .....	75
Tabla A.3 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de verano en MW .....	75
Tabla A.4 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de otoño en MW .....	79
Tabla A.5 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de invierno en MW.....	83
Tabla A.6 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de primavera en MW.....	87
Tabla A.7 Duración condiciones de operación en Horas.....	91
Tabla A.8 Factores de centrales térmicas según tipo de tecnología .....	91
Tabla A.9 Perfil solar.....	92
Tabla A.10 Perfil eólico extremo Norte .....	92
Tabla A.11 Perfil eólico zona Norte y centro .....	93
Tabla A.12 Perfil eólico zona sur .....	93
Tabla A.13 Tabla de factores según estación, hidrología y tipo de tecnología de las barras con generadores cercanos.....	94
Tabla A.14 Centrales Solares .....	97
Tabla A.15 Centrales Eólicas .....	99
Tabla A.16 Centrales de Embalse.....	100
Tabla A.17 Centrales Serie.....	100
Tabla A.18 Centrales de Pasada.....	101
Tabla A.19 Centrales Termicas .....	104
Tabla A.20 Líneas y transformadores en transmisión [TxT] .....	110
Tabla A.21 Líneas y transformadores de Subtransmisión [STx] .....	113
Tabla A.22 Líneas y transformadores de Transmisión Adicional [ATx].....	117
Tabla B.1 N° de las líneas desconectadas por el modelo .....	120



# 1 Introducción

## 1.1 Motivación

En los últimos años ha existido un importante incremento de generación de energías renovables (sobre todo de fuentes variables como la eólica y la solar), y se espera un crecimiento aún mayor en nuestro país. Dicho aumento está fuertemente asociado a la reducción de los costos de inversión e instalación a lo largo de los años, y también a los breves periodos de instalación, en comparación con otras tecnologías convencionales.

Es por esto que se hace relevante ofrecer al operador del sistema la posibilidad de contar con una mayor flexibilidad en la operación del sistema, y no solo despachar las unidades de generación de manera tradicional como se hace hasta hoy en día, sino que también darle la opción de cambiar la topología del sistema de manera dinámica en el tiempo, utilizando infraestructura existente.

Es así como esta memoria propone indagar en las posibilidades que ofrece la optimización con el modelo de lineswitching, se llama así porque el operador del sistema tiene la facultad de abrir y cerrar líneas para cambiar la topología del sistema, y así mejorar en términos económicos el despacho de generadores, haciendo que las centrales más económicas puedan despachar una mayor cantidad de energía a la red.

En particular las energías ERNC cumplen con estas características de tener un bajo costo operacional, y tienen la cualidad de ser energía limpia para el sistema, por lo que este modelo que busca minimizar costos de operación, ayudará a un mayor aprovechamiento de este tipo de tecnologías.

Para hacer hincapié a lo expuesto anteriormente, es que si investigamos la cantidad de potencia instalada en proyectos aprobados y en calificación de índole ERNC (eólicos y solares) por el SEA, vemos que proyectos solares aprobados hay **15.217 MW**, y **6.271 MW** más en calificación, mientras que los proyectos eólicos aprobados ascienden a **8.385 MW** y en calificación son **1.970 MW**, llegando a un total de **31.844 MW** de posibles proyectos ERNC. [21] Dado que el sistema eléctrico no será expandido para lidiar con estos niveles (improbables) de integración, desajustes del plan de inversión tendrán que ser corregidos en la operación mediante el uso de medidas flexibles.

De este modo la presente investigación estudiará este modelo en el sistema eléctrico chileno para el año 2025, en el cual se espera que los dos sistemas más grandes del país estén interconectados, y que estarán operando nuevas líneas de alta capacidad de transmisión de 500 [kV] a lo largo de todo el sistema, pudiendo potenciar su uso a través de esta metodología.

## 1.2 Alcance

El presente trabajo de memoria se centra en el uso del modelo de lineswitching como técnica para reducir costos operacionales del sistema eléctrico chileno, y se propone una metodología para reducir tiempos de resolución, ya que el modelo de lineswitching contempla variables binarias de decisión, que puede tomar tiempo significativos a la hora de evaluarlo.

Se estudiará el impacto del lineswitching en el despacho de los generadores ERNC (Solares y Eólicos), en específico en el impacto que genera este método en el vertimiento de este tipo de energías en tres escenarios hidrológicos (Seca, Media y Húmeda). En cuanto a lo anterior, se revisará como cambia la contaminación a la atmosfera en términos de tCO<sub>2e</sub>. También se analizarán dos casos en específico, en el primero se estudiará como el lineswitching afecta a los despachos del sistema, y en el segundo, como la malla eléctrica de Chilectra, puede afectar al sistema completo al cambiar su topología.

El modelo en cuestión se basa en la información obtenida del precio nudo de corto plazo de abril del 2016 de la CNE [25], en particular la base de datos "ope", la cual contiene una mayor cantidad de barras y líneas, filtrada de tal forma de dejar los generadores y líneas que se planean que estén vigentes para el año 2025, más información de los CDEC SIC y SING. Todo esto en conjunto con un trabajo del Centro de Energía en el cual se aplica una técnica de k-means clustering para agrupar varias condiciones de operación en el sistema de un año en una cantidad definida de condiciones de operación.

Las simulaciones se realizarán con un optimizador llamado FICO XPRESSIVE [19], el cual tiene la capacidad de resolver problemas lineales con variables enteras MILP, por su sigla en inglés (Mixed Integer Lineal

Problem) debido a que el modelo lineswitching contiene variables binarias de decisión en cuanto a abrir o cerrar líneas.

Finalmente se analizará la eficacia del método propuesto contrastándolo con resultados más exactos pero que toman más tiempo en realizarse.

## **1.3 Objetivos**

Se establecen los siguientes objetivos en el desarrollo de esta memoria.

### **1.3.1 Objetivo General**

- Evaluar el uso de lineswitching (o cambios topológicos) en el sistema eléctrico chileno para el año 2025 como una medida de control (topológico) que permitiría contar con una operación más flexible, y por lo tanto, más económica.

Mediante la utilización de un optimizador se desea estudiar el uso del lineswitching como una posibilidad para el operador del sistema, para generar ahorros operacionales y darle prioridad al despacho de energías ERNC modificando la topología del sistema ocupando la infraestructura existente.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Implementar una base de datos que recopile la información para el año 2025 con distintos escenarios hídricos, demandas, perfiles eólicos y solares, mediante la técnica de clusterización llamada (k-means clustering) y así evaluar el impacto de lineswitching en el sistema.
- Determinar a partir de la evaluación de dos casos específicos, como el lineswitching ayuda a generadores más económicos a despacharse en

mayor medida. Los dos casos a analizar serán, el de mayor ahorro en US\$ y el de mayor ahorro en términos porcentuales, en este último se verá específicamente los cambios topológicos de la Región Metropolitana en el anillo de Chilectra.

- Comparar los costos operacionales del sistema con y sin el uso de lineswitching, en dos escenarios distintos, uno base que es la proyección de generación instalada que se espera para el año 2025, y el otro un escenario donde hay una doble potencia instalada en generadores ERNC (eólicos y solares).
- Analizar el vertimiento de energías ERNC para el año de estudio con y sin cambios topológicos, para los mismos casos descritos en el punto anterior.
- Analizar en términos de tiempo y precisión la metodología propuesta en esta memoria.

## **1.4 Estructura**

A continuación, se muestra la estructura del trabajo de memoria, explicando de forma breve el contenido de cada capítulo.

En el capítulo 2 se muestra una revisión bibliográfica, que presenta el modelo de lineswitching y su potencial en varios estudios, como lo son disminución de pérdidas, método correctivo en contingencias, tiempos de resolución con métodos heurísticos y otros, y en particular como método para disminuir costos operacionales.

En el capítulo 3 se presenta el modelo de lineswitching y se explican las variables y parámetros que se utilizaron en las optimizaciones.

En el capítulo 4 se muestra la base de datos con la cual se trabajó para armar el modelo que representa al SIC-SING para el año 2025, y los trabajos y técnicas que se utilizaron para armar esta base, que contempla demandas, precios de combustibles, perfiles eólicos, solares e hídricos. Además, se

presenta la metodología que se utilizó para abordar el problema de encontrar la topología óptima para el sistema propuesto.

En el capítulo 5 se exponen los resultados obtenidos con la metodología propuesta y la base de datos exhibida en el capítulo 4, entre los resultados se muestran el análisis de dos condiciones de operación, en la primera se ve la condición de mayor ahorro en términos nominales y en la segunda en términos porcentuales. Además, se presenta el ahorro que se puede generar con esta metodología en un año, considerando tres escenarios hídricos distintos, por otro lado, se analiza el vertimiento ERNC de centrales eólicas y solares con y sin cambios topológicos, (en este punto se estudia la contaminación generada por la operación y se contrasta), por último, se discute la eficacia del método con el cual se resuelve el problema.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones sobre los resultados obtenidos y los análisis de los desarrollos, para finalmente proponer trabajos futuros que puedan profundizar en este tema de memoria.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Lineswitching y su impacto en la operación del sistema.

Lineswitching se refiere teóricamente a la posibilidad de abrir y cerrar líneas, en términos generales, esto representa la posibilidad de cambiar la topología del sistema en cuestión. La física que gobierna el flujo de la energía eléctrica a través de las líneas de transmisión, crea un único y complejo problema en el sistema. Los flujos de electricidad siguen las leyes de Kirchhoff's, por lo que esta única ley implica que al cambiar las componentes de las líneas de transmisión y por ende modificar las impedancias de las configuraciones originales, afecta la forma en que la electricidad fluye por el sistema. [3].

En [11] Hedman muestra a través de un ejemplo muy simple de tres nodos, como el lineswitching puede aumentar el número de soluciones factibles de un sistema y minimizar su costo operacional.

Si se ve la Figura 2.1 y se despacha por orden de mérito, toda la generación debiese ser por parte de A, ya que es el más económico de los tres generadores, pero las líneas A-B y B-C no soportarían los flujos dada sus restricciones. Al poner las restricciones de flujo por las líneas, se prenden los generadores B y C para satisfacer la demanda sin violar las restricciones de flujo de estas, encareciendo el costo del sistema con respecto del ideal en \$7.500. Pero si es que el generador C no existiera, ¿Cómo se haría el despacho? Si no se pudiera hacer *lineswitching* la solución no sería factible, ya que A-B limita el flujo del despacho y B no puede generar más ya que B-C también se satura. Entonces como solución podemos remover A-B dejando que un despacho con los generadores A y B sea factible. De las ecuaciones de flujo con solo los generadores A y B y debido a que todas las líneas cuentan con la misma impedancia, se puede llegar a las siguientes ecuaciones ((2.1), (2.2) y (2.3)) para cada una de las líneas. Ecuaciones en [11].

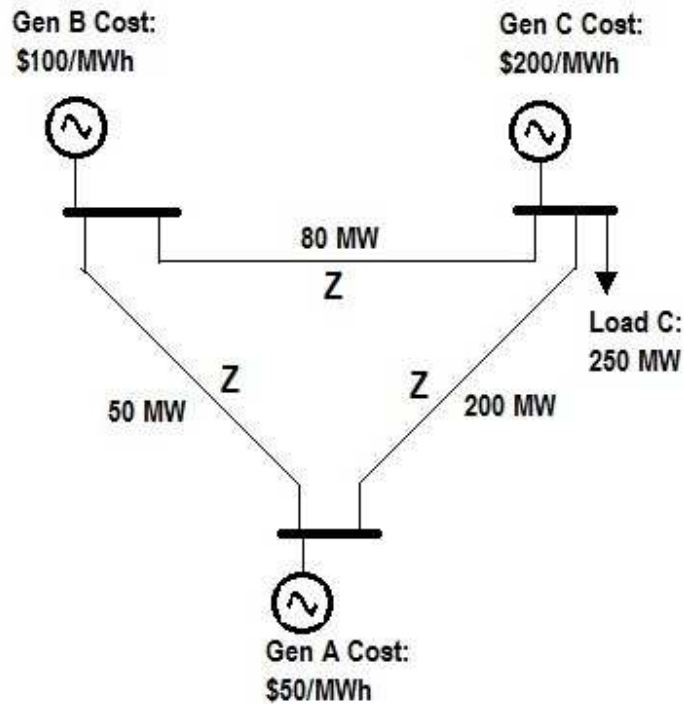


Figura 2.1 Ejemplo sistema de 3 barras [11]

Línea A-B 
$$-50 \leq \frac{1}{3} Gen_a - \frac{1}{3} Gen_b \leq 50 \quad (2.1)$$

Línea B-C 
$$-80 \leq \frac{1}{3} Gen_a + \frac{2}{3} Gen_b \leq 80 \quad (2.2)$$

Línea A-C 
$$-200 \leq \frac{2}{3} Gen_a + \frac{1}{3} Gen_b \leq 200 \quad (2.3)$$

Estas ecuaciones se pueden graficar en un plano que se ve en la Figura 2.2 obtenida de [11].

De la Figura 2.2 se observa como las soluciones factibles originales que es el área al interior y bordes de los puntos  $\{0, 1, 2, 3\}$ , intersectado con las soluciones sacando la línea A-B o B-C los cuales generan un rectángulo de vértices  $\{0, 4, 5, 6\}$ , se llega a un set de puntos factibles más amplio que está representado por los puntos  $\{0, 1, 7, 5, 6\}$ .

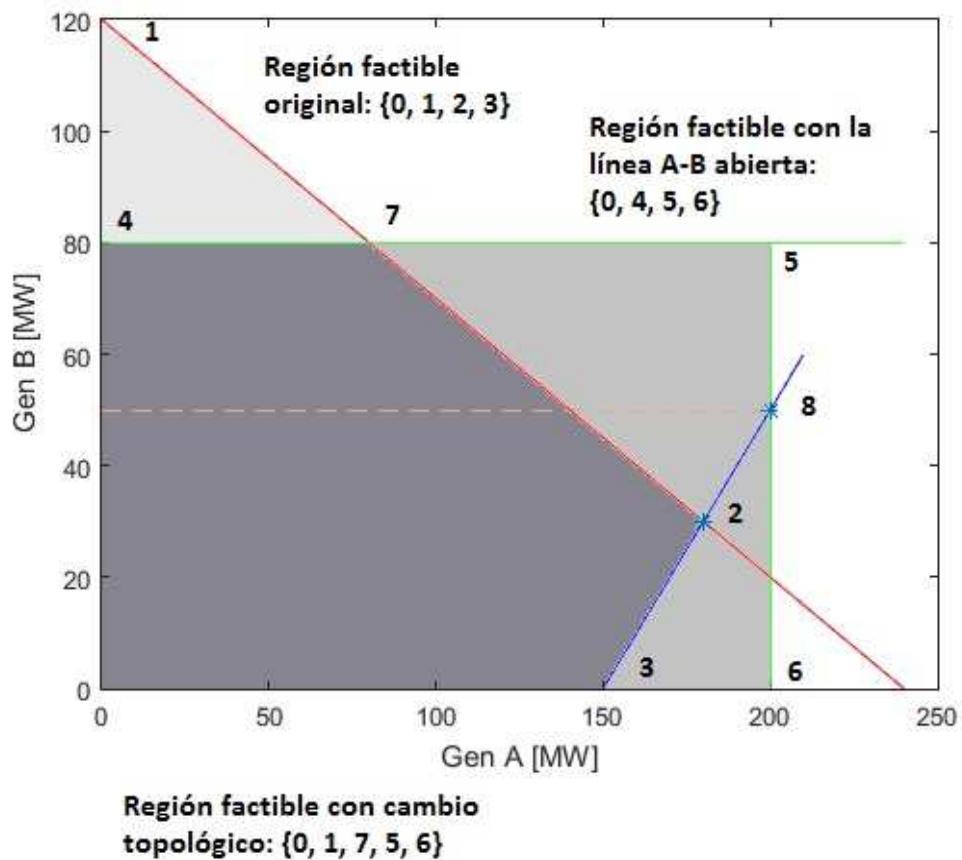


Figura 2.2 Soluciones Factibles [11]

Además de lo descrito en esta sección, varias soluciones se han propuesto con el método de lineswitching, como se puede ver en la sección 2.2.

## 2.2 Aplicaciones

### 2.2.1 Método para minimizar costos del sistema

Varios autores han demostrado que al poner algunas líneas fuera de servicio se puede reducir significativamente los costos de operación del sistema. (Sobre un 25% en [1]). En donde B. Fisher presenta el modelo MILP de *lineswitching* integrando variables binarias de decisión al problema.



En este trabajo el autor demuestra en términos operacionales los ahorros potenciales que este método posee, pero al final resalta, que es más importante garantizar la seguridad del sistema, y que se debe integrar restricciones de seguridad al modelo.

La racionalidad de realizar este proceso de cambiar la topología del sistema, radica en que estas líneas pueden estar congestionadas impidiendo que generadores más económicos se despachen completamente. Sin embargo, esto va en contra de la sabiduría convencional la cual supone que al sacar una línea de servicio el sistema se debilita y baja su seguridad y confiabilidad. [2] Henneaux hace una formulación DC utilizando un análisis PSC OTS (*Probabilistic Security Constrained Optimal transmission switching*) para encontrar las líneas que podrían minimizar los costos del sistema, y después analiza esta topología con un análisis AC, en donde ve si la solución es factible en cuanto a seguridad y contingencias. Este método tiene en cuenta la EENS (*expected energy not supply*) la cual es la energía que se espera no suministrar en caso de contingencia y esta incluye una probabilidad de estado. Todo esto se multiplica por el VoLL (*Value of Lost Load*) que es el valor de no suministrar energía y se puede obtener un valor teórico de esta en US\$, el resultado entrega un valor en US\$/MW.

En [14] también se hace un desacople del problema para obtener una posible topología del sistema en DC y luego ver los parámetros más complejos en AC como lo son el voltaje y reactivos, evaluando así la solución obtenida anteriormente en términos de factibilidad. Si el modelo AC encuentra inaceptable la solución encontrada, se hace de nuevo un análisis DC sacando la solución entregada al modelo previamente. En [9] se minimiza el costo del sistema, permitiéndole al optimizador sacar de servicio  $J$  cantidad de líneas. Es así como se hace un análisis sensibilidad de los participantes del mercado, LMPs (*Local Marginal Prices*), tiempo de resolución, entre otros, en el sistema de 118 barras de la IEEE. En la Figura 2.3 se ve el efecto de los participantes del mercado, en Figura 2.4 se ve el efecto de los LMPs.

En [11] se comentan las desadaptaciones que puede producir los cambios topológicos al abrir y cerrar líneas, en cuanto a la renta por congestiones y el mercado de los derechos de transmisión FTR (*Financial Transmission Rights*). Como se ve en la Figura 2.3 el cambio de topología del sistema, según la cantidad de líneas abiertas, afecta directamente sobre el mercado, en particular a las rentas por congestión (*Congestion rent*).

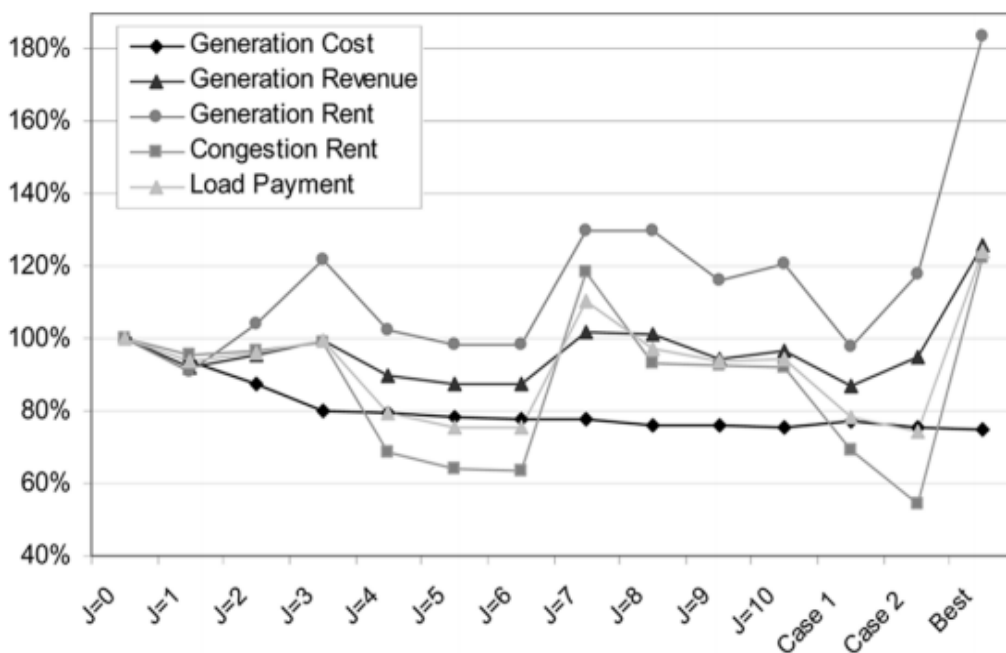


Figura 2.3 Análisis de Participantes de Mercado, según cantidad de líneas abiertas J. [9]

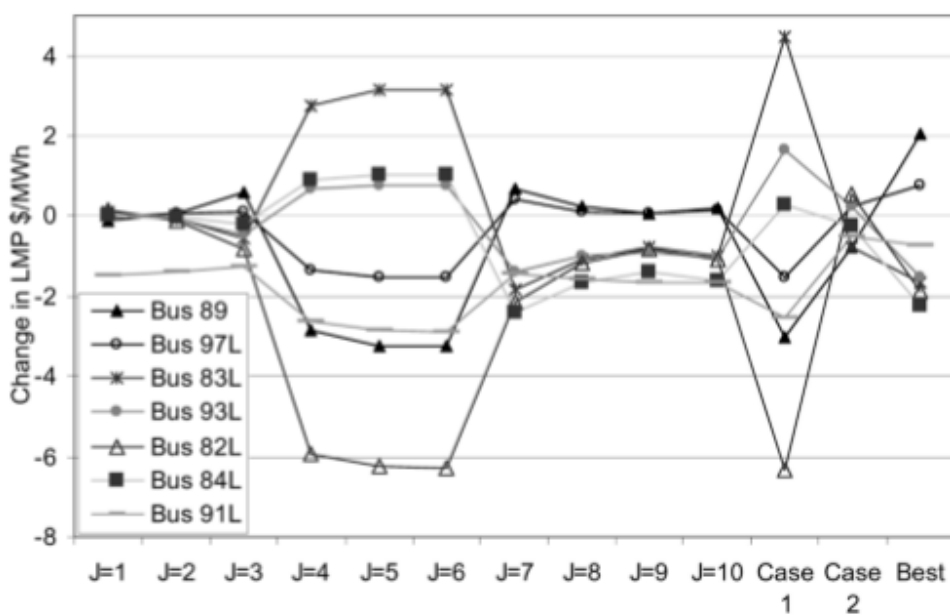


Figura 2.4 Costos Marginales de algunas barras para distinta cantidad de líneas abiertas J. [9]

### 2.2.2 Método correctivo en contingencias

Algunas investigaciones sugieren el método de *lineswitching*, como un método de seguridad ante fallas, como en [4] donde Glavitsh da luz de un huso de *lineswitching* como un mecanismo correctivo en respuesta a contingencias, en este se discute la formulación del problema y da un resumen en la búsqueda para solucionarlo. Luego en [5] se propone un método correctivo para bajar la sobrecarga de algunas líneas en caso de contingencias, esto se logra a través de un método heurístico para solucionar el problema. Finalmente, en [6] se desarrolla un nuevo algoritmo para encontrar la mejor forma de acción para aliviar sobrecargas y violaciones en los límites permitidos de tensión que son causados por contingencias. Para esto el autor desarrolla un método basado en matrices dispersas con una técnica inversa, y con un rápido desacople del flujo de potencia.

### 2.2.3 Minimización pérdidas

En [17] los autores proponen la metodología de *lineswitching* con la finalidad de reducir las pérdidas del sistema, y este demuestra, a diferencia de lo que se puede creer, que es posible reducir pérdidas abriendo líneas temporalmente. En [18] los autores proponen un modelo lineal con variables enteras (MIP) para solucionar el problema de minimizar pérdidas en el sistema, estas pérdidas son aproximadas dada esta metodología, y debido a las restricciones, como por ejemplo las de cortocircuito, se llegan a soluciones sub-óptimas, pero seguras debido a la carga computacional.

### 2.2.4 Lineswitching y confiabilidad

En [11] Hedman hace hincapié en que el *lineswitching* se puede realizar siempre y cuando no se vulneren los estándares de seguridad y confiabilidad requeridos. Pero el hecho de sacar una línea de servicio temporalmente, no significa necesariamente que la confiabilidad del sistema bajará en ese periodo de tiempo. Es así que da un ejemplo donde efectivamente la confiabilidad del sistema no disminuye, sino que en particular aumenta.

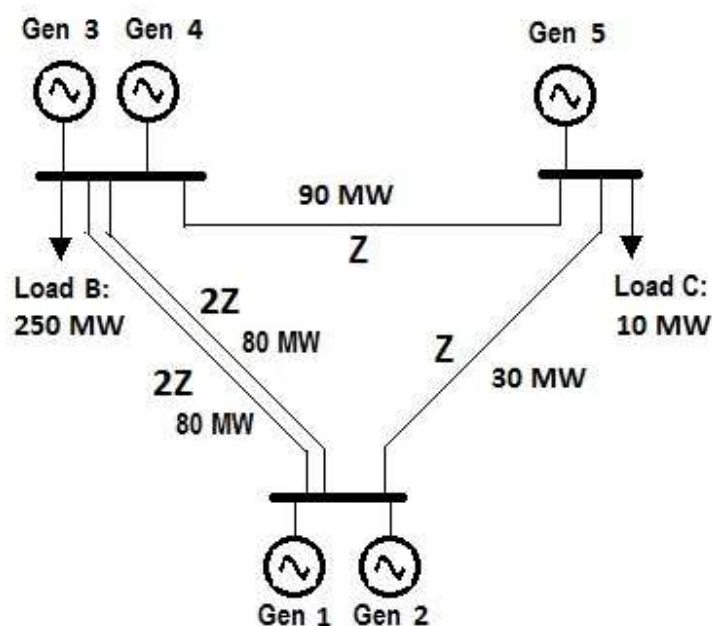


Figura 2.5 Ejemplo mejora de confiabilidad [11]

Como restricción muy común de confiabilidad, se encuentra la restricción robusta. En esta, el operador del sistema opera de tal manera, que ante cualquier contingencia N-1, es decir, ante cualquier caída de una línea o un generador, este pueda seguir funcionando sin botar carga. Normalmente no se exige que se resista a la caída de más de un elemento, por lo que, si esto sucede, se permite tener energía no suministrada. La Tabla 2.1 y Tabla 2.2 contienen la información del problema descrito en la Figura 2.5, en la primera tabla se ve la información de los cinco generadores, y en la segunda se muestra la información de las líneas del sistema.

Tabla 2.1 Información de generadores

Parámetros	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5
Costo [\$/MW]	25	20	80	80	100
Costo de Partida	100	100	300	500	400
Generación Mínima [MW]	50	50	10	50	10
Generación Máxima [MW]	400	100	250	100	150
Rampa [MW/10 min]	200	100	50	50	150

**Tabla 2.2 Información de Líneas.**

Nombre	Flujo Máximo [MW]	Impedancia
Línea A-B x2	80	2 Z
Línea B-C	90	Z
Línea A-C	30	Z

De este ejercicio se llegan a dos resultados, sin la posibilidad de lineswitching en la Tabla 2.3, y con la posibilidad de lineswitching en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.3 Caso 1, Despacho óptimo sin posibilidad de lineswitching**

	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Costo Despacho
<b>Despacho Optimo [MW]</b>	Apagado	100	40	100	20	\$ 16.900

**Tabla 2.4 Caso 2, Despacho óptimo con posibilidad de lineswitching, saca Linea A-C.**

	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Costo Despacho
<b>Despacho Optimo [MW]</b>	160	Apagado	10	80	10	\$ 13.700

Lo más interesante de este resultado no es el hecho de que con *lineswitching* el costo del sistema se reduzca efectivamente, si no, de que disminuya y que aun así el sistema mantenga su estándar de seguridad N-1. Además de esto, en este caso en particular, si se analiza la caída de más de un generador, como por ejemplo el generador 3 y 4, solo en el caso 1 no se suministraría demanda, haciendo que el sistema sea más confiable en 2.

## 2.3 Requerimientos CPU del método

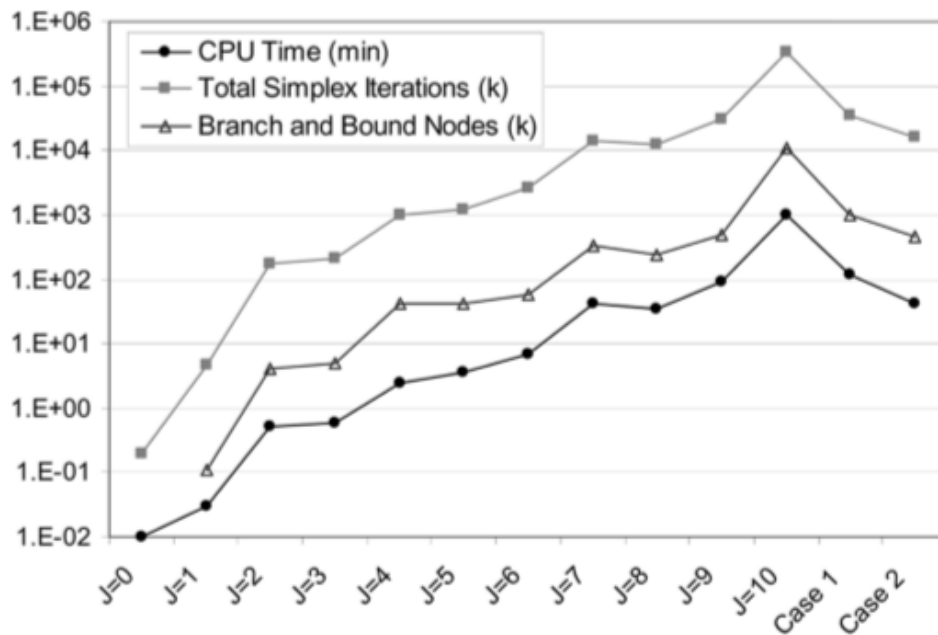
Debido al alto tiempo de resolución que puede llevar este algoritmo con variables binarias, es que en [8] proponen un nuevo sistema heurístico para mejorar el rendimiento y tiempo de resolución de este tipo de problemas. Esto se logra mediante el ingreso de una variable ficticia que se fija en cero dejando las ecuaciones sin modificación, pero al obtener el dual de esta variable para cada línea y ordenarlas de menor a mayor, se puede ver que líneas son las candidatas a ser desconectadas. En [10] los autores proponen

métodos heurísticos para escoger candidatos de las líneas para ser abiertos, ya que los altos tiempos que se requieren para optimizar modelos MIP pueden ser prohibitivos. Este método lo utilizan tanto para hacer OTS (*optimal transmission switching*) como para aliviar sobrecarga de equipos o tramos. En la Tabla 2.5 se muestran resultados interesantes del tiempo de CPU según la cantidad de líneas del sistema y el  $j\_Open$ , que es la máxima cantidad de líneas que deja abrir al optimizador.

**Tabla 2.5 Tiempos de CPU según tamaño de sistema [10]**

OTSB <sub>r</sub>	$j\_Open$	Open Lines	solutionTime(s)
14	10	1	351
18	8	4	378
18	18	4	378
27	5	4	516
74	5	5	920
340	5	1	2444

En [13] el autor propone a través de una descomposición de Benders, solucionar el problema de TS (*transmisión switch*) y UC (*Unit commitment*) en un itinerario de 24 horas, dejando a un maestro que soluciona el problema UC, y luego el esclavo va evaluando las diferentes soluciones que arroja el maestro según LS considerando diferentes restricciones de seguridad y contingencias. En [7] se tiene un itinerario con UC y rampas en la generación, además del lineswitching, se resuelve primero el UC, luego el lineswitching, y después se le van agregando restricciones de rampa a medida que estas no se cumplan, por lo que es un método iterativo. En [9] limitan la cantidad de líneas que se pueden abrir en  $J$ , de tal forma que la cantidad de combinaciones posibles se reduce considerablemente. A continuación, en la Figura 2.6 se ve el efecto en el tiempo de resolución.



**Figura 2.6 Tiempo de resolución CPU para distinta cantidad de switches J.**

En la Tabla 2.6 se expone un resumen de los distintas publicaciones y las metodologías utilizadas para abordar los altos tiempos de resolución de este modelo.

**Tabla 2.6 Resumen métodos de disminución de requerimientos CPU**

<b>[1], [3], [10]</b>	Limitan en máximo J líneas abiertas en el sistema.
<b>[7]</b>	Utilizan un GAP pequeño que no se especifica, y se resuelve el UC primero sin lineswitching, y después se le agrega lineswitching.
<b>[8]</b>	Ingreso de una variable fantasma que no afecta directamente a la formulación, pero que ayuda en la búsqueda de candidatos a través del dual de esta variable.
<b>[9], [12]</b>	Utilizan Gap de 0,01% y limitan exactamente en J líneas abiertas y se itera J.
<b>[10]</b>	Método heurístico para reducir líneas candidatas a ser abiertas, los cuales incorpora criterios de seguridad.
<b>[12]</b>	Propone un sistema de aprendizaje, una vez ya conocido bien el sistema.

[13]

Descomposición de Benders, para agregar UC al problema de lineswitching en un itinerario de 24 horas.

## 2.4 Esquema organizacional sistema eléctrico chileno

En este punto se discutirá en cierta medida el esquema organizacional y estructural que tiene el mercado eléctrico chileno en cuanto a la operación del sistema. En la Figura 2.7 se observa lo planteado.

El mercado eléctrico chileno corresponde a un sistema tipo pool con costos auditados, en donde el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), que es el operador del sistema, ordena el despacho de generación de las centrales disponibles según un criterio técnico económico, debido a que se tiene que minimizar los costos de operación sujeto a restricciones de seguridad y confiabilidad en el sistema. Es decir, los generadores se despachan por orden de mérito, del más económico al menos económico operacionalmente hablando, siempre y cuando se pueda abastecer toda la demanda, y se cumplan todos los criterios antes mencionados, como pueden ser, límites térmicos en las líneas, restricciones de reserva, rampas de generación, etc.

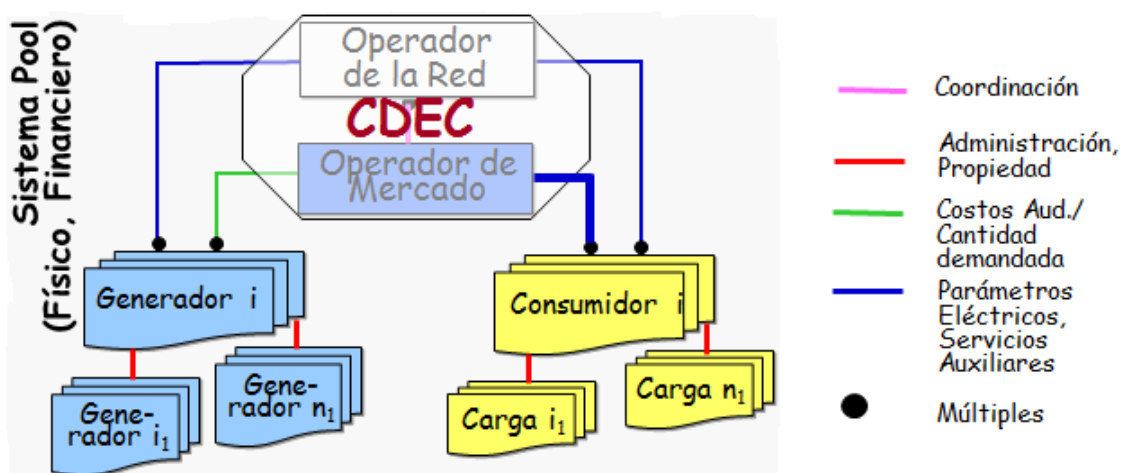


Figura 2.7 Esquema de operación sistema eléctrico chileno [20]



Es así, como el precio de la energía se fija según el sistema marginalista, el cual contempla un costo marginal en cada barra de generación y/o retiro, que es equivalente al costo operacional de generador, o una combinación lineal de los generadores que pueden suministrar el siguiente MW si es que la demanda en esa barra aumenta en un MW. Este mismo valor se puede obtener de la variable dual de la restricción de balance de cada barra, de la optimización lineal del problema. Este criterio actualmente es válido tanto para el SIC como el SING, y no se esperan cambios para cuando estos dos sistemas se interconecten.

Los generadores que participan del despacho cobran por el precio de la energía en la barra de inyección, multiplicado por la cantidad inyectada, siendo el precio de la energía igual al costo marginal en esta barra. Mientras que los consumidores debiesen pagar el costo marginal de la barra de retiro por la cantidad retirada. Sin embargo, esto no es tan así, debido a que existen clientes regulados que están obligados a comprarle la energía a las empresas distribuidoras, que cuentan con precios de venta de energía regulados. Estas empresas distribuidoras, poseen sus propias líneas las cuales ellos administran y operan.

En la Figura 2.8 se expone de mejor forma la estructura organizacional del mercado eléctrico chileno.

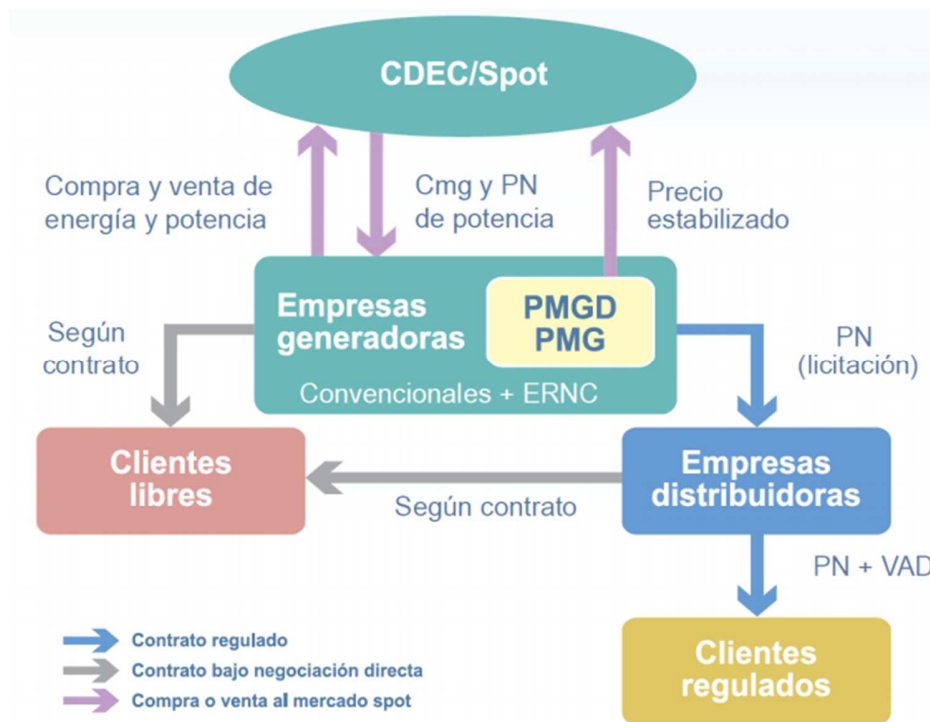


Figura 2.8 Estructura mercado eléctrico chileno [20]

### 3 Modelo Utilizado

El modelo que se presenta a continuación corresponde a un modelo estocástico, DCOPF con MILP (*mixed integer linear programming*), ya que se le agregan variables de decisión binarias de *lineswitching*, que nos dice si las líneas conviene operarlas cerradas o abiertas. En [1] Fisher muestra como al tradicional DCOPF, que es una aproximación lineal alternativa del ACOPF, se le puede incorporar el *transmission switching*.

$$\text{Min} \left\{ \sum_g C_g P_g + \sum_b \text{VoLL}_b \text{ENS}_b + \sum_l 1 - Z_l \right\} \quad (3.1)$$

S.a

$$\sum_g P_g A_{bg} + \sum_l F_l I_{bl} = \text{Dem}_b - \text{ENS}_b \quad \forall b \quad (3.2)$$

$$0 \leq P_g \leq P_{\max_g} \text{Fact}_g \quad \forall g \quad (3.3)$$

$$-F_{\max_l} Z_l \leq F_l \leq F_{\max_l} Z_l \quad \forall l \quad (3.4)$$

$$F_l \geq \frac{(\theta_n - \theta_m)}{X_{\text{reac}_l}} - (1 - Z_l)N \quad \forall l \quad (3.5)$$

$$F_l \leq \frac{(\theta_n - \theta_m)}{X_{\text{reac}_l}} + (1 - Z_l)N \quad \forall l \quad (3.6)$$

Donde:

- $C_g$  representa el costo variable del generador  $g$  [US\$/MWh].
- $P_g$  representa la generación del generador  $g$  [MW].
- $VoLL_b$  (Value Of Lost Load) es el valor de pérdida de carga en el sistema en la barra  $b$  [US\$/MWh].
- $ENS_b$  (Energy Not Supply) es la energía no suministrada en la barra  $b$  [MW].
- $A_{bg}$  es una matriz de unos y ceros que indica si el generador  $g$  pertenece a la barra  $b$  o no.
- $F_l$  es el flujo de la línea  $l$  [MW].
- $I_{bl}$  es una matriz de valores -1, 1 y 0 que representa si dos barras están conectadas y si este flujo entra o sale de la barra  $b$ .
- $Dem_b$  representa la demanda de la barra  $b$  [MW].
- $Pmax_g$  es la potencia máxima del generador  $g$  [MW].
- $Fact_g$  es un parámetro que depende de las condiciones de operación, este es un factor que va de 0 a 1, y limita las potencias máximas para operaciones más reales.
- $Fmax_l$  representa el flujo máximo de la línea  $l$  [MW].
- $Z_l$  es la variable binaria de lineswitching de la línea  $l$  la cual decide si la línea debe estar abierta o cerrada (0 o 1 respectivamente).
- $\theta_n$  y  $\theta_m$  es el ángulo de la barra  $n$  y  $m$  respectivamente en donde,  $n$  y  $m$  son las barras que conecta la línea  $l$ .
- $X_{reac_l}$  es la reactancia de la línea  $l$  [pu]
- $N$  representa un número muy grande.

En la ecuación (3.1) se observa la función a minimizar, la cual corresponde, en la primera sumatoria al costo de operación del sistema, donde se suman todos los costos variables de cada generador multiplicado por su respectiva generación. En la segunda sumatoria se minimiza el costo de falla del sistema, es decir, se castiga la energía no suministrada (ENS) con un valor VoLL (*Value of Lost Load*) que representa el costo unitario en MW de no suministrar demanda. Este valor es un costo asociado a la factibilidad del problema, debido a que no se modelan fallas, no debiese nunca ser mayor a cero para ninguna barra ni estado de operación. [15] Y, por último, la tercera sumatoria representa una penalización por cada línea puesta fuera de servicio, debido a que el modelo tiene que elegir entre cerrar o abrir una línea, en la práctica el programa computacional FICO si no ve una diferencia entre dicha decisión, este prefiere abrirla. Es por esto que, al penalizar esta acción de desconectar una línea, ayuda a que este las conserve, si no encuentra una diferencia con abrirla.

En la ecuación (3.2) se indica la ecuación de balance, que sugiere que toda la potencia neta que entra debe abastecer la demanda en cada nodo. Entonces en cada barra esta ley se tiene que cumplir de igual modo. En la primera sumatoria se tienen los generadores presentes en la barra, en la segunda sumatoria se tienen los flujos de las líneas que se conectan a estas barras, y por último en el lado derecho de la ecuación, se tiene a la demanda de la barra menos la generación que no se pueda suministrar.

En la ecuación (3.3) se indica la restricción de potencias mínimas y máximas de cada generador, en este caso se fijaron todas las centrales como mínimo técnico en cero, y los máximos se ven ponderados por Fact, que es un factor de corrección que limita aún más los máximos de cada generador, este factor está en una escala de 0 a 1. Este factor va a ayudar a representar distintos tipos de escenarios, limitando los generadores más económicos, según una disponibilidad del recurso.

En la ecuación (3.4) se presenta la restricción por límite térmico de las líneas, es decir, las líneas de transmisión por un tema de seguridad no pueden transportar más allá de cierto umbral de flujo de potencia. Esta variable de flujo, está acotada por su valor máximo y mínimo (los flujos son bidireccionales por lo que normalmente el mínimo es el inverso aditivo del máximo). También el flujo máximo, se multiplica por la variable de *lineswitching* a ambos lados de la desigualdad, la cual es una variable de decisión binaria que obliga a la línea a salir de servicio si el optimizador así lo decide, multiplicándola por 0 (cero).

En la ecuación (3.5) y (3.6) se muestra las ecuaciones más importantes del modelo, es la linealización con ingreso de variables de decisión binaria, de un problema que es no lineal. Esta restricción es básicamente la restricción de flujo de potencia DC en donde normalmente se ve de la siguiente forma:

$$F_l = (\theta_n - \theta_m) / X_{react_l} \quad \forall l \quad (3.7)$$

Donde:

- $F_l$  es el flujo de potencia que pasa por  $l$  que corresponde al tramo que une los nodos  $n$  y  $m$  [MW].
- $X_{react_l}$  es la reactancia de la línea  $l$  que une los nodos  $n$  y  $m$  [pu]
- $(\theta_n - \theta_m)$  representa la diferencia angular entre el nodo  $n$  y nodo  $m$ .

Debido a que se necesita que la variable  $F_l$  sea cero cuando la variable de *lineswitching* así lo desee, lo cual se logra en la ecuación (3.4), ya que a los dos lados de la inecuación se hacen cero, esto genera la necesidad de que las variables  $\theta_n$  y  $\theta_m$  se desacoplen, es decir, que si se obliga a que  $F_l$  sea cero, que las variables  $\theta_n$  y  $\theta_m$  puedan ser los valores distintos entre sí, debido a que dejan de estar conectados por la línea que unía ambas barras. Para esto la ecuación (3.7) se transforma en dos desigualdades, (3.5) y (3.6) de tal forma que cuando  $Z_l$  sean distintos de uno, es decir que se decida abrir la línea, la parte de la suma que está a la derecha de las ecuaciones (3.5) y (3.6), sea un valor muy grande de tal forma que estas variables angulares puedan tomar el valor que deseen y que la restricción siempre se cumpla dejándola redundante. Esto se logra con el *big N* que es un valor muy grande, pero basta con que sea mayor o igual a todos los  $(\theta_n - \theta_m) / X_{react_l}$ . Nótese que si las variables  $Z_l$  son iguales a 1, las ecuaciones (3.5) y (3.6) equivalen a (3.7).

## 4 Metodología propuesta

### 4.1 Software propuesto

El software utilizado para la optimización con el modelo DCOPF, es **FICO IVE-Xpress [19]**, el cual es un optimizador capaz de resolver problemas lineales con variables enteras (MILP). Además de este programa, todo el manejo de datos se lleva a cabo con el programa **Excel de Microsoft**, es decir, la importación de los datos del modelo que optimiza FICO, y la exportación de los resultados del modelo, se operan con este programa. Otro software utilizado fue el programa **yED** de **yWorks [23]** que es una aplicación capaz de hacer diagramas de redes automáticamente, importando datos desde una planilla Excel, este programa es muy útil a la hora de analizar flujos entre barras.

### 4.2 Método para utilización del modelo

Debido a la cantidad de variables binarias que presenta el problema y aprovechando la topología del sistema chileno, se decidió dividir el sistema en ocho zonas. La idea de esta metodología es solucionar las líneas de cada zona por separado, de esta forma la cantidad de variables binarias de cada problema que se soluciona se reduce considerablemente, haciendo varios problemas de optimización, pero de requerimientos computacionales menores.

La metodología en cuestión deja libre las variables de lineswitching de la primera zona y fija en 1 (es decir, las líneas cerradas) en las demás zonas. La solución que arroja la primera optimización se fija para las variables de lineswitching de todas las zonas, a excepción de la zona 2, la cuales quedan libres. Esto continúa así en las 8 zonas, para después volver a la zona 1 con las soluciones encontradas en la primera iteración.

**Tabla 4.1 División de Zonas y cantidad de líneas por zona.**

<b>Zona</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Líneas</b>
<b>1</b>	Paposo, Norte SIC hasta Nogales.	51
<b>2</b>	Costa V región y entre nogales y Polpaico.	35
<b>3</b>	Santiago de Polpaico hasta alto Jahuel.	59
<b>4</b>	Desde Alto Jahuel al sur hasta Charrúa por la cordillera.	58
<b>5</b>	Desde Charrúa al sur y costa hasta Temuco.	32
<b>6</b>	Cautín al sur del SIC.	34
<b>7</b>	Norte del SING hasta Encuentro.	75
<b>8</b>	Desde Encuentro al Sur del SING, incluyendo interconexión SIC-SING.	65

### **4.3 Información modelo SIC-SING**

A continuación, se presentará la información con la que se trabajó para modelar el sistema, y los procedimientos utilizados. Finalmente, todas las informaciones utilizadas para las modelaciones se pueden ver en el Anexo A.

#### **4.3.1 Barras del Sistema**

Las barras se obtuvieron de una base de datos de la CNE [25], la cual cuenta con 341 barras, entre ambos sistemas SIC y SING, estas presentan distintos niveles de tensión, entre las que se encuentran las de 500, 220, 154, 110, 66 KV. La información y barras utilizadas en el sistema se pueden apreciar en el anexo A.1.

#### **4.3.2 Demanda del Sistema**

La distribución de la demanda en las barras de consumo que se ingresa al modelo, corresponde a la distribución de demanda que se obtuvo de la CNE [25], ajustada con la información de la CNE a través de los índices de crecimiento que se espera por año, tanto para SIC como SING para poder ajustarlas con respecto al 2025. La base de datos utilizada para las demandas totales del sistema se expone en la sección 4.3.7. Esta contiene información sobre demandas del sistema SIC-SING en distintos modos de



operación. Se ajustan las cargas de tal forma de dejarla distribuida a lo largo de todo el sistema y agrupadas en distintas condiciones de operación. Dichas demandas están agrupadas de tal manera de que cada condición de operación representa a cierta cantidad de horas de operación en el sistema en conjunto con los factores que se ven en la sección 4.3.3. Este trabajo se hizo a través de la técnica llamada ***k-means clustering*** que se explicará en la sección 4.3.7. Las demandas totales por condición de operación se observan en la Tabla 4.2, mientras que la información exacta de las demandas por barras del sistema se pueden revisar en el Anexo A.2.

**Tabla 4.2 Demandas totales del sistema según condición de operación en MW**

	1	2	3	4	5
verano	12.227	11.813	12.051	12.406	11.871
otoño	10.737	10.642	11.454	12.085	10.610
invierno	10.698	11.991	12.172	12.437	10.654
primavera	12.143	10.439	12.431	12.255	10.558
	6	7	8	9	10
verano	10.855	12.362	12.087	10.575	10.434
otoño	12.098	11.898	12.043	12.163	12.072
invierno	12.300	11.657	12.291	12.410	11.220
primavera	12.119	12.284	12.234	10.595	12.016

### 4.3.3 Factores de Generación

La base de datos utilizada se expone en la sección 4.3.7. Este contiene distintos factores que limitan la potencia máxima de los generadores de varias tecnologías y para distintas hidrologías, multiplicando las potencias máximas en las restricciones de generación por este factor que es un número entre cero y uno, representando diferentes modos de operación del sistema. En estos distintos modos de operación, hay 40 para cada tipo de hidrología, y diez por cada estación, es decir, diez operaciones en verano, diez en otoño, diez en primavera y diez en invierno.

Estos factores están por barras que representan zonas, y estas barras son menores a las que se utilizaran en el modelo, por eso se tiene que ubicar la zona de cada generador y su tecnología, para poder asociarlo de esta forma al archivo Excel del Centro de Energía.

La importancia de estos factores es que recopila toda la información en cuanto a perfiles eólicos, solares e hídricos obtenidos con la técnica de **k-means clustering** que se explicara más adelante en la sección 4.3.7.

Los generadores solares se modelan con un mismo factor para todos los generadores a lo largo de todo Chile en una misma condición de operación, estos factores son de tal forma que consideran tecnologías de seguimiento en dos ejes en las centrales de este tipo, mientras que para las centrales eólicas se consideran tres zonas distintas, Extremo Norte, Zona Norte y Centro y por último la Zona Sur. Los factores de planta (f.p) máximo aprovechables de lo recién mencionado se observan en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4.

**Tabla 4.3 Factores de planta máximo ERNC**

ERNC	Potencia instalada [MW]	Fp. Máximo
Solar	3.080	28.25%
Eólica	1.337	28.29%

**Tabla 4.4 Factores de planta máximo por zonas eólicas**

Zonas Eólicas	Potencia Instalada[MW]	Fp. Máximo
Extremo Norte	201	20.44%
Norte y centro	911	28.99%
Sur	224	32.45%

También se limitan con estos factores a generadores térmicos, pero estos son constantes a lo largo de todas las condiciones de operación, y por último los factores de las tecnologías hidráulicas varían entre estaciones y entre cambios de hidrologías. La información completa de los factores utilizados para cada tecnología se puede ver en el Anexo A.4.

#### 4.3.4 Generadores del Sistema

Los generadores se obtuvieron de una base de datos extraída de la CNE [25], en esta aparece fechas de ingreso de centrales, y de término, por lo que se filtraron de tal forma de dejar las centrales que estarán en operación el año 2025. Además, contiene información sobre potencias máximas y mínimas, tecnología y a que barras se encuentran conectadas. En total 462. Por otro lado, se agregaron tres centrales más, dos eólicas y una

solar, que aparece en el plan de obra de la CNE de agosto, llegando a un total de 465 centrales. Las centrales se pueden observar en el Anexo A.5.

En la Tabla 4.5 se detallan los porcentajes que representa cada tecnología y su potencia instalada, en la Figura 4.1 se visualiza lo representado en la Tabla 4.5. Finalmente, en la Figura 4.2 se observa la potencia instalada con respecto al tipo de generación (Hidro, Térmica, Eólica o Solar).

**Tabla 4.5 Potencia instalada por tecnologías y porcentajes**

<b>Tecnología</b>	<b>P. Instalada [MW]</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Embalse</b>	3.403,00	14,19%
<b>Pasada</b>	2.831,94	11,81%
<b>Serie</b>	983,40	4,10%
<b>Licor Negro-Petróleo N°6</b>	37,00	0,15%
<b>Otro</b>	17,50	0,07%
<b>Geotermia</b>	48,00	0,20%
<b>Solar</b>	3.110,18	12,97%
<b>Eólica</b>	1.517,18	6,33%
<b>Carbón</b>	4.967,65	20,72%
<b>Desechos Forestales</b>	25,77	0,11%
<b>Biomasa</b>	191,13	0,80%
<b>Biomasa-Licor Negro-Petróleo N°6</b>	159,00	0,66%
<b>Biomasa-Petróleo N°6</b>	46,00	0,19%
<b>Gas Natural</b>	517,00	2,16%
<b>GNL</b>	2.401,75	10,02%
<b>Petróleo IFO-180</b>	209,57	0,87%
<b>Petróleo Diésel</b>	3.509,75	14,64%
<b>Total</b>	23.975,83	100,00%

## Porcentajes potencias instaladas por Tecnologías

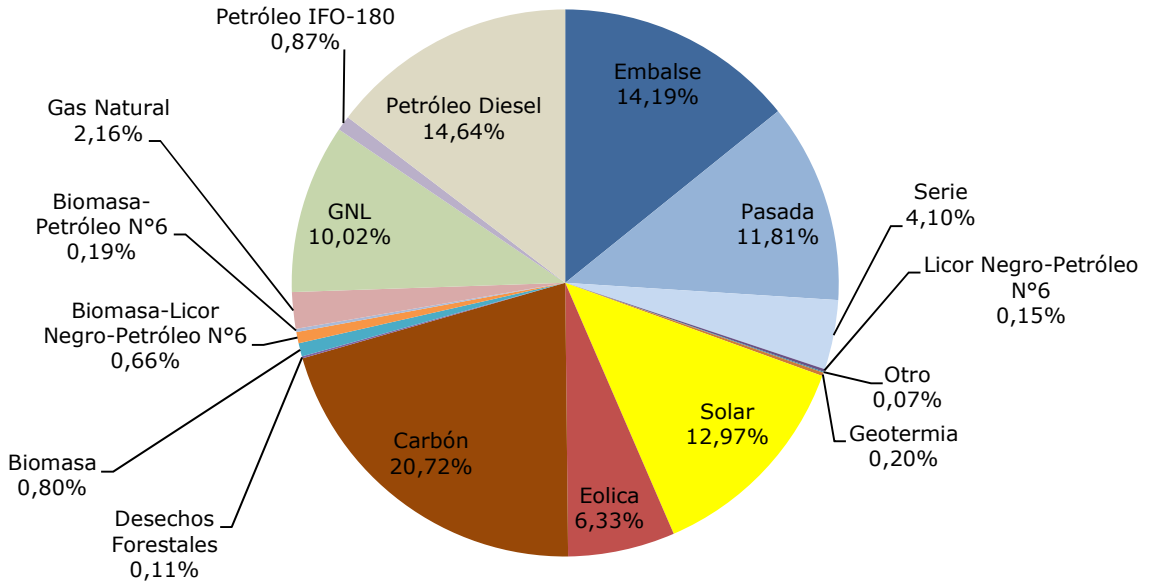


Figura 4.1 Porcentaje de potencia instalada con respecto al total instalado

## Potencia Instalada por tipo de generación en MW

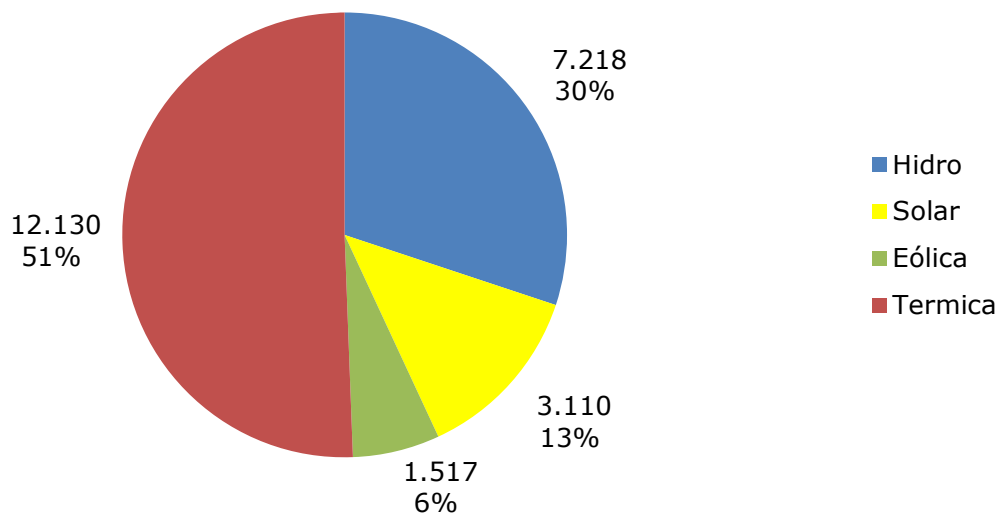


Figura 4.2 Potencia instalada con respecto a los distintos tipos de generación

#### 4.3.5 Tramos del Sistema

Los tramos se obtuvieron desde una base de datos extraída de la CNE [25], en esta aparecen fecha de ingreso y salida, por lo que estas se filtraron de tal forma de dejaron solamente las que estarán en operación el año 2025. Además, contiene información relevante sobre capacidad e impedancias. Estos tramos vienen en dos sistemas, SIC y SING, por lo que se le agrego el tramo **“Los Changos 500 <-> Nueva Crucero Encuentro 500”** y **“Kapatun 220 <-> Los Changos 220”** que conecta los dos sistemas con información de la CNE. En total son 502 líneas. Para hacer más eficiente el programa, las líneas que ingresaban después del año 2015, las cuales estaban modeladas como líneas en paralelo a las ya existentes, se redujeron a un solo tramo con una reactancia equivalente y un flujo máximo sumado. Además, varios flujos fueron modificados en su potencia máxima con la información de la CNE que se expresa en el informe de expansión de la transmisión de los respectivos CDECs. Con esto el sistema quedo con 409 tramos. Estos tramos se pueden observar en la sección A.0.

#### 4.3.6 Adaptación Sub-transmisión y transmisión adicional (STx y ATx)

Al correr el optimizador en el caso base, es decir, el caso de todas las líneas cerradas para el 2025, debido al aumento de la demanda en las barras el optimizador no puede suministrar esta demanda con los generadores, debido a la poca capacidad de la sub-transmisión y transmisión adicional (STx y ATx). Por lo que gran parte de la demanda se suministraba con ENS. Esto se debe a que muchos tramos pertenecientes a STx y ATx no tienen planes de obra a futuro ya que dependen de sus dueños, y estos no están en la información obtenida de la CNE.

Dicho lo anterior se buscó información sobre los costos de las líneas y transformadores (STx y ATx) la cual se encontró en el sitio web de la CNE, en un documento llamado **“Salida CNE\_Asignación”** el cual está dentro del archivo **“Datos subtransmission.rar”** [26]. Luego se anualizo la inversión en los años que duraba el proyecto. Además, este documento contiene información sobre los flujos máximos, largos y una división zonal de las líneas, fue así como para poder obtener la anualidad de las líneas que no estaban en el documento se utilizaron las líneas que si estaban y se normalizo la inversión de las líneas por el flujo máximo y largo de estas obteniendo así un promedio de inversión por kilómetro y por MW de los distintos niveles de voltaje de líneas por zona. Para el caso de los transformadores se hizo lo mismo, lo único que cambia es que no se

normalizaba por el largo. Los resultados de las líneas se ven en la Tabla 4.6. El número de las zonas de esta tabla es el mismo que se ve en la Tabla 4.1, a excepción de la zona del SING que es equivalente a la zona 7 y 8.

**Tabla 4.6 Valor de líneas promedio normalizada, en \$US por zona y nivel de voltaje**

	Nivel de Voltaje [kV]			
	66	110	154	220
SIC1	\$ 884,88	\$ 365,63	\$ -	\$ -
SIC2	\$ 971,39	\$ 527,65	\$ -	\$ 212,79
SIC3	\$ -	\$ 428,98	\$ -	\$ 75,90
SIC4	\$ 1.219,74	\$ 198,69	\$ 341,84	\$ 331,24
SIC5	\$ 1.345,31	\$ -	\$ 296,14	\$ 142,92
SIC6	\$ 931,48	\$ 483,97	\$ -	\$ 379,03
SING	\$ 1.189,90	\$ 1.034,05	\$ -	\$ 172,84

En la Tabla 4.7 se ven algunos valores normalizados por MW en \$US según la zona y tipo de transformadores.

**Tabla 4.7 Valor de transformadores promedio normalizada, en \$US por zona y según tipo.**

Primario [KV]	220	220	154	110
Secundario [KV]	110	154	66	66
SIC1	\$ 28.451,14	\$ -	\$ -	\$ 31.168,02
SIC2	\$ 28.158,16	\$ -	\$ -	\$ 91.002,34
SIC3	\$ 15.037,10	\$ -	\$ -	\$ -
SIC4	\$ 24.132,28	\$ 18.227,92	\$ 29.423,75	\$ 22.972,54
SIC5	\$ -	\$ 19.646,70	\$ 26.989,05	\$ -
SIC6	\$ 35.607,28	\$ -	\$ -	\$ 42.783,55
SING	\$ 48.568,47	\$ -	\$ -	\$ 25.615,43

Fue así que para obtener la inversión de los tramos que no se encontraban en el documento, se utilizó la información de las Tabla 4.6 y Tabla 4.7, y se multiplicó por el largo y capacidad del tramo para después anualizarla en los años que dura el proyecto.

Finalmente se programó en FICO un programa capaz de minimizar la inversión en STx y ATx, de tal forma que para todas las **condiciones de operación** y en todas las hidrologías, **no hubiese ENS** (Energía no suministrada).

$$\text{Min} \left\{ \sum_g C_g P_g + \sum_b \text{VoLL}_b \text{ENS}_b + \sum_l \text{AVI}_l (\text{PonF}_l - 1) + \sum_g \text{Vert}_g \text{ERNC}_g \text{VoSR}_g \right\} \quad (4.1)$$

$$\sum_g P_g A_{b,g} + \sum_l F_l I_{b,l} = \text{Dem}_b - \text{ENS}_b \quad \forall b \quad (4.2)$$

$$0 \leq P_g \leq \text{Pmax}_g \text{Fact}_g \quad \forall g \quad (4.3)$$

$$-\text{Fmax}_l \text{PonF}_l \leq F_l \leq \text{Fmax}_l \text{PonF}_l \quad \forall l \quad (4.4)$$

$$F_l = (\theta_n - \theta_m) / X_{\text{reac}_l} \quad \forall l \quad (4.5)$$

$$\text{PonF}_l \geq 1 \quad \forall l \quad (4.6)$$

$$\text{Vert}_g = \text{Pmax}_g - P_g \quad \forall g \quad (4.7)$$

Nótese que  $\text{PonF}_l$ , es un ponderador del límite térmico de las líneas, y este es el equivalente a una variable capaz de ampliar la capacidad máxima de las líneas  $\text{PonF}$  veces, y se multiplica  $(\text{PonF}_l - 1)$  por el AVI de las líneas en la función objetivo. Las líneas que no son STx o ATx (es decir, de transmisión) se imponen como 1 debido a que en general, estas si tienen planes de obra a futuro. Es así como este ponderador de crecimiento aumenta la capacidad de algunas líneas, y estos nuevos flujos máximos se imponen en los siguientes problemas a realizar. Es importante notar que el VoLL de la función objetivo, tiene que ser mayor que el AVI de las líneas para que el optimizador prefiera ampliarlas antes que suministrar con ENS, otra opción es simplemente agregar la restricción  $\text{ENS}=0$ . Finalmente, heurísticamente se escoge de las 120 simulaciones de las distintas condiciones de operación los mayores  $\text{PonF}$  de cada línea, y esta se pondera con los límites térmicos de las líneas para obtener nuevas capacidades máximas.

$$C_g \leq \text{AVI}_l \leq \text{VoSR}_g \leq \text{VoLL}_b \quad \forall g, \forall l, \forall b \quad (4.8)$$

Para evitar vertimiento ERNC en el caso base debido a la subtransmisión, y/o transmisión adicional, es que se le agrega una penalización por vertimiento ERNC con un VoSR (Value Of Shedding Renewables), que es el valor en la penalización en la función objetivo en caso de vertimiento ERNC, además se agrega una variable binaria que es 1 si el generador es ERNC (Eólico o Solar) y 0 si es que no. En la ecuación 4.8 se observa como son los costos de la función objetivo en comparación entre ellos. Al tener los costos de la función objetivo de esta forma el optimizador

prefiere suministrar energía con la generación disponible antes que ampliar las líneas, después prefiere ampliar las líneas antes de suministrar con ENS y de verter energía ERNC, y finalmente prefiere verter energía ERNC que suministrar con ENS.

#### 4.3.7 Trabajo utilizado del Centro de Energía

La base de datos "*DTIM\_ChileHidro\_v12\_conOdVs.xlsx*" para el trabajo: planificación de transmisión en el estudio de Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Bío-bío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales. Este trabajo fue realizado para el Ministerio de Energías [22] y facilitado por el equipo del Centro de Energías.

Esta base de datos mediante una técnica de "Clusterización", se escogen puntos de operación, los cuales representan a varios otros puntos de operación similares. Esta agrupación y posterior elección de los puntos de representación se hace utilizando una herramienta computacional llamada **k-means clustering**.

El ejemplo de la Figura 4.3 de dos dimensiones y dos grupos, obtenida de mathworks, muestra como los centroides simbolizados con una "X" serán los representantes de todos los puntos de un mismo grupo.



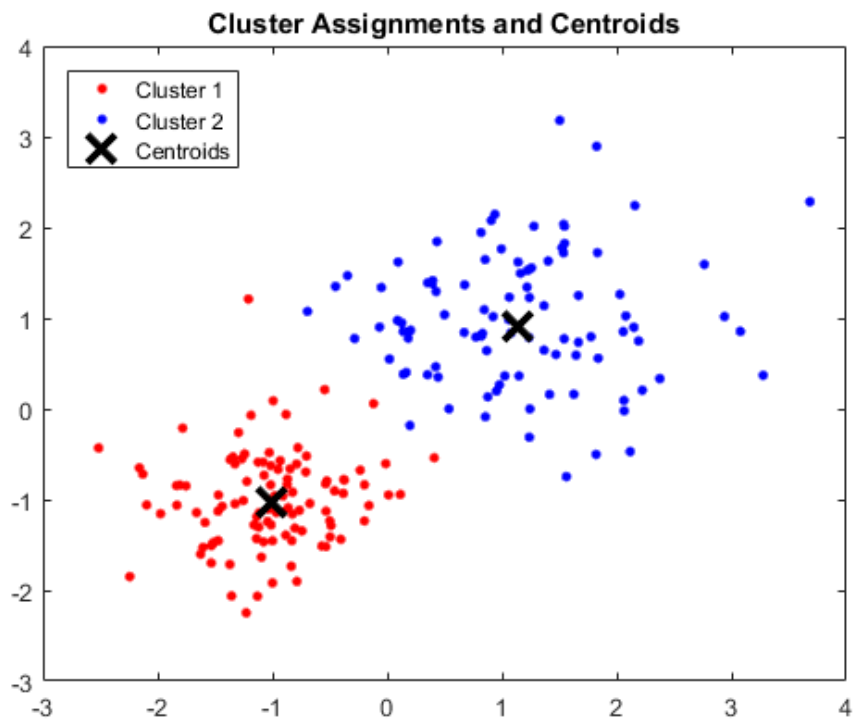


Figura 4.3 Ejemplo kmeans de mathworks

De esta forma el Centro de Energía hizo una clusterización en varias dimensiones considerando perfiles de demanda, generación, perfiles de sol y viento agrupándolas en un total de cuarenta (40) SNAPS shots o fotos, por hidrología, las cuales serían equivalentes a los centroides expuestos en la Figura 4.3. En los factores, también se consideran distintas cuencas hidrológicas, las cuales cambian independientemente a los demás factores de las centrales no hidráulicas, según la hidrología que se contempla.

#### 4.4 Esquema de la metodología utilizada

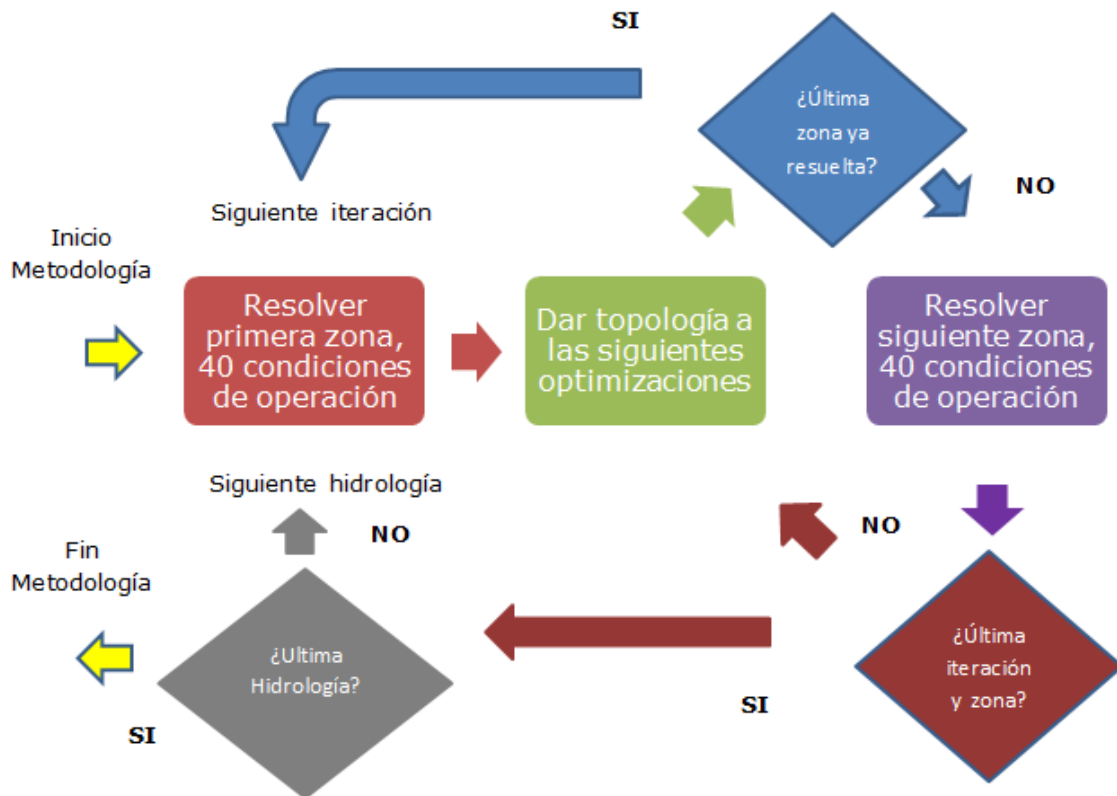


Figura 4.4 Esquema de la metodología utilizada

Para empezar con la metodología que se utiliza, se impone una topología en la cual todas las variables de lineswitching se fijan en uno dejando las líneas cerradas, menos las variables de la primera zona, las cuales se dejan libres antes de resolver. Luego se entrega la topología óptima encontrada por el optimizador FICO a la siguiente optimización, dejando todas las variables de lineswitching que no pertenezcan a la siguiente zona fijas, y las de la zona a optimizar libres. Esto se realiza hasta la última zona (zona ocho), y se vuelve a partir en la zona uno, pero ahora con la topología que se encontró en las optimizaciones anteriores. Este procedimiento está sujeto a la cantidad de iteraciones que se deseen. Finalmente se reinicia el ciclo, pero cambiando la hidrología, es decir, cambian los factores que ponderan a la potencia máxima que pueden generar las centrales hidráulicas, estos fueron expuestos en la sección 4.3.3.

Esta metodología fue propuesta debido a la particular topología que presenta el sistema eléctrico chileno, el cual es largo y estrecho, y además contiene pocos bucles. De las pruebas utilizando esta metodología, siempre se converge, es decir, al realizar la tercera iteración los resultados no cambian. No se probó esta metodología en algún otro sistema.

## **5 Resultados Simulaciones**

Lo expuesto a continuación, son los resultados realizados con la metodología propuesta en la sección 4.4. En las tablas de esta sección LS se refiere a "Lineswitching" como abreviatura, y los flujos de las líneas están siempre referidas de A a B de la forma "A->B", es decir, si el flujo se transporta de B a A, el resultado tendrá un signo (-) delante de la magnitud del flujo.

### **5.1 Análisis por condiciones de operación**

En esta sección se analizan algunas condiciones de operación en detalle. En primer lugar, la condición que representa un mayor ahorro nominal, y en segundo lugar se revisará otra condición de operación con un mayor ahorro en términos porcentuales, pero se enfocará en el análisis de los cambios topológicos de la Región Metropolitana (R.M).

#### **5.1.1 Condición de operación con mayor ahorro nominal**

La mayor diferencia de costos operacionales entre el sistema con y sin cambios topológicos, se da en la condición de operación 4 con hidrología seca. Esta condición de operación representa a 161 horas del año con una demanda total de 12.406 MW. En donde se presenta una baja penetración solar en todo Chile, y se tiene un factor eólico de 0,6 en toda la zona Norte, un factor de 0,7 en la zona centro y sur del país, y un factor muy pequeño para la zona del extremo norte. Los totales disponibles de las distintas tecnologías se indican en la Tabla 5.1, además de los resultados con y sin LS.

**Tabla 5.1 Totales disponibles de cada tecnología de generación y los resultados de la condición de operación 4 con y sin posibilidad de cambios topológicos**

Tecnología	Total Disponible	Potencia [MW]			[%]	
		Sin LS	Con LS	DIF	DIF	
Embalse	644,54	644,54	644,54	0	0	
Pasada	945,67	945,67	945,67	0	0	
Serie	287,97	287,97	287,97	0	0	
Otro	15,75	15,75	15,75	0	0	
Geotermia	45,60	45,60	45,60	0	0	
Solar	155,54	147,17	155,54	8,37	5,69	
Eólica	839,42	839,42	839,42	0	0	
Carbón	4.222,50	3.867,26	4.222,50	355,24	9,19	
Desechos Forestales	21,91	21,91	21,91	0	0	
Biomasa	162,46	162,46	162,46	0	0	
Licor Negro-Petróleo N°6	33,30	33,30	33,30	0	0	
Biomasa-Licor Negro-Petróleo N°6	135,15	135,15	135,15	0	0	
Biomasa-Petróleo N°6	39,10	39,10	39,10	0	0	
Gas Natural	465,30	465,30	465,30	0	0	
GNL	2.161,58	2.161,58	2.142,32	-19,26	-0,89	
Petróleo IFO-180	188,61	157,52	188,55	31,02	19,70	
Petróleo Diésel	3.158,78	2.436,00	2.060,61	-375,39	-15,41	

De la Tabla 5.1 se observa como al abrir líneas en operación con el método de lineswitching, se logra desplazar generación térmica con Petróleo Diésel por tecnologías con menores costos operacionales, en particular energía térmica con petróleo IFO-180, GNL y energía solar, pero principalmente con energía térmica a carbón, reduciendo el costo operacional del sistema de US\$ 618.422 a US\$ 562.283 lo que significa un ahorro por hora de US\$ 56.139.

Si se observan con más detalle los generadores que cambian el punto de operación entre el despacho óptimo con y sin LS, se puede descifrar más específicamente cuales son los generadores responsables de la diferencia en el despacho más económico. Estos se muestran en la Tabla 5.2. (En esta tabla se ve el "Pdisp", que es la potencia disponible máxima para cada generador y "Dif" se refiere a la diferencia entre los resultados con y sin LS en términos de generación [MW] y en [US\$]).

**Tabla 5.2 Cambio del punto de operación en centrales.**

	[US\$/MW]	Información centrales			Potencia [MW]			US\$	
Gen	Cvar~	CenBar	Tec	Pdisp	Sin LS	Con LS	Dif	Dif ~	
<b>San Lorenzo 03</b>	177	D. de Almagro 220	Diésel	6,91	6,91	0,00	-6,91	1.221	
<b>El Salvador TG</b>	167	D. de Almagro 110	Diésel	21,30	21,30	0,00	-21,30	3.562	
<b>Termopacífico</b>	172	Cardones 220	Diésel	77,45	77,45	0,00	-77,45	13.350	
<b>Olivos 02</b>	161	Los Vilos 220	Diésel	19,98	19,98	12,90	-7,08	1.143	
<b>Nehuenco 9B 01</b>	188	San Luis 220	Diésel	352,80	201,55	0,00	-201,55	37.929	
<b>Laguna Verde</b>	167	Agua Santa 110	Diésel	40,61	40,61	0,00	-40,61	6.782	
<b>Candelaria CA</b>	189	Candelaria 220	Diésel	115,13	61,39	0,00	-61,39	11.631	
<b>Maule</b>	162	Itahue 154	Diésel	5,40	5,40	0,00	-5,40	875	
<b>Elektragen</b>	162	Itahue 154	Diésel	8,10	8,10	0,00	-8,10	1.313	
<b>Degañ</b>	123	Chiloé 220	Diésel	32,40	2,27	32,40	30,13	-3.713	
<b>Quellon 02</b>	128	Chiloe 220	Diésel	6,30	0,00	6,30	6,30	-803	
<b>Chiloé</b>	157	Chiloe 220	Diésel	8,10	0,00	8,10	8,10	-1.268	
<b>Biomar</b>	123	Melipulli 220	Diésel	2,16	0,00	2,16	2,16	-266	
<b>Multiexport II</b>	123	Melipulli 220	Diésel	1,44	0,00	1,44	1,44	-178	
<b>Multiexport I</b>	123	Melipulli 220	Diésel	0,72	0,00	0,72	0,72	-89	
<b>Skretting</b>	123	Melipulli 220	Diésel	2,43	0,00	2,43	2,43	-300	
<b>Danisco</b>	123	Melipulli 220	Diésel	0,72	0,00	0,72	0,72	-89	
<b>Nehuenco 01 FA</b>	163	San Luis 220	GNL	19,25	19,25	0,00	-19,25	3.132	
<b>ANDES SOLAR</b>	6	Andes 220	Solar	1,07	0,00	1,07	1,07	-6	
<b>BOLERO I</b>	6	Laberinto 220	Solar	2,10	0,00	2,10	2,10	-13	
<b>BOLERO II</b>	6	Laberinto 220	Solar	2,10	0,00	2,10	2,10	-13	
<b>BOLERO III</b>	6	Laberinto 220	Solar	1,05	0,00	1,05	1,05	-6	
<b>BOLERO IV</b>	6	Laberinto 220	Solar	2,05	0,00	2,05	2,05	-12	
<b>MIMB</b>	119	Mantos Blancos 220	IFO-180	25,13	0,00	25,13	25,13	-3.000	
<b>INACAL</b>	137	La Negra 110	IFO-180	5,96	0,00	5,90	5,90	-808	
<b>CUMMINS</b>	122	Enaex 110	Diésel	0,65	0,00	0,65	0,65	-79	
<b>DEUTZ</b>	133	Enaex 110	Diésel	1,76	0,00	1,76	1,76	-235	
<b>CTH</b>	31	Chacaya 220	Carbón	119,70	83,20	119,70	36,50	-1.128	
<b>Infr. Energ. Mej.</b>	40	Chacaya 220	Carbón	318,75	0,00	318,75	318,75	-12.795	

Las líneas que fueron desconectadas y las que son responsables del ahorro operacional con LS, se muestran en la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Líneas desconectadas**

N°	Nombre de Línea	Fmax [MW]	Zona
1	Nueva Charrúa 500->Nueva Charrúa 220	750	4
2	Antofagasta 110->Capricornio 110	182	8
3	La Negra 110->Alto Norte 110	122	8
4	Encuentro 220->Lagunas 220	580	7
5	Nueva Crucero Encuentro 220->Crucero 220 Aux S	1.000	7
6	Kapatur 220->O'higgins 220	1.400	8
7	Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220	597	8

Para analizar de mejor forma por qué sucede esto cuando se abren las líneas enumeradas en la Tabla 5.3, es que se programó en FICO un programa que optimice la condición de operación en cuestión, pero ahora ya no con variables de lineswitching, sino más bien, estas variables pasan a ser parámetros. Es así como se pueden probar distintas combinaciones con respecto a la topología óptima y ver qué ocurre en esos casos.

En particular se probó, que sucedía si todas las líneas estaban cerradas, y solo una de las soluciones de las líneas estaba abierta, como se ve en la Figura 5.1. También se estudió al revés, es decir, la topología óptima, y de las líneas abiertas, experimentar que pasaba si se cerraba solo una de estas, como se ve en la Figura 5.2. Estos resultados se expresan en la Tabla 5.4 en US\$, en donde "Reducción", son los resultados de la Figura 5.1 y "aumento" de la Figura 5.2.

**Tabla 5.4 Resumen pruebas realizadas en US\$**

N°	Nombre Líneas	Reducción [US\$]	Aumento [US\$]
1	Nueva Charrua 500->Nueva Charrua 220	265	39
2	Antofagasta 110->Capricornio 110	-161	45
3	La Negra 110->Alto Norte 110	115	52
4	Encuentro 220->Lagunas 220 III	154	6
5	Nueva Crucero Encuentro 220->Crucero 220 Aux S	5.277	2.386
6	Kapatur 220->O'higgins 220	23.774	4.412
7	Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220 I	51.981	25.554
	Optimo	53.263	-
	Sin LS	-	53.263

## Resultados abriendo una Línea respecto al caso sin LS

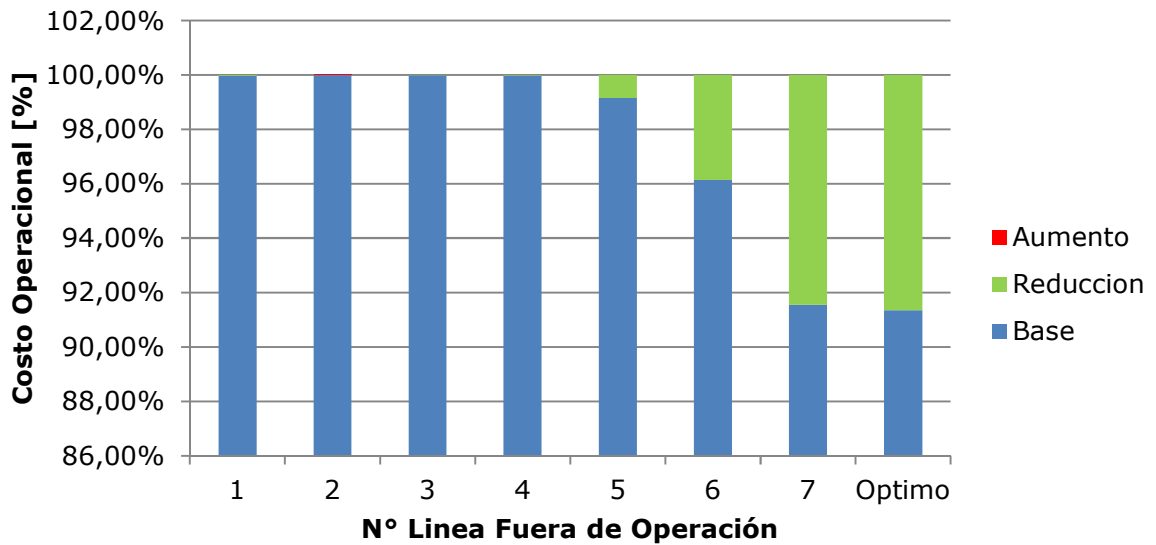


Figura 5.1 Resultado abriendo una línea

## Resultado Cerrando una línea respecto a topología óptima

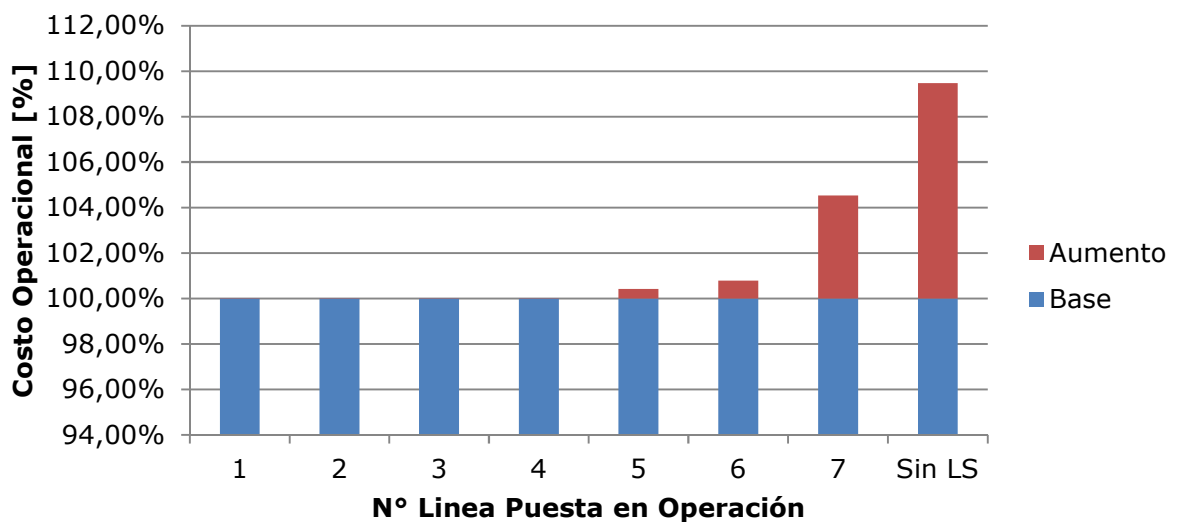


Figura 5.2 Resultados cerrando una línea de la topología óptima



De las pruebas que se exponen en las Figura 5.1 y Figura 5.2, se puede observar que la línea de la prueba 7, es decir, "**Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220**", es la responsable de un mayor ahorro operacional al ser desconectada. Esta línea por si sola al ser abierta logra hacer que ingrese a la operación una mayor generación térmica a carbón desde la barra Chacaya 220, reduciendo generación térmica diésel con un alto costo operacional desde distintas zonas, pero en especial desde el generador Nehuenco que queda en la barra San Luis 220. En total se ahorran US\$ 51.981 por hora por esta línea, la cual representa el 97,59% del ahorro total con la topología óptima. Al ser puesta en servicio con respecto a la solución óptima el costo operacional aumenta en US\$ 25.554.

Una de las pruebas que se hizo fue imponer el ingreso de generación térmica a carbón que se encontró en la solución con LS desde "Chacaya 220" pero ahora con la línea "**Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220**" cerrada con respecto a la solución óptima. Resultó que generadores aún más caros aumentaron su generación, aumentando el costo con respecto a la solución óptima en US\$ 46.239, esto se puede explicar debido a la saturación de la línea "**El Cobre 220->Esperanza SING 220**". Si ampliamos al doble la capacidad de esta línea, el despacho disminuye en 1 US\$ con respecto a la solución óptima, esto demuestra que los generadores se despachan de tal forma de cumplir con el límite térmico de esta zona.

Debido a lo expuesto en el párrafo anterior es que "**Chacaya 220**" no puede aumentar su despacho de generación a carbón ya que esta restricción del límite térmico se violaría. Al sacar de servicio la línea "**Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220**" deja de transportar 137 MW de potencia por esta línea hacia el laberinto para luego distribuirse a distintas barras, pero en particular hacia "**El cobre 220**" en donde dejan de fluir unos 80 MW. De esta forma "**Chacaya 220**" puede generar más energía térmica con carbón teniendo un costo operacional más bajo que la generación térmica con diésel. Al mismo tiempo laberinto puede generar con energía solar. En la Figura 5.3 se ve un diagrama simplificado, ya que se sacaron varias barras de los alrededores para exponer lo recién planteado. Las líneas contienen flechas en donde se ve la dirección de los flujos con LS, y en rojo se ve la línea saturada. En cuanto a las barras en morado representan a barras de generación y consumo, las barras celestes son de consumo, las verdes son de generación y las barras amarillas son de conexión.

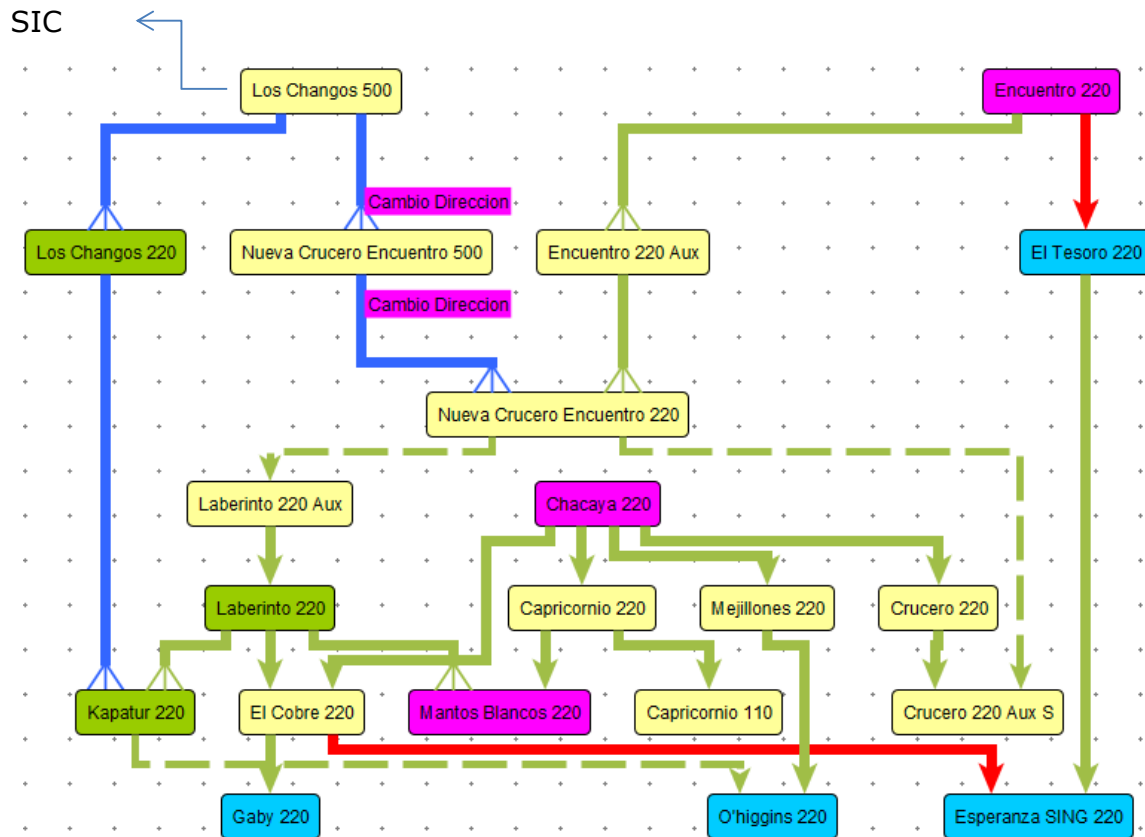


Figura 5.3 Diagrama simplificado de la zona sur del SING

Del diagrama Figura 5.3 se aprecia también como la línea los **"Changos 500 -> Nueva Crucero Encuentro 500"** cambia su sentido del flujo de potencia al hacer los lineswitching, esto genera además que aumente la exportación de potencia desde el SING al SIC en 397,1 MW.

Es **importante** notar que son las congestiones de las líneas las que producen la necesidad de hacer LS, ya que, si no hubiese congestiones, dadas las restricciones de este modelo que se ven en el Capítulo 3, significaría que el despacho óptimo sería igual a un despacho por orden de mérito en cuanto a despacho por costo operacional. Es por esto que las líneas congestionadas se presentan en la Tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Líneas saturadas, condición de operación 4, Hidrología seca**

Nombre Línea	Fmax [MW]
Batuco 110->Punta Peuco 110	162
Encuentro 220->El Tesoro 220	185
El Cobre 220->Esperanza SING 220	222

El segundo caso con mayor ahorro se ilustra en la línea **“Kapatur 220->O'higgins 220”** en donde se percibe un ahorro al abrir la línea de operación por sí sola, ya que desplaza generación termoeléctrica diésel por generación termoeléctrica a carbón, en total se ahorran US\$ 23.774 por hora (Ahorro del 3,86%). Mientras que al ser puesta en servicio con respecto a la topología óptima, el costo operacional aumenta en US\$ 4.412. Si es que esta línea no se desconecta la central Bolero (I, II, III y IV) no puede generar sus 7,3 MW disponibles. Si se impone la generación de las centrales Bolero en los 7,3 MW disponibles en la topología óptima, pero con la línea **“Kapatur 220->O'higgins 220”** el optimizador compensa en la solución con generadores aún más caros para no sobrepasar los límites térmicos de las líneas saturadas, los generadores que cambian su punto de operación en esta prueba, al imponer la generación de **Bolero**, se aprecian en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.6 Ejemplo línea “Kapatur 220->O'higgins 220” puesta en servicio con respecto a topología óptima imponiendo generación de central Bolero.**

Centrales	Info. Centrales [US\$/MW]			Potencia [MW]			US\$
	Barras	Cvar~	Tec.	Opt.	Prueba	Dif	Dif~
<b>186</b> Olivos 02	Los Vilos 220	161	Diésel	12,90	19,98	7,08	1.143
<b>195</b> Laguna Verde	A. Santa 110	167	Diésel	0,00	18,13	18,13	3.029
<b>215</b> Maule	Itahue 154	162	Diésel	0,00	5,40	5,40	875
<b>267</b> Nehuenco 01 GNL	San Luis 220	163	GNL	0,00	19,25	19,25	3.132
<b>432</b> INGENOVA	Palestina 220	179	Diésel	0,00	1,14	1,14	204
<b>462</b> Infr. Energ. Mejillones	Chacaya 220	40	Carbón	318,75	293,18	-25,57	-1.026

Otro caso importante de analizar es la línea **“Nueva Crucero Encuentro 220->Crucero 220 Aux S”** según lo que se muestra en las Figura 5.1 y Figura 5.2. Acá sucede que al ser desconectada por sí sola, se logra un ahorro de US\$ 5.277, ya que logra desplazar tecnología termoeléctrica diésel a termoeléctrica de carbón. Además, se aprecia su impacto cuando se conecta esta línea con respecto a la solución óptima, es decir, si a la topología de la solución óptima se le cierra esta línea, el costo del sistema aumenta en \$US 2.386. En este caso la dinámica de los flujos se da de tal forma, que los generadores tienen que distribuir adecuadamente la generación para no sobrepasar los límites de flujo de las líneas y poder

alimentar algunas barras, es así, que si se impone la generación de algunos generadores claves del resultado de la configuración óptima a la topología con esta línea cerrada, los flujos no logran alimentar la barra el Tesoro 220, por lo que hay ENS en esta barra.

En el caso de las líneas **"Antofagasta 110->Capricornio 110"** y **"La Negra 110->Alto Norte 110"** ambas líneas provocan que se despachen generadores más económicos, pero de la misma tecnología diésel. Con estos cambios topológicos se logra dejar de importar energía de la Central Termopacífico que queda en la barra "Cardones 220", y generar con centrales del mismo SING con costos operacionales más reducidos. Al hacer estos cambios topológicos el flujo del transformador **"Capricornio 220->Capricornio 110"** aumenta en 59%, mientras que el flujo de **"Mejillones 110->Desalant 110"** disminuye en un 39%, en la Figura 5.4 se ilustra en forma de diagrama los cambios topológicos realizados y en la Figura 5.5 se muestra topológicamente como es la zona con una imagen del CDEC SING modificada para ilustrar de mejor manera lo planteado. Con líneas punteadas se simbolizan las dos líneas abiertas, con estos la alimentación de las barras con demanda quedan alimentadas radialmente, dejando separadas las barras "Alto Norte 110" y el "Negro 110" con las barras "Desalant 110" y "Antofagasta 013".

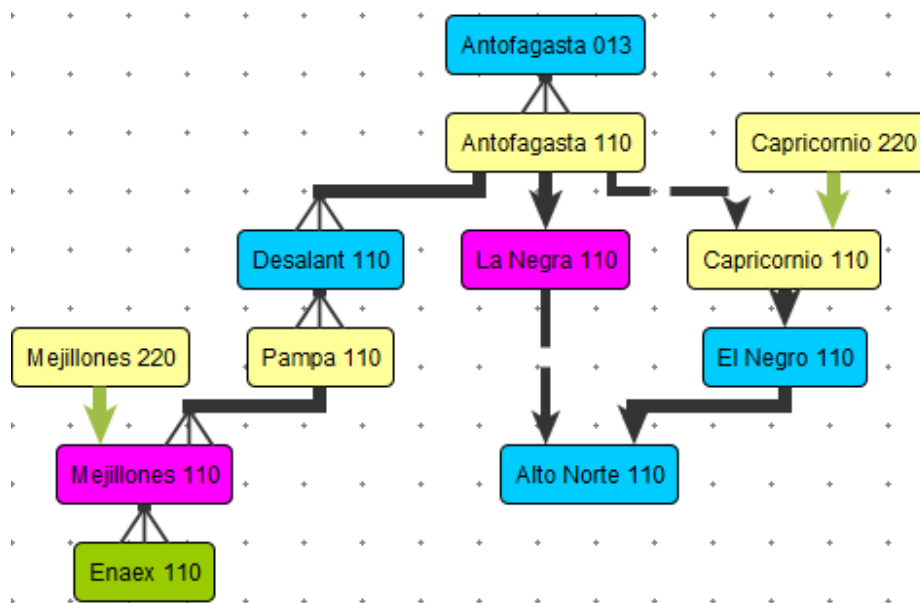


Figura 5.4 Diagrama de parte de la zona sur del SING, líneas abiertas: "Antofagasta 110->Capricornio 110" y "La Negra 110->Alto Norte 110"



Figura 5.5 lineswitching "Antofagasta 110->Capricornio 110" y "La Negra 110->Alto Norte 110"

Además de esto se pueden hacer varias pruebas que avalan la decisión de hacer este cambio topológico, si por ejemplo se impone la generación a las centrales que cambiaron su punto de operación con respecto a la topología óptima, se observa que al cerrar estas dos líneas y optimizar, el sistema tiene que compensar prendiendo generadores térmicos diésel aún más caros, pero si se hace nuevamente esta prueba pero aumentando la capacidad de transmisión de las dos líneas que se encuentran saturadas en el SING, el resultado es el mismo que el óptimo. De esta prueba se rescata, que el optimizador en todo momento tiene que optimizar de tal manera de que tanto los generadores al norte como los más al sur de las líneas saturadas, se compensen para que no se violen los límites térmicos.

En los casos "Encuentro 220->Lagunas 220" y "Nueva Crucero Encuentro 220->Crucero 220 Aux S" también se logra desplazar diésel, aunque en menor medida, pero todo se explica por las dos líneas saturadas, que, si se les aumenta la capacidad, estos cambios topológicos dejan de ser necesarios.

Por último, el caso del transformador "**Nueva Charrúa 500 -> Nueva Charrúa 220**" que, al abrirse, el generador térmico diésel de Chiloé 220 (Chiloé) puede disminuir su producción en  $\sim 8$  MW, luego esta se repone con el generador diésel de los vilos 220 (Olivos 02) que aumenta su producción en  $\sim 7$  MW y se incorpora diésel de itahue 154 (constitución Elektragen) que aumenta en  $\sim 1$  MW. Todo lo anterior se obtiene de las pruebas realizadas, lo importante de este cambio topológico es como logra reemplazar generación de una misma tecnología, pero con costos operacionales menores. Este tipo de práctica podría lograr que los generadores de una misma tecnología tuviesen que competir para bajar sus costos operacionales lo más posible para ser despachados.

### 5.1.2 Condición de operación con un mayor ahorro porcentual

El mayor ahorro en términos porcentuales con la aplicación del método del lineswitching se registró en la condición de operación 38 con una hidrología húmeda, esta tiene una demanda total de 12.234 MW, con factor solar de 0,85 para todo Chile. Mientras que la generación eólica tiene un factor de 0,736 para la zona Norte, y muy pequeños factores para toda la zona Centro, sur y extremo norte del país.

En esta operación el sistema sin LS tuvo un costo de US\$ 143.828, mientras que el sistema con LS registró un costo operacional de US\$ 108.969, lo que representa un ahorro de US\$ 34.509 por hora, lo que significa un ahorro del 24,05 %.

En cuanto a los tipos de generación y totales disponibles que se registraron con y sin LS, se exponen en la Tabla 5.7.

**Tabla 5.7 Totales disponibles de cada tecnología de generación y los resultados de condición de operación 38 con y sin LS, hidrología húmeda**

Tecnología	Total Disponible	Potencia [MW]			
		Sin LS	Con LS	DIF	DIF [%]
Embalse	3.193,29	3.172,33	3.191,81	19,48	0,61
Pasada	2.304,14	1.534,78	2.286,30	751,52	48,97
Serie	782,78	771,31	761,64	-9,67	-1,25
Licor Negro-Petróleo N°6	33,30	33,30	33,30	0,00	0,00
Otro	15,75	15,75	15,75	0,00	0,00
Geotermia	45,60	45,60	45,60	0,00	0,00
Solar	2.640,85	2.640,72	2.640,85	0,13	0,00
Eólica	239,63	236,69	239,63	2,94	1,24
Carbón	4.222,50	2.770,29	2.604,18	-166,11	-6,00
Desechos Forestales	21,91	3,02	3,02	0,00	0,00
Licor Negro-Petróleo N°6	33,30	33,30	33,30	0,00	0,00
Biomasa	162,46	21,42	72,31	50,89	237,60
Biomasa-Licor Negro-P. N°6	135,15	13,60	43,35	29,75	218,75
Biomasa-Petróleo N°6	39,10	9,86	17,51	7,65	77,59
Gas Natural	465,30	0,00	0,00	0,00	0,00
GNL	2.161,58	855,37	200,27	-655,09	-76,59
Petróleo IFO-180	188,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Petróleo Diésel	3.158,78	109,91	78,42	-31,49	-28,65

Se observa como la tecnología hidráulica de pasada se potencia con el uso del lineswitching, este resultado es interesante debido a las líneas que se abren en el sistema, estas se detallan en la Tabla 5.8.

De la Tabla 5.8 se aprecia una gran cantidad de líneas de la Región Metropolitana, en particular varias del anillo de Chilectra. Las líneas saturadas en esta operación son las que se muestran en la Tabla 5.9, en esta tabla además se ven los porcentajes de saturación y los flujos en MW de las líneas sin LS y con LS, de esta forma se observa que algunas líneas se relajan después de aplicar el método, y otras se saturan.

**Tabla 5.8 Líneas abiertas en la condición de operación 38 hidrología húmeda**

N°	Nombre Línea	Fmax [MW]	Zona
9	Pan de Azucar 500->Pan de Azucar 220	1.500	1
44	Quilpue 110->San Pedro 110	98	2
57	Cerro Navia 110->Batuco 110	162	3
61	Alonso de Cordova 110->Apoquindo 110	136	3
84	Lo Valledor 110->Maipu 110	130	3
93	Santa Raquel 110->Florida 110	142	3
98	Polpaico 220->Lampa 220	620	3
99	Chena 220->Cerro Navia 220	800	3
135	Tinguiririca 220->Tinguiririca 154	300	4
151	Antuco 220->Trupan 220	486	4
241	La Ermita 220->Los Almendros 220	680	2
251	Maitencillo 220 Aux->Punta Colorada 220	520	1
258	Don Goyo 220 Aux->Talinay 220	224	1
264	La Cebada 220 Aux->Las Palmas 220	224	1

**Tabla 5.9 Líneas saturadas con su porcentaje de saturación en el caso base y en el caso con LS.**

Nombre de línea	Fmax [MW]	Zona	Sin LS		Con LS	
			[MW]	[%]	[MW]	[%]
Pan de Azúcar 220->Pan de Azúcar 110	208,3	1	208,0	100,00	208,3	100,00
Alto Jahuel 110->San Bernardo 110	316,0	3	295,4	93,48	316,0	100,00
Lo Aguirre 500->Lo Aguirre 220	771,3	3	548,0	71,05	771,3	100,00
Alto Jahuel 500->Lo Aguirre 500	1.400,0	3	725,6	51,83	1.400,0	100,00
Los Almendros 220->Los Almendros 110	426,2	3	426,0	100,00	354,0	83,06
Ancoa 500->Ancoa 220	771,3	4	-611,0	79,22	-771,3	100,00
Sauzal 110->Alto Jahuel 110	153,2	4	-153,2	100,00	-42,8	27,91
Rucue 220->Charrúa 220	330,9	4	330,9	100,00	330,9	100,00
Pangue 220->Charrúa 220	242,7	4	242,7	100,00	230,7	95,03
Pangue 220->Trupan 220	242,7	4	208,2	85,77	242,7	100,00

En este caso se observa como de las trece líneas que se ven en la Tabla 5.9, cinco líneas siguen estando saturadas, seis líneas dejan de estar saturadas y dos líneas nuevas se saturan. Una línea que es interesante que se satura después del lineswitching es la línea **“Alto Jahuel 500->Lo Aguirre 500”**, utilizando completamente esta línea troncal de alta capacidad.



En esta condición de operación en particular se analizará la Región Metropolitana para ver como un conjunto de soluciones pueden potenciar el uso de una línea. La solución encontrada en la Región Metropolitana se observa en la Figura 5.6.

Debido a este resultado surge una pregunta, ¿Estos cambios topológicos ayudan a la generación local, es decir dentro de la Región Metropolitana, o efectivamente ayuda a todo el despacho del sistema a utilizar de mejor manera las líneas troncales de alta capacidad? Para poder responder esta pregunta, es que se hizo una prueba en la cual con las soluciones de generación sin LS dentro de la Región Metropolitana se fijaron para luego estudiar de qué manera se comportaban los generadores que no se encuentran en esta zona.

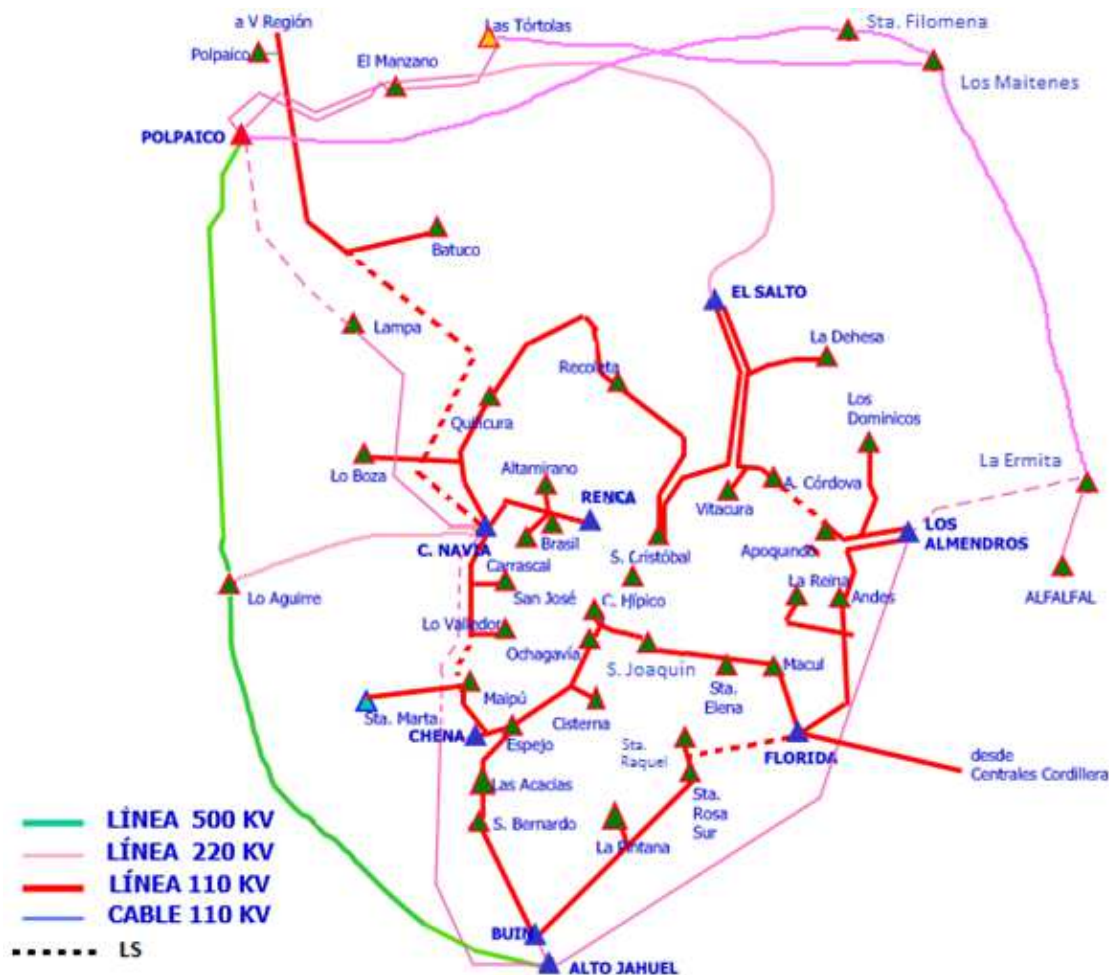


Figura 5.6 Esquema de solución en la Región Metropolitana de Santiago

De esta prueba se tiene el problema de que la barra **“Maipú 110”** queda con ENS (energía no suministrada), casi 50 MW, esto debido que al imponer la generación dentro de la Región Metropolitana (R.M) los generadores de esta zona no pueden aumentar su generación como en la solución con LS, y la energía necesaria para esta barra no puede entrar de otras zonas, debido a saturaciones. Ahora bien, solo como prueba para demostrar lo planteado es que, con el mismo optimizador, se le pide que aumente la capacidad de tramos lo menos posible de tal manera de no tener ENS en “Maipú 110”, de esta forma la solución dice que se amplíe en ~ 5,4% la línea “Alto Jahuel 110->San Bernardo 110” y el transformador “Chena 220->Chena 110” en un ~ 4,9 %.

Al hacer esta prueba resulta que efectivamente al cambiar la topología del sistema, cambia la generación de las distintas zonas, como se ve en la Tabla 5.10 , pero en este caso el sistema se encarece con respecto a la solución sin LS, esto puede ser debido a que al modificar los parámetros de algunas líneas la topología óptima puede cambiar de igual forma, es por eso que se tomará otro ejemplo en donde al imponer la generación no se registre ENS, de esta forma los parámetros originales de las líneas no se ven alterados.

**Tabla 5.10 Generación por Zonas, en MW**

	Generación por zonas [MW]				[MW]
	Zona	Prueba	Sin LS	Con LS	Demanda
<b>SING</b>	7	1.374	1.535	1.243	1.421
	8	1.304	1.304	1.304	1.654
<b>SIC</b>	1	2.211	2.212	2.178	1.372
	2	968	968	871	1.410
	R.M (3)	492	492	876	3.292
	4	5.243	5.085	5.124	1.800
	5	131	131	131	838
	6	512	507	507	447

El caso que se tomará será el mismo que se tratará más adelante en la sección “Vertimiento ERNC (Eólico y Solar) 5.2.3”, donde se analizará el vertimiento. En este ejemplo también se abren varias líneas de la Región Metropolitana. Estas Líneas y transformadores están descritos en la Tabla 5.11, y se aprecian con línea punteada en la Figura 5.7.



En este ejemplo, al imponer la generación del caso sin LS dentro de la Región Metropolitana con los cambios topológicos correspondientes a la solución con LS, no se genera energía no suministrada, por lo cual es más fácil el análisis que en la condición de operación 38 con hidrología húmeda. Los resultados de la prueba y de los casos con y sin LS se observan en la Tabla 5.12.

**Tabla 5.12 Generación por Zonas, condición de operación 35 hidrología húmeda.**

	Zona	Generación por zonas [MW]			[MW]
		Prueba	Sin LS	Con LS	Demanda
<b>SING</b>	7	1.070	1.471	1.070	1.417
	8	1.083	1.270	1.107	1.694
<b>SIC</b>	1	826	826	826	1.307
	2	1.047	942	1.023	1.229
	R.M (3)	733	733	760	2.328
	4	5.022	4.948	4.996	1.501
	5	207	7	207	720
	6	570	361	570	361

Se observa como al cambiar solo la topología de la Región Metropolitana y al imponer la generación de esta zona con el caso sin LS, cambia la generación en las demás zonas del sistema, incluso en las partes más australes de este. En la Tabla 5.13 podemos ver los costos operacionales por zona, y los costos operacionales totales. Es por esto que se puede concluir que los cambios topológicos dentro de la malla de Chilectra no solo afectan a la generación local como se pueden ver en estos ejemplos, sino que también puede afectar al despacho de todo el sistema.

**Tabla 5.13 Costo operacional por zonas**

	Zona	[US\$/Hra] por zona		
		Prueba	Sin LS	Con LS
<b>SING</b>	7	29.326	46.396	29.326
	8	32.794	40.308	33.748
<b>SIC</b>	1	18.980	18.980	18.980
	2	30.861	26.033	29.723
	R.M (3)	44	44	432
	4	7.172	12.406	5.815
	5	909	0	909
	6	894	0	894
<b>Total</b>		120.979	144.166	119.826

Este resultado es **interesante**, ya que actualmente el CDEC-SIC no tiene potestad sobre las líneas de Chilectra, lo cual puede llevar a una generación ineficiente. Es más, Chilectra al ser una empresa privada tiene intereses distintos a los del CDEC, y si opera con líneas abiertas o cerradas es para mejorar su operación y no la del sistema.

## 5.2 Ahorro Anual del método y análisis vertimiento ERNC

### 5.2.1 Ahorro del método

En esta sección se analizará el ahorro anual que se genera en la operación del sistema. Para esto se vio cual era el costo anual de operar el sistema con y sin lineswitching para distintas hidrologías (seca, media y húmeda).

**Tabla 5.14 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías.**

	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
<b>Sin LS [\$US]</b>	3.472.149.993	2.295.938.572	1.692.727.206
<b>Con LS [\$US]</b>	3.429.425.397	2.204.336.499	1.565.967.570
<b>Ahorro [\$US]</b>	42.724.596	91.602.073	126.759.636
<b>Ahorro [%]</b>	1,23	3,99	7,49

Los resultados de la Tabla 5.14 y Tabla 5.16 fueron obtenidos mediante el cálculo de los costos de operación de cada condición de operación con y sin cambios topológicos, y estas multiplicadas por la duración de cada una de las 40 condiciones de operación, las cuales corresponden a una suma total de 8760 horas.

### 5.2.2 Ahorro en un caso con doble penetración de energías ERNC (viento y sol)

También se hizo el ejercicio de aumentar la instalación de energía ERNC a cada una de las cuarenta condiciones de operación y en las tres hidrologías, los resultados se exponen en la Tabla 5.16. Este ejercicio se hace debido a que es un escenario probable, incluso razonable si vemos la

información del SEA en cuanto a proyectos ERNC (eólicos y solares aprobados y en calificación) como se ven en la Tabla 5.15.

**Tabla 5.15 Información SEA [21]**

ERNC Proyectos	Suma de Potencia [MW]
<b>Eólico</b>	<b>10.355,89</b>
Aprobado	8.385,04
En Calificación	1.970,85
<b>Solar</b>	<b>21.488,86</b>
Aprobado	15.217,306
En Calificación	6.271,554
<b>Total general</b>	<b>31.844,75</b>

**Tabla 5.16 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías, doble penetración ERNC**

	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
<b>Sin LS [\$US]</b>	2.868.390.332	1.880.102.101	1.380.919.033
<b>Con LS [\$US]</b>	2.837.521.713	1.836.317.898	1.288.181.556
<b>Ahorro [\$US]</b>	30.868.619	43.784.203	92.737.477
<b>Ahorro [%]</b>	1,08	2,33	6,72

En ambos escenarios se observa una disminución de los costos operacionales a medida que la disponibilidad de generación hidráulica aumenta, y se puede notar que el ahorro en términos porcentuales aumenta significativamente también. Esto es debido a que algunos cambios topológicos favorecen a un aumento de la generación hidráulica, por lo que es esperable este tipo de correlación.

Por otro lado, porcentualmente disminuye el ahorro cuando aumenta la disponibilidad de energías ERNC, esto es debido en parte, a que la adaptación que se hizo al sistema en STx y ATx fue con respecto al caso base, y además el ahorro en el caso sin LS disminuye bastante, es decir, se logra aprovechar en gran medida la disponibilidad ERNC. También existe el hecho de que el lineswitching tiene sus limitantes ya que utiliza solo infraestructura existente en el sistema.

Para dejar más claro este punto, es que se analizará el ahorro con doble penetración ERNC, pero ahora adaptando el sistema STx y ATx a este escenario. En este punto los resultados se observan en la Tabla 5.17.

**Tabla 5.17 Costos de Operación anual con y sin LS y distintas hidrologías, doble penetración ERNC, con adaptación STx y ATx doble ERNC**

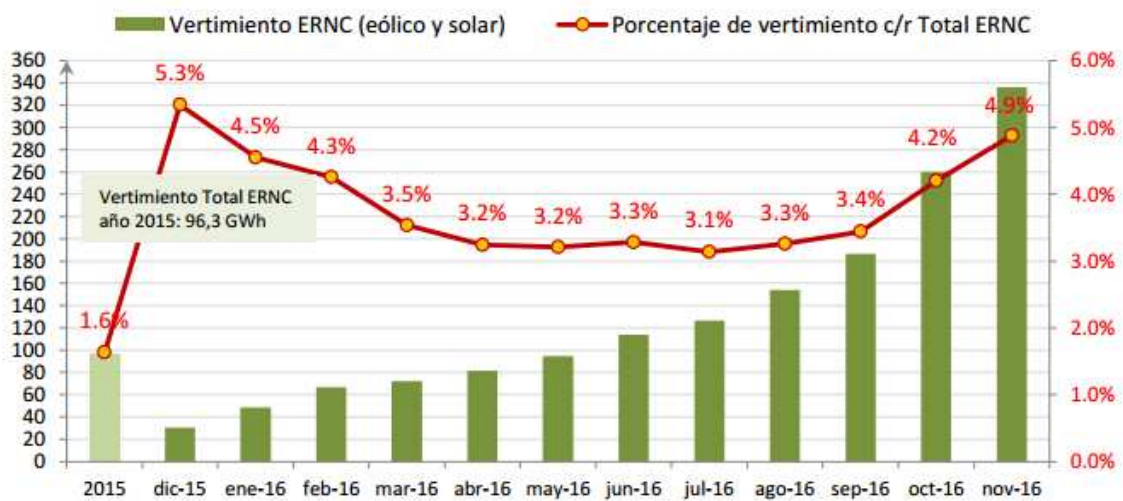
	<b>Año Seco</b>	<b>Año Medio</b>	<b>Año Húmedo</b>
<b>Sin LS [US\$]</b>	2.793.428.146	1.817.767.149	1.314.355.763
<b>Con LS [US\$]</b>	2.750.659.926	1.747.471.557	1.230.051.260
<b>Ahorro [US\$]</b>	42.768.220	70.295.592	84.304.503
<b>Ahorro [%]</b>	1,53	3,87	6,41

Se observa de la Tabla 5.17 que disminuyen los costos operacionales de ambos casos y en todas las hidrologías, con respecto a la Tabla 5.16, además se puede ver que el porcentaje de ahorro aumenta en el caso hídrico seco, se mantiene casi inalterable para el caso medio, y disminuye para el caso hídrico más húmedo. Esto se debe también a que parte del ahorro es debido a los generadores térmicos con distintos costos operacionales, los cuales no necesariamente están en operación en el caso de alta disponibilidad Hidráulica y ERNC.

### **5.2.3 Vertimiento ERNC (Eólico y Solar)**

Actualmente en el sistema chileno hay unos 2.218 MW de potencia instalada ERNC considerando solo generaciones con energía solar y eólica, para las simulaciones del año 2025 con la información de la CNE, se cuentan con unos 4.417 MW considerando ambas tecnologías, es decir, un aumento de más del 50 %, por lo que toma relevancia y surge la pregunta si nuestro sistema está adaptado para aprovechar 100% este tipo de energías. Para el año 2016, tan solo el SING ha logrado utilizar al 100% la energía generada por estas tecnologías, pero hasta noviembre de 2016 el SIC ha vertido más de 320 GWh de energía ERNC considerando solo tecnología solar y eólica. Esta información fue obtenida de la de la página web del CDEC SIC [24], la cual se ilustra en la Figura 5.8.

### Vertimiento ERNC acumulado 12 meses (GWh/mes)



Valor acumulado al mes que se muestra (12 meses).

**Figura 5.8 Vertimiento ERNC (eólico y solar) en el SIC.**

Es por esto se contrastarán los casos con LS y sin LS en términos de energía solar y eólica desaprovechada. Los totales disponibles de estos recursos para el año de la simulación se observan en la Tabla 5.18.

**Tabla 5.18 Total disponible caso base.**

Totales	[GWh]
Energía Solar	7.697
Energía Eólica	3.790
<b>Energía Total ERNC</b>	<b>11.487</b>

Tomando en cuenta la energía total disponible, se compararán los resultados de las simulaciones para saber cuánta energía no pudo ser aprovechada. En la Tabla 5.19 en el caso sin LS se ve vertimiento anual por tecnología para las simulaciones con distintas hidrologías, además se muestra el porcentaje equivalente del vertimiento con respecto al total disponible del recurso, y en la Tabla 5.20 el caso con LS, para luego contrastar la reducción del vertimiento en términos porcentuales en la Tabla 5.21.



**Tabla 5.19 Vertimiento sin LS caso Base en MWh**

	Seca		Media		Húmeda	
<b>Energía Solar</b>	9.896	0,13%	9.275	0,12%	4.750	0,06%
<b>Energía Eólica</b>	0	0,00%	13.908	0,37%	97.780	2,58%
<b>Energía Total ERNC</b>	9.896	0,09%	23.183	0,20%	102.530	0,89%

**Tabla 5.20 Vertimiento con LS caso Base en MWh**

	Seca		Media		Húmeda	
<b>Energía Solar</b>	1	0,00%	1	0,00%	4	0,00%
<b>Energía Eólica</b>	0	0,00%	0	0,00%	122	0,00%
<b>Energía Total ERNC</b>	1	0,00%	1	0,00%	127	0,00%

**Tabla 5.21 Reducción porcentual del vertimiento debido al LS en MWh, caso base**

	Seca	Media	Húmeda
<b>Energía Solar</b>	99,99%	99,99%	99,91%
<b>Energía Eólica</b>	0,00%	100,00%	99,87%
<b>Energía Total ERNC</b>	100,00%	100,00%	99,88%

Del caso base se observa que al hacer lineswitching el vertimiento baja a casi cero, en el caso del vertimiento solar, el mayor vertimiento se registra en la central **EL BOLERO (I, II, III, y IV)** y en menor medida debido al vertimiento de la central **ANDES SOLAR** que quedan en las barras "**Laberinto 220**" y "**Andes 220**" respectivamente. Estas se deben principalmente a la saturación de la línea "**El Cobre 220->Esperanza SING 220**" para algunas condiciones de operación, estas tienen en común baja penetración solar por lo que, al optimizador, para evitar esta congestión prefiere no despachar con tecnología solar que está cerca de la zona y despachar otras tecnologías que están más al norte. Lo anterior se arregla modificando los flujos con la técnica del lineswitching. El otro vertimiento solar, pero en menor medida, se registra en hidrologías más húmedas y es debido a la central **Techos de Altamira**, este se encuentra conectado a la barra "**La Reina 110**" en el anillo de Chilectra. En este caso hay que tener en cuenta que se hizo una adaptación heurística en la sección 4.3.6 por lo cual no refleja la verdadera topología para el año 2025. Este disminuye su generación ya que le conviene suministrar demanda con la gran cantidad de generación hidráulica disponible. Con la técnica de lineswitching se logra redistribuir los flujos que vienen del sur y de esta forma aumentar la generación de esta central. En la Tabla 5.22 se ve el aprovechamiento solar de las centrales con vertimiento.

**Tabla 5.22 Centrales solares con energía vertida**

N°	CenNom	Barra	Factores aprovechamiento energía por hídrico		
			Seca	Media	Húmeda
138	T. de Altamira	La Reina 110	100.00%	99.03%	44.23%
396	BOLERO I	Laberinto 220	97.61%	97.61%	98.79%
397	BOLERO II	Laberinto 220	97.61%	97.61%	98.79%
398	BOLERO III	Laberinto 220	97.61%	97.61%	98.79%
399	BOLERO IV	Laberinto 220	97.61%	97.61%	98.79%
394	ANDES	Andes 220	97.61%	98.79%	99.67%

En cuanto a las centrales eólicas el vertimiento se registra en los generadores de más al sur y de dos de las centrales que están más cercanas a la zona centro del país, estas se dan debido a que estas centrales tienen un costo de operación de 7,7 US\$/MWh, mientras que las centrales hidráulicas tienen un costo operacional de 0 US\$/MWh, por lo que el optimizador siempre prefiere suministrar con este último tipo de tecnologías. Al hacer estas modificaciones al sistema se logra distribuir más eficientemente los flujos al llegar a la Región Metropolitana, logrando disminuir el vertimiento. El resumen de las centrales eólicas que vierten energía se observa en la Tabla 5.23.

**Tabla 5.23 Resumen de las centrales que vierten energía eólica.**

N°	CenNom	Barra	Zona Viento	Factores de aprovechamiento por hídrico		
				Seca	Media	Húmeda
291	Ucuquer II Eólico	Melipilla 110	Norte y Centro	100,00%	100,00%	96,98%
292	Ucuquer I	Rapel 220	Norte y Centro	100,00%	100,00%	96,30%
293	Negrete Cuel	Charrúa 220	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
294	Eólica Lebu	Coronel 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
295	San Pedro Eólico	Chiloé 220	Sur	100,00%	99,25%	88,29%
296	Los Buenos Aires	Charrúa 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
297	Renaico	Temuco 220	Sur	100,00%	95,05%	88,29%
299	Huajache	Coronel 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
300	Raki	Coronel 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
301	Eólica Lebu II	Coronel 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
302	Eólica Las Peñas	Coronel 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
303	La Esperanza	Charrúa 154	Sur	100,00%	100,00%	88,29%
463	San Pedro E. II	Chiloé 220	Sur	100,00%	99,59%	88,29%

Para entender el motivo por el que baja drásticamente la energía eólica vertida con LS, es que veremos la condición de operación con mayor

vertimiento eólico en el caso base. Esta resulta ser la número 35 con hidrología húmeda, en la que vierte un total de 213 MW y representa a 346 horas del año. Al igual que en los análisis anteriores, debido a la complejidad de la distribución de los flujos de potencia, es que se hacen distintas optimizaciones entregándole al programa la topología que se desea optimizar. Es así que, por ejemplo, se ve que al sacar de servicio el transformador "**Polpaico 500->Polpaico 220**" con respecto a la solución sin LS, se logran ingresar 54,34 MW provenientes de la barra "**Chiloé 220**" y "**Coronel 154**". En cuanto a la solución encontrada con el optimizador con LS, este desconecta las líneas que se ven en la Tabla 5.24.

**Tabla 5.24 Líneas desconectadas, condición de operación 35 hidrología Húmeda**

Nombre completo	Fmax	Zona
Punta Colorada 220 Aux->Pan de Azúcar 220	520,0	1
Pan de Azúcar 220 Aux->Don Goyo 220	520,0	1
Quillota 220->Polpaico 220	1.422,0	2
Polpaico 500->Polpaico 220	1.542,5	2
Vitacura 110->Alonso de Cordova 110	179,6	3
Club Hípico 110->San Joaquin 110	136,0	3
Pajaritos 110->Lo Valledor 110	194,7	3
San Bernardo 110->Lo Espejo 110	316,0	3
Alto Jahuel 110->Santa Rosa 110	258,3	3
Lo Aguirre 500->Lo Aguirre 220	771,3	3
Antuco 220->Trupan 220	485,5	4
Colbun 220->Ancoa 220	910,0	4
Puente Negro 220->Tinguiririca 220	880,0	4

De las pruebas, resulta que solo dejando fuera de servicio las líneas de la zona 2 y 3 se logra ingresar la totalidad de la generación eólica disponible. Ahora bien, si empezamos a cerrar alguna de estas líneas con la última solución, se empieza a verter energía eólica con las líneas "**Polpaico 500->Polpaico 220**" y/o "**Lo Aguirre 500->Lo Aguirre 220**". Es por esto que se decidió hacer una prueba de tan solo sacar estos dos transformadores de servicio. Al hacer esto se logra igualmente eliminar el vertimiento eólico, es por esto que podemos suponer que estos dos transformadores ayudan a utilizar de mejor manera el troncal, redistribuyendo los flujos dentro de Santiago en donde se registran saturaciones en líneas.

Ahora, ¿qué sucedería si la disponibilidad del recurso de todas las centrales disponibles aumentara al doble?, para esto se duplico la potencia instalada de todos los generadores de tecnología solar y eólica contemplados en las simulaciones anteriores. Los resultados del caso sin LS se ven en la

Tabla 5.25, además se muestra el porcentaje equivalente del vertimiento con respecto al total disponible del recurso, mientras que en la Tabla 5.26 se observa el vertimiento para el caso con LS y por último en la

Tabla 5.27 se expone la reducción porcentual del vertimiento para el caso con doble penetración ERNC.

**Tabla 5.25 Vertimiento sin LS caso doble penetración ERNC (eólica solar) en MWh**

	Seca		Media		Húmeda	
<b>Energía Solar</b>	640.161	4,16%	616.975	4,01%	616.975	4,01%
<b>Energía Eólica</b>	64.904	0,86%	553.355	7,30%	553.355	7,30%
<b>Energía Total ERNC</b>	705.065	3,07%	1.170.330	5,09%	1.170.330	5,09%

**Tabla 5.26 Vertimiento con LS caso doble penetración ERNC (eólica solar) en MWh**

	Seca		Media		Húmeda	
<b>Energía Solar</b>	610.930	3,97%	610.930	3,97%	611.032	3,97%
<b>Energía Eólica</b>	30.300	0,40%	48.055	0,63%	404.559	5,34%
<b>Energía Total ERNC</b>	641.229	2,79%	658.985	2,87%	1.015.591	4,42%

**Tabla 5.27 Reducción porcentual del vertimiento debido al LS en MWh, caso x2 ERNC**

	Seca	Media	Húmeda
<b>Energía Solar</b>	4,57%	0,98%	0,96%
<b>Energía Eólica</b>	53,32%	91,32%	26,89%
<b>Energía Total ERNC</b>	9,05%	43,69%	13,22%

#### 5.2.4 Emisiones

De lo visto en la sección 5.2.3, se aprecia el mayor aprovechamiento de energías ERNC, esto lleva a la pregunta, ¿Es el lineswitching un buen método para disminuir las emisiones de gases a la atmosfera? La respuesta es, no así como se presenta en esta memoria, pero podría serlo cambiando o agregando alguna penalización en la función objetivo. En la Tabla 5.28 se aprecian las diferencias de las emisiones en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) del método con LS en contraste con el caso sin LS. Con flecha rojo se aprecian los casos en donde aumentan las emisiones, y con flecha verde donde disminuyen al cambiar el despacho óptimo debido a los cambios topológicos, estos se separan por tecnología.

**Tabla 5.28 Diferencia entre emisiones con y sin LS en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente según el sistema GEI**

Tecnología	Diferencias en tCO <sub>2</sub> e		
	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Carbón	↑ 308.106	↑ 761.709	↑ 625.758
Desechos Forestales	-	↑ 13.324	↑ 11.774
Biomasa	↓ 1.195	↑ 64.755	↑ 224.206
Biomasa-Licor Negro-Petróleo N°6	-	↓ 931	↑ 127.696
Biomasa-Petróleo N°6	↓ 2.221	↓ 1.025	↑ 27.124
Gas Natural	↑ 23.425	↑ 26.465	↓ 36.329
GNL	↑ 29.600	↓ 441.804	↓ 1.379.454
Petróleo IFO-180	↑ 21.406	↑ 11.262	↓ 101.031
Petróleo Diésel	↓ 473.289	↓ 665.977	↓ 79.999
<b>Total</b>	↓ 94.168	↓ 232.222	↓ 580.255
Porcentaje del total [%]	↓ 0,15	↓ 0,44	↓ 1,34

De la Tabla 5.28 se observan disminuciones leves en términos porcentuales con respecto a las emisiones anuales con el despacho económico tradicional, pero la metodología propuesta en esta memoria no vela por la disminución en las emisiones, simplemente en la minimización de los costos operacionales. Esto se ve en que, por ejemplo, las emisiones debido a las centrales a carbón, que es una energía con bajo costo operacional respecto a otros generadores térmicos de distinta tecnología, pero muy contaminante, aumenta considerablemente. Por otro lado, las energías ERNC las cuales disminuyen su vertimiento e hidráulicas, ayudan a desplazar generación con centrales contaminantes, llegando a resultados más favorables en términos de contaminación.

### 5.3 Análisis tiempo de ejecución del método y eficacia

En esta sección se hará un análisis donde se verán y compararán los resultados en los tiempos de ejecución del método planteado en la sección 4.4 con dos iteraciones, versus la resolución del problema sin zonas, es decir un solo problema de optimización en la cual se tienen las 409 variables binarias en un solo problema, limitando la resolución de las condiciones de operación en un tiempo máximo de resolución de 10.000 segundos.

El método planteado resulto ser eficiente para algunas condiciones de operación y para otras no, el resumen aparece en la

Tabla 5.29. En esta tabla se contrastan las soluciones encontradas por los métodos y se catalogan como mejores, peores o iguales en caso de que el método propuesto haya resultado con un costo operacional "Mayor, peor o igual" a la resolución del problema completo limitado en 10.000 segundos máximos por condición de operación, y lo mismo para el tiempo de resolución de cada condición de operación.

A modo de ejemplo y para especificar mejor la Tabla 5.29, es que se evaluará uno de los resultados. Este es la condición de operación 18 con hidrología seca, en esta la resolución con el método de zonas demora 18,83 segundos y da un costo operacional de US\$ 314.840, mientras que la resolución completa de esta condición de operación demora 369,13 segundos con un costo operacional de US \$314.631. Es por esto que esta condición de operación sería catalogada como "menores" en tiempo y "peores" en resultados ya que el método de zonas da un costo operacional US\$ 209 más costoso, pero resuelve el problema ~350 segundos antes.

**Tabla 5.29 Resultados del método vs problema completo**

		Resultado			
		Mejores	Iguals	Peores	Sub totales
Tiempo	Menores	3	5	35	43
	Mayores	13	44	20	77
	Sub totales	16	49	55	120

El peor de los resultados en costo de operación fue tan solo un 1,73% más costoso que el caso sin la separación en zonas. En cuanto a los tiempos promedio y estándar de la resolución de cada condición de operación, resulto ser muy variado para el método sin zonas (completo) y bastante constante para el método con zonas, como se puede ver en la Tabla 5.30. Además, en las pruebas siempre se trabajó con tres iteraciones con el método de zonas, pero resulta que en ningún momento de las pruebas realizadas cambiaba la solución entre el problema con dos iteraciones y el con tres, es por esto que en la tabla se separa el método de resolución por zonas, con respecto a tres y dos iteraciones.

**Tabla 5.30 tiempos de solución, estadísticos de las soluciones en segundos**

		Prom. [s]	Estándar [s]
	Sin Zonas	1.244,92	3.214,98
<b>Con Zonas</b>	2 iter.	17,50	0,86
	3 iter.	26,35	0,92

En el método sin zonas, el optimizador podía encontrar casi inmediatamente el *BEST BOUND*<sup>1</sup> haciendo muy efectivo este método. Pero en varias ocasiones, no lo encuentra inmediatamente y se queda iterando intentando lograr un valor cercano al *BEST BOUND*, es acá cuando el método de zona, si bien no siempre es óptimo, es más rápido en su resolución. Cabe destacar que se tuvo que limitar el tiempo de la resolución en el proceso sin zonas (10.000 segundos máximos por condición de operación) ya que en algunas ocasiones se quedaba varias horas e incluso días buscando una solución óptima. El tiempo total que demoró el programa en resolver las 120 condiciones de operación (40 por hidrología), fue de 150.107 segundos, que equivale a **1 día 17 horas 41 minutos y 47 segundos**, mientras que el método propuesto se demoró 3.271 segundos, lo que equivale a tan solo **54 minutos y 31 segundos** con tres iteraciones. Además de las pruebas realizadas, en ninguna ocasión se percibieron cambios en la tercera iteración, por lo que si se realiza el método con dos iteraciones este se demora 2.099 segundos, lo que equivale a **38 minutos y 35 segundos**.

Si se analizan los tiempos por condición de operación del método sin zonas, se puede ver de la Figura 5.9, que el 77,17% de estas se solucionan antes de los 200 segundos. Por lo que son algunas de estas condiciones de operación las que producen la demora en la resolución, ya que incluso llegando al tiempo límite, aun no se obtiene el resultado.

\*1 El BEST BOUND es una estimación que realiza el optimizador para optimizaciones MILP, en la cual relaja restricciones y estima un valor que en el mejor de los casos puede ser alcanzado.

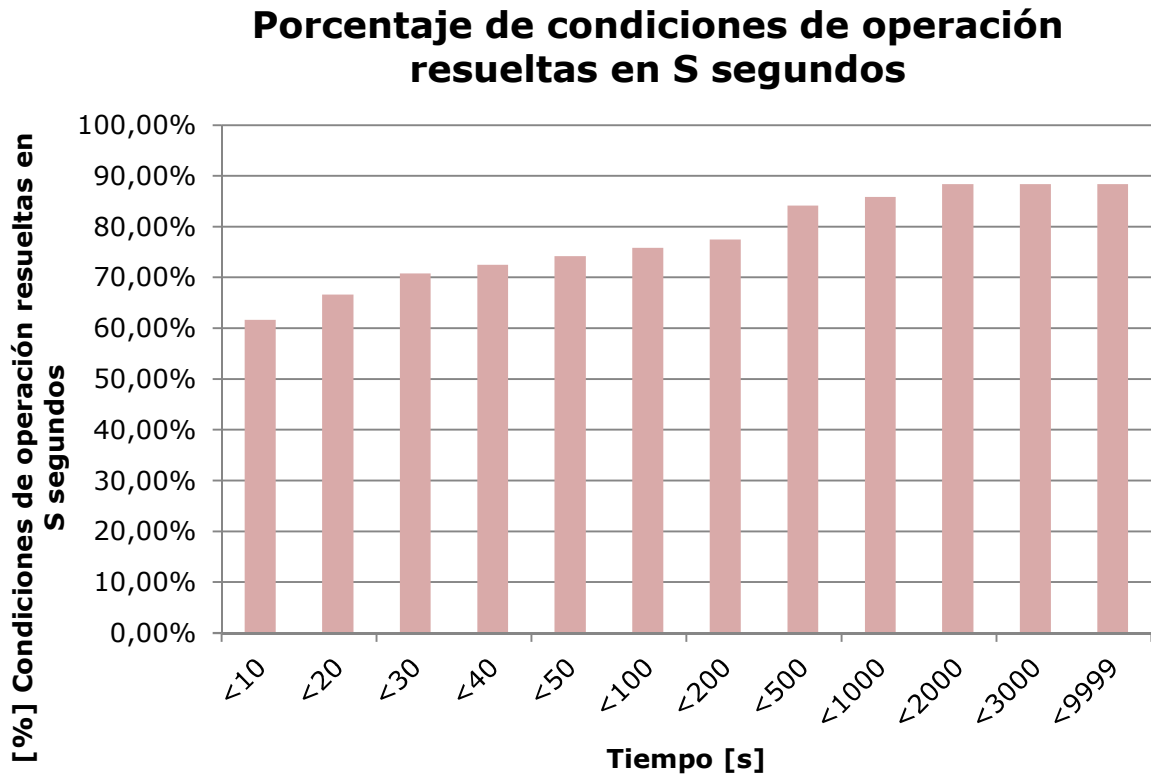


Figura 5.9 Porcentaje de condiciones de operación resueltas en S segundos

#### 5.4 Comparación entre los métodos.

Para poder comparar ambas formas de resolución del problema, es decir el caso con las 409 variables binarias por condición de operación, y el otro caso de resolución por zonas, es que se limitan en 18 segundos la resolución de las condiciones de operación con el método sin zonas y se contrastan los resultados de la resolución por zonas. Al hacer esto, el programa obliga al optimizador a encontrar la solución en menos de 18 segundos, es por esto que el optimizador se demora tan solo 1.099 segundos, lo que equivale a 18 minutos y 19 segundos, esto debido a que varias condiciones de operación se resolvían antes de los 18 segundos, esto es el 64,17% según la Figura 5.9. Los resultados obtenidos se contrastan con las soluciones obtenidas con el método de resolución por zonas (Los contrastes están referidos a la resolución sin zonas), y se comparan en



términos de mejor, peor e igual resultado, estos se aprecian en la Tabla 5.31.

**Tabla 5.31 Contraste método de zonas vs optimización completa.**

	<b>Seca</b>	<b>Media</b>	<b>Húmeda</b>	<b>Totales</b>
<b>Mejores</b>	8	16	11	35
<b>Iguals</b>	22	17	7	46
<b>Peores</b>	10	7	22	39
<b>Totales</b>	40	40	40	120

El resultado más adverso es tan solo un 1,42% con respecto al caso sin zonas. Por lo que, si bien los resultados no son idóneos, da a pensar que se pueden hacer cosas interesantes con esta metodología, los cuales se discutirán en la sección de trabajos futuros.

## 6 Conclusiones y trabajos futuros

### 6.1 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se puede deducir que a pesar de que la topología del sistema eléctrico chileno es muy radial, debido a que no tiene una gran cantidad de bucles, el lineswitching si puede ser una buena alternativa para, aminorar costos operacionales, llegando incluso a un ahorro del 7,49% en el caso de hidrología húmeda, y darles prioridad a generadores ERNC para el despacho aumentando su generación, y por ende disminuir el vertimiento de este tipo de tecnologías.

De lo visto específicamente de lineswitching, se observa que no solo ayuda a incrementar la generación de energías ERNC o hidráulicas, si no que entre generadores térmicos de una misma tecnología se puede lograr despachar en mayor medida el generador con menor costo operacional, con esto puede lograr que aumente la competencia para tener mejores rendimientos.

De las pruebas realizadas se destaca que el lineswitching en la malla de Chilectra, puede mejorar el rendimiento del sistema nacional completo, y además ayudar a centrales más económicas que se encuentran al interior de esta zona, a aumentar su generación, y así desplazar a las energías más caras.

También se aprecia que el método heurístico utilizado para la resolución del problema de lineswitching, si bien no encuentra siempre el resultado ideal, estas no difieren mucho respecto de la solución óptima, y se encuentran en tiempos razonables y casi constantes, quitándole incertidumbre al usuario.

Es **importante** notar que son las congestiones de las líneas las que producen la necesidad de hacer cambios topológicos, ya que, si no hubiese congestiones, dadas las restricciones de este modelo, significaría que el despacho óptimo sería igual a un despacho por orden de mérito en cuanto a

despacho por costo operacional. Es decir, en caso de líneas holgadas no es necesario este método.

## **6.2 Propuestas de trabajos futuros**

Si bien el lineswitching ayuda a bajar costos operacionales en el sistema, este modelo no contempla condiciones de confiabilidad, por lo cual habría que hacer un trabajo al respecto para ver si realmente es factible hacer lineswitching y que no empeore las condiciones de confiabilidad del sistema, y por otro lado, si es que realmente empeora, evaluar las probabilidades de falla de las condiciones con las cuales el problema deja de ser confiable y evaluar si es aceptable o no este empeoramiento de la confiabilidad con respecto al beneficio económico operativo que se registra.

El método propuesto para la resolución del problema, podría fácilmente hacerse en varias optimizaciones paralelas con un distinto orden en la resolución de las zonas, y que finalmente se escoja la mejor solución. También podría estudiarse el cómo dividir y elegir estas zonas para mejorar los resultados.

Se aconseja estudiar de mejor manera como las líneas de subtransmisión y de transmisión adicional pueden afectar al despacho del sistema, y ver como se podrían coordinar tanto el operador con las empresas dueñas de dichas líneas para mejorar la operación.

## 7 Bibliografía

- [1] E. Fisher, R. O'Neill, and M. Ferris, "Optimal transmission switching", *IEEE Trans. Power Syst.*, vol.23, no. 3, pp. 1346-1355, Aug.2008.
- [2] P. Henneaux and D. S. Kirschen, "Probabilistic Security Analysis of Optimal Transmission Switching," in *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 31, no. 1, pp. 508-517, Jan. 2016.
- [3] K. Hedman, S. Oren, and R. O'Neill, "*Flexible Transmission in the Smart Grid: Optimal Transmission Switching*". Springer Berlin Heidelberg, in *Handbook of Networks in Power Systems I*, 2012, pp. 523-553.
- [4] H. Glavitsch, "State of the art review: switching as means of control in the power system," *INTL. JNL. Elect. Power Energy Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 92-100, Apr. 1985.
- [5] A. Mazi, B. Wollenberg, and M. Hesse, "Corrective control of power system flows by line and bus-bar switching," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 1, no.3, pp. 258-264, Aug. 1986.
- [6] W. Shao and V. Vittal, "Corrective switching algorithm for relieving overloads and voltage violations," in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 20, no. 4, pp. 1877-1885, Nov. 2005.
- [7] K. Hedman, M. Ferris, R. O'Neill, E. Fisher and S. Oren, "Co-Optimization of Generation Unit Commitment and Transmission Switching With N-1 Reliability," in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 25, no. 2, pp. 1052-1063, May 2010.
- [8] J. Fuller, R. Ramasra and A. Cha, "Fast Heuristics for Transmission-Line Switching," in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 27, no. 3, pp. 1377-1386, Aug. 2012
- [9] K. Hedman, R. O'Neill, E. Fisher and S. Oren, "Optimal Transmission Switching—Sensitivity Analysis and Extensions," in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 23, no. 3, pp. 1469-1479, Aug. 2008.
- [10] K. Cheung, D. Hwang and J. Wu, "Integration of line switching in energy and market management systems," *PowerTech, 2015 IEEE Eindhoven*, Eindhoven, 2015, pp. 1-6.
- [11] K. Hedman, S. Oren, and R. O'Neill "Optimal transmission switching: economic efficiency and market implications". *Journal of Regulatory Economics*, vol. 40 no. 2, pp. 111-140. Jun. 2011.
- [12] K. Hedman, R. O'Neill, E. Fisher, and S. Oren "Optimal transmission switching with contingency analysis". *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 24 no. 3, 1577-1586. Aug. 2009.
- [13] A. Khodaei and M. Shahidehpour, "Transmission Switching in Security-Constrained Unit Commitment," in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 25, no. 4, pp. 1937-1945, Nov. 2010.

- [14] M. Khanabadi and H. Ghasemi, "Transmission congestion management through optimal transmission switching," *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, San Diego, CA, 2011, pp. 1-5.
- [15] D. Kirschen, K. Bell, D. Nedic, D. Jayaweera, and R. Allan, "Computing the value of security," *IEEE Proc. Gener., Transm., Distrib.*, vol. 150, no. 6, pp. 673–678, Nov. 2003.
- [16] J. Condren, T. Gedra, and P. Damrongkulkamjorn, "Optimal power flow with expected security costs," in *IEEE Trans. Power Syst.* Vol. 21 no. 2, pp. 541-547. May. 2006.
- [17] R. Bacher and H. Glavitsch, "Loss reduction by network switching," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 447–454, May 1988.
- [18] S. Fliscounakis, F. Zaoui, G. Simeant, and R. Gonzalez, "Topology influence on loss reduction as a mixed integer linear programming problem," in *IEEE Power Tech 2007*, pp. 1987-1990, July 2007.
- [19] "FICO® Xpress Optimization Suite | FICO®", FICO® | Decisions, 2017. [Online]. Available: <http://www.fico.com/en/products/fico-xpress-optimization-suite#overview>. [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [20] R. Palma, Clases Universidad de Chile de Mercados internacionales de la energía, apuntes de curso, 2015.
- [21] "Systep | Estadísticas", Systep.cl, 2017. [Online]. Available: [http://www.systep.cl/?page\\_id=1203](http://www.systep.cl/?page_id=1203). [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [22] Ministerio de Energia, "Estudio de cuencas", 2017. [Online] Available: [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estudio\\_de\\_cuencas\\_2.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estudio_de_cuencas_2.pdf) [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [23] t. yWorks, "yEd Graph Editor", yWorks, the diagramming company, 2017. [Online]. Available: <https://www.yworks.com/products/yed>. [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [24] "CDEC SIC", 2017. [Online]. Available: <https://sic.coordinadorelectrico.cl/wp-content/uploads/2016/11/Panel-de-Control-SIC-Nov16.pdf> [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [25] "Base de datos de la CNE", 2017. [Online]. Available: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/03/Dat.rar> [Accessed: 10- Mar- 2017].
- [26] "Base de datos CNE subtransmisión", 2017. [Online] Available: [http://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/07/Antecedentes\\_Decreto\\_14.rar](http://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/07/Antecedentes_Decreto_14.rar) [Accessed: 10- Mar- 2017].

## A. Anexos

La información del sistema utilizada para las simulaciones se presenta a continuación:

### 1. Barras del sistema

En la Tabla A.1 se observan las barras del sistema separadas por zonas y el tipo de nodo que es, es decir, si es de retiro, generación, ambas o simplemente de conexión.

**Tabla A.1 Barras del sistema por zonas y tipo**

N°	Barras	Zona	Clase	N°	Barras	Zona	Clase
1	Diego de Almagro 220	1	Generación	172	Rapel 066	4	Retiro
2	D. de Almagro 220 Aux	1	Conexión	173	San Fernando 066	4	Retiro
3	Diego de Almagro 110	1	Ambas	174	Puente Negro 220	4	Generación
4	Paposo 220	1	Generación	175	Malloa 154	4	Conexión
5	Carrera Pinto 220	1	Ambas	176	Villaseca 154	4	Conexión
6	Cardones 500	1	Conexión	177	Concepcion 220	5	Conexión
7	Cardones 220	1	Ambas	178	Concepcion 154	5	Retiro
8	Cardones 110	1	Ambas	179	San Vicente 154	5	Ambas
9	Maitencillo 500	1	Conexión	180	Hualpen 220	5	Generación
10	Maitencillo 220	1	Ambas	181	Hualpen 154	5	Ambas
11	Punta Colorada 220	1	Ambas	182	Lagunillas 220	5	Conexión
12	Maitencillo 110	1	Ambas	183	Coronel 154	5	Generación
13	Huasco 110	1	Ambas	184	Mapal 154	5	Retiro
14	Guacolda 220	1	Generación	185	Fopaco 154	5	Ambas
15	Pan de Azucar 500	1	Conexión	186	Coronel 066	5	Retiro
16	Pan de Azucar 220	1	Generación	187	Color 066	5	Conexión
17	Pan de Azucar 110	1	Ambas	188	Arauco 066	5	Ambas
18	Las Palmas 220	1	Generación	189	Concepcion 066	5	Retiro
19	Los Vilos 220	1	Generación	190	Petroquim 154	5	Retiro
20	Algarrobo 110	1	Retiro	191	Temuco 220	5	Ambas
21	Choapa 110	1	Retiro	192	Temuco 066	5	Ambas
22	Choapa 220	1	Conexión	193	Pullinque 066	5	Generación
23	Dos Amigos 110	1	Retiro	194	Loncoche 066	5	Retiro
24	Illapel 110	1	Ambas	195	Metrenco 066	5	Conexión
25	Incahuasi 110	1	Ambas	196	Padre Las Casas 066	5	Ambas

<b>26</b>	Las Compañías 110	1	Conexión	<b>197</b>	Panguipulli 066	5	Retiro
<b>27</b>	Ovalle 110	1	Ambas	<b>198</b>	Pitrufulquén 066	5	Retiro
<b>28</b>	Pajonales 110	1	Generación	<b>199</b>	Duqueco 220	5	Conexión
<b>29</b>	Quinquimo 110	1	Ambas	<b>200</b>	Mulchén 220	5	Conexión
<b>30</b>	Romeral 110	1	Retiro	<b>201</b>	Tap Laja 220	5	Conexión
<b>31</b>	Carrera Pinto 220 Aux	1	Conexión	<b>202</b>	Ciruelos 220	6	Ambas
<b>32</b>	Cumbre 500	1	Conexión	<b>203</b>	Valdivia 220	6	Generación
<b>33</b>	Cumbre 220 Aux	1	Conexión	<b>204</b>	Rahue 220	6	Generación
<b>34</b>	Cumbre 220	1	Conexión	<b>205</b>	Puerto Montt 220	6	Ambas
<b>35</b>	Don Goyo 220	1	Conexión	<b>206</b>	Canutillar 220	6	Generación
<b>36</b>	Don Goyo 220 Aux	1	Conexión	<b>207</b>	Los Lagos 066	6	Retiro
<b>37</b>	La Cebada 220	1	Conexión	<b>208</b>	Valdivia 066	6	Ambas
<b>38</b>	La Cebada 220 Aux	1	Conexión	<b>209</b>	Osorno 066	6	Ambas
<b>39</b>	Maitencillo 220 Aux	1	Conexión	<b>210</b>	Rahue 066	6	Generación
<b>40</b>	Pan de Azúcar 220 Aux	1	Conexión	<b>211</b>	Puerto Montt 066	6	Conexión
<b>41</b>	Punta Colorada 220 Aux	1	Conexión	<b>212</b>	Cautín 220	6	Ambas
<b>42</b>	San Andrés 220	1	Conexión	<b>213</b>	Frutillar 066	6	Conexión
<b>43</b>	San Andrés 220 Aux	1	Conexión	<b>214</b>	La Unión 066	6	Retiro
<b>44</b>	Monte Redondo 220	1	Conexión	<b>215</b>	Paillaco 066	6	Conexión
<b>45</b>	Talinay 220	1	Conexión	<b>216</b>	Pichirro 066	6	Generación
<b>46</b>	Nogales 220	2	Generación	<b>217</b>	Pichirropulli 220	6	Generación
<b>47</b>	Quillota 220	2	Retiro	<b>218</b>	Pichirropulli 220 Aux	6	Conexión
<b>48</b>	San Luis 220	2	Generación	<b>219</b>	Puerto Varas 066	6	Retiro
<b>49</b>	Agua Santa 220	2	Conexión	<b>220</b>	Purranque 066	6	Conexión
<b>50</b>	Agua Santa 110	2	Ambas	<b>221</b>	Pichirropulli 500	6	Conexión
<b>51</b>	Quillota 110	2	Retiro	<b>222</b>	Puerto Montt 500	6	Conexión
<b>52</b>	Ventanas 110	2	Ambas	<b>223</b>	Chiloé 220	6	Ambas
<b>53</b>	Miraflores 110	2	Ambas	<b>224</b>	Melipulli 220	6	Ambas
<b>54</b>	San Pedro 110	2	Retiro	<b>225</b>	Nueva Valdivia 220	6	Conexión
<b>55</b>	Las Vegas 110	2	Ambas	<b>226</b>	Nueva Valdivia 220 Aux	6	Conexión
<b>56</b>	Pachacama 110	2	Retiro	<b>227</b>	Pichirrahue 220	6	Generación
<b>57</b>	Punta Peuco 110	2	Generación	<b>228</b>	A 110	7	Conexión
<b>58</b>	Achupallas 110	2	Conexión	<b>229</b>	Alto Hospicio 110	7	Ambas
<b>59</b>	Aconcagua 110	2	Ambas	<b>230</b>	Arica 066	7	Generación
<b>60</b>	Esperanza 110	2	Retiro	<b>231</b>	Arica 110	7	Retiro
<b>61</b>	Los Maquis 110	2	Generación	<b>232</b>	Barril 220	7	Conexión
<b>62</b>	Los Maquis 220	2	Ambas	<b>233</b>	Cavancha 066	7	Generación
<b>63</b>	Quilpue 110	2	Retiro	<b>234</b>	CD Arica 066	7	Generación
<b>64</b>	San Felipe 110	2	Retiro	<b>235</b>	CD Iquique 066	7	Generación
<b>65</b>	Totoral 110	2	Generación	<b>236</b>	Cerro Dragón 110	7	Retiro
<b>66</b>	La Ermita 220	2	Conexión	<b>237</b>	Chapiquiña 066	7	Generación
<b>67</b>	Las Tortolas 220	2	Conexión	<b>238</b>	Chinchorro 066	7	Retiro
<b>68</b>	Santa Filomena 220	2	Conexión	<b>239</b>	Chuquicamata 110	7	Conexión
<b>69</b>	Confluencia 220	2	Conexión	<b>240</b>	Chuquicamata 220	7	Retiro

<b>70</b>	Los Maitenes 220	2	Conexión	<b>241</b>	Collahuasi 220	7	Retiro
<b>71</b>	El Llano 220	2	Retiro	<b>242</b>	Condores 110	7	Conexión
<b>72</b>	Batuco 110	3	Retiro	<b>243</b>	Condores 220	7	Conexión
<b>73</b>	Polpaico 500	3	Conexión	<b>244</b>	Crucero 220	7	Conexión
<b>74</b>	Polpaico 220	3	Ambas	<b>245</b>	Dolores 110	7	Retiro
<b>75</b>	Polpaico Desf 220	3	Conexión	<b>246</b>	El Abra 220	7	Ambas
<b>76</b>	Lampa 220	3	Retiro	<b>247</b>	El Aguila 066	7	Ambas
<b>77</b>	Cerro Navia 220	3	Retiro	<b>248</b>	El Loa 220	7	Retiro
<b>78</b>	Cerro Navia 110	3	Retiro	<b>249</b>	Encuentro 220	7	Ambas
<b>79</b>	Chena 110	3	Conexión	<b>250</b>	Iquique 066	7	Generación
<b>80</b>	San Cristobal 110	3	Retiro	<b>251</b>	KM6 110	7	Conexión
<b>81</b>	Florida 110	3	Ambas	<b>252</b>	La Cruz 220	7	Retiro
<b>82</b>	Ochagavia 110	3	Retiro	<b>253</b>	Lagunas 023	7	Retiro
<b>83</b>	Lo Espejo 110	3	Retiro	<b>254</b>	Lagunas 220	7	Generación
<b>84</b>	Los Almendros 220	3	Generación	<b>255</b>	Norgener 220	7	Ambas
<b>85</b>	Chena 220	3	Conexión	<b>256</b>	Nueva Victoria 220	7	Retiro
<b>86</b>	El Rodeo 220	3	Conexión	<b>257</b>	Pacifico 110	7	Retiro
<b>87</b>	Alfalfal 220	3	Generación	<b>258</b>	Palafitos 110	7	Retiro
<b>88</b>	Los Almendros 110	3	Retiro	<b>259</b>	Parinacota 066	7	Generación
<b>89</b>	Alto Jahuel 220	3	Ambas	<b>260</b>	Parinacota 220	7	Conexión
<b>90</b>	Alto Jahuel 500	3	Conexión	<b>261</b>	Pozo Almonte 066	7	Ambas
<b>91</b>	Alto Jahuel 110	3	Retiro	<b>262</b>	Pozo Almonte 110	7	Conexión
<b>92</b>	El Salto 220	3	Conexión	<b>263</b>	Pozo Almonte 220	7	Conexión
<b>93</b>	El Salto 110	3	Conexión	<b>264</b>	Pukara 066	7	Retiro
<b>94</b>	Alonso de Cordova 110	3	Retiro	<b>265</b>	Quebrada Blanca 220	7	Retiro
<b>95</b>	Altamirano 110	3	Retiro	<b>266</b>	Quiani 066	7	Retiro
<b>96</b>	Apoquindo 110	3	Retiro	<b>267</b>	Radomiro Tomic 220	7	Retiro
<b>97</b>	La Cisterna 110	3	Retiro	<b>268</b>	Salar 110	7	Conexión
<b>98</b>	Club Hipico 110	3	Retiro	<b>269</b>	Salar 220	7	Conexión
<b>99</b>	La Dehesa 110	3	Retiro	<b>270</b>	Tamarugal 066	7	Ambas
<b>100</b>	La Reina 110	3	Retiro	<b>271</b>	Tarapaca 220	7	Ambas
<b>101</b>	Lo Boza 110	3	Retiro	<b>272</b>	Tocopilla 005	7	Retiro
<b>102</b>	Lo Valledor 110	3	Retiro	<b>273</b>	Tocopilla 110	7	Generación
<b>103</b>	Los Dominicos 110	3	Retiro	<b>274</b>	Tocopilla 220	7	Generación
<b>104</b>	Macul 110	3	Retiro	<b>275</b>	Cerro Balcon 110	7	Conexión
<b>105</b>	Maipu 110	3	Retiro	<b>276</b>	Pozo Almonte PMT	7	Conexión
<b>106</b>	Pajaritos 110	3	Retiro	<b>277</b>	Pozo Almonte 13.8	7	Ambas
<b>107</b>	Pudahuel 110	3	Retiro	<b>278</b>	Lagunas AUX 220	7	Conexión
<b>108</b>	Quilicura 110	3	Retiro	<b>279</b>	Tap Quiani	7	Conexión
<b>109</b>	Recoleta 110	3	Retiro	<b>280</b>	Crucero 220 Aux S	7	Conexión
<b>110</b>	San Bernardo 110	3	Ambas	<b>281</b>	Encuentro 220 Aux	7	Conexión
<b>111</b>	San Joaquin 110	3	Retiro	<b>282</b>	N. Crucero Encuentro 220	7	Conexión
<b>112</b>	San Jose 110	3	Retiro	<b>283</b>	N. Crucero Encuentro 500	7	Conexión
<b>113</b>	Santa Elena 110	3	Retiro	<b>284</b>	Collahuasi 220 Aux	7	Conexión



<b>114</b>	Santa Raquel 110	3	Retiro	<b>285</b>	María Elena 220	7	Generación
<b>115</b>	Santa Rosa 110	3	Retiro	<b>286</b>	María Elena 220 Aux	7	Conexión
<b>116</b>	Torre 80 110	3	Retiro	<b>287</b>	N. Pozo Almonte 220	7	Conexión
<b>117</b>	Vitacura 110	3	Retiro	<b>288</b>	N. Pozo Almonte 220 Aux	7	Conexión
<b>118</b>	Lo Aguirre 500	3	Conexión	<b>289</b>	Parinacota 220 Aux	7	Conexión
<b>119</b>	Lo Aguirre 220	3	Conexión	<b>290</b>	Pozo Almonte 220 Aux	7	Conexión
<b>120</b>	Alto Jahuel 500 Aux	3	Conexión	<b>291</b>	Quillagua 220	7	Generación
<b>121</b>	Polpaico 500 Aux	3	Conexión	<b>292</b>	Quillagua 220 Aux	7	Conexión
<b>122</b>	Maipo 220	4	Retiro	<b>293</b>	Los Changos 500	8	Conexión
<b>123</b>	Candelaria 220	4	Ambas	<b>294</b>	Los Changos 220	8	Generación
<b>124</b>	Colbun 220	4	Ambas	<b>295</b>	Alto Norte 110	8	Retiro
<b>125</b>	Renca 110	4	Generación	<b>296</b>	Andes 220	8	Generación
<b>126</b>	Melipilla 220	4	Generación	<b>297</b>	Antofagasta 013	8	Retiro
<b>127</b>	Rapel 220	4	Ambas	<b>298</b>	Antofagasta 110	8	Conexión
<b>128</b>	Sauzal 110	4	Ambas	<b>299</b>	Calama 110	8	Ambas
<b>129</b>	Sauzal 154	4	Conexión	<b>300</b>	Capricornio 110	8	Conexión
<b>130</b>	Alto Jahuel 154	4	Conexión	<b>301</b>	Capricornio 220	8	Conexión
<b>131</b>	Paine 154	4	Retiro	<b>302</b>	Atacama 220	8	Generación
<b>132</b>	Rancagua 154	4	Ambas	<b>303</b>	Centro 110	8	Retiro
<b>133</b>	Punta Cortes 154	4	Retiro	<b>304</b>	Chacaya 220	8	Ambas
<b>134</b>	Tinguiririca 154	4	Conexión	<b>305</b>	Desalant 110	8	Retiro
<b>135</b>	Tinguiririca 220	4	Conexión	<b>306</b>	Domeyko 220	8	Conexión
<b>136</b>	Tilcoco 154	4	Conexión	<b>307</b>	El Cobre 220	8	Conexión
<b>137</b>	San Fernando 154	4	Conexión	<b>308</b>	El Negro 110	8	Retiro
<b>138</b>	Teno 154	4	Ambas	<b>309</b>	El Tesoro 220	8	Retiro
<b>139</b>	Itahue 154	4	Ambas	<b>310</b>	Enaex 110	8	Generación
<b>140</b>	M. Melado 154	4	Conexión	<b>311</b>	Escondida 220	8	Retiro
<b>141</b>	Curillín 154	4	Generación	<b>312</b>	Esmeralda 110	8	Conexión
<b>142</b>	Cipreses 154	4	Ambas	<b>313</b>	Esmeralda 220	8	Conexión
<b>143</b>	Maule 154	4	Ambas	<b>314</b>	Esperanza SING 220	8	Retiro
<b>144</b>	Linares 154	4	Retiro	<b>315</b>	Gaby 220	8	Retiro
<b>145</b>	Itahue 220	4	Generación	<b>316</b>	La Negra 110	8	Ambas
<b>146</b>	Ancoa 500	4	Conexión	<b>317</b>	La Portada 110	8	Ambas
<b>147</b>	Ancoa 500 Aux Sur	4	Conexión	<b>318</b>	Laberinto 220	8	Generación
<b>148</b>	Ancoa 500 Aux	4	Conexión	<b>319</b>	Lomas Bayas 220	8	Retiro
<b>149</b>	Ancoa 220	4	Ambas	<b>320</b>	Mantos Blancos 220	8	Ambas
<b>150</b>	Pehuenche 220	4	Generación	<b>321</b>	Mejillones 110	8	Ambas
<b>151</b>	Loma Alta 220	4	Generación	<b>322</b>	Mejillones 220	8	Conexión
<b>152</b>	Parral 154	4	Retiro	<b>323</b>	Minsal 023	8	Retiro
<b>153</b>	A. Chillan 154	4	Conexión	<b>324</b>	Minsal 110	8	Conexión
<b>154</b>	Chillan 154	4	Ambas	<b>325</b>	Nueva Zaldivar 220	8	Conexión
<b>155</b>	Charrua 154	4	Ambas	<b>326</b>	Oeste 110	8	Conexión
<b>156</b>	Charrua 220	4	Ambas	<b>327</b>	Oeste 220	8	Conexión
<b>157</b>	Charrua 500	4	Conexión	<b>328</b>	O'higgins 220	8	Retiro

<b>158</b>	Nueva Charrua 500	4	Conexión	<b>329</b>	Palestina 220	8	Ambas
<b>159</b>	Nueva Charrua 220	4	Conexión	<b>330</b>	Pampa 110	8	Conexión
<b>160</b>	Antuco 220	4	Generación	<b>331</b>	Spence 220	8	Retiro
<b>161</b>	Toro 220	4	Generación	<b>332</b>	Sulfuros 220	8	Conexión
<b>162</b>	Trupan 220	4	Conexión	<b>333</b>	Sur 110	8	Retiro
<b>163</b>	Rucue 220	4	Ambas	<b>334</b>	Uribe 110	8	Ambas
<b>164</b>	Mampil 220	4	Generación	<b>335</b>	Zaldivar 220	8	Retiro
<b>165</b>	Pangue 220	4	Ambas	<b>336</b>	Miraje 220	8	Conexión
<b>166</b>	Abanico 154	4	Ambas	<b>337</b>	Miraje 220 Aux	8	Conexión
<b>167</b>	Carrascal 110	4	Retiro	<b>338</b>	Atacama 220 Aux	8	Conexión
<b>168</b>	Araña 066	4	Retiro	<b>339</b>	Kapatur 220	8	Generación
<b>169</b>	Mandinga 066	4	Conexión	<b>340</b>	Laberinto 220 Aux	8	Conexión
<b>170</b>	Melipilla 066	4	Ambas	<b>341</b>	Calama 220	8	Generación
<b>171</b>	Melipilla 110	4	Ambas				

## 2. Demanda condiciones de operación

En la Tabla A.2 se exponen las 40 demandas totales del sistema para las 40 condiciones de operación, es importante ver que se enumeran 1 a 40 donde las primeras 10 condiciones de operación son las de Verano, de la 11-20 son de Otoño, de la 21-30 son de Invierno y de la 31-40 son de Primavera.

**Tabla A.2 Demanda total del sistema por condiciones de operación en MW (anexo)**

	1	2	3	4	5
verano	12.227	11.813	12.051	12.406	11.871
otoño	10.737	10.642	11.454	12.085	10.610
invierno	10.698	11.991	12.172	12.437	10.654
primavera	12.143	10.439	12.431	12.255	10.558
	6	7	8	9	10
verano	10.855	12.362	12.087	10.575	10.434
otoño	12.098	11.898	12.043	12.163	12.072
invierno	12.300	11.657	12.291	12.410	11.220
primavera	12.119	12.284	12.234	10.595	12.016

**Tabla A.3 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de verano en MW**

Nombre Barra Dem.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D. de Almagro 110	85,31	105,95	89,88	85,26	83,56	83,52	83,01	78,79	81,97	88,79
Carrera Pinto 220	0,75	0,96	0,82	0,71	0,76	0,75	0,73	0,71	1,02	0,81
Cardones 220	331,90	424,26	365,57	327,03	351,28	346,22	335,31	330,30	451,94	374,87
Cardones 110	142,50	162,72	148,73	143,80	137,53	131,41	139,19	133,06	141,95	132,81
Maitencillo 220	181,16	223,99	194,61	173,63	199,84	197,57	188,25	188,54	234,14	208,66
Punta Colorada 220	116,32	143,82	124,96	111,49	115,55	114,24	108,85	109,02	150,34	120,65
Maitencillo 110	20,47	19,78	20,22	21,41	18,62	16,60	20,70	18,82	17,00	14,91
Huasco 110	60,74	77,55	66,17	59,81	59,27	59,93	61,40	57,30	90,32	62,96
Pan de Azucar 110	236,92	224,92	232,50	247,60	218,76	193,41	244,09	219,31	204,35	176,47
Quillota 220	216,06	235,67	224,60	218,16	234,30	211,97	254,77	233,47	243,23	204,90
Agua Santa 110	136,68	124,15	135,10	144,23	131,71	117,86	151,74	134,16	112,73	104,23
Quillota 110	12,30	10,89	12,27	14,53	11,14	9,27	15,20	11,57	12,20	7,90
Ventanas 110	80,07	82,42	83,14	90,93	83,19	76,35	103,89	82,97	79,28	70,50
Miraflores 110	189,46	193,13	189,46	198,82	185,15	172,11	191,54	180,74	145,58	173,68
San Pedro 110	44,74	39,99	44,02	46,92	45,23	38,83	51,98	45,49	43,64	34,06
Las Vegas 110	59,29	59,97	58,75	57,66	58,87	53,18	58,64	59,01	46,06	51,22

<b>Pachacama 110</b>	91,09	90,02	89,75	90,48	94,64	81,37	96,23	96,08	85,30	78,82
<b>Batuco 110</b>	94,19	94,90	91,85	95,97	86,25	79,19	92,17	88,27	55,25	76,69
<b>Polpaico 220</b>	244,08	274,72	255,19	234,02	238,08	222,21	226,47	230,89	261,00	226,63
<b>Lampa 220</b>	40,58	53,74	40,14	37,80	40,05	42,12	35,05	39,34	3,30	47,92
<b>Cerro Navia 220</b>	9,25	9,20	9,26	9,04	10,66	9,69	10,63	10,42	7,84	9,23
<b>Cerro Navia 110</b>	119,13	116,20	114,40	120,08	109,85	93,61	115,39	115,46	94,74	93,60
<b>San Cristobal 110</b>	133,45	85,80	106,36	115,16	107,47	76,71	85,50	119,20	79,17	65,01
<b>Florida 110</b>	77,80	88,31	81,14	76,82	110,00	101,74	108,54	105,03	91,19	105,39
<b>Ochagavia 110</b>	213,13	144,43	183,73	195,26	197,54	139,55	178,51	212,34	125,01	119,38
<b>Lo Espejo 110</b>	43,47	38,48	38,57	41,92	38,28	32,85	37,29	42,11	19,89	31,12
<b>Maipo 220</b>	5,18	6,76	5,81	4,94	5,33	5,24	5,28	5,12	7,90	5,62
<b>Candelaria 220</b>	282,52	346,72	294,10	277,06	266,36	264,95	264,51	253,04	36,09	288,53
<b>Colbun 220</b>	60,16	75,46	65,37	59,26	59,74	59,30	61,04	58,14	78,50	63,86
<b>Los Almendros 110</b>	0,12	0,10	0,11	0,12	0,12	0,10	0,13	0,13	0,09	0,09
<b>Alto Jahuel 220</b>	30,97	28,02	30,09	30,24	29,64	25,90	30,65	29,90	28,42	21,82
<b>Alto Jahuel 110</b>	72,99	67,22	70,23	73,26	72,99	65,09	79,20	75,01	47,59	61,11
<b>Rapel 220</b>	8,80	7,93	8,75	8,75	8,63	7,02	8,68	8,56	7,50	6,39
<b>Sauzal 110</b>	0,78	0,93	0,82	0,79	0,81	0,78	0,85	0,79	0,97	0,82
<b>Paine 154</b>	27,83	29,23	28,53	28,25	26,41	24,20	27,42	25,88	26,63	23,83
<b>Rancagua 154</b>	205,93	186,26	201,53	215,46	206,35	179,40	227,78	207,71	163,58	164,44
<b>Punta Cortes 154</b>	41,02	39,59	40,19	42,20	40,79	36,47	44,45	41,52	28,38	35,12
<b>Teno 154</b>	109,62	99,95	107,33	111,25	122,97	109,02	134,48	125,01	86,80	102,33
<b>Itahue 154</b>	126,98	105,20	121,37	128,75	124,63	104,20	135,11	127,55	91,09	89,35
<b>Cipreses 154</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
<b>Maule 154</b>	90,42	78,83	85,48	89,47	84,04	76,47	88,30	87,28	57,44	68,14
<b>Linares 154</b>	50,38	41,59	48,60	52,35	52,04	43,31	59,87	53,47	38,14	37,32
<b>Ancoa 220</b>	9,25	8,40	9,08	10,22	7,71	6,69	9,52	7,94	6,87	5,97
<b>Parral 154</b>	64,59	54,64	62,52	68,12	57,09	48,20	66,03	58,19	48,77	41,00
<b>Chillan 154</b>	104,47	85,76	99,29	107,82	93,59	77,63	104,42	96,02	76,90	66,35
<b>Charrua 154</b>	177,41	163,82	174,48	182,80	168,96	149,13	183,84	170,75	126,74	134,39
<b>Charrua 220</b>	101,35	134,45	112,60	100,62	105,56	106,06	106,46	98,50	134,85	115,87
<b>Rucue 220</b>	0,63	0,57	0,63	0,69	0,67	0,57	0,78	0,67	0,55	0,52
<b>Pangue 220</b>	0,19	0,21	0,19	0,22	0,20	0,18	0,25	0,19	0,20	0,18
<b>Abanico 154</b>	1,26	1,16	1,28	1,60	1,29	1,04	1,97	1,37	1,29	0,98
<b>Concepcion 154</b>	116,12	92,14	108,88	116,30	108,11	87,53	113,17	110,16	85,75	75,57
<b>San Vicente 154</b>	117,07	131,10	120,59	118,73	115,48	109,48	121,38	114,70	100,62	112,30
<b>Hualpen 154</b>	41,58	51,48	44,67	40,33	41,73	40,35	39,78	39,59	52,12	43,17
<b>Mapal 154</b>	9,56	12,06	10,23	9,30	11,41	11,22	11,34	11,10	10,76	12,12
<b>Fopaco 154</b>	7,24	9,43	8,09	6,74	8,12	8,15	7,90	7,76	11,11	8,80
<b>Coronel 066</b>	90,11	84,44	87,39	95,79	89,69	81,61	97,45	90,60	56,88	76,38
<b>Arauco 066</b>	0,85	1,23	0,95	0,81	0,72	0,97	0,55	0,77	0,49	1,18
<b>Concepcion 066</b>	128,07	133,72	132,46	135,51	126,09	115,68	143,34	125,65	133,64	110,63
<b>Petroquim 154</b>	41,50	54,15	45,57	39,38	44,31	43,31	42,08	41,89	59,13	47,20
<b>Ciruelos 220</b>	9,27	7,98	9,02	9,60	9,26	7,94	10,31	9,28	7,33	6,84

<b>Puerto Montt 220</b>	40,12	36,89	38,83	40,36	38,68	33,85	40,53	38,77	24,98	30,37
<b>Temuco 066</b>	142,87	116,98	134,86	146,92	135,64	112,43	149,93	138,68	101,55	97,29
<b>Los Lagos 066</b>	18,09	17,45	18,06	18,32	17,64	15,26	19,42	17,46	17,35	14,36
<b>Valdivia 066</b>	56,74	48,81	55,17	58,76	54,02	46,29	60,14	54,12	44,85	39,89
<b>Osorno 066</b>	98,01	91,76	96,72	100,50	92,54	79,75	100,82	91,59	87,44	73,66
<b>Cautin 220</b>	6,67	8,24	7,14	6,39	8,60	8,52	8,12	8,13	8,62	9,00
<b>Aconcagua 110</b>	57,02	59,51	58,21	57,85	55,50	50,89	57,23	54,36	57,00	49,77
<b>Algarrobo 110</b>	0,58	0,90	0,58	0,67	0,62	0,56	0,76	0,64	0,21	0,85
<b>A. de Cordova 110</b>	150,59	100,57	126,97	136,71	128,01	93,45	114,46	137,63	96,01	77,96
<b>Altamirano 110</b>	72,98	65,27	66,69	75,38	64,43	54,05	70,65	70,42	43,59	51,41
<b>Apoquindo 110</b>	116,62	85,64	104,75	115,45	101,58	77,53	106,49	106,01	84,60	66,35
<b>Carrascal 110</b>	110,35	80,93	93,63	99,46	93,65	69,72	81,89	101,09	70,42	62,04
<b>Choapa 110</b>	25,40	25,31	25,77	30,16	27,21	24,97	36,04	27,40	20,27	22,54
<b>La Cisterna 110</b>	73,96	64,65	71,59	79,82	67,81	56,26	81,86	71,44	61,39	46,98
<b>Club Hípico 110</b>	65,28	44,27	53,02	58,24	52,49	38,38	46,59	57,55	38,86	33,51
<b>Dos Amigos 110</b>	3,21	4,06	3,45	3,10	3,57	3,57	3,29	3,34	4,15	3,79
<b>Esperanza 110</b>	21,53	27,32	23,26	20,27	21,64	21,98	21,35	20,11	28,18	22,69
<b>Illapel 110</b>	20,05	18,13	19,71	22,96	19,47	17,02	24,93	19,93	16,84	14,82
<b>Incahuasi 110</b>	2,66	2,83	2,73	2,90	2,60	2,42	2,98	2,59	2,68	2,34
<b>La Dehesa 110</b>	38,40	29,53	33,60	39,05	32,97	25,56	37,72	35,54	29,31	23,25
<b>La Reina 110</b>	92,42	77,21	88,30	102,31	82,49	69,09	103,09	86,75	78,05	60,41
<b>La Union 066</b>	29,39	28,64	29,23	29,41	28,35	24,64	28,88	27,74	26,31	23,42
<b>Araña 066</b>	29,74	35,22	30,59	28,79	27,77	26,15	27,04	28,04	19,60	29,01
<b>Lo Boza 110</b>	107,58	103,73	99,73	106,17	103,93	89,21	104,93	112,01	69,09	89,00
<b>Lo Valledor 110</b>	61,05	49,39	54,55	58,45	55,06	44,62	54,96	58,99	37,80	40,44
<b>Loncoche 066</b>	27,91	26,17	27,66	31,04	28,88	25,40	35,10	29,15	22,85	22,60
<b>Los Dominicos 110</b>	53,88	44,18	48,75	53,64	46,79	38,20	49,19	48,90	42,43	35,01
<b>Los Maquis 220</b>	76,30	79,63	77,89	77,41	73,94	67,79	76,24	72,42	76,27	66,30
<b>Macul 110</b>	100,71	68,09	94,02	101,23	94,88	66,38	105,93	95,66	67,56	53,66
<b>Maipu 110</b>	170,71	149,97	156,47	170,86	155,78	131,23	164,43	167,73	93,19	121,74
<b>Melipilla 066</b>	50,85	44,34	47,86	48,99	48,11	38,57	46,84	49,69	39,29	35,56
<b>Melipilla 110</b>	81,97	73,70	79,55	85,07	82,67	71,60	93,44	84,48	65,32	64,01
<b>Ovalle 110</b>	98,22	80,54	91,97	94,03	95,55	80,20	95,18	97,81	68,66	67,28
<b>Padre Las Casas 066</b>	67,28	58,96	64,88	75,54	63,62	55,54	80,12	66,29	54,55	47,61
<b>Pajaritos 110</b>	98,48	81,08	94,28	108,01	90,50	71,80	111,24	94,87	75,09	63,38
<b>Panguipulli 066</b>	12,04	11,26	12,23	13,58	13,22	11,53	16,31	12,94	8,43	10,01
<b>Pitrufquen 066</b>	24,91	23,04	24,78	26,25	23,62	20,45	26,25	23,57	21,58	18,62
<b>Pudahuel 110</b>	37,22	32,62	37,66	44,11	34,68	29,14	47,08	36,47	35,08	25,02
<b>Puerto Varas 066</b>	31,06	30,87	31,54	32,79	30,78	27,06	34,30	29,83	30,45	25,84
<b>Quilicura 110</b>	186,02	171,65	169,94	180,51	167,18	139,39	161,61	176,78	108,21	139,10
<b>Quilpue 110</b>	59,51	43,84	59,60	64,22	58,68	46,27	75,07	61,30	48,02	38,22
<b>Quinquimo 110</b>	32,59	30,82	32,35	32,01	31,07	28,04	31,83	30,82	26,34	25,13
<b>Rapel 066</b>	55,21	52,41	54,78	54,50	56,62	50,21	58,01	56,54	43,48	46,21
<b>Recoleta 110</b>	78,52	64,47	71,49	81,54	68,33	54,90	75,64	74,55	54,92	49,41

<b>Romeral 110</b>	10,78	14,04	11,89	10,64	11,64	11,66	11,91	11,20	5,05	12,99
<b>San Bernardo 110</b>	189,86	204,93	188,60	189,00	181,94	163,80	187,97	183,85	171,00	170,39
<b>San Felipe 110</b>	87,86	81,81	85,31	91,16	90,26	77,36	99,41	92,35	74,92	71,28
<b>San Fernando 066</b>	167,45	149,97	163,05	173,37	179,19	155,98	196,39	181,17	120,11	144,63
<b>San Joaquin 110</b>	93,67	78,40	81,33	89,99	78,49	64,90	77,16	87,39	50,53	60,54
<b>San Jose 110</b>	68,79	57,16	65,42	75,14	61,73	51,64	75,04	65,43	55,60	43,87
<b>Santa Elena 110</b>	98,81	80,51	87,06	98,65	83,69	69,39	86,78	91,74	62,47	61,70
<b>Santa Raquel 110</b>	60,16	50,49	59,95	70,19	55,95	46,05	73,37	57,22	51,81	38,58
<b>Santa Rosa 110</b>	109,58	98,84	108,96	125,68	103,04	88,48	133,30	106,87	94,66	78,39
<b>Torre 80 110</b>	17,79	14,54	16,30	18,81	15,99	12,53	19,47	17,29	14,19	10,93
<b>Vitacura 110</b>	154,70	99,20	122,48	134,00	124,49	89,49	97,53	139,70	89,10	76,22
<b>Chiloe 220</b>	79,29	72,90	76,74	79,76	74,92	65,57	78,49	75,09	49,36	58,82
<b>El Llano 220</b>	64,57	67,38	65,91	65,50	62,56	57,36	64,51	61,28	64,54	56,10
<b>Melipulli 220</b>	108,93	100,15	105,43	109,57	104,56	91,51	109,54	104,79	67,81	82,09
<b>Alto Hospicio 110</b>	15,08	10,89	14,51	17,40	14,31	13,21	17,20	15,33	10,19	10,91
<b>Alto Norte 110</b>	45,34	47,56	47,82	47,75	46,59	48,24	46,49	46,50	53,76	47,60
<b>Antofagasta 013</b>	9,59	4,43	8,18	8,08	9,42	6,36	7,67	9,90	3,96	4,43
<b>Arica 110</b>	3,48	3,60	3,40	3,24	3,44	3,48	2,91	3,49	3,86	3,64
<b>Calama 110</b>	41,86	30,77	39,54	48,14	39,97	35,56	48,15	43,35	33,76	29,51
<b>Centro 110</b>	62,07	42,84	58,72	71,43	58,25	51,60	73,55	60,42	44,56	41,37
<b>Cerro Dragon 110</b>	22,49	16,23	21,62	25,94	20,92	19,32	25,15	22,41	15,20	15,95
<b>Chacaya 220</b>	53,47	58,64	45,35	46,43	45,66	52,73	37,80	52,07	14,41	60,87
<b>Chinchorro 066</b>	19,87	16,02	19,06	22,27	18,67	18,05	22,36	20,37	14,18	15,06
<b>Chuquicamata 220</b>	306,46	303,91	311,62	320,49	318,47	330,39	319,21	326,87	221,60	325,79
<b>Collahuasi 220</b>	210,34	219,62	218,61	214,81	221,67	233,01	219,59	224,84	260,08	232,03
<b>Desalant 110</b>	13,19	12,94	12,85	12,70	13,34	12,68	12,08	13,91	12,74	12,24
<b>Dolores 110</b>	1,35	1,36	1,36	1,53	1,33	1,38	1,54	1,40	1,44	1,36
<b>El Abra 220</b>	116,97	125,31	124,56	121,64	119,51	126,43	117,68	119,19	137,01	126,66
<b>El Aguila 066</b>	3,79	3,69	3,75	4,09	3,79	3,85	3,82	3,88	0,15	3,91
<b>El Loa 220</b>	30,65	31,56	31,68	32,80	30,80	31,71	32,33	31,28	30,93	31,89
<b>El Negro 110</b>	3,86	3,89	3,94	3,97	4,26	4,40	4,29	4,38	4,30	4,36
<b>El Tesoro 220</b>	71,34	73,40	73,95	74,11	68,73	71,42	69,33	71,00	73,43	71,26
<b>Encuentro 220</b>	70,40	65,66	70,75	76,22	69,80	69,45	75,40	72,70	70,28	66,16
<b>Escondida 220</b>	535,26	538,29	558,33	555,56	545,85	550,83	550,05	545,51	596,29	540,50
<b>Esperanza SING 220</b>	320,21	329,47	331,95	332,65	308,45	320,50	311,11	318,61	329,62	319,77
<b>Gaby 220</b>	57,89	62,03	60,82	61,11	62,01	66,00	66,03	64,72	74,63	66,83
<b>La Cruz 220</b>	3,95	3,96	4,11	4,79	4,25	4,06	5,17	4,42	3,96	4,21
<b>La Negra 110</b>	21,94	20,56	21,98	22,94	19,97	19,81	21,17	20,82	17,53	19,17
<b>La Portada 110</b>	19,21	14,22	17,96	21,22	18,27	16,48	21,89	19,48	15,12	14,08
<b>Lagunas 023</b>	3,98	3,90	4,03	4,06	3,81	3,86	3,79	3,87	4,02	3,79
<b>Lomas Bayas 220</b>	47,32	48,19	48,48	48,37	47,42	48,44	46,97	47,71	46,61	48,63
<b>Mantos Blancos 220</b>	32,26	33,16	33,48	33,35	31,60	32,88	31,75	31,85	37,20	32,56
<b>Mejillones 110</b>	17,15	17,30	17,37	17,84	17,18	17,78	17,64	17,73	17,60	17,68
<b>Minsal 023</b>	40,95	39,53	41,41	41,73	41,80	42,46	42,49	43,19	41,35	40,62

<b>Norgener 220</b>	10,36	10,84	10,24	9,97	7,82	7,91	7,14	7,91	12,05	8,18
<b>Nueva Victoria 220</b>	9,74	9,31	9,72	9,90	9,62	9,55	9,64	9,89	10,45	9,29
<b>O'higgins 220</b>	2,57	2,64	2,70	2,67	2,66	2,76	2,70	2,70	3,31	2,71
<b>Pacifico 110</b>	19,68	14,21	18,92	22,70	18,49	17,08	22,24	19,81	13,30	14,10
<b>Palafitos 110</b>	17,48	12,62	16,81	20,16	16,36	15,11	19,68	17,53	11,81	12,48
<b>Palestina 220</b>	16,94	17,08	17,35	18,02	17,20	17,77	17,66	18,13	19,33	17,66
<b>Pozo Almonte 066</b>	47,10	46,45	47,46	47,56	48,50	49,47	48,15	49,48	50,72	48,46
<b>Pukara 066</b>	24,25	19,56	23,26	27,18	23,20	22,42	27,78	25,30	17,30	18,71
<b>Quebrada Blanca 220</b>	155,54	163,49	139,73	140,79	140,09	156,01	112,66	178,10	196,41	156,87
<b>Quiani 066</b>	9,35	7,46	8,91	10,45	8,69	8,34	10,74	9,74	6,51	6,97
<b>Radomiro Tomic 220</b>	144,67	148,33	149,69	147,55	146,29	150,06	145,59	146,92	165,11	149,72
<b>Spence 220</b>	238,35	239,65	245,67	257,31	239,23	240,49	258,63	239,56	245,56	248,23
<b>Sur 110</b>	14,83	10,24	14,03	17,07	13,65	12,10	17,24	14,16	10,65	9,70
<b>Tamarugal 066</b>	8,51	8,37	8,21	8,32	7,69	8,09	7,28	8,12	9,14	8,01
<b>Tarapaca 220</b>	5,44	4,67	5,25	6,00	5,66	5,50	6,37	6,04	4,27	4,97
<b>Tocopilla 005</b>	5,07	4,19	4,99	6,40	4,80	4,80	6,29	5,25	4,19	4,28
<b>Uribe 110</b>	3,15	2,18	2,98	3,63	3,58	3,17	4,52	3,71	2,26	2,54
<b>Zaldivar 220</b>	73,26	74,87	75,95	75,96	73,82	76,20	74,73	74,82	82,70	75,73
<b>Pozo Almonte 13.8</b>	6,58	6,46	6,70	6,98	6,33	6,41	6,48	6,50	6,75	6,30

**Tabla A.4 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de otoño en MW**

<b>Nombre Barra Dem.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>D. de Almagro 110</b>	81,69	91,90	95,32	83,15	95,78	81,60	85,60	91,68	82,70	85,14
<b>Carrera Pinto 220</b>	0,78	0,86	0,86	0,79	0,87	0,80	0,81	0,83	0,74	0,77
<b>Cardones 220</b>	342,89	386,75	382,74	338,58	390,64	326,11	357,38	368,29	319,00	339,13
<b>Cardones 110</b>	117,83	127,58	130,18	124,58	128,33	122,20	125,85	126,61	119,26	116,51
<b>Maitencillo 220</b>	184,35	210,89	202,23	193,16	191,93	212,94	190,37	196,99	174,40	186,02
<b>Punta Colorada 220</b>	109,63	125,41	138,29	114,87	131,24	126,63	113,21	134,70	119,26	127,20
<b>Maitencillo 110</b>	14,56	14,26	15,02	17,68	13,46	19,29	17,18	16,49	15,53	16,56
<b>Huasco 110</b>	63,37	69,79	74,30	64,42	74,80	66,44	64,54	71,37	61,56	65,45
<b>Pan de Azucar 110</b>	184,62	183,11	203,35	224,66	186,13	233,42	218,83	224,76	216,67	224,81
<b>Quillota 220</b>	209,97	217,59	225,18	237,90	212,00	249,34	237,83	240,80	215,14	225,79
<b>Agua Santa 110</b>	111,72	105,76	117,70	132,45	104,12	144,50	125,95	129,81	130,45	127,99
<b>Quillota 110</b>	6,69	6,57	6,97	8,11	6,34	8,39	7,85	7,75	6,72	7,60
<b>Ventanas 110</b>	70,26	73,84	81,65	79,12	77,71	85,52	77,88	84,60	78,82	82,21
<b>Miraflores 110</b>	173,41	183,05	193,73	189,98	187,65	189,31	192,09	197,45	176,59	188,34
<b>San Pedro 110</b>	34,91	31,92	35,33	43,72	29,92	48,32	42,15	40,76	39,45	41,05
<b>Las Vegas 110</b>	42,42	44,08	36,22	48,76	34,36	42,36	48,27	37,49	36,39	36,27
<b>Pachacama 110</b>	73,91	77,32	79,51	86,59	74,36	75,99	82,24	82,30	89,23	80,23
<b>Batuco 110</b>	79,34	80,93	83,91	91,89	77,01	94,42	89,79	90,88	89,16	89,26
<b>Polpaico 220</b>	236,09	247,33	242,93	258,94	232,23	262,12	259,44	253,32	235,94	239,71
<b>Lampa 220</b>	36,95	43,19	44,72	31,94	44,07	24,88	33,74	34,39	33,22	28,80
<b>Cerro Navia 220</b>	10,48	10,12	11,46	12,52	9,94	12,95	12,41	13,35	12,94	13,01

<b>Cerro Navia 110</b>	95,71	100,03	103,71	111,44	96,09	102,31	107,15	107,67	107,44	106,98
<b>San Cristobal 110</b>	76,79	68,71	81,19	122,60	68,42	110,70	106,63	105,34	135,85	118,11
<b>Florida 110</b>	95,16	101,75	100,64	102,48	97,78	103,97	104,20	104,21	90,27	96,64
<b>Ochagavia 110</b>	144,05	104,17	143,80	220,15	94,22	216,74	195,70	196,10	228,58	211,57
<b>Lo Espejo 110</b>	33,91	34,07	37,19	42,96	32,08	36,56	39,25	39,93	49,53	42,03
<b>Maipo 220</b>	4,40	4,87	4,49	4,38	4,57	4,46	4,55	4,33	3,60	3,95
<b>Candelaria 220</b>	261,02	293,15	324,60	262,87	327,36	271,78	271,42	306,33	261,70	288,08
<b>Colbun 220</b>	64,06	70,09	72,84	62,41	74,50	55,24	63,53	66,35	59,74	56,08
<b>Los Almendros 110</b>	0,10	0,09	0,10	0,13	0,08	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
<b>Alto Jahuel 220</b>	23,23	20,70	27,93	30,32	23,17	32,82	29,32	32,63	33,31	33,14
<b>Alto Jahuel 110</b>	58,95	58,84	61,30	68,34	54,56	65,44	67,19	62,92	67,24	60,73
<b>Rapel 220</b>	5,82	5,80	5,39	7,64	5,11	6,30	7,25	6,01	6,00	6,04
<b>Sauzal 110</b>	0,90	0,95	0,85	0,94	0,98	0,98	0,95	0,94	1,23	1,05
<b>Paine 154</b>	23,74	24,59	25,29	27,05	23,90	27,01	26,36	26,59	24,61	25,31
<b>Rancagua 154</b>	172,30	170,12	192,54	205,86	166,96	215,01	200,48	209,74	207,00	210,86
<b>Punta Cortes 154</b>	32,13	32,99	35,09	35,91	31,57	33,95	35,38	35,25	37,86	34,44
<b>Teno 154</b>	109,59	114,22	120,79	120,59	112,36	110,09	121,11	117,66	123,39	112,59
<b>Itahue 154</b>	89,29	85,26	93,02	110,91	79,72	112,69	107,77	104,96	105,96	105,23
<b>Cipreses 154</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
<b>Maule 154</b>	73,54	71,14	75,20	85,16	65,45	81,91	86,20	83,02	90,99	82,74
<b>Linares 154</b>	33,51	32,22	33,79	42,68	29,04	44,27	40,70	38,42	39,45	39,49
<b>Ancoa 220</b>	5,30	5,17	6,28	6,19	5,73	6,32	6,03	6,42	6,86	6,57
<b>Parral 154</b>	37,63	34,52	37,40	47,19	30,72	50,88	45,37	43,86	44,17	44,62
<b>Chillan 154</b>	69,32	62,73	75,13	90,16	61,09	97,86	86,05	89,87	94,04	94,10
<b>Charrua 154</b>	133,42	131,45	145,22	157,03	127,95	164,70	153,42	156,79	158,63	156,39
<b>Charrua 220</b>	108,42	122,10	129,86	104,35	132,57	103,63	109,01	119,37	103,16	97,07
<b>Rucue 220</b>	0,57	0,55	0,52	0,62	0,42	0,49	0,70	0,54	0,77	0,72
<b>Pangue 220</b>	0,22	0,22	0,23	0,25	0,22	0,31	0,24	0,25	0,21	0,25
<b>Abanico 154</b>	1,05	0,98	1,14	1,32	0,93	1,68	1,22	1,32	1,14	1,35
<b>Concepcion 154</b>	96,07	85,97	105,97	129,49	86,17	140,45	122,70	132,75	137,42	138,33
<b>San Vicente 154</b>	115,57	123,91	130,05	124,12	125,41	122,45	123,95	127,99	122,16	118,13
<b>Hualpen 154</b>	41,66	46,48	46,35	42,80	47,09	43,02	43,75	45,31	38,73	41,93
<b>Mapal 154</b>	11,39	12,69	13,14	11,75	13,16	11,61	11,72	12,44	10,89	11,46
<b>Fopaco 154</b>	8,00	8,91	8,87	7,76	8,94	7,23	8,26	8,12	7,38	6,96
<b>Coronel 066</b>	87,43	88,49	93,35	93,93	85,44	93,35	93,46	94,73	98,36	91,10
<b>Arauco 066</b>	2,84	3,01	1,16	2,45	1,13	2,50	2,44	0,85	0,87	0,83
<b>Concepcion 066</b>	126,32	121,41	147,50	143,91	131,71	153,84	141,03	156,48	140,03	146,32
<b>Petroquim 154</b>	45,04	50,78	73,06	43,73	74,54	39,88	45,86	64,58	58,84	58,00
<b>Ciruelos 220</b>	7,81	7,09	8,37	9,69	6,94	10,42	9,35	9,67	9,77	9,76
<b>Puerto Montt 220</b>	34,07	33,21	38,03	40,52	33,14	39,98	39,39	40,97	43,70	40,51
<b>Temuco 066</b>	114,65	105,32	124,40	149,28	104,26	157,91	142,77	148,99	154,39	152,91
<b>Los Lagos 066</b>	14,61	13,82	15,85	16,16	13,66	16,43	16,24	16,71	16,26	16,03
<b>Valdivia 066</b>	47,60	43,19	51,88	59,09	43,00	63,53	57,01	59,95	60,55	60,51
<b>Osorno 066</b>	79,20	74,85	85,95	94,96	73,31	99,94	93,34	97,20	95,97	96,40



<b>Cautin 220</b>	8,69	9,64	8,47	8,91	8,56	8,72	9,16	8,32	7,26	7,64
<b>Aconcagua 110</b>	47,66	49,28	57,55	52,86	53,84	52,67	55,19	60,52	56,19	58,09
<b>Algarrobo 110</b>	0,51	0,83	0,67	0,68	0,82	0,72	0,62	0,64	0,61	0,59
<b>A. de Cordova 110</b>	79,67	69,36	84,57	121,61	69,24	120,48	108,89	108,70	127,10	118,95
<b>Altamirano 110</b>	53,04	50,82	56,97	65,66	47,69	64,65	60,54	63,49	68,52	65,06
<b>Apoquindo 110</b>	84,55	73,52	97,87	120,02	78,74	129,23	109,94	121,95	125,01	128,89
<b>Carrascal 110</b>	72,86	67,23	78,23	107,95	66,87	101,48	96,62	97,52	115,57	105,67
<b>Choapa 110</b>	20,38	21,20	22,65	23,41	21,17	26,74	22,75	23,29	20,27	22,95
<b>La Cisterna 110</b>	61,00	51,47	67,38	78,80	51,76	85,66	74,04	81,40	78,30	82,42
<b>Club Hipico 110</b>	43,47	38,53	49,46	67,82	40,07	63,62	59,04	63,44	79,97	70,53
<b>Dos Amigos 110</b>	3,03	3,49	3,54	2,77	3,68	2,18	3,00	2,89	2,72	2,27
<b>Esperanza 110</b>	22,00	25,27	24,62	22,28	22,35	18,87	24,02	19,31	32,51	24,22
<b>Illapel 110</b>	16,13	15,40	17,56	20,08	15,36	22,36	19,07	19,83	18,95	20,23
<b>Incahuasi 110</b>	2,15	2,26	2,43	2,44	2,32	2,62	2,40	2,49	2,35	2,44
<b>La Dehesa 110</b>	30,00	27,06	34,24	41,90	28,20	45,91	38,16	41,98	41,11	43,99
<b>La Reina 110</b>	76,89	66,06	88,46	96,26	69,11	109,63	91,62	104,79	95,15	104,99
<b>La Union 066</b>	24,30	23,98	26,41	27,01	23,24	26,26	27,34	27,17	26,67	25,48
<b>Araña 066</b>	24,79	29,04	28,22	25,57	28,73	17,24	24,95	23,88	25,20	22,27
<b>Lo Boza 110</b>	83,59	86,86	90,83	97,78	82,06	85,37	91,39	93,39	105,86	94,69
<b>Lo Valledor 110</b>	46,61	44,06	50,22	61,69	41,78	58,62	56,58	58,00	64,30	60,35
<b>Loncoche 066</b>	21,35	21,17	23,48	25,08	20,92	27,41	24,48	25,53	24,40	25,26
<b>Los Dominicos 110</b>	43,19	40,02	48,47	57,44	40,85	58,78	53,70	57,41	60,58	60,24
<b>Los Maquis 220</b>	63,41	65,57	77,02	70,33	72,06	70,08	73,43	81,00	75,20	77,75
<b>Macul 110</b>	70,23	55,88	76,08	100,28	54,98	111,69	94,10	99,10	91,93	102,56
<b>Maipu 110</b>	140,67	138,32	157,22	174,92	133,08	169,93	163,16	171,85	182,44	176,26
<b>Melipilla 066</b>	33,50	33,16	32,61	42,45	29,05	34,78	39,54	36,04	38,36	36,05
<b>Melipilla 110</b>	59,71	59,67	62,19	73,37	56,10	74,83	69,88	69,26	67,65	69,13
<b>Ovalle 110</b>	68,25	64,56	72,54	90,21	65,07	85,42	86,30	82,77	85,31	84,15
<b>Padre Las Casas 066</b>	58,68	52,26	63,67	73,78	51,60	84,84	70,18	74,39	73,76	76,18
<b>Pajaritos 110</b>	78,73	68,53	87,77	98,02	68,67	110,90	94,13	103,26	92,33	102,97
<b>Panguipulli 066</b>	8,50	8,31	9,26	9,85	8,28	10,79	9,75	10,26	9,22	10,10
<b>Pitrufquen 066</b>	21,52	20,88	24,32	24,55	21,30	25,16	24,42	26,01	25,10	25,06
<b>Pudahuel 110</b>	32,27	26,99	35,80	38,75	27,02	45,94	37,80	42,31	34,99	41,17
<b>Puerto Varas 066</b>	28,44	27,48	31,34	32,44	27,29	34,60	31,90	33,45	31,23	32,64
<b>Quilicura 110</b>	145,40	150,69	159,32	176,14	146,09	159,94	165,77	168,86	184,27	169,53
<b>Quilpue 110</b>	49,59	36,48	51,80	64,69	35,85	73,20	60,82	66,17	61,22	68,53
<b>Quinquimo 110</b>	25,46	25,14	27,82	29,01	25,94	26,40	28,99	29,30	29,71	28,36
<b>Rapel 066</b>	30,93	31,47	27,74	36,86	26,06	33,17	36,75	29,84	27,67	28,59
<b>Recoleta 110</b>	58,80	53,15	64,11	76,14	51,92	79,32	70,81	75,53	78,28	77,69
<b>Romeral 110</b>	11,39	13,34	12,70	11,30	12,95	11,13	11,71	11,71	10,38	10,35
<b>San Bernardo 110</b>	174,53	181,38	183,18	193,00	157,37	190,12	187,81	198,94	196,34	197,88
<b>San Felipe 110</b>	68,64	68,09	68,02	82,12	59,36	77,55	78,85	76,26	78,43	77,26
<b>San Fernando 066</b>	141,74	142,46	136,95	161,10	122,23	152,42	159,35	139,40	143,27	135,71
<b>San Joaquin 110</b>	73,40	70,78	81,88	95,92	68,90	87,81	86,96	92,09	109,47	97,20

<b>San Jose 110</b>	56,40	48,42	62,17	71,85	48,47	77,94	66,85	74,05	70,98	75,15
<b>Santa Elena 110</b>	76,47	70,12	86,51	100,65	71,46	99,89	90,70	99,49	112,43	104,31
<b>Santa Raquel 110</b>	51,78	41,08	57,94	63,29	41,45	75,25	61,25	70,34	59,31	68,66
<b>Santa Rosa 110</b>	96,76	84,88	109,47	116,13	86,17	134,38	112,08	126,41	108,73	124,40
<b>Torre 80 110</b>	14,86	13,28	16,49	19,28	13,30	20,68	17,99	19,36	18,92	19,85
<b>Vitacura 110</b>	88,97	77,16	93,34	140,45	76,78	128,99	121,57	120,56	159,32	136,78
<b>Chiloe 220</b>	59,79	58,28	62,41	71,12	54,37	70,17	69,12	67,22	71,71	66,47
<b>El Llano 220</b>	53,65	55,48	65,17	59,51	60,97	59,30	62,13	68,54	63,63	65,79
<b>Melipulli 220</b>	90,49	88,20	97,14	107,63	84,63	106,19	104,61	104,63	111,62	103,46
<b>Alto Hospicio 110</b>	12,44	10,59	13,09	15,40	11,59	17,25	14,87	15,54	17,15	17,95
<b>Alto Norte 110</b>	52,20	52,14	51,33	49,22	52,79	47,98	51,26	49,13	47,38	50,44
<b>Antofagasta 013</b>	6,07	4,94	4,46	10,96	3,88	10,60	9,72	6,75	8,58	8,73
<b>Arica 110</b>	3,80	3,85	3,81	3,63	3,99	3,13	3,79	3,60	3,94	3,54
<b>Calama 110</b>	39,67	33,52	40,28	49,13	35,01	53,63	46,85	46,04	52,62	53,86
<b>Centro 110</b>	53,77	43,95	51,96	66,74	43,77	75,12	65,35	62,01	68,84	72,00
<b>Cerro Dragon 110</b>	16,84	14,34	17,91	20,84	15,86	23,35	20,13	21,25	23,46	24,56
<b>Chacaya 220</b>	57,61	60,48	58,87	53,69	61,96	39,44	53,98	49,46	63,68	52,08
<b>Chinchorro 066</b>	17,21	14,68	16,82	20,10	14,95	22,16	19,95	19,09	21,19	21,49
<b>Chuquicamata 220</b>	339,62	334,78	329,83	326,40	336,25	316,32	337,20	318,09	315,70	325,89
<b>Collahuasi 220</b>	242,03	241,22	236,87	232,66	242,91	225,50	239,83	227,29	234,60	231,13
<b>Desalant 110</b>	13,82	13,42	14,19	13,83	14,71	11,55	14,29	13,10	16,06	13,85
<b>Dolores 110</b>	1,41	1,41	1,42	1,43	1,45	1,48	1,39	1,35	1,49	1,50
<b>El Abra 220</b>	136,07	137,49	134,78	126,97	139,19	120,29	133,16	124,27	130,22	130,53
<b>El Aguila 066</b>	3,95	4,04	3,85	3,91	3,70	3,97	4,02	3,76	4,30	4,18
<b>El Loa 220</b>	34,15	34,85	33,84	32,97	35,47	32,84	33,98	32,18	34,48	33,75
<b>El Negro 110</b>	4,50	4,57	4,37	4,46	4,55	4,13	4,59	4,12	4,30	4,36
<b>El Tesoro 220</b>	40,67	41,07	39,61	38,95	40,16	38,48	40,84	38,20	42,01	39,34
<b>Encuentro 220</b>	74,47	70,71	73,14	76,91	72,51	76,46	77,34	72,49	81,18	78,41
<b>Escondida 220</b>	595,84	578,48	587,55	585,33	592,41	588,45	595,94	565,98	614,12	595,24
<b>Esperanza SING 220</b>	182,04	183,82	177,31	174,34	179,75	172,21	182,77	170,96	188,05	176,10
<b>Gaby 220</b>	75,55	72,88	69,89	67,12	71,30	73,99	69,34	63,66	69,26	67,20
<b>La Cruz 220</b>	4,33	4,55	4,32	4,58	4,54	5,05	4,47	4,34	4,16	4,67
<b>La Negra 110</b>	21,22	20,86	23,40	21,59	23,68	21,80	22,36	24,02	25,14	25,12
<b>La Portada 110</b>	17,12	14,72	16,99	20,57	14,25	22,85	19,84	20,23	22,69	23,64
<b>Lagunas 023</b>	4,52	4,48	4,28	4,46	4,37	4,23	4,59	4,12	4,51	4,41
<b>Lomas Bayas 220</b>	52,07	52,42	50,16	50,10	51,49	48,73	51,78	47,87	50,57	49,97
<b>Mantos Blancos 220</b>	35,31	35,11	37,64	33,76	38,75	33,42	34,92	36,10	38,53	37,13
<b>Mejillones 110</b>	18,24	18,37	18,84	17,70	19,55	16,91	18,27	18,04	19,08	18,87
<b>Minsal 023</b>	43,28	42,50	40,57	44,86	41,78	41,91	44,99	40,59	44,54	41,74
<b>Norgener 220</b>	6,33	6,40	6,54	5,84	6,78	5,35	6,15	6,01	5,89	6,12
<b>Nueva Victoria 220</b>	9,81	9,61	10,74	9,91	10,94	9,59	9,92	10,63	11,15	11,14
<b>O'higgins 220</b>	2,94	2,87	2,83	2,85	2,91	2,93	2,81	2,67	2,83	2,79
<b>Pacifico 110</b>	15,95	13,58	16,50	19,74	14,61	22,11	19,07	19,58	21,61	22,62
<b>Palafitos 110</b>	12,81	10,91	13,90	15,86	12,30	17,77	15,32	16,49	18,20	19,05

<b>Palestina 220</b>	18,78	18,93	18,36	18,34	19,28	17,51	18,87	17,76	19,44	18,74
<b>Pozo Almonte 066</b>	50,39	50,19	47,54	49,28	48,75	47,10	50,78	45,70	48,38	48,20
<b>Pukara 066</b>	23,08	19,68	23,31	26,96	20,71	29,71	26,75	26,44	29,36	29,78
<b>Quebrada Blanca 220</b>	171,76	164,36	162,59	162,59	166,92	113,54	180,03	164,38	171,64	163,09
<b>Quiani 066</b>	8,07	6,91	7,72	9,33	6,79	10,48	9,53	9,09	10,74	10,56
<b>Radomiro Tomic 220</b>	162,27	162,87	160,70	155,14	166,79	150,22	159,08	151,84	158,96	156,70
<b>Spence 220</b>	260,56	255,13	261,98	253,31	260,26	252,97	257,95	244,14	269,41	256,81
<b>Sur 110</b>	12,87	10,52	12,41	15,97	10,46	17,98	15,64	14,82	16,45	17,20
<b>Tamarugal 066</b>	8,69	8,61	8,88	8,16	9,02	7,37	8,42	8,19	9,27	8,66
<b>Tarapaca 220</b>	5,14	4,79	5,60	5,63	5,39	5,69	5,54	5,97	6,84	6,72
<b>Tocopilla 005</b>	5,23	4,80	5,14	5,39	4,64	5,96	5,41	5,29	5,38	6,00
<b>Uribe 110</b>	3,54	2,90	3,21	4,40	2,70	4,95	4,31	3,83	4,25	4,45
<b>Zaldivar 220</b>	81,58	81,71	80,71	79,09	82,60	77,17	80,90	77,09	81,96	80,63
<b>Pozo Almonte 13.8</b>	5,87	5,78	6,54	5,73	6,70	5,68	5,80	6,28	6,56	6,65

**Tabla A.5 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de invierno en MW**

BarNom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>D. de Almagro 110</b>	101,36	105,09	96,50	83,54	96,82	90,98	97,43	84,87	86,33	92,60
<b>Carrera Pinto 220</b>	0,88	0,90	0,85	0,68	0,88	0,79	0,89	0,76	0,80	0,84
<b>Cardones 220</b>	393,67	405,24	368,32	328,00	386,26	342,28	378,93	332,37	331,42	360,14
<b>Cardones 110</b>	131,62	140,48	128,58	118,06	132,46	118,43	135,29	119,06	119,99	128,58
<b>Maitencillo 220</b>	198,07	211,48	195,69	175,48	200,83	190,98	204,91	183,65	188,21	194,75
<b>Punta Colorada 220</b>	132,73	141,72	131,13	117,59	128,33	127,98	130,94	117,35	120,27	124,44
<b>Maitencillo 110</b>	16,05	18,75	19,31	18,30	15,41	20,12	17,23	18,94	19,80	16,37
<b>Huasco 110</b>	69,91	72,38	66,99	55,68	67,61	61,57	68,36	58,82	60,90	64,97
<b>Pan de Azucar 110</b>	193,55	227,35	237,96	229,80	192,13	246,35	215,32	237,64	245,81	204,64
<b>Quillota 220</b>	217,66	241,39	240,04	207,93	222,12	232,27	234,63	222,98	230,21	222,99
<b>Agua Santa 110</b>	112,44	132,26	135,96	127,08	110,05	134,49	121,24	130,76	134,18	115,23
<b>Quillota 110</b>	7,05	8,45	9,29	8,73	6,73	9,95	7,78	8,52	9,43	7,39
<b>Ventanas 110</b>	77,73	86,50	85,30	77,22	75,98	84,35	79,82	78,83	81,73	75,86
<b>Miraflores 110</b>	182,04	207,92	210,72	203,92	170,70	210,70	188,16	203,49	203,43	178,83
<b>San Pedro 110</b>	33,92	40,40	42,32	39,06	33,42	42,84	38,57	42,11	43,49	36,65
<b>Las Vegas 110</b>	31,61	35,22	33,16	32,94	33,21	32,86	35,49	34,95	35,97	33,73
<b>Pachacama 110</b>	78,84	90,17	88,18	89,86	79,61	86,25	86,96	85,71	89,71	82,64
<b>Batuco 110</b>	80,19	92,09	93,40	94,11	80,00	94,27	87,96	92,43	95,36	83,60
<b>Polpaico 220</b>	259,36	285,17	281,83	263,92	263,88	269,87	274,42	267,14	271,15	260,81
<b>Lampa 220</b>	55,22	56,71	43,41	45,94	61,96	32,77	61,16	41,72	44,42	58,13
<b>Cerro Navia 220</b>	7,72	10,03	11,28	11,59	7,85	11,48	9,83	11,44	12,06	9,34
<b>Cerro Navia 110</b>	102,09	114,82	112,63	115,13	103,10	113,48	111,09	113,92	116,21	105,58
<b>San Cristobal 110</b>	69,33	92,31	109,97	146,99	70,49	124,28	88,23	127,37	134,36	83,85
<b>Florida 110</b>	76,72	83,51	81,57	71,96	76,11	79,31	80,12	76,01	76,22	76,15
<b>Ochagavia 110</b>	102,11	162,98	196,07	241,30	98,37	221,08	162,01	221,23	231,91	153,97
<b>Lo Espejo 110</b>	37,62	45,58	46,37	57,64	36,03	48,16	41,96	47,14	48,85	39,88

<b>Maipo 220</b>	5,50	5,76	5,19	4,57	5,18	4,83	5,17	4,47	4,52	4,91
<b>Candelaria 220</b>	327,41	335,44	308,56	264,52	309,21	282,93	308,91	265,96	268,02	293,59
<b>Colbun 220</b>	75,50	77,69	68,82	60,45	74,89	55,09	74,41	56,00	57,54	70,72
<b>Los Almendros 110</b>	0,08	0,10	0,12	0,12	0,08	0,13	0,10	0,12	0,13	0,09
<b>Alto Jahuel 220</b>	24,15	29,91	32,03	31,25	23,01	32,60	27,21	30,31	30,81	25,86
<b>Alto Jahuel 110</b>	51,82	64,74	63,17	71,53	48,61	64,09	58,77	61,56	63,77	55,86
<b>Rapel 220</b>	4,64	5,50	5,66	5,50	4,72	5,82	5,34	5,97	6,28	5,07
<b>Sauzal 110</b>	1,05	1,19	1,18	1,10	1,01	1,16	1,13	1,12	1,12	1,07
<b>Paine 154</b>	23,60	26,76	26,79	25,06	23,26	26,57	25,30	25,17	25,42	24,05
<b>Rancagua 154</b>	172,03	211,99	223,34	218,60	165,13	230,77	196,45	214,78	223,49	186,71
<b>Punta Cortes 154</b>	29,91	35,62	34,42	37,25	29,58	33,88	33,98	34,10	35,53	32,30
<b>Teno 154</b>	104,91	123,40	120,90	130,79	96,43	118,73	109,55	112,09	115,86	104,12
<b>Itahue 154</b>	72,21	93,58	102,99	107,65	68,41	108,25	84,54	101,24	106,10	80,35
<b>Cipreses 154</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
<b>Maule 154</b>	73,00	89,21	93,40	104,51	69,42	93,25	81,03	89,90	93,92	77,01
<b>Linares 154</b>	26,57	34,71	39,29	40,67	23,57	42,07	29,93	37,64	39,85	28,45
<b>Ancoa 220</b>	4,89	5,97	5,88	6,22	5,27	6,21	6,16	6,45	6,74	5,86
<b>Parral 154</b>	30,33	40,30	45,19	46,26	29,01	48,17	37,23	45,03	47,79	35,38
<b>Chillan 154</b>	66,45	87,94	100,85	104,71	67,97	107,15	86,36	106,20	112,03	82,08
<b>Charrua 154</b>	135,62	161,57	163,62	168,01	133,70	167,03	151,91	161,22	168,66	144,38
<b>Charrua 220</b>	133,37	137,01	121,03	107,72	130,20	95,39	131,03	94,25	92,14	124,53
<b>Rucue 220</b>	0,51	0,61	0,62	0,79	0,49	0,71	0,62	0,70	0,71	0,59
<b>Pangue 220</b>	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,13
<b>Abanico 154</b>	0,96	1,21	1,37	1,17	0,94	1,52	1,15	1,40	1,55	1,10
<b>Concepcion 154</b>	93,35	122,16	145,47	150,00	93,65	154,78	116,76	148,81	155,69	110,97
<b>San Vicente 154</b>	127,32	138,63	131,37	125,91	125,39	120,98	130,18	118,59	120,13	123,73
<b>Hualpen 154</b>	47,31	49,14	45,13	40,49	46,68	42,84	46,79	41,73	42,11	44,47
<b>Mapal 154</b>	13,29	13,79	12,62	11,44	12,13	11,84	12,11	10,59	10,61	11,51
<b>Fopaco 154</b>	9,23	9,64	8,45	7,72	9,20	6,73	9,34	6,96	6,70	8,88
<b>Coronel 066</b>	84,23	99,66	97,44	106,08	80,58	96,57	90,92	92,78	96,26	86,41
<b>Arauco 066</b>	1,22	1,24	0,92	1,03	1,18	0,76	1,18	0,79	0,85	1,13
<b>Concepcion 066</b>	138,35	164,86	165,89	148,55	136,54	159,18	155,68	152,64	154,95	147,96
<b>Petroquim 154</b>	76,96	78,90	66,40	63,24	77,50	56,35	76,49	56,53	56,63	72,70
<b>Ciruelos 220</b>	7,27	9,21	10,15	10,24	7,45	10,33	9,00	10,24	10,67	8,56
<b>Puerto Montt 220</b>	33,89	40,75	42,54	45,79	33,90	42,27	39,08	42,49	43,61	37,14
<b>Temuco 066</b>	107,82	138,15	159,33	165,29	106,88	165,25	129,18	157,48	164,84	122,77
<b>Los Lagos 066</b>	13,91	17,20	17,10	17,12	13,75	16,76	16,79	16,69	17,44	15,96
<b>Valdivia 066</b>	46,12	58,40	64,34	64,90	46,33	65,46	55,95	63,65	66,32	53,18
<b>Osorno 066</b>	74,80	93,04	99,74	100,49	76,26	100,96	91,48	100,95	104,35	86,95
<b>Cautin 220</b>	8,62	8,99	8,34	7,42	7,17	7,86	7,23	6,43	6,44	6,87
<b>Aconcagua 110</b>	52,04	59,91	59,63	55,70	50,47	59,16	54,87	54,96	56,30	52,15
<b>Algarrobo 110</b>	0,90	0,66	0,59	0,64	0,91	0,61	0,66	0,58	0,58	0,63
<b>A. de Cordova 110</b>	64,55	86,39	102,43	122,33	66,37	115,36	85,35	119,00	124,61	81,12
<b>Altamirano 110</b>	51,63	64,71	69,11	77,59	54,25	73,14	65,41	76,12	79,69	62,17

<b>Apoquindo 110</b>	68,76	91,47	106,64	109,53	72,72	117,40	93,54	120,06	124,00	88,90
<b>Carrascal 110</b>	65,06	83,84	97,91	118,67	66,29	107,48	82,25	110,18	114,76	78,17
<b>Choapa 110</b>	20,21	22,62	21,92	19,38	20,57	23,29	21,70	22,24	23,44	20,62
<b>La Cisterna 110</b>	46,61	64,76	75,75	73,79	49,22	80,69	66,46	82,26	84,84	63,16
<b>Club Hipico 110</b>	34,58	46,46	55,89	71,27	36,65	61,89	46,96	65,13	68,43	44,63
<b>Dos Amigos 110</b>	3,76	3,82	2,94	3,00	3,70	2,19	3,60	2,38	2,37	3,42
<b>Esperanza 110</b>	24,32	26,07	24,09	21,21	24,81	22,39	24,94	21,66	22,29	23,70
<b>Illapel 110</b>	14,67	18,11	19,45	18,43	14,95	21,11	17,62	20,32	21,52	16,75
<b>Incahuasi 110</b>	2,25	2,48	2,42	2,11	2,25	2,48	2,37	2,39	2,52	2,26
<b>La Dehesa 110</b>	23,73	30,48	35,16	35,26	26,00	39,47	32,89	42,11	43,79	31,26
<b>La Reina 110</b>	59,79	81,46	92,21	84,09	63,10	97,72	84,42	99,74	102,10	80,24
<b>La Union 066</b>	22,52	27,21	26,80	27,25	23,02	25,79	26,79	26,07	27,12	25,47
<b>Araña 066</b>	29,03	30,52	24,00	26,52	29,70	21,51	29,24	22,57	24,15	27,79
<b>Lo Boza 110</b>	95,53	111,76	108,90	122,83	95,58	111,22	106,49	112,13	114,00	101,21
<b>Lo Valledor 110</b>	41,75	53,35	57,37	66,68	42,53	61,47	51,93	62,82	65,51	49,36
<b>Loncoche 066</b>	22,81	27,10	28,15	27,18	21,96	28,96	24,78	27,06	28,25	23,56
<b>Los Dominicos 110</b>	36,94	47,72	53,73	56,50	39,73	57,88	49,67	61,94	63,41	47,21
<b>Los Maquis 220</b>	69,60	80,12	79,74	74,49	67,36	79,11	73,24	73,36	75,15	69,61
<b>Macul 110</b>	52,36	77,51	95,32	89,18	53,94	103,25	77,36	101,11	103,84	73,52
<b>Maipu 110</b>	129,59	157,28	162,69	177,10	132,36	171,16	157,76	178,62	185,54	149,94
<b>Melipilla 066</b>	28,02	33,88	34,77	36,17	28,13	34,99	33,34	35,38	37,17	31,68
<b>Melipilla 110</b>	58,58	68,48	70,82	69,92	59,08	73,85	65,54	71,61	74,36	62,29
<b>Ovalle 110</b>	54,80	67,26	71,45	74,67	57,70	77,55	67,45	79,80	84,22	64,11
<b>Padre Las Casas 066</b>	55,16	70,70	78,26	76,21	53,55	82,45	66,79	79,54	83,48	63,47
<b>Pajaritos 110</b>	65,20	87,40	100,48	89,41	67,22	105,69	88,23	104,89	107,41	83,85
<b>Panguipulli 066</b>	9,00	10,81	11,36	10,36	8,74	11,69	10,04	10,79	10,95	9,54
<b>Pitrufulquen 066</b>	22,82	28,08	29,00	28,36	22,29	28,79	26,23	27,78	28,50	24,93
<b>Pudahuel 110</b>	24,19	33,58	39,36	33,01	25,91	41,84	34,81	41,22	42,07	33,09
<b>Puerto Varas 066</b>	27,82	33,71	34,48	32,63	27,01	34,00	32,03	32,43	33,30	30,45
<b>Quilicura 110</b>	151,83	175,49	175,73	200,24	153,09	179,47	168,82	183,63	188,51	160,44
<b>Quilpue 110</b>	40,51	57,79	68,17	61,80	39,19	72,70	54,64	67,80	71,55	51,93
<b>Quinquimo 110</b>	23,67	27,40	26,96	28,60	23,14	27,27	25,40	26,85	28,14	24,14
<b>Rapel 066</b>	25,18	29,30	29,04	29,30	24,45	29,17	26,82	27,38	27,90	25,49
<b>Recoleta 110</b>	51,22	67,04	75,07	79,51	52,80	80,28	66,61	80,86	83,53	63,31
<b>Romeral 110</b>	12,80	13,11	11,84	9,92	12,97	10,85	12,61	10,47	10,62	11,99
<b>San Bernardo 110</b>	197,75	223,96	218,55	213,61	192,08	217,60	209,91	214,05	218,49	199,50
<b>San Felipe 110</b>	54,40	69,36	77,10	80,03	53,60	80,73	65,42	77,91	82,43	62,18
<b>San Fernando 066</b>	114,73	140,34	139,60	148,03	107,92	141,77	127,65	134,90	140,51	121,32
<b>San Joaquin 110</b>	62,83	78,53	83,94	104,44	66,54	90,53	79,73	96,84	101,66	75,78
<b>San Jose 110</b>	42,90	59,10	68,52	65,40	45,36	72,69	60,58	74,42	77,05	57,58
<b>Santa Elena 110</b>	63,53	83,09	91,61	105,20	67,77	98,82	84,82	103,71	107,41	80,62
<b>Santa Raquel 110</b>	36,74	54,32	64,32	54,79	39,69	67,60	56,05	67,04	68,69	53,27
<b>Santa Rosa 110</b>	95,37	126,62	145,51	128,50	93,90	153,01	122,33	142,38	146,48	116,26
<b>Torre 80 110</b>	11,66	15,57	17,30	17,41	12,72	18,61	16,64	19,90	20,65	15,81

<b>Vitacura 110</b>	78,59	107,10	126,61	175,89	78,50	146,61	101,89	147,98	155,63	96,84
<b>Chiloe 220</b>	52,89	63,59	66,39	71,46	52,04	65,96	60,00	65,23	66,96	57,03
<b>El Llano 220</b>	58,89	67,79	67,47	63,03	57,00	66,94	61,97	62,08	63,58	58,90
<b>Melipulli 220</b>	86,02	103,41	107,96	116,21	86,67	107,26	99,94	108,64	111,52	94,98
<b>Alto Hospicio 110</b>	11,55	12,85	16,04	17,50	11,81	18,35	13,48	19,49	18,83	13,44
<b>Alto Norte 110</b>	51,26	49,04	47,65	45,52	51,96	47,78	50,94	51,08	47,58	50,76
<b>Antofagasta 013</b>	5,18	5,90	9,05	11,84	5,50	11,28	6,20	12,10	11,72	6,18
<b>Arica 110</b>	3,79	3,57	3,39	3,82	3,86	3,49	3,77	3,72	3,49	3,76
<b>Calama 110</b>	37,56	41,55	47,93	52,35	38,08	53,68	42,67	57,00	55,04	42,52
<b>Centro 110</b>	47,34	55,15	67,37	72,78	47,53	75,95	55,58	77,27	75,85	55,39
<b>Cerro Dragon 110</b>	15,67	17,44	21,77	23,74	15,94	24,91	18,20	26,30	25,41	18,14
<b>Chacaya 220</b>	59,93	55,49	48,82	55,24	61,27	48,27	59,39	53,90	48,76	59,19
<b>Chinchorro 066</b>	13,91	15,45	17,92	19,69	14,43	19,97	16,30	21,62	20,29	16,25
<b>Chuquicamata 220</b>	380,06	369,88	354,80	381,22	358,29	361,32	354,72	351,39	327,56	353,50
<b>Collahuasi 220</b>	236,76	227,34	218,43	232,65	242,83	218,54	236,21	234,54	218,88	235,39
<b>Desalant 110</b>	14,84	13,47	11,54	15,26	13,87	11,56	13,60	13,40	12,49	13,55
<b>Dolores 110</b>	1,42	1,35	1,33	1,48	1,40	1,43	1,37	1,46	1,42	1,36
<b>El Abra 220</b>	136,02	129,54	121,93	127,20	139,91	121,89	135,67	129,94	120,83	135,21
<b>El Aguila 066</b>	3,87	3,62	3,57	3,98	3,80	3,72	3,59	3,82	3,40	3,57
<b>El Loa 220</b>	34,57	32,31	31,12	32,45	35,24	32,06	33,71	33,72	31,53	33,59
<b>El Negro 110</b>	4,36	4,14	4,04	4,45	4,47	4,14	4,35	4,34	4,18	4,33
<b>El Tesoro 220</b>	40,74	38,67	37,24	40,40	41,96	38,19	40,61	40,44	38,11	40,47
<b>Encuentro 220</b>	70,26	69,80	70,72	76,45	72,57	74,44	72,69	78,21	73,26	72,44
<b>Escondida 220</b>	579,33	560,21	553,59	612,59	580,64	557,17	585,31	596,35	558,77	583,29
<b>Esperanza SING 220</b>	182,10	172,86	166,47	180,60	187,57	170,72	181,54	180,79	170,37	180,92
<b>Gaby 220</b>	71,88	69,74	64,56	71,96	68,29	65,45	67,08	64,88	60,02	66,85
<b>La Cruz 220</b>	4,40	3,93	4,12	3,80	4,31	4,40	3,92	4,35	3,93	3,91
<b>La Negra 110</b>	20,76	20,22	20,39	23,18	22,19	21,01	22,16	23,88	22,46	22,09
<b>La Portada 110</b>	14,10	15,52	18,14	18,95	13,77	20,02	15,77	21,06	21,77	15,71
<b>Lagunas 023</b>	4,16	4,00	3,91	4,26	1,56	4,02	1,52	1,55	1,49	1,52
<b>Lomas Bayas 220</b>	50,95	48,80	47,27	47,81	52,17	47,66	50,61	49,76	47,88	50,44
<b>Mantos Blancos 220</b>	38,23	36,96	35,39	37,26	39,55	35,96	38,72	38,75	36,18	38,59
<b>Mejillones 110</b>	18,04	17,10	16,66	17,28	19,07	17,08	18,34	18,53	17,03	18,28
<b>Minsal 023</b>	40,06	38,50	37,74	40,46	41,28	39,17	40,55	42,46	39,66	40,41
<b>Norgener 220</b>	11,46	10,82	9,98	9,86	12,25	9,83	11,78	11,39	10,83	11,74
<b>Nueva Victoria 220</b>	10,43	10,13	10,01	10,90	10,24	10,33	10,02	10,49	9,67	9,99
<b>O'higgins 220</b>	2,88	2,79	2,70	2,83	2,93	2,74	2,89	2,93	2,69	2,88
<b>Pacifico 110</b>	14,40	16,03	20,01	21,82	13,56	22,89	15,48	22,37	21,61	15,43
<b>Palafitos 110</b>	12,51	13,92	17,37	18,95	12,81	19,88	14,62	21,13	20,41	14,57
<b>Palestina 220</b>	18,85	17,92	17,42	19,40	19,23	17,32	18,59	18,53	16,64	18,53
<b>Pozo Almonte 066</b>	50,33	48,03	46,65	52,02	48,89	47,87	47,55	48,76	45,36	47,39
<b>Pukara 066</b>	20,47	22,75	26,39	29,00	19,43	29,40	21,95	29,10	27,32	21,87
<b>Quebrada Blanca 220</b>	161,60	159,47	160,96	198,29	162,52	148,13	162,20	171,23	180,90	161,64
<b>Quiani 066</b>	6,94	7,73	8,99	9,81	7,31	10,00	8,26	11,02	10,27	8,23

<b>Radomiro Tomic 220</b>	160,93	154,04	147,43	157,12	164,46	148,41	160,38	158,66	147,38	159,83
<b>Spence 220</b>	255,78	257,95	240,54	248,95	261,75	236,73	263,36	255,44	251,22	262,45
<b>Sur 110</b>	10,95	12,75	15,58	16,83	10,71	17,56	12,52	17,41	17,09	12,48
<b>Tamarugal 066</b>	8,95	8,81	8,31	9,24	8,96	8,49	8,98	9,01	8,48	8,95
<b>Tarapaca 220</b>	4,98	5,02	5,48	6,27	5,13	5,99	5,31	6,49	6,20	5,30
<b>Tocopilla 005</b>	4,37	4,69	5,43	5,51	4,51	6,25	4,91	6,52	6,42	4,90
<b>Uribe 110</b>	2,54	2,96	3,61	3,90	2,25	4,07	2,63	3,66	3,59	2,62
<b>Zaldivar 220</b>	80,96	77,66	74,16	81,10	82,58	75,98	80,19	81,02	76,32	79,91
<b>Pozo Almonte 13.8</b>	7,52	7,35	7,13	7,56	7,18	7,42	7,07	7,32	6,73	7,04

**Tabla A.6 Demanda por barra de retiro y condiciones de operación de primavera en MW**

<b>BarNom</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>D. de Almagro 110</b>	90,87	95,22	84,25	84,88	95,25	86,98	85,03	84,43	86,31	100,11
<b>Carrera Pinto 220</b>	0,79	0,83	0,72	0,73	0,82	0,75	0,72	0,73	0,76	0,87
<b>Cardones 220</b>	347,64	372,12	311,15	324,50	371,12	337,49	319,03	326,63	334,85	388,12
<b>Cardones 110</b>	138,81	133,60	131,11	133,48	140,81	139,51	141,25	139,55	125,76	152,52
<b>Maitencillo 220</b>	188,31	186,47	171,55	179,70	177,70	180,28	170,28	203,79	172,04	199,68
<b>Punta Colorada 220</b>	125,40	124,18	114,24	119,67	115,84	117,52	111,01	132,85	114,57	130,17
<b>Maitencillo 110</b>	19,13	15,51	20,38	19,33	16,77	19,59	21,60	19,81	15,88	19,78
<b>Huasco 110</b>	64,22	66,71	57,69	57,21	66,78	62,06	60,69	59,58	59,71	70,59
<b>Pan de Azucar 110</b>	228,04	181,19	238,35	228,13	183,18	220,39	235,83	223,43	183,18	216,74
<b>Quillota 220</b>	226,19	210,40	214,93	217,58	217,08	223,23	220,51	216,28	201,44	240,77
<b>Agua Santa 110</b>	129,02	102,31	131,31	124,84	102,96	117,67	133,39	127,19	100,91	122,87
<b>Quillota 110</b>	8,47	6,89	9,07	8,50	7,28	8,25	9,76	8,46	6,65	8,20
<b>Ventanas 110</b>	78,76	72,26	86,07	77,59	72,00	76,86	86,96	76,82	68,33	80,95
<b>Miraflores 110</b>	199,11	151,49	221,60	205,07	156,80	186,71	197,53	187,44	156,14	184,60
<b>San Pedro 110</b>	41,75	32,41	44,59	41,47	33,57	41,77	46,29	42,88	33,41	40,54
<b>Las Vegas 110</b>	51,98	43,28	46,75	51,99	46,69	53,86	51,58	54,63	43,13	54,69
<b>Pachacama 110</b>	87,43	74,86	85,00	86,79	76,41	87,89	88,35	89,46	74,19	88,72
<b>Batuco 110</b>	90,48	77,97	90,57	90,31	83,36	94,12	99,74	95,69	76,84	97,29
<b>Polpaico 220</b>	263,13	237,08	247,42	251,94	237,58	257,08	254,49	256,00	228,17	272,58
<b>Lampa 220</b>	56,49	64,56	40,61	49,72	62,41	53,34	47,41	51,45	56,25	65,55
<b>Cerro Navia 220</b>	9,93	7,86	10,28	9,87	7,84	9,41	9,65	9,56	7,89	9,28
<b>Cerro Navia 110</b>	109,38	96,84	108,99	110,83	97,18	109,90	113,00	113,31	93,61	112,19
<b>San Cristobal 110</b>	121,44	74,64	105,04	130,07	78,43	130,97	107,84	143,20	82,22	106,13
<b>Florida 110</b>	74,86	71,32	72,00	71,64	89,44	91,41	89,93	88,62	67,23	97,10
<b>Ochagavia 110</b>	204,25	101,25	195,68	214,06	115,86	212,75	192,12	224,59	142,20	179,00
<b>Lo Espejo 110</b>	43,48	35,16	40,60	46,26	32,12	40,46	38,78	43,05	36,24	40,57
<b>Maipo 220</b>	4,80	5,00	4,44	4,40	5,43	5,05	4,96	4,98	4,51	5,81
<b>Candelaria 220</b>	287,58	305,33	258,15	266,36	306,14	273,14	266,40	265,11	275,80	319,82
<b>Colbun 220</b>	63,58	65,93	57,93	57,78	66,05	60,05	57,87	57,38	60,44	69,41
<b>Los Almendros 110</b>	0,11	0,08	0,12	0,12	0,08	0,11	0,12	0,12	0,08	0,10
<b>Alto Jahuel 220</b>	30,64	23,09	29,13	30,13	24,18	30,28	28,95	28,88	24,71	28,87

<b>Alto Jahuel 110</b>	61,13	45,64	62,48	63,46	47,47	62,17	64,47	64,39	49,66	60,33
<b>Rapel 220</b>	6,75	4,85	6,25	7,11	5,72	8,09	7,61	8,15	5,12	7,14
<b>Sauzal 110</b>	0,95	0,90	0,93	0,88	0,82	0,84	0,87	0,80	0,85	0,92
<b>Paine 154</b>	25,19	22,40	24,90	24,77	23,05	25,16	25,31	24,74	22,11	26,19
<b>Rancagua 154</b>	193,21	147,82	212,20	194,40	150,93	193,13	216,09	199,12	153,45	185,99
<b>Punta Cortes 154</b>	32,26	26,42	34,13	33,03	25,03	30,08	32,20	31,15	27,02	30,02
<b>Teno 154</b>	97,65	75,71	101,11	99,97	81,06	101,54	108,10	105,30	78,55	98,03
<b>Itahue 154</b>	95,52	65,90	104,00	99,94	72,52	104,26	113,55	109,11	72,46	95,68
<b>Cipreses 154</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
<b>Maule 154</b>	79,61	58,93	77,40	80,91	60,15	80,96	80,99	83,22	63,73	78,98
<b>Linares 154</b>	34,66	21,93	39,81	36,36	25,91	39,16	44,58	41,00	24,87	34,63
<b>Ancoa 220</b>	6,27	4,60	7,31	6,64	5,13	7,27	8,88	7,80	5,07	6,82
<b>Parral 154</b>	43,71	29,98	50,18	45,79	34,94	49,57	57,13	51,88	33,65	46,54
<b>Chillan 154</b>	86,83	59,25	95,49	89,32	65,30	91,37	100,16	92,92	65,26	83,81
<b>Charrua 154</b>	150,50	120,19	155,57	150,97	122,94	151,97	162,67	155,30	124,49	151,98
<b>Charrua 220</b>	108,72	116,78	98,04	100,39	116,87	105,96	100,45	99,51	106,42	121,57
<b>Rucue 220</b>	0,51	0,43	0,64	0,47	0,42	0,51	0,69	0,53	0,43	0,52
<b>Pangue 220</b>	0,11	0,10	0,15	0,12	0,12	0,13	0,17	0,13	0,10	0,14
<b>Abanico 154</b>	1,20	0,95	1,76	1,26	0,96	1,17	1,76	1,21	0,97	1,14
<b>Concepcion 154</b>	124,96	83,44	129,82	126,12	80,99	117,99	123,32	120,20	90,58	104,87
<b>San Vicente 154</b>	119,95	113,49	117,35	116,15	113,27	114,54	115,33	113,34	107,25	124,53
<b>Hualpen 154</b>	43,34	44,19	38,43	40,24	44,29	41,35	38,50	39,59	40,37	46,46
<b>Mapal 154</b>	11,75	12,43	10,55	10,95	12,03	11,03	9,87	10,18	11,33	12,48
<b>Fopaco 154</b>	7,83	8,27	7,10	6,95	8,54	7,57	7,01	7,22	7,46	8,83
<b>Coronel 066</b>	87,82	71,73	94,27	89,66	67,36	85,67	92,87	87,89	73,80	86,61
<b>Arauco 066</b>	2,34	2,86	2,01	2,31	1,06	0,89	0,69	0,73	2,66	1,07
<b>Concepcion 066</b>	139,91	119,38	149,68	135,66	120,21	135,10	148,59	134,16	120,55	141,58
<b>Petroquim 154</b>	66,57	72,42	59,72	61,44	76,20	63,51	58,09	60,13	65,13	76,49
<b>Ciruelos 220</b>	9,36	6,85	9,99	9,38	9,41	12,47	13,47	12,47	7,31	11,88
<b>Puerto Montt 220</b>	38,74	29,93	39,46	39,07	30,23	37,60	38,56	37,99	31,02	36,86
<b>Temuco 066</b>	139,33	98,48	150,11	141,97	99,57	138,48	149,05	140,30	104,09	125,50
<b>Los Lagos 066</b>	16,99	13,20	17,40	16,49	13,50	16,23	16,57	16,09	14,19	16,46
<b>Valdivia 066</b>	56,18	41,14	59,99	56,29	40,55	53,69	58,04	53,72	43,85	51,17
<b>Osorno 066</b>	98,66	74,99	102,31	96,76	75,61	94,53	98,24	93,21	78,69	90,92
<b>Cautin 220</b>	4,43	4,52	3,91	4,11	4,31	4,05	3,74	3,86	4,12	4,51
<b>Aconcagua 110</b>	57,10	48,89	57,04	54,73	48,12	54,76	58,03	56,07	47,54	56,67
<b>Algarrobo 110</b>	0,58	0,78	0,62	0,60	0,79	0,60	0,64	0,60	0,55	0,57
<b>A. Cordova 110</b>	122,81	74,70	119,17	129,48	72,12	119,05	108,69	127,33	83,08	96,72
<b>Altamirano 110</b>	67,35	53,95	71,30	71,10	59,67	73,60	79,58	78,61	56,28	74,20
<b>Apoquindo 110</b>	133,16	85,90	147,44	137,55	79,68	121,54	127,90	123,49	94,61	101,96
<b>Carrascal 110</b>	110,35	72,43	100,54	115,13	74,12	111,70	99,59	118,88	77,80	94,83
<b>Choapa 110</b>	21,35	19,08	26,41	22,24	19,39	21,34	26,55	21,72	18,38	22,12
<b>La Cisterna 110</b>	85,15	56,92	100,93	88,83	55,41	80,08	96,17	82,95	64,72	74,33
<b>Club Hipico 110</b>	72,36	44,66	65,93	76,82	39,82	64,63	58,23	70,48	49,62	53,35



<b>Dos Amigos 110</b>	2,81	2,95	2,45	2,66	3,06	2,81	2,52	2,61	2,68	3,14
<b>Esperanza 110</b>	22,42	23,42	20,22	21,13	23,47	21,24	20,23	20,59	21,53	24,61
<b>Illapel 110</b>	19,38	14,73	23,25	19,99	15,06	19,30	23,34	20,04	15,52	18,82
<b>Incahuasi 110</b>	2,44	2,23	2,64	2,42	2,20	2,38	2,66	2,39	2,13	2,48
<b>La Dehesa 110</b>	45,45	31,12	53,31	47,35	27,24	39,34	44,84	41,75	32,82	33,62
<b>La Reina 110</b>	108,42	76,37	133,29	111,51	71,45	97,91	121,12	101,57	85,01	92,79
<b>La Union 066</b>	28,34	22,95	28,01	27,43	23,74	27,72	28,08	27,66	23,60	27,95
<b>Araña 066</b>	25,52	26,80	23,65	26,17	27,25	26,90	26,31	27,03	24,81	29,70
<b>Lo Boza 110</b>	97,11	84,66	93,91	100,40	90,95	105,83	105,65	111,84	84,08	109,50
<b>Lo Valledor 110</b>	61,05	44,27	59,57	63,61	45,07	61,51	60,36	65,49	47,02	57,31
<b>Loncoche 066</b>	23,91	19,66	26,61	24,15	19,59	23,45	26,43	23,58	19,60	23,26
<b>Los Dominicos 110</b>	62,68	44,16	67,62	64,36	40,38	56,27	60,26	59,10	47,01	50,67
<b>Los Maquis 220</b>	76,34	65,36	76,26	73,17	64,27	73,15	77,52	74,90	63,56	75,69
<b>Macul 110</b>	105,56	59,35	122,78	106,53	60,36	101,28	113,96	104,31	70,48	81,58
<b>Maipu 110</b>	176,85	142,74	181,67	185,01	139,89	173,23	180,11	182,28	147,81	171,67
<b>Melipilla 066</b>	43,29	30,76	40,48	45,63	32,64	45,59	43,81	47,96	33,20	42,05
<b>Melipilla 110</b>	71,04	54,14	76,05	72,82	54,80	71,20	76,43	73,20	55,65	67,14
<b>Ovalle 110</b>	87,85	57,88	83,18	90,95	60,62	87,11	85,98	90,74	63,91	78,36
<b>Padre Las Casas 066</b>	66,84	48,55	79,30	69,36	47,48	62,67	75,78	64,58	52,88	61,85
<b>Pajaritos 110</b>	106,98	75,56	130,62	109,97	75,77	103,71	128,34	107,62	82,89	96,91
<b>Panguipulli 066</b>	10,10	8,34	11,26	9,93	8,32	9,78	10,89	9,65	8,43	9,78
<b>Pitrufquen 066</b>	27,01	21,55	29,46	26,94	21,52	26,10	29,18	26,45	22,32	26,56
<b>Pudahuel 110</b>	42,91	29,64	55,82	43,69	29,45	40,81	54,24	41,66	33,64	39,48
<b>Puerto Varas 066</b>	31,13	25,47	33,57	30,53	25,82	30,06	32,44	29,60	26,22	30,50
<b>Quilicura 110</b>	179,50	154,85	172,71	185,52	157,18	183,35	179,55	194,89	151,37	184,59
<b>Quilpue 110</b>	52,75	33,75	63,09	53,59	35,87	54,00	64,16	54,56	39,10	49,31
<b>Quinquimo 110</b>	32,42	24,63	29,22	32,41	25,49	31,97	30,75	32,73	25,79	31,69
<b>Rapel 066</b>	37,20	31,19	33,51	37,54	34,47	42,31	39,87	43,81	31,61	41,92
<b>Recoleta 110</b>	79,92	58,28	87,74	84,00	59,68	81,07	89,31	85,91	62,97	77,04
<b>Romeral 110</b>	11,04	12,04	10,44	10,31	12,46	10,88	10,58	10,27	10,63	12,56
<b>San Bernardo 110</b>	198,54	160,41	210,89	204,83	157,85	192,10	206,46	201,64	165,02	192,41
<b>San Felipe 110</b>	73,62	50,95	79,72	77,08	52,76	76,08	84,57	80,91	54,70	67,73
<b>San Fernando 066</b>	134,73	99,07	145,17	140,08	108,14	144,98	156,26	149,64	106,51	136,79
<b>San Joaquin 110</b>	100,95	78,34	97,20	108,19	71,74	93,50	90,41	100,75	81,98	91,22
<b>San Jose 110</b>	77,66	53,24	92,53	80,43	51,53	72,78	86,93	75,31	59,57	68,70
<b>Santa Elena 110</b>	106,65	78,65	110,03	113,59	73,52	100,14	103,46	107,60	85,07	95,70
<b>Santa Raquel 110</b>	70,67	45,93	90,38	71,98	44,94	65,54	84,01	66,85	54,72	62,13
<b>Santa Rosa 110</b>	112,72	84,06	142,45	115,56	82,99	108,01	139,92	111,89	90,77	106,52
<b>Torre 80 110</b>	20,52	14,42	24,09	21,35	13,30	18,61	22,07	19,45	15,75	17,04
<b>Vitacura 110</b>	140,55	85,14	123,36	152,28	89,93	151,07	125,11	166,62	96,37	124,05
<b>Chiloe 220</b>	69,00	53,31	70,28	69,59	55,43	68,94	70,70	69,66	55,25	67,59
<b>El Llano 220</b>	64,60	55,31	64,52	61,92	54,39	61,90	65,59	63,38	53,78	64,05
<b>Melipulli 220</b>	105,47	81,49	107,43	106,37	81,99	101,97	104,57	103,04	84,45	99,98
<b>Alto Hospicio 110</b>	16,27	12,43	21,37	17,47	12,22	17,05	20,09	16,98	13,98	13,93

<b>Alto Norte 110</b>	50,04	51,86	51,84	49,09	52,39	51,20	48,14	47,86	51,82	51,70
<b>Antofagasta 013</b>	1,62	0,81	1,72	1,74	1,88	3,73	3,20	3,77	0,96	2,11
<b>Arica 110</b>	3,67	3,83	3,37	3,64	3,89	3,81	3,06	3,49	3,81	3,69
<b>Calama 110</b>	48,26	35,28	65,33	53,10	36,11	50,67	59,30	51,27	40,41	41,16
<b>Centro 110</b>	70,83	50,61	95,01	76,15	52,59	72,07	87,72	73,76	59,01	60,18
<b>Cerro Dragon 110</b>	22,21	16,97	29,17	23,84	17,28	24,13	28,42	24,03	19,08	19,70
<b>Chacaya 220</b>	52,07	59,35	40,06	54,54	62,51	52,62	39,05	53,57	57,71	56,28
<b>Chinchorro 066</b>	19,88	15,53	25,48	21,48	16,64	21,07	23,91	21,14	17,66	18,91
<b>Chuquicamata 220</b>	385,42	392,78	399,33	388,29	389,07	388,38	366,86	370,38	399,95	388,91
<b>Collahuasi 220</b>	228,60	236,55	234,69	232,43	244,48	236,44	224,53	227,77	239,42	241,93
<b>Desalant 110</b>	13,69	15,05	10,75	13,50	14,36	14,43	12,42	13,79	14,41	13,93
<b>Dolores 110</b>	1,39	1,40	1,66	1,48	1,48	1,48	1,63	1,47	1,42	1,46
<b>El Abra 220</b>	126,99	136,60	131,26	128,99	138,69	131,64	122,00	123,46	137,16	134,93
<b>El Aguila 066</b>	3,84	3,97	4,20	3,91	3,93	3,97	3,72	3,77	3,86	3,74
<b>El Loa 220</b>	33,04	35,06	35,99	32,62	34,84	33,93	33,87	32,22	34,02	33,81
<b>El Negro 110</b>	4,24	4,42	4,53	4,31	4,63	4,60	4,16	4,23	4,38	4,51
<b>El Tesoro 220</b>	38,90	40,81	40,95	39,88	42,13	39,96	40,29	39,56	40,96	41,32
<b>Encuentro 220</b>	74,39	72,97	86,13	75,37	70,78	78,16	79,43	75,18	72,82	72,72
<b>Escondida 220</b>	572,16	580,93	618,93	594,72	582,81	605,86	572,20	566,64	594,69	587,72
<b>Esperanza SING 220</b>	174,02	182,56	183,18	178,39	188,48	178,81	180,27	177,02	183,23	184,86
<b>Gaby 220</b>	72,67	78,19	75,07	75,26	77,19	74,27	69,13	69,72	78,94	75,10
<b>La Cruz 220</b>	4,35	4,55	5,37	4,52	4,51	4,50	4,96	4,28	4,12	4,11
<b>La Negra 110</b>	23,56	22,73	25,38	24,44	22,48	24,90	23,73	23,29	23,37	22,89
<b>La Portada 110</b>	20,95	15,26	25,46	22,93	16,20	21,60	24,11	21,58	18,01	18,30
<b>Lagunas 023</b>	5,00	5,01	5,17	5,14	5,83	5,95	5,62	5,71	5,09	5,80
<b>Lomas Bayas 220</b>	49,80	51,37	51,54	49,98	51,99	51,06	47,99	47,52	51,46	50,77
<b>Mantos Blancos 220</b>	36,24	37,50	37,73	36,17	38,42	38,13	36,12	35,85	37,63	37,95
<b>Mejillones 110</b>	18,41	19,27	18,99	18,58	21,99	21,41	20,40	19,90	19,15	21,12
<b>Minsal 023</b>	43,52	42,44	44,19	43,46	42,66	44,26	40,09	41,44	42,73	42,15
<b>Norgener 220</b>	11,95	12,79	12,41	11,84	13,14	12,37	10,95	11,24	12,56	12,45
<b>Nueva Victoria 220</b>	10,64	10,39	10,82	10,76	10,63	11,11	10,33	10,51	10,52	10,50
<b>O'higgins 220</b>	2,83	2,91	2,94	2,87	2,96	2,93	2,89	2,73	2,94	2,91
<b>Pacifico 110</b>	25,48	19,46	33,46	27,35	18,71	26,13	30,78	26,02	21,89	21,34
<b>Palafitos 110</b>	17,58	13,43	23,09	18,87	13,39	18,69	22,02	18,62	15,10	15,27
<b>Palestina 220</b>	18,05	18,97	18,41	18,73	18,83	18,87	17,72	18,01	18,75	18,56
<b>Pozo Almonte 066</b>	45,34	45,98	45,63	45,83	46,86	46,92	43,34	45,05	46,27	46,27
<b>Pukara 066</b>	26,54	20,73	34,01	28,67	22,21	28,12	31,91	28,21	23,58	25,24
<b>Quebrada Blanca 220</b>	165,60	158,74	121,19	183,29	150,60	169,51	118,33	183,21	153,88	156,08
<b>Quiani 066</b>	9,38	7,09	12,69	10,15	7,99	10,44	12,04	10,62	8,18	9,46
<b>Radomiro Tomic 220</b>	155,38	162,16	158,70	155,24	163,50	159,24	150,68	151,32	162,65	160,57
<b>Spence 220</b>	249,64	258,13	251,58	253,75	266,88	252,40	246,68	244,66	267,77	262,61
<b>Sur 110</b>	15,45	11,04	20,73	16,61	11,89	16,30	19,83	16,68	12,87	13,61
<b>Tamarugal 066</b>	8,84	8,80	9,04	9,04	9,20	9,11	8,22	8,84	9,06	9,08
<b>Tarapaca 220</b>	5,94	5,30	7,03	6,34	4,62	5,42	5,70	5,30	5,63	4,87

<b>Tocopilla 005</b>	5,39	4,81	7,54	5,88	4,93	5,77	6,99	5,57	5,26	5,22
<b>Uribe 110</b>	3,85	2,75	5,17	4,14	2,97	4,07	4,95	4,17	3,21	3,40
<b>Zaldivar 220</b>	78,60	81,26	81,50	79,79	82,16	81,42	77,53	76,63	81,67	80,62
<b>Pozo Almonte 13.8</b>	7,08	7,14	7,75	7,25	7,26	7,50	7,40	7,09	7,25	7,26

### 3. Duración de condiciones de operación

Tabla A.7 Duración condiciones de operación en Horas.

	1	2	3	4	5
<b>verano</b>	181	158	160	161	358
<b>otoño</b>	197	417	187	171	244
<b>invierno</b>	481	144	75	140	276
<b>primavera</b>	226	127	116	169	346
	6	7	8	9	10
<b>verano</b>	114	123	227	325	353
<b>otoño</b>	336	90	192	149	225
<b>invierno</b>	343	227	259	151	112
<b>primavera</b>	231	170	351	304	144

### 4. Factores de condiciones de operación por tecnología

En esta sección se verá los factores que limitan la potencia nominal de los generadores en las distintas condiciones de operación, para la cantidad total de condiciones de operación que se simularon, los únicos factores que cambian son los hidrológicos para el total de 120 condiciones de operación, mientras que los factores eólicos y solares, se repiten, por ejemplo entre la condición de operación 1, 41 y 81. Mientras que otros factores como los térmicos son constantes para todos los escenarios.

#### ➤ Factores Térmicos constantes

Tabla A.8 Factores de centrales térmicas según tipo de tecnología

Centrales Térmicas	Factor
<b>Biomasa</b>	0,85
<b>Desechos forestales</b>	0,85
<b>Biomasa-Petróleo N°6</b>	0,85
<b>Biomasa-Licor Negro-Petróleo N°6</b>	0,85
<b>Licor Negro-Petróleo N°6</b>	0,9
<b>Carbón</b>	0,85

<b>Petróleo Diésel</b>	0,9
<b>GNL</b>	0,9
<b>Gas Natural</b>	0,9
<b>Geotermia</b>	0,95
<b>Otro</b>	0,9
<b>Petróleo IFO-180</b>	0,9

➤ **Perfil Solar**

**Tabla A.9 Perfil solar**

	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>
<b>1</b>	0,91639465	0,04608789	0,04071153	0,84550412
<b>2</b>	0,79217138	0,03257361	0,63241638	0,03191937
<b>3</b>	0,07640471	0,04151691	0,65784211	0,03212787
<b>4</b>	0,05001009	0,67337435	0,01355666	0,08958256
<b>5</b>	0,86233045	0,03002126	0,02043983	0,04490564
<b>6</b>	0,01142078	0,61754829	0,62672488	0,10428851
<b>7</b>	0,52188231	0,08131583	0,05207831	0,87793096
<b>8</b>	0,04253989	0,65167731	0,01742172	0,84910062
<b>9</b>	0,03244271	0,02557108	0,58318931	0,09307425
<b>10</b>	0,07895514	0,03207499	0,05096503	0,10740805

➤ **Perfiles eólicos**

Perfiles Eólicos, estos se dividen en tres Zonas (Extremo Norte, Norte y centro, y por ultimo zona sur).

**Tabla A.10 Perfil eólico extremo Norte**

	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>
<b>1</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>2</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>3</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>4</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>5</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>6</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>7</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>8</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>9</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176
<b>10</b>	0,08089061	0,20257286	0,35041589	0,18085176

**Tabla A.11 Perfil eólico zona Norte y centro**

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
1	0,73646409	0,05031021	0,07655348	0,77114061
2	0,10942335	0,0836664	0,6757716	0,59886264
3	0,18895833	0,70992276	0,71985185	0,19099617
4	0,60027605	0,09967511	0,12865079	0,25897436
5	0,13004345	0,10774135	0,0876409	0,13098908
6	0,51413255	0,09417989	0,09280855	0,78744589
7	0,79277326	0,6662963	0,71395007	0,30026144
8	0,80445423	0,68501157	0,11570142	0,16710984
9	0,0797265	0,1033557	0,10412068	0,09141082
10	0,08800755	0,13392593	0,62708333	0,75686728

**Tabla A.12 Perfil eólico zona sur**

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
1	0,18168425	0,85419166	0,1013734	0,13656476
2	0,62658228	0,07094688	0,10018939	0,16781198
3	0,23689394	0,13944255	0,69571717	0,69689133
4	0,71445511	0,60871877	0,67348485	0,18000717
5	0,09135771	0,42812966	0,67689943	0,73606586
6	0,53963317	0,07279942	0,07119887	0,18160829
7	0,17248091	0,69430976	0,13474836	0,72975045
8	0,1567214	0,17026515	0,11628642	0,10952258
9	0,6848951	0,70943665	0,62982139	0,18695175
10	0,12755601	0,12931987	0,745671	0,78282828

➤ **Perfiles hidráulicos**

A continuación, se mostraran los factores por barras hídricas, estas barras se asocian a las centrales hidráulicas que estén cercanas a estas, y están clasificadas según tipo, hidrología y estación.

**Tabla A.13 Tabla de factores según estación, hidrología y tipo de tecnología de las barras con generadores cercanos.**

Hidros:		Seca				Media	
Barras Hidricas	Tipo	Ver.	Oto.	Inv.	Prim.	Ver.	Oto.
Toro 220	Embalse	0,1650	0,2236	0,2899	0,3452	0,2061	0,7197
Lo Aguirre 500	Embalse	0,0231	0,0976	0,0711	0,0000	0,0845	0,6596
Canutillar 220	Embalse	0,5627	0,9792	0,9777	0,7108	0,7229	0,8881
Cipreses 154	Embalse	0,0460	0,3747	0,1133	0,1144	0,6000	0,2670
Colbun 220	Embalse	0,1446	0,2507	0,1463	0,1383	0,6227	0,6188
Ancoa 220	Embalse	0,3016	0,0000	0,0000	0,4314	0,6433	0,1031
Charrua 220	Embalse	0,2896	0,1645	0,2843	0,2286	0,2776	0,3424
Pehuenche 220	Embalse	0,1650	0,2236	0,2899	0,3452	0,2061	0,7197
Pangue 220	Embalse	0,1650	0,2236	0,2899	0,3452	0,2061	0,7197
Antuco 220	Embalse	0,1650	0,2236	0,2899	0,3452	0,2061	0,7197
Abanico 154	Serie	0,1937	0,2410	0,2121	0,2067	0,2216	0,1948
Rucue 220	Serie	0,3094	0,5487	0,5931	0,6422	0,2093	0,5954
Cipreses 154	Serie	0,4144	0,4436	0,3339	0,5573	0,9566	0,6740
Curillinque 154	Serie	0,3723	0,3892	0,2817	0,5265	0,9416	0,6524
Loma Alta 220	Serie	0,3951	0,4680	0,4307	0,4660	0,7090	0,6721
Itahue 154	Serie	0,1635	0,3219	0,1620	0,0319	0,6752	0,7190
Charrua 220	Serie	0,2811	0,2874	0,4832	0,4618	0,2896	0,4975
Colbun 220	Serie	0,1933	0,2385	0,1752	0,2443	0,6367	0,5497
Maitencillo 500	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
Pan de Azucar 500	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
Polpaico 220	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
Charrua 220	Pasada	0,2811	0,2874	0,4832	0,4618	0,2896	0,4975
Alto Jahuel 220	Pasada	0,5643	0,3973	0,2886	0,3787	0,8164	0,5430
Lo Aguirre 500	Pasada	0,0000	0,9891	1,0000	0,0000	0,9089	0,9891
Colbun 220	Pasada	0,1933	0,2385	0,1752	0,2443	0,6367	0,5497
Maule 154	Pasada	0,2246	0,0755	0,2940	0,4456	0,1573	0,3013
Itahue 154	Pasada	0,1635	0,3219	0,1620	0,0319	0,6752	0,7190
Ancoa 220	Pasada	0,2923	0,1785	0,2582	0,5106	0,3133	0,5997
Loma Alta 220	Pasada	0,3951	0,4680	0,4307	0,4660	0,7090	0,6721
Mampil 220	Pasada	0,2963	0,2779	0,2611	0,3007	0,7149	0,4977
Charrua 154	Pasada	0,4548	0,5284	0,6643	0,6039	0,3883	0,4924
Pangue 220	Pasada	0,2416	0,2713	0,2384	0,2922	0,5706	0,3659
Cautin 220	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026

<b>Temuco 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Pullinque 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>P. Las Casas 066</b>	Pasada	0,3213	0,6466	0,7394	0,7304	0,3248	0,7455
<b>Temuco 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Rahue 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Osorno 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Valdivia 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Puerto Montt 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Pichirro 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>La Union 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Pichirropulli 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Panguipulli 066</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Teno 154</b>	Pasada	0,4321	0,6027	0,7753	0,6121	0,3660	0,5942
<b>Ciruelos 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Puente Negro 220</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026
<b>Los Changos 500</b>	Pasada	0,1063	0,2885	0,5668	0,2021	0,0809	0,2026

<b>Hidros:</b>		<b>Media</b>			<b>Húmeda</b>		
<b>Barras Hidricas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Inv.</b>	<b>Prim.</b>	<b>Ver.</b>	<b>Oto.</b>	<b>Inv.</b>	<b>Prim.</b>
<b>Toro 220</b>	Embalse	0,7577	0,792	0,498	1	1	1
<b>Lo Aguirre 500</b>	Embalse	0,7884	0,3178	0,3876	0,5307	0,835	0,6235
<b>Canutillar 220</b>	Embalse	0,1399	0,3883	0,6059	0,9502	0,42	0,8452
<b>Cipreses 154</b>	Embalse	0,5027	0,65	0,6307	0,2103	0,439	0,9512
<b>Colbun 220</b>	Embalse	0,9962	0,5719	0,7596	0,7614	0,9471	1
<b>Ancoa 220</b>	Embalse	0,0691	0,308	0,7582	0	0,337	0,6889
<b>Charrua 220</b>	Embalse	0,667	0,5324	0,4034	0,3456	0,5992	1
<b>Pehuenche 220</b>	Embalse	0,7577	0,792	0,498	1	1	1
<b>Pangue 220</b>	Embalse	0,7577	0,792	0,498	1	1	1
<b>Antuco 220</b>	Embalse	0,7577	0,792	0,498	1	1	1
<b>Abanico 154</b>	Serie	0,2273	0,2565	0,365	0,2637	0,2842	0,3618
<b>Rucue 220</b>	Serie	0,9411	0,5731	0,4734	0,7154	0,8653	0,9033
<b>Cipreses 154</b>	Serie	0,8205	0,9708	0,989	0,6996	0,9115	1
<b>Curillinque 154</b>	Serie	0,7963	0,971	0,9776	0,6544	0,8897	1
<b>Loma Alta 220</b>	Serie	0,7788	0,6712	0,6528	0,6871	0,8371	0,6891
<b>Itahue 154</b>	Serie	0,9286	0,5449	0,759	0,8065	0,9361	0,9812
<b>Charrua 220</b>	Serie	0,8023	0,5096	0,3398	0,4843	0,7395	0,7753
<b>Colbun 220</b>	Serie	0,9034	0,6489	0,769	0,657	0,8391	1
<b>Maitencillo 500</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Pan de Azucar 500</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Polpaico 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Charrua 220</b>	Pasada	0,8023	0,5096	0,3398	0,4843	0,7395	0,7753
<b>Alto Jahuel 220</b>	Pasada	0,4382	0,7529	0,8751	0,594	0,5627	0,8199
<b>Lo Aguirre 500</b>	Pasada	1	1	0,9089	0,9891	1	1
<b>Colbun 220</b>	Pasada	0,9034	0,6489	0,769	0,657	0,8391	1

<b>Maule 154</b>	Pasada	0,549	0,3769	0,2701	0,3522	0,5368	0,7191
<b>Itahue 154</b>	Pasada	0,9286	0,5449	0,759	0,8065	0,9361	0,9812
<b>Ancoa 220</b>	Pasada	0,8101	0,7454	0,5334	0,6429	0,7923	0,8813
<b>Loma Alta 220</b>	Pasada	0,7788	0,6712	0,6528	0,6871	0,8371	0,6891
<b>Mampil 220</b>	Pasada	0,5882	0,6283	0,8727	0,7875	0,8242	0,9085
<b>Charrua 154</b>	Pasada	0,589	0,4772	0,4974	0,7099	0,7989	0,8519
<b>Pangué 220</b>	Pasada	0,4574	0,7452	0,8317	0,4997	0,6502	1
<b>Cautin 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Temuco 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Pullinque 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>P. Las Casas 066</b>	Pasada	0,9816	0,728	0,5327	0,8164	0,9898	0,9858
<b>Temuco 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Rahue 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Osorno 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Valdivia 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Puerto Montt 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Pichirro 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>La Union 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Pichirropulli 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Panguipulli 066</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Teno 154</b>	Pasada	0,8973	0,5219	0,4526	0,6651	0,8369	0,7824
<b>Ciruelos 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Puente Negro 220</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972
<b>Los Changos 500</b>	Pasada	0,3504	0,1809	0,2425	0,6285	0,9281	0,7972



## 5. Centrales

A continuación, se presentan las centrales que se utilizaron para las simulaciones, Cost. Ope hace referencia al costo operacional en US\$/MWh, mientras que P. Nom hacer se refiere a las potencias nominales en MW.

### ➤ ERNC (eólicas y solares)

**Tabla A.14 Centrales Solares**

<b>Cen nom</b>	<b>Cost. ope.</b>	<b>P. Nom</b>	<b>Barra</b>
Lalackama FV	6	71,5	Paposo 220
Diego de Almagro FV	6	28,1	D. de Almagro 110
San Andres FV	6	50,6	Cardones 220
Llano de Llampos FV	6	101,0	Cardones 220
Salvador FV	6	68,0	D. de Almagro 110
Chañares	6	34,9	D. de Almagro 111
Javiera	6	65,0	D. de Almagro 112
Solar Esperanza	6	2,9	D. de Almagro 113
Solar Las Terrazas	6	3,0	Cardones 220
Solar Hornitos	6	0,3	Cardones 220
Solar Santa Cecilia	6	2,9	Incahuasi 110
Casas Blancas FV	6	2,0	Illapel 110
Lomas Coloradas FV	6	2,0	Illapel 110
Tambo Real	6	2,9	Pan de Azucar 110
SDGx01	6	1,3	Ovalle 110
Techos de Altamira	6	0,2	La Reina 110
Luz del Norte FV	6	141,0	Carrera Pinto 220
El Pilar Los Amarillos	6	3,0	D. de Almagro 110
Pampa Solar Norte	6	69,0	Paposo 220
Guanaco Solar	6	50,0	D. de Almagro 110
Conejo I	6	104,5	D. de Almagro 110
Chaka	6	23,0	D. de Almagro 110
Chaka 2	6	27,0	D. de Almagro 110
Lagunilla	6	3,0	Ovalle 110
Carrera Pinto Etapa I	6	20,0	Carrera Pinto 220
Valleland	6	67,4	Cardones 220
Quilapilún	6	103,2	Los Maquis 220
PFV Olmué	6	144,0	Polpaico 220
Carrera Pinto Etapa II	6	77,0	Carrera Pinto 220
Pelícano	6	100,0	Maitencillo 220
El Romero	6	196,0	Maitencillo 220

<b>Valle Solar</b>	6	74,0	Maitencillo 220
<b>Solar Loma los colorados</b>	6	1,1	Punta Peuco 110
<b>La Chapeana</b>	6	2,8	Ovalle 110
<b>Las Mollacas</b>	6	2,8	Ovalle 110
<b>Solar Cardones</b>	6	0,4	Cardones 220
<b>La Silla</b>	6	1,9	Pajonales 110
<b>Los Loros</b>	6	50,0	Pan de Azucar 220
<b>Abasol</b>	6	61,5	P. Colorada 220
<b>Divisadero</b>	6	65,0	Maitencillo 110
<b>Malgarida</b>	6	28,0	D. de Almagro 110
<b>Luna</b>	6	3,0	Pan de Azucar 110
<b>Sol</b>	6	3,0	Pan de Azucar 110
<b>Santa Julia</b>	6	3,0	Quinquimo 110
<b>Chuchiñi</b>	6	2,9	Illapel 110
<b>EL AGUILA</b>	6	2,0	El Aguila 066
<b>POZO ALMONTE 2</b>	6	7,5	P. Almonte 13.8
<b>ARICA SOLAR 1</b>	6	18,0	Parinacota 066
<b>LA HUAYCA</b>	6	25,0	Tamarugal 066
<b>QUILLAGUA I</b>	6	23,0	Quillagua 220
<b>ARICA SOLAR 2</b>	6	22,0	Parinacota 066
<b>POZO ALMONTE 3</b>	6	16,0	P. Almonte 13.8
<b>MARIA ELENA</b>	6	67,7	Maria Elena 220
<b>PARUMA</b>	6	21,4	Calama 220
<b>JAMA 1</b>	6	30,0	Calama 220
<b>PULAR</b>	6	28,9	Calama 220
<b>LASCAR 1</b>	6	30,0	Calama 220
<b>LASCAR 2</b>	6	34,6	Calama 220
<b>QUILLAGUA II</b>	6	27,0	Quillagua 220
<b>QUILLAGUA III</b>	6	50,0	Quillagua 220
<b>URIBE SOLAR</b>	6	50,0	Uribe 110
<b>CERRO DOMINADOR</b>	6	110,0	Encuentro 220
<b>LOS PUQUIOS</b>	6	2,5	Tamarugal 066
<b>PICA I</b>	6	0,6	Tamarugal 066
<b>ANDES SOLAR</b>	6	21,4	Andes 220
<b>PV CERRO DOMINADOR</b>	6	100,0	Encuentro 220
<b>BOLERO I</b>	6	42,0	Laberinto 220
<b>BOLERO II</b>	6	42,0	Laberinto 220
<b>BOLERO III</b>	6	21,0	Laberinto 220
<b>BOLERO IV</b>	6	41,0	Laberinto 220
<b>FINIS TERRAE I</b>	6	69,0	Encuentro 220
<b>FINIS TERRAE II</b>	6	69,0	Encuentro 220
<b>HUATACONDO</b>	6	98,0	Lagunas 220
<b>BLUE SKY I</b>	6	51,6	Encuentro 220
<b>BLUE SKY II</b>	6	34,0	Encuentro 220

<b>JAMA II</b>	6	21,0	Calama 220
<b>POZO ALMONTE 1</b>	6	9,0	P. Almonte 066
<b>PAMPA CAMARONES 1</b>	6	6,0	Arica 066
<b>USYA</b>	6	25,0	Calama 110
<b>Salin</b>	6	30,0	Calama 110

**Tabla A.15 Centrales Eólicas**

<b>Cen nom</b>	<b>Ref. Perfil</b>	<b>Cost. Ope.</b>	<b>P. Nom</b>	<b>Barra</b>
<b>Tal Tal Eólico</b>	Norte y Centro	7,7	99,0	Paposo 220
<b>El Arrayán</b>	Norte y Centro	7,7	115,0	Pan de Azucar 110
<b>Eolica Punta Colorada</b>	Norte y Centro	7,7	20,0	P. Colorada 220
<b>Eolica Canela 01</b>	Norte y Centro	7,7	18,0	Las Palmas 220
<b>Eolica Canela 02</b>	Norte y Centro	7,7	59,4	Las Palmas 220
<b>Monte Redondo</b>	Norte y Centro	7,7	47,5	Las Palmas 220
<b>Eolica Totoral</b>	Norte y Centro	7,7	45,5	Las Palmas 220
<b>Los Cururos</b>	Norte y Centro	7,7	109,6	Las Palmas 220
<b>Talinay Oriente</b>	Norte y Centro	7,7	90,0	Las Palmas 220
<b>Punta Palmeras</b>	Norte y Centro	7,7	44,7	Las Palmas 220
<b>Talinay Poniente</b>	Norte y Centro	7,7	60,3	Pan de Azucar 220
<b>Ucuquer II Eólico</b>	Norte y Centro	7,7	10,5	Melipilla 110
<b>Ucuquer I</b>	Norte y Centro	7,7	7,1	Rapel 220
<b>Negrete Cuel</b>	Sur	7,7	32,5	Charrua 220
<b>Eólica Lebu</b>	Sur	7,7	6,5	Coronel 154
<b>San Pedro Eólico</b>	Sur	7,7	36,0	Chiloe 220
<b>Los Buenos Aires</b>	Sur	7,7	24,0	Charrua 154
<b>Renaico</b>	Sur	7,7	88,0	Temuco 220
<b>San Juan</b>	Norte y Centro	7,7	184,8	P. Colorada 220
<b>Huajache</b>	Sur	7,7	6,0	Coronel 154
<b>Raki</b>	Sur	7,7	9,0	Coronel 154
<b>Eólica Lebu II</b>	Sur	7,7	3,5	Coronel 154
<b>Eólica Las Peñas</b>	Sur	7,7	8,4	Coronel 154
<b>Eólica La Esperanza</b>	Sur	7,7	10,5	Charrua 154
<b>VALLE DE LOS VIENTOS</b>	Extremo Norte	7,7	88,9	Calama 110
<b>SIERRA GORDA</b>	Extremo Norte	7,7	112,0	Encuentro 220
<b>San pedro Etapa 2</b>	Extremo Norte	7,7	65,0	Chiloe 220
<b>Cabo leones</b>	Norte y Centro	7,7	115,5	Maitencillo 220

➤ **Centrales Hidráulicas**

**Tabla A.16 Centrales de Embalse**

<b>CenNom</b>	<b>Barra</b>	<b>Cost. Ope.</b>	<b>P. Nom</b>	<b>Referencia Fact</b>
<b>El Toro</b>	Toro 220	0	367,6	Toro 220
<b>Rapel</b>	Rapel 220	0	350,0	Lo Aguirre 500
<b>Canutillar</b>	Canutillar 220	0	169,0	Canutillar 220
<b>Cipreses</b>	Cipreses 154	0	105,0	Cipreses 154
<b>Colbun</b>	Colbun 220	0	375,8	Colbun 220
<b>Los Condores</b>	Ancoa 220	0	150,0	Ancoa 220
<b>Ralco</b>	Charrua 220	0	539,2	Charrua 220
<b>Pehuenche</b>	Pehuenche 220	0	457,5	Pehuenche 220
<b>Machicura</b>	Colbun 220	0	97,0	Colbun 220
<b>Pangue</b>	Pangue 220	0	472,0	Pangue 220
<b>Antuco</b>	Antuco 220	0	320,0	Antuco 220

**Tabla A.17 Centrales Serie**

<b>CenNom</b>	<b>Barra</b>	<b>Cost. Ope.</b>	<b>P. Nom</b>	<b>Referencia Fact</b>
<b>Abanico</b>	Abanico 154	0	136,0	Abanico 154
<b>Rucue</b>	Rucue 220	0	169,0	Rucue 220
<b>Isla</b>	Cipreses 154	0	68,0	Cipreses 154
<b>Curillinque</b>	Curillinque 154	0	89,0	Curillinque 154
<b>Loma Alta</b>	Loma Alta 220	0	38,0	Loma Alta 220
<b>San Ignacio</b>	Itahue 154	0	37,0	Itahue 154
<b>Quilleco</b>	Rucue 220	0	70,0	Rucue 220
<b>Palmucho</b>	Charrua 220	0	32,0	Charrua 220
<b>Chiburgo</b>	Colbun 220	0	19,4	Colbun 220
<b>Ojos de Agua</b>	Cipreses 154	0	9,0	Cipreses 154
<b>Angostura</b>	Charrua 220	0	316,0	Charrua 220

**Tabla A.18 Centrales de Pasada**

<b>CenNom</b>	<b>Barra</b>	<b>Cost. Ope.</b>	<b>P. Nom</b>	<b>Referencia Fact</b>
<b>CH Rio Huasco</b>	Maitencillo 110	0	5,1	Maitencillo 500
<b>Los Molles</b>	Ovalle 110	0	18,0	P. de Azucar 500
<b>Puclaro</b>	Pan de Azucar 110	0	5,4	P. de Azucar 500
<b>La Paloma</b>	Ovalle 110	0	4,4	P. de Azucar 500
<b>Sauce Andes</b>	Las Vegas 110	0	1,4	Polpaico 220
<b>Hornitos</b>	Las Vegas 110	0	60,9	Polpaico 220
<b>Juncal-Juncalito</b>	Aconcagua 110	0	30,6	Charrua 220
<b>Blanco</b>	Aconcagua 110	0	52,9	Charrua 220
<b>Chacabuquito</b>	Totalal 110	0	25,6	Charrua 220
<b>Los Quilos</b>	Los Maquis 110	0	39,8	Charrua 220
<b>El Tártaro</b>	Las Vegas 110	0	0,1	Polpaico 220
<b>Alfalfal</b>	Alfalfal 220	0	177,6	Alto Jahuel 220
<b>Florida</b>	Florida 110	0	28,4	Alto Jahuel 220
<b>Maitenes</b>	Florida 110	0	26,9	Alto Jahuel 220
<b>Volcan</b>	Florida 110	0	13,0	Alto Jahuel 220
<b>Puntilla</b>	Florida 110	0	21,7	Alto Jahuel 220
<b>Eyzaguirre</b>	Florida 110	0	1,9	Alto Jahuel 220
<b>Guayacan</b>	Florida 110	0	12,0	Alto Jahuel 220
<b>El Rincón</b>	Florida 110	0	0,3	Alto Jahuel 220
<b>Los Morros</b>	San Bernardo 110	0	3,1	Alto Jahuel 220
<b>Sauzal</b>	Sauzal 110	0	76,5	Alto Jahuel 220
<b>Mallarauco</b>	Melipilla 066	0	3,4	Lo Aguirre 500
<b>Carena</b>	San Bernardo 110	0	8,4	Alto Jahuel 220
<b>Las Vertientes</b>	San Bernardo 110	0	1,7	Alto Jahuel 220
<b>El Llano</b>	San Bernardo 110	0	1,9	Alto Jahuel 220
<b>Queltehues</b>	Florida 110	0	48,9	Alto Jahuel 220
<b>Los Bajos</b>	San Bernardo 110	0	5,5	Alto Jahuel 220
<b>Auxiliar del Maipo</b>	San Bernardo 110	0	5,1	Alto Jahuel 220
<b>Chacayes</b>	Sauzal 110	0	111,7	Alto Jahuel 220
<b>San Clemente</b>	Colbun 220	0	5,9	Colbun 220
<b>Sauzalito</b>	Sauzal 110	0	11,9	Alto Jahuel 220
<b>Coya</b>	Sauzal 110	0	12,0	Alto Jahuel 220
<b>Lircay</b>	Maule 154	0	19,0	Maule 154
<b>Mariposas</b>	Maule 154	0	6,3	Maule 154
<b>Providencia</b>	Maule 154	0	14,1	Maule 154
<b>Purísima</b>	Itahue 154	0	0,4	Itahue 154
<b>Robleria</b>	Ancoa 220	0	4,0	Ancoa 220
<b>Los Hierros</b>	Loma Alta 220	0	25,1	Loma Alta 220
<b>Los Hierros 2</b>	Loma Alta 220	0	6,0	Loma Alta 220
<b>Peuchen</b>	Mampil 220	0	84,9	Mampil 220
<b>Mampil</b>	Mampil 220	0	54,9	Mampil 220

<b>Picoiquen</b>	Charrua 220	0	19,5	Charrua 220
<b>Lleuquereo</b>	Charrua 220	0	1,8	Charrua 220
<b>El Diuto</b>	Charrua 154	0	3,3	Charrua 154
<b>Quillaileo</b>	Charrua 220	0	0,8	Charrua 220
<b>Los Padres</b>	Charrua 220	0	2,2	Charrua 220
<b>Boquiamargo</b>	Pangue 220	0	1,1	Pangue 220
<b>Trufultruful</b>	Cautin 220	0	0,8	Cautin 220
<b>El Canelo</b>	Cautin 220	0	6,0	Cautin 220
<b>Allipén</b>	Cautin 220	0	2,6	Cautin 220
<b>Donguil</b>	Temuco 220	0	0,3	Temuco 220
<b>Reca</b>	Pullinque 066	0	1,7	Pullinque 066
<b>Pullinque</b>	Pullinque 066	0	51,2	Pullinque 066
<b>El Manzano</b>	P. Las Casas 066	0	4,9	P. Las Casas 066
<b>Rio Trueno</b>	Temuco 066	0	5,6	Temuco 066
<b>Laja I</b>	Charrua 220	0	34,0	Charrua 220
<b>Alto Renaico</b>	Temuco 220	0	1,5	Temuco 220
<b>Renaico Hidro</b>	Temuco 220	0	6,3	Temuco 220
<b>Maisan</b>	Temuco 220	0	0,6	Temuco 220
<b>María Elena</b>	Rahue 220	0	0,3	Rahue 220
<b>Pilmaiquen</b>	Osorno 066	0	40,7	Osorno 066
<b>Capullo</b>	Osorno 066	0	11,8	Osorno 066
<b>Lican</b>	Osorno 066	0	18,0	Osorno 066
<b>Rucatayo</b>	Pichirrahue 220	0	59,3	Valdivia 220
<b>CH Nalcas</b>	Rahue 220	0	6,8	Rahue 220
<b>CH Callao</b>	Rahue 220	0	3,3	Rahue 220
<b>Pulelfu</b>	Rahue 220	0	9,0	Rahue 220
<b>CH Bonito 1</b>	Rahue 220	0	9,0	Rahue 220
<b>CH Bonito 2</b>	Rahue 220	0	3,2	Rahue 220
<b>Dongo</b>	Puerto Montt 220	0	6,0	Puerto Montt 220
<b>La Arena</b>	Puerto Montt 220	0	6,8	Puerto Montt 220
<b>Los Corrales</b>	Osorno 066	0	0,8	Osorno 066
<b>Los Corrales 2</b>	Osorno 066	0	1,0	Osorno 066
<b>Doña Hilda</b>	Pichirro 066	0	0,4	Pichirro 066
<b>Ensenada</b>	Puerto Montt 220	0	1,2	Puerto Montt 220
<b>Don Walterio</b>	Rahue 220	0	3,0	Rahue 220
<b>Contra</b>	Rahue 220	0	0,3	Rahue 220
<b>Pichilonco</b>	Rahue 220	0	1,2	Rahue 220
<b>Collil</b>	Puerto Montt 220	0	7,0	Puerto Montt 220
<b>Curileufu</b>	La Union 066	0	0,2	La Union 066
<b>Los Colonos</b>	Osorno 066	0	0,6	Osorno 066
<b>Pehui</b>	Osorno 066	0	1,1	Osorno 066
<b>El Arrayan</b>	Osorno 066	0	0,2	Osorno 066
<b>Muchi</b>	Pichirro 066	0	1,0	Pichirro 066
<b>Las Flores</b>	Pichirropulli 220	0	1,6	Pichirropulli 220

<b>Panguipulli</b>	Panguipulli 066	0	0,3	Panguipulli 066
<b>Itata</b>	Charrua 154	0	20,0	Charrua 154
<b>La Montaña</b>	Teno 154	0	3,0	Teno 154
<b>Rio Colorado</b>	Loma Alta 220	0	15,0	Loma Alta 220
<b>Ancoa</b>	Ancoa 220	0	27,0	Ancoa 220
<b>Malalcahuello</b>	Cautin 220	0	9,2	Cautin 220
<b>Carilafquén</b>	Cautin 220	0	19,8	Cautin 220
<b>Ñuble</b>	Ancoa 220	0	136,0	Ancoa 220
<b>Las Lajas</b>	Florida 110	0	267,0	Alto Jahuel 220
<b>Alfalfal 02</b>	Los Almendros 220	0	264,0	Alto Jahuel 220
<b>San Pedro</b>	Ciruelos 220	0	170,0	Ciruelos 220
<b>Hidroeléctrica VII Región 03</b>	Ancoa 220	0	20,0	Ancoa 220
<b>Hidroeléctrica VII Región 02</b>	Ancoa 220	0	20,0	Ancoa 220
<b>La Higuera_220</b>	P. Negro 220	0	154,6	P. Negro 220
<b>Confluencia_220</b>	P. Negro 221	0	162,8	P. Negro 221
<b>San Andres_220</b>	P. Negro 222	0	40,0	P. Negro 222
<b>El Paso_220</b>	P. Negro 223	0	60,0	P. Negro 223
<b>La Mina</b>	Loma Alta 220	0	34,0	Loma Alta 220
<b>MCH Dosal</b>	Itahue 154	0	0,3	Itahue 154
<b>Mulchen</b>	Charrua 220	0	3,0	Charrua 220
<b>Munilque 1</b>	Charrua 220	0	0,6	Charrua 220
<b>Munilque 2</b>	Charrua 220	0	0,6	Charrua 220
<b>El Mirador</b>	Pangue 220	0	3,0	Pangue 220
<b>Trailelfu</b>	Pullinque 066	0	2,5	Pullinque 066
<b>Bureo</b>	Charrua 220	0	2,2	Charrua 220
<b>Las Nieves</b>	Cautin 220	0	6,5	Cautin 220
<b>CAVA</b>	Cavanca 066	0	2,8	Los Changos 500
<b>MHAH</b>	Alto Hospicio 110	0	1,1	Los Changos 500
<b>MHT2</b>	Alto Hospicio 110	0	1,1	Los Changos 500
<b>CHAP</b>	Chapiquiña 066	0	10,1	Los Changos 500
<b>MHSR</b>	Alto Hospicio 110	0	1,3	Los Changos 500

➤ **Centrales Térmicas**

**Tabla A.19 Centrales Termicas**

Cen Nom	Tec.	Barra	Cost. Ope.	P. Nom
<b>Taltal 01 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Paposo 220	107,24	110,0
<b>Taltal 02 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Paposo 220	107,24	110,0
<b>Diego de Almagro TG</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	137,44	23,7
<b>San Lorenzo 01</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	213,00	28,4
<b>San Lorenzo 02</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	234,22	25,9
<b>San Lorenzo 03</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	176,78	7,7
<b>Emelda 01</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	312,47	33,0
<b>Emelda 02</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	334,92	35,7
<b>El Salvador TG</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	167,22	23,7
<b>Cardones</b>	Petróleo Diésel	Cardones 220	120,50	152,3
<b>Cenizas</b>	Petróleo Diésel	Cardones 110	189,73	13,9
<b>Termopacífico</b>	Petróleo Diésel	Cardones 220	172,36	86,1
<b>Huasco TG</b>	Petróleo Diésel	Huasco 110	140,10	57,7
<b>El Peñón</b>	Petróleo Diésel	Pan de Azucar 110	109,91	80,8
<b>P. Colorada 01 Fuel</b>	Petróleo Diésel	P. Colorada 220	87,99	16,6
<b>Espinos 01</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	114,02	100,0
<b>Espinos 02</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	155,42	24,0
<b>Olivos 01</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	121,98	93,0
<b>Olivos 02</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	161,28	22,2
<b>Monte Patria</b>	Petróleo Diésel	Ovalle 110	131,48	9,0
<b>Punitaqui</b>	Petróleo Diésel	Ovalle 110	131,48	9,0
<b>Los Vientos</b>	Petróleo Diésel	Las Vegas 110	106,59	131,3
<b>Las Vegas</b>	Petróleo Diésel	Las Vegas 110	118,50	2,1
<b>Nehuenco 9B 01 Diésel</b>	Petróleo Diésel	San Luis 220	188,18	392,0
<b>Nehuenco 9B 02 Diésel</b>	Petróleo Diésel	San Luis 220	212,05	16,0
<b>Con Con</b>	Petróleo Diésel	Ventanas 110	119,78	2,3
<b>Colmito Diésel</b>	Petróleo Diésel	Miraflores 110	115,86	57,7
<b>Laguna Verde</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	167,00	45,1
<b>Laguna Verde TG</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	113,40	17,9
<b>Placilla</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	113,59	3,0
<b>Quintay</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	114,24	3,0
<b>Totalal</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	119,70	3,0
<b>Tomaval 1</b>	Petróleo Diésel	Las Vegas 110	127,96	1,0
<b>Casablanca 1</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	127,96	1,6
<b>Casablanca 2</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	127,96	0,9
<b>Renca</b>	Petróleo Diésel	Renca 110	144,78	92,0
<b>Esperanza 01</b>	Petróleo Diésel	Sauzal 110	396,48	18,6
<b>Esperanza 02</b>	Petróleo Diésel	Sauzal 110	296,12	1,6



<b>Esperanza 03</b>	Petróleo Diésel	Sauzal 110	282,75	1,8
<b>Colihues</b>	Petróleo Diésel	Sauzal 110	77,10	21,2
<b>Estancilla</b>	Petróleo Diésel	San Bernardo 110	144,78	3,0
<b>Candelaria CA 01</b>	Petróleo Diésel	Candelaria 220	189,46	124,7
<b>Candelaria CA 02</b>	Petróleo Diésel	Candelaria 220	189,46	127,9
<b>Newen</b>	Petróleo Diésel	San Vicente 154	282,80	14,4
<b>Curauma</b>	Petróleo Diésel	Agua Santa 110	127,96	2,5
<b>Teno</b>	Petróleo Diésel	Teno 154	115,61	58,9
<b>Cementos Bio Bio</b>	Petróleo Diésel	Teno 154	67,44	13,5
<b>Maule</b>	Petróleo Diésel	Itahue 154	162,09	6,0
<b>Const. Elektragen</b>	Petróleo Diésel	Itahue 154	162,09	9,0
<b>Linares</b>	Petróleo Diésel	Itahue 154	121,66	0,5
<b>San Gregorio</b>	Petróleo Diésel	Itahue 154	121,66	0,5
<b>Yungay 01 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	304,81	52,4
<b>Yungay 02 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	276,60	52,1
<b>Yungay 03 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	298,77	53,5
<b>Yungay 04 Diésel</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	357,04	41,0
<b>Los Pinos</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	136,69	102,8
<b>Santa Lidia</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	107,78	137,6
<b>Petropower</b>	Petróleo Diésel	Hualpen 154	3,90	63,0
<b>Coronel TG Diésel</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	99,81	46,8
<b>Horcones TG Diésel</b>	Petróleo Diésel	Arauco 066	144,41	24,3
<b>Los Guindos</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	117,28	138,3
<b>Orafti</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	125,92	0,5
<b>Lebu</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	125,92	2,4
<b>Eagon</b>	Petróleo Diésel	Temuco 066	125,92	2,4
<b>JCE</b>	Petróleo Diésel	Charrua 220	125,92	0,8
<b>Los Alamos</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	125,92	0,8
<b>Tirúa</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	125,92	1,9
<b>Trongol</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	125,92	2,8
<b>Cañete</b>	Petróleo Diésel	Coronel 154	125,92	4,0
<b>Lonquimay</b>	Petróleo Diésel	Temuco 066	125,92	1,2
<b>Chufken</b>	Petróleo Diésel	Temuco 220	125,92	1,6
<b>Curacautin</b>	Petróleo Diésel	Temuco 220	125,92	2,4
<b>Los Sauces 2</b>	Petróleo Diésel	Temuco 220	125,92	1,5
<b>Chuyaca</b>	Petróleo Diésel	Rahue 066	118,55	11,3
<b>Degañ</b>	Petróleo Diésel	Chiloe 220	123,24	36,0
<b>Quellon 02</b>	Petróleo Diésel	Chiloe 220	127,52	7,0
<b>Trapen</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	113,36	80,8
<b>Chiloé</b>	Petróleo Diésel	Chiloe 220	156,52	9,0
<b>Contulmo</b>	Petróleo Diésel	Charrua 154	125,92	0,8
<b>Louisiana Pacific 2</b>	Petróleo Diésel	Temuco 066	125,92	3,2
<b>Los Sauces 1</b>	Petróleo Diésel	Charrua 154	125,92	1,5
<b>Biomar</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	123,28	2,4

<b>Multiexport II</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	123,28	1,6
<b>Louisiana Pacific</b>	Petróleo Diésel	Temuco 066	123,28	2,9
<b>Multiexport I</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	123,28	0,8
<b>Salmofood I</b>	Petróleo Diésel	Osorno 066	123,28	1,6
<b>Salmofood II</b>	Petróleo Diésel	Osorno 066	123,28	1,6
<b>Skretting</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	123,28	2,7
<b>Skretting Osorno</b>	Petróleo Diésel	Osorno 066	123,28	3,0
<b>Watt</b>	Petróleo Diésel	Osorno 066	123,28	0,8
<b>Watt II</b>	Petróleo Diésel	Osorno 066	123,28	1,6
<b>Danisco</b>	Petróleo Diésel	Melipulli 220	123,28	0,8
<b>Antihue TG 01</b>	Petróleo Diésel	Valdivia 220	154,96	50,3
<b>Antihue TG 02</b>	Petróleo Diésel	Valdivia 220	154,96	51,0
<b>Calle-Calle</b>	Petróleo Diésel	Valdivia 066	109,82	13,0
<b>Doña Carmen</b>	Petróleo Diésel	Los Vilos 220	143,53	48,0
<b>Andes Generación</b>	Petróleo Diésel	D. de Almagro 110	77,10	32,5
<b>Nueva Aldea 03</b>	Licor Negro-P. N°6	Chillan 154	0,00	37,0
<b>Nehuenco 01 GNL</b>	GNL	San Luis 220	81,28	340,1
<b>Nehuenco 01 FA GNL</b>	GNL	San Luis 220	162,66	21,4
<b>San Isidro GNL</b>	GNL	San Luis 220	60,74	347,6
<b>San Isidro FA GNL</b>	GNL	San Luis 220	66,70	20,0
<b>San Isidro 02 GNL</b>	GNL	San Luis 220	45,97	393,4
<b>Tapihue</b>	GNL	Miraflores 110	119,29	6,4
<b>Bio Cruz</b>	GNL	Las Vegas 110	119,29	1,8
<b>Tomaval 2</b>	GNL	Las Vegas 110	119,29	1,6
<b>Nueva Renca GNL</b>	GNL	Renca 110	44,19	321,1
<b>Cordillera 01</b>	GNL	Alto Jahuel 220	1,40	4,0
<b>Cordillera 02</b>	GNL	Alto Jahuel 220	36,90	8,0
<b>Cordillera 03</b>	GNL	Alto Jahuel 220	156,19	12,0
<b>CMPC Tissue</b>	GNL	Melipilla 220	92,60	5,0
<b>CTM3 SING</b>	GNL	Los Changos 220	59,35	250,8
<b>Energía Pacífico</b>	Desechos Forestales	Rancagua 154	53,36	14,3
<b>Laja 01</b>	Desechos Forestales	Charrua 154	44,42	7,9
<b>Laja 02</b>	Desechos Forestales	Charrua 154	0,00	3,5
<b>Guacolda 01</b>	Carbón	Guacolda 220	28,88	142,9
<b>Guacolda 02</b>	Carbón	Guacolda 220	28,96	142,9
<b>Guacolda 03</b>	Carbón	Guacolda 220	25,50	137,1
<b>Guacolda 04</b>	Carbón	Guacolda 220	29,06	139,1
<b>Guacolda 05</b>	Carbón	Guacolda 220	29,13	131,7
<b>Ventanas 01</b>	Carbón	Ventanas 110	35,08	113,4
<b>Ventanas 02</b>	Carbón	Ventanas 110	32,85	208,6
<b>Campiche</b>	Carbón	Nogales 220	33,23	249,0
<b>Nueva Ventanas</b>	Carbón	Nogales 220	32,63	249,0
<b>Curicó</b>	Carbón	Itahue 220	35,33	2,0
<b>Santa Maria</b>	Carbón	Charrua 220	29,36	342,0

<b>Bocamina 02</b>	Carbón	Hualpen 220	33,77	322,5
<b>Bocamina 01</b>	Carbón	Coronel 154	36,99	122,2
<b>cholguan 00</b>	Biomasa-Petróleo N°6	Charrua 220	25,48	9,0
<b>cholguan 01</b>	Biomasa-Petróleo N°6	Charrua 220	108,84	4,0
<b>Pacífico CMPC 01</b>	Biomasa-Petróleo N°6	Charrua 220	0,00	11,6
<b>Pacífico CMPC 02</b>	Biomasa-Petróleo N°6	Charrua 220	32,25	10,9
<b>Pacífico CMPC 03</b>	Biomasa-Petróleo N°6	Charrua 220	135,01	10,5
<b>Celco 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	10,00	3,0
<b>Celco 02</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	40,23	2,0
<b>Celco 03</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	103,16	3,0
<b>licanten 00</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	0,00	5,0
<b>licanten 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	63,00	1,0
<b>Viñales 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	16,00	6,0
<b>Viñales 02</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	38,00	10,0
<b>Viñales 03</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Itahue 154	45,00	6,0
<b>Nueva Aldea 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Chillan 154	25,00	14,0
<b>Arauco 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Arauco 066	40,00	10,0
<b>Arauco 02</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Arauco 066	70,00	10,0
<b>Arauco 03</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Arauco 066	100,00	4,0
<b>Lautaro 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Temuco 066	34,45	14,8
<b>Lautaro 02</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Temuco 066	40,57	9,2
<b>valdivia 01</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Valdivia 066	0,00	11,0
<b>valdivia 02</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Valdivia 066	18,00	21,0
<b>valdivia 03</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Valdivia 066	32,22	6,0
<b>valdivia 04</b>	Biomasa-L. Negro-P. N°6	Valdivia 066	68,44	23,0
<b>Trebal Mapocho</b>	Biomasa	Alto Jahuel 220	22,70	8,2
<b>Los Colorados 01</b>	Biomasa	Punta Peuco 110	11,57	2,0
<b>Los Colorados 02</b>	Biomasa	Punta Peuco 110	10,25	18,2
<b>Santa Marta</b>	Biomasa	Alto Jahuel 220	15,00	17,4
<b>Tamm</b>	Biomasa	San Fernando 066	22,70	0,2
<b>Las Pampas</b>	Biomasa	Alto Jahuel 220	22,70	0,4
<b>Santa Irene</b>	Biomasa	San Fernando 066	22,70	0,4
<b>Santa Fe 01</b>	Biomasa	Charrua 220	14,80	17,0
<b>Santa Fe 02</b>	Biomasa	Charrua 220	26,50	16,8
<b>Santa Fe 03</b>	Biomasa	Charrua 220	36,85	16,1
<b>Santa Fe 04</b>	Biomasa	Charrua 220	46,40	10,8
<b>Laja CMPC 01</b>	Biomasa	Charrua 220	0,00	5,0
<b>Laja CMPC 02</b>	Biomasa	Charrua 220	36,90	10,0
<b>Laja CMPC 03</b>	Biomasa	Charrua 220	131,90	10,0
<b>Masisa</b>	Biomasa	Charrua 154	41,13	11,0
<b>Escuadron</b>	Biomasa	Fopaco 154	38,62	12,5
<b>Ancali 1</b>	Biomasa	Charrua 154	41,13	1,6
<b>CMPC Santa Fe</b>	Biomasa	Charrua 220	41,13	5,0
<b>Coelemu</b>	Biomasa	Charrua 220	41,13	5,9

<b>HBS</b>	Biomasa	Charrua 154	41,13	2,2
<b>Lautaro 2</b>	Biomasa	Temuco 066	35,19	20,5
<b>MAIQ</b>	Petróleo IFO-180	CD Iquique 066	68,98	5,6
<b>MSIQ</b>	Petróleo IFO-180	CD Iquique 066	58,54	5,9
<b>MIMB</b>	Petróleo IFO-180	M. Blancos 220	119,37	27,9
<b>U10</b>	Petróleo IFO-180	Tocopilla 110	62,61	36,0
<b>U11</b>	Petróleo IFO-180	Tocopilla 110	62,61	36,0
<b>INACAL</b>	Petróleo IFO-180	La Negra 110	137,00	6,6
<b>TAMAYA</b>	Petróleo IFO-180	Tocopilla 110	60,47	91,5
<b>GMAR</b>	Petróleo Diésel	CD Arica 066	101,06	8,4
<b>M1AR</b>	Petróleo Diésel	CD Arica 066	103,24	2,9
<b>M2AR</b>	Petróleo Diésel	CD Arica 066	102,93	2,8
<b>MIIQ</b>	Petróleo Diésel	CD Iquique 066	99,87	2,8
<b>SUIQ</b>	Petróleo Diésel	CD Iquique 066	107,02	4,1
<b>TGIQ</b>	Petróleo Diésel	CD Iquique 066	115,20	23,6
<b>TG1</b>	Petróleo Diésel	Tocopilla 110	121,59	24,6
<b>TG2</b>	Petróleo Diésel	Tocopilla 110	121,59	24,8
<b>TG3d</b>	Petróleo Diésel	Tocopilla 220	96,13	37,2
<b>TGTAR</b>	Petróleo Diésel	Tarapaca 220	126,27	23,7
<b>CUMMINS</b>	Petróleo Diésel	Enaex 110	121,54	0,7
<b>DEUTZ</b>	Petróleo Diésel	Enaex 110	133,21	2,0
<b>ZOFRI_1</b>	Petróleo Diésel	Iquique 066	104,70	0,9
<b>ZOFRI_6</b>	Petróleo Diésel	Iquique 066	94,32	0,9
<b>ZOFRI_2-5</b>	Petróleo Diésel	Iquique 066	101,85	5,2
<b>ESTANDARTES (13)</b>	Petróleo Diésel	Iquique 066	101,62	1,6
<b>INGENOVA</b>	Petróleo Diésel	Palestina 220	179,10	1,9
<b>PORTADA</b>	Petróleo Diésel	La Portada 110	134,16	3,0
<b>ESTANDARTES (7-12)</b>	Petróleo Diésel	Iquique 066	102,83	4,8
<b>NORACID</b>	Otro	Mejillones 110	1,98	17,5
<b>U16 GNL</b>	GNL	Tocopilla 220	33,25	343,0
<b>CC1 GNL</b>	GNL	Atacama 220	58,86	325,6
<b>CERRO PABELLÓN</b>	Geotermia	El Abra 220	2,00	48,0
<b>KELAR</b>	Gas Natural	Kapatur 220	70,16	517,0
<b>CTM1</b>	Carbón	Chacaya 220	29,84	141,7
<b>CTM2</b>	Carbón	Chacaya 220	29,04	150,1
<b>U12</b>	Carbón	Tocopilla 110	33,55	72,8
<b>U13</b>	Carbón	Tocopilla 110	32,23	73,0
<b>U14</b>	Carbón	Tocopilla 220	28,99	116,8
<b>U15</b>	Carbón	Tocopilla 220	27,97	113,5
<b>NTO1</b>	Carbón	Norgener 220	25,07	121,7
<b>NTO2</b>	Carbón	Norgener 220	24,80	125,9
<b>CTTAR</b>	Carbón	Tarapaca 220	31,98	135,9
<b>CTA</b>	Carbón	Chacaya 220	29,46	147,1
<b>CTH</b>	Carbón	Chacaya 220	30,91	140,8

<b>ANG I</b>	Carbón	Kapatur 220	31,55	237,4
<b>ANG II</b>	Carbón	Kapatur 220	30,14	241,6
<b>COCHRANE 1</b>	Carbón	Encuentro 220	42,55	236,0
<b>COCHRANE 2</b>	Carbón	Encuentro 220	42,55	236,0
<b>Infr. Energetica Mej.</b>	Carbón	Chacaya 220	40,14	375,0

## 6. Líneas y transformadores

Se consideran 139 líneas y transformadores en Transmisión.

Tabla A.20 Líneas y transformadores en transmisión [TxT]

N°	LinNom	Zona	Fmax [MW]	Volt [V]	React. [p.u]
1	Carrera Pinto 220->Carrera Pinto 220 Aux	1	870,00	220	2,0661E-07
2	Diego de Almagro 220->Carrera Pinto 220	1	1000,00	220	2,0352E-02
3	Diego de Almagro 220->Diego de Almagro 220 Aux	1	870,00	220	2,0661E-07
4	Pan de Azucar 500->Polpaico 500	1	1700,00	500	1,1210E-02
5	Pan de Azucar 500->Pan de Azucar 220	1	1500,00	500	9,7500E-03
6	Pan de Azucar 500->Maitencillo 500	1	1700,00	500	5,4404E-03
7	Maitencillo 500->Maitencillo 220	1	1500,00	500	8,2017E-06
8	Maitencillo 500->Cardones 500	1	1700,00	500	3,6804E-03
9	Cardones 500->Cardones 220	1	1500,00	500	4,8750E-03
10	Cardones 220->Maitencillo 220	1	660,00	220	3,6320E-02
11	Las Palmas 220->Los Vilos 220	1	446,00	220	3,1190E-02
12	Los Vilos 220->Nogales 220	1	446,00	220	3,8600E-02
13	Cumbre 500->Cardones 500	1	1700,00	500	2,2379E-02
14	Diego de Almagro 220->Cumbre 220	1	840,00	220	1,5702E-02
15	Cumbre 500->Cumbre 220	1	750,00	500	1,3360E-02
16	Carrera Pinto 220 Aux->San Andres 220	1	1000,00	220	1,1896E-02
17	San Andres 220->San Andres 220 Aux	1	870,00	220	2,0661E-07
18	San Andres 220 Aux->Cardones 220	1	1000,00	220	7,8782E-03
19	Maitencillo 220 Aux->Punta Colorada 220	1	520,00	220	1,9509E-02
20	Maitencillo 220->Maitencillo 220 Aux	1	900,00	220	2,0661E-07
21	Punta Colorada 220 Aux->Pan de Azucar 220	1	520,00	220	1,5731E-02
22	Punta Colorada 220->Punta Colorada 220 Aux	1	900,00	220	2,0661E-07
23	La Cebada 220 Aux->Monte Redondo 220	1	224,00	220	2,5142E-03
24	Monte Redondo 220->Las Palmas 220	1	224,00	220	2,1312E-02
25	Pan de Azucar 220 Aux->Don Goyo 220	1	520,00	220	3,0533E-02
26	Don Goyo 220 Aux->Talinay 220	1	224,00	220	2,8512E-02
27	Pan de Azucar 220->Pan de Azucar 220 Aux	1	448,00	220	2,0661E-07
28	Don Goyo 220->Don Goyo 220 Aux	1	520,00	220	2,0661E-07
29	La Cebada 220->La Cebada 220 Aux	1	448,00	220	2,0661E-07
30	Don Goyo 220 Aux->La Cebada 220	1	520,00	220	4,4417E-02
31	Talinay 220->La Cebada 220	1	224,00	220	1,5876E-02
32	La Cebada 220 Aux->Las Palmas 220	1	224,00	220	2,3817E-02
33	Nogales 220->Polpaico 220	2	1500,00	220	1,2240E-02
34	Quillota 220->Polpaico 220	2	1422,00	220	1,2100E-02
35	Polpaico 500->Polpaico 220	2	1542,52	500	9,7500E-03
36	Polpaico 500->Polpaico 500 Aux	2	2800,00	500	4,0000E-08

37	Polpaico 220->El Llano 220	2	300,00	220	2,0303E-02
38	El Llano 220->Los Maquis 220	2	300,00	220	2,3770E-02
39	Polpaico 220->Polpaico Desf 220	3	700,00	220	1,1555E-02
40	Lampa 220->Polpaico Desf 220	3	620,00	220	6,9500E-03
41	Cerro Navia 220->Lampa 220	3	620,00	220	5,5000E-03
42	Chena 220->Cerro Navia 220	3	800,00	220	4,9500E-03
43	Rapel 220->Melipilla 220	3	394,00	220	2,2900E-02
44	Melipilla 220->Lo Aguirre 220	3	386,00	220	1,7175E-02
45	Lo Aguirre 220->Cerro Navia 220	3	1500,00	220	3,9174E-03
46	Lo Aguirre 500->Lo Aguirre 220	3	771,26	500	1,9500E-02
47	Alto Jahuel 500->Lo Aguirre 500	3	1400,00	500	4,1586E-03
48	Lo Aguirre 500->Polpaico 500	3	1400,00	500	3,7209E-03
49	Alto Jahuel 220->El Rodeo 220	3	1320,00	220	1,3233E-03
50	El Rodeo 220->Chena 220	3	1320,00	220	5,5109E-03
51	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 500 Aux	3	2800,00	500	4,0000E-08
52	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 220	3	2250,00	500	9,8000E-03
53	Candelaria 220->Maipo 220	4	610,00	220	1,4826E-02
54	Maipo 220->Alto Jahuel 220	4	610,00	220	1,2142E-04
55	Ancoa 500->Alto Jahuel 500	4	3552,00	500	3,3250E-03
56	Ancoa 500->Ancoa 500 Aux	4	2800,00	500	4,0000E-08
57	Ancoa 500->Ancoa 220	4	771,26	500	1,9500E-02
58	Ancoa 220->Itahue 220	4	800,00	220	2,7750E-02
59	Charrua 220->Nueva Charrua 220	4	2000,00	220	2,0661E-07
60	Nueva Charrua 500->Nueva Charrua 220	4	750,00	500	1,9500E-02
61	Nueva Charrua 500->Ancoa 500 Aux Sur	4	2600,00	500	5,8801E-03
62	Nueva Charrua 500->Charrua 500	4	2600,00	500	5,0066E-04
63	Charrua 500->Ancoa 500 Aux Sur	4	2660,00	500	1,2762E-02
64	Colbun 220->Ancoa 220	4	910,00	220	2,0661E-07
65	Ancoa 500->Ancoa 500 Aux Sur	4	4500,00	500	4,0000E-08
66	Candelaria 220->Puente Negro 220	4	1360,00	220	2,7682E-02
67	Puente Negro 220->Colbun 220	4	1360,00	220	2,8841E-02
68	Charrua 220->Lagunillas 220	5	300,00	220	4,3347E-02
69	Charrua 220->Hualpen 220	5	229,60	220	4,8549E-02
70	Charrua 220->Charrua 500	5	2680,00	500	9,7500E-03
71	Charrua 220->Tap Laja 220	5	264,00	220	1,4651E-02
72	Tap Laja 220->Duqueco 220	5	264,00	220	2,4109E-02
73	Duqueco 220->Temuco 220	5	264,00	220	1,2124E-01
74	Charrua 220->Mulchen 220	5	581,00	220	2,0796E-02
75	Mulchen 220->Cautin 220	5	581,00	220	4,1554E-02
76	Valdivia 220->Ciruelos 220	6	332,00	220	3,0072E-02
77	Ciruelos 220->Cautin 220	6	332,00	220	9,6177E-02
78	Puerto Montt 220->Rahue 220	6	366,00	220	4,5857E-02
79	Pichirropulli 220->Rahue 220	6	366,00	220	4,1038E-02
80	Ciruelos 220->Pichirropulli 220	6	580,00	220	2,7527E-02

81	Pichirropulli 220->Pichirropulli 220 Aux	6	944,00	220	2,0661E-07
82	Pichirropulli 500->Charrua 500	6	1500,00	500	1,2760E-02
83	Pichirropulli 500->Pichirropulli 220	6	771,00	500	1,9500E-02
84	Puerto Montt 500->Pichirropulli 500	6	1500,00	500	2,1696E-02
85	Puerto Montt 500->Puerto Montt 220	6	771,00	500	1,9500E-02
86	Pichirropulli 220 Aux->Nueva Valdivia 220	6	290,00	220	2,1115E-03
87	Nueva Valdivia 220->Nueva Valdivia 220 Aux	6	290,00	220	2,0661E-07
88	Nueva Valdivia 220 Aux->Valdivia 220	6	290,00	220	4,0540E-02
89	Puerto Montt 220->Melipulli 220	6	183,00	220	8,3981E-05
90	Melipulli 220->Chiloe 220	6	183,00	220	3,8013E-03
91	Rahue 220->Pichirrahue 220	6	145,00	220	2,1737E-03
92	Pichirrahue 220->Pichirropulli 220	6	145,00	220	3,9103E-02
93	Tarapaca 220->Lagunas 220	7	366,00	220	2,2643E-02
94	Tarapaca 220->Condores 220	7	182,90	220	5,9111E-02
95	Condores 220->Parinacota 220	7	91,45	220	1,8821E-01
96	Salar 220->Chuquicamata 220	7	330,00	220	1,5558E-02
97	Nueva Victoria 220->Lagunas 220	7	183,00	220	1,3971E-02
98	Encuentro 220->Lagunas 220	7	580,00	220	7,0890E-02
99	Encuentro 220->Collahuasi 220	7	340,00	220	8,4129E-02
100	Lagunas 220->Lagunas 220 AUX	7	549,00	220	2,0661E-07
101	Crucero 220->Crucero 220 Aux S	7	1000,00	220	2,0661E-07
102	Nueva Crucero Encuentro 500->Nueva Crucero Encuentro 220	7	1500,00	500	9,0000E-03
103	Encuentro 220 Aux->Nueva Crucero Encuentro 220I	7	1000,00	220	1,0640E-04
104	Nueva Crucero Encuentro 220->Crucero 220 Aux S	7	1000,00	220	1,0640E-04
105	Nueva Crucero-Encuentro 220->Chuquicamata 220	7	357,00	220	5,8011E-02
106	Nueva Crucero Encuentro 220->Salar 220	7	330,00	220	6,0909E-02
107	Collahuasi 220->Collahuasi 220 Aux	7	340,00	220	2,0661E-07
108	Parinacota 220 Aux->Parinacota 220	7	182,90	220	2,0661E-07
109	Parinacota 220 Aux->Nueva Pozo Almonte 220 Aux	7	260,00	220	1,9367E-01
110	Condores 220->Nueva Pozo Almonte 220 Aux	7	260,00	220	3,2708E-02
111	Nueva Pozo Almonte 220 Aux->Nueva Pozo Almonte 220	7	520,00	220	2,0661E-07
112	Pozo Almonte 220 Aux->Pozo Almonte 220	7	183,00	220	2,0661E-07
113	Nueva Pozo Almonte 220->Pozo Almonte 220 Aux	7	443,00	220	3,4496E-03
114	Lagunas 220->Nueva Pozo Almonte 220	7	183,00	220	5,3469E-02
115	Quillagua 220 Aux->Lagunas AUX 220	7	183,00	220	8,0835E-02
116	Quillagua 220->Quillagua 220 Aux	7	366,00	220	2,0661E-07
117	Maria Elena 220 Aux->Quillagua 220	7	366,00	220	2,7613E-02
118	Maria Elena 220->Maria Elena 220 Aux	7	366,00	220	2,0661E-07
119	Quillagua 220 Aux->Nueva Victoria 220	7	183,00	220	7,1846E-02
120	Nueva Crucero Encuentro 220->Maria Elena 220 I	7	366,00	220	2,8595E-03
121	Encuentro 220->Encuentro 220 Aux II	7	1000,00	220	2,0661E-07
122	Los Changos 500->Cumbre 500	8	1700,00	500	4,5081E-02
123	Los Changos 500->Los Changos 220	8	2250,00	500	4,4533E-03
124	Cumbre 220 Aux->Cumbre 220	8	1200,00	220	2,0661E-07



125	El Tesoro 220->Esperanza SING 220	8	266,00	220	1,0718E-02
126	El Cobre 220->Esperanza SING 220	8	222,00	220	3,4298E-02
127	Laberinto 220->El Cobre 220	8	360,86	220	2,1409E-03
128	Miraje 220->Miraje 220 Aux	8	772,00	220	2,0661E-07
129	Encuentro 220->Miraje 220 Aux	8	772,00	220	4,2182E-03
130	Miraje 220->Atacama 220 Aux	8	772,00	220	4,3484E-02
131	Atacama 220->Atacama 220 Aux	8	772,00	220	2,0661E-07
132	Laberinto 220->Kapatour 220	8	1400,00	220	4,2035E-02
133	Kapatour 220->O'higgins 220	8	1400,00	220	2,1343E-02
134	Atacama 220->O'higgins 220	8	491,56	220	3,1829E-02
135	Nueva Crucero Encuentro 220->Laberinto 220	8	597,87	220	5,5670E-02
136	Laberinto 220 Aux->Laberinto 220	8	597,87	220	2,0661E-07
137	Salar 220->Calama 220	8	330,00	220	1,4695E-02
138	SUEZ_Los Changos 220->Kapatour 220	8	1700,00	500	1,8513E-04
139	Los Changos 500->Nva Crucero Encuentro 500	8	1700,00	500	3,6804E-03

Se consideran 158 líneas y transformadores en subtransmisión, acá se observa la variable de ampliación PonF y el límite térmico que finalmente se utilizó.

**Tabla A.21 Líneas y transformadores de Subtransmisión [STx]**

N°	LinNom	Zona	PonF.	F max [MW]	AVI [US\$]	React. [p.u]
140	Diego de Almagro 220->Diego de Almagro 110	1	1,84535	217	354.926	0,1113
141	Cardones 220->Cardones 110	1	1,97642	150,2	216.216	0,1536
142	Maitencillo 110->Huasco 110	1	1	124	190.115	0,05502
143	Maitencillo110->Algarrobo 110	1	1	46	-	0,1011
144	Algarrobo 110->Dos Amigos 110	1	1	78	34.708	0,0824
145	Dos Amigos 110->Pajonales 110	1	1	78	22.412	0,0437
146	Pajonales 110->Incahuasi 110	1	1	78	31.894	0,0726
147	Romeral 110->Las Compañías 110	1	1	78	20.517	0,0465
148	Las Compañías 110->Pan de Azucar 110	1	1	78	20.334	0,0718
149	Maitencillo 220->Maitencillo 110	1	1	76,4	256.770	0,1536
150	Pan de Azucar 220->Pan de Azucar 110	1	1,36262	208,3	461.403	0,0768
151	Pan de Azucar 110->Ovalle 110 I	1	1	134	925.353	0,13925
152	Ovalle 110->Illapel 110	1	1	67	176.217	0,5027
153	Illapel 110->Choapa 110	1	1	54	84.866	0,1798
154	Los Vilos 220->Choapa 220	1	1,41534	104,7	64.735	0,001
155	Choapa 220->Choapa 110	1	1,41534	104,7	3.632	0,1536
156	Choapa 110->Quinquimo 110	1	1	54	148.634	0,2211
157	Agua Santa 220->San Luis 220	2	1	321,2	293.843	0,0194
158	Agua Santa 220->Agua Santa 110	2	1	294	727.967	0,0419

159	Quillota 220->Quillota 110	2	1	441	1.311.486	0,04855
160	San Pedro 110->Quillota 110	2	1	336	13.192	0,0008
161	Ventanas 110->San Pedro 110	2	1	560	1.225.168	0,048
162	Miraflores 110->Achupallas 110	2	1	98	1.624	0,00115
163	Achupallas 110->Quilpue 110	2	1	98	49.057	0,01405
164	Quilpue 110->San Pedro 110	2	1	98	77.896	0,0303
165	Ventanas 110->Miraflores 110	2	1	322	708.463	0,05385
166	Agua Santa 110->Miraflores 110	2	1	238	72.637	0,00665
167	Pachacama 110->San Pedro 110	2	1	372	164.010	0,02365
168	Las Vegas 110->Pachacama 110	2	1	372	139.226	0,02015
169	San Felipe 110->Esperanza 110	2	1	80	25.839	0,0389
170	Total 110->San Felipe 110	2	1,04618	41,8	59.808	0,0808
171	Total 110->Los Maquis 110	2	1	40	15.426	0,0306
172	San Felipe 110->Los Maquis 110	2	1,97959	79,2	83.698	0,0557
173	Aconcagua 110->Los Maquis 110	2	1	80	61.283	0,0193
174	Los Maquis 220->Los Maquis 110	2	1,83957	136,1	221.038	0,1873
175	Punta Peuco 110->Las Vegas 110	2	1	162	304.474	0,05635
176	Batuco 110->Punta Peuco 110	3	1	162	154.604	0,02855
177	Cerro Navia 110->Batuco 110	3	1	162	168.971	0,0313
178	El Salto 110->La Dehesa 110	3	2,03791	379,1	18.463	0,0099
179	La Dehesa 110->Vitacura 110	3	2,12193	335,3	17.913	0,00085
180	Vitacura 110->Alonso de Cordova 110	3	1,32086	179,6	19.325	0,00385
181	Alonso de Cordova 110->Apoquindo 110	3	1	136	8.223	0,0018
182	Apoquindo 110->Los Dominicos 110	3	1,14798	213,5	45.830	0,00715
183	Los Dominicos 110->Los Almendros 110	3	1	316	23.884	0,00215
184	El Salto 110->San Cristobal 110	3	1,43164	266,3	384	0,01705
185	San Cristobal 110->Recoleta 110	3	1,74615	157,2	186	0,00975
186	Recoleta 110->Quilicura 110	3	1	316	156.041	0,01645
187	Quilicura 110->Lo Boza 110	3	1	316	68.467	0,0075
188	Lo Boza 110->Cerro Navia 110	3	1,62462	344,4	27.346	0,00375
189	Cerro Navia 110->Altamirano 110	3	1	423	99.110	0,0089
190	Altamirano 110->Renca 110	3	1	423	17.264	0,0021
191	Carrascal 110->Renca 110	3	1	423	12.746	0,0021
192	Ochagavia 110->Club Hipico 110	3	1,21347	172,3	8.414	0,00105
193	Club Hipico 110->San Joaquin 110	3	1	136	29.001	0,00565
194	San Joaquin 110->Santa Elena 110	3	1	132	20.193	0,00225
195	Santa Elena 110->Macul 110	3	1,51315	205,8	46.962	0,0067
196	Macul 110->Florida 110	3	2,25364	306,5	49.689	0,0099
197	Florida 110->La Reina 110	3	1,31085	152,1	88.458	0,0187
198	La Reina 110->Torre 80 110	3	2,16575	251,2	63.851	0,0091
199	Torre 80 110->Los Almendros 110	3	1,68705	273,3	21.640	0,0037
200	Cerro Navia 110->Pudahuel 110	3	2,48157	466,5	976	0,0004
201	Pudahuel 110->San Jose 110	3	2,18463	410,7	45.479	0,0035
202	San Jose 110->Pajaritos 110	3	2,48582	318,2	54.757	0,00335

203	Pajaritos 110->Lo Valledor 110	3	1,52092	194,7	41.587	0,00335
204	Lo Valledor 110->Maipu 110	3	1	129,9	50.198	0,0059
205	Maipu 110->Chena 110	3	1,51883	194,4	8.817	0,00235
206	Chena 110->Lo Espejo 110	3	1,45135	458,6	23.279	0,00145
207	Lo Espejo 110->La Cisterna 110	3	1,5135	478,3	41.239	0,00355
208	La Cisterna 110->Ochagavia 110	3	1,24503	393,4	100.726	0,0055
209	Alto Jahuel 110->San Bernardo 110	3	1	316	199.414	0,01575
210	San Bernardo 110->Lo Espejo 110	3	1	316	148.717	0,013
211	Alto Jahuel 110->Santa Rosa 110	3	1,81893	258,3	233.721	0,02545
212	Santa Rosa 110->Santa Raquel 110	3	1	142	443.615	0,0013
213	Santa Raquel 110->Florida 110	3	1	142	65.755	0,00905
214	Chena 220->Chena 110	3	1,32394	519	588.334	0,0261
215	Cerro Navia 220->Cerro Navia 110	3	1	735	1.103.473	0,01633
216	Polpaico 220->El Salto 220	3	1	1640	903.364	0,0162
217	El Salto 220->El Salto 110	3	1	784	1.176.041	0,01305
218	Los Almendros 220->Alto Jahuel 220	3	1	818	368.989	0,01745
219	Los Almendros 220->Los Almendros 110	3	1,08713	426,2	588.267	0,0261
220	Alto Jahuel 220->Alto Jahuel 110	3	1	821	1.351.470	0,01547
221	Melipilla 220->Melipilla 110	4	1	147	489.297	0,1992
222	Melipilla 110->Melipilla 066	4	1,1216	28	58.017	0,5497
223	Melipilla 066->Mandinga 066	4	1	25	41.530	0,1244
224	Mandinga 066->Araña 066	4	1	25	66.494	0,2301
225	Araña 066->Rapel 066	4	3,56646	53,5	126.849	0,1997
226	San Fernando 154->San Fernando 066	4	1,78113	195,9	342.571	0,11986
227	Rapel 220->Rapel 066	4	1	335	1.092.280	0,136
228	Sauzal 110->Alto Jahuel 110	4	1	153,2	476.597	0,1062
229	Sauzal 154->Sauzal 110	4	1,76357	218,6	365.547	0,0624
230	Sauzal 154->Rancagua 154	4	2,02418	218,6	-	0,0228
231	Alto Jahuel 220->Alto Jahuel 154	4	1	300	605.829	0,032
232	Itahue 220->Itahue 154	4	1	300	692.817	0,032
233	Tinguiririca 154->San Fernando 154	4	1	396	11.764	0,0142
234	Tinguiririca 220->Tinguiririca 154	4	1	300	580.081	0,032
235	Curillinque 154->Itahue 154	4	1	140	580.800	0,1749
236	Cipreses 154->Curillinque 154	4	1	140	75.551	0,0228
237	Cipreses 154->M. Melado 154	4	1	140	177.663	0,0574
238	M. Melado 154->Itahue 154	4	1	140	478.687	0,1404
239	Itahue 154->Maule 154	4	1,29066	142	341.242	0,0819
240	Maule 154->Linares 154	4	1	110	377.507	0,0777
241	A. Chillan 154->Parral 154	4	1	105,8	1.202.989	0,1132
242	Chillan 154->A. Chillan 154	4	1	94,1	253.549	0,0052
243	Charrua 154->A. Chillan 154	4	1	211,7	253.549	0,1003
244	Charrua 220->Charrua 154	4	1	382,2	668.435	0,028
245	Antuco 220->Charrua 220	4	1	970,9	2.677.334	0,02665
246	Abanico 154->Charrua 154	4	1	150	676.804	0,1369

247	Puente Negro 220->Tinguiririca 220	4	1	880	95.866	0,02592
248	Itahue 154->Teno 154 I	4	1	364	428.117	0,02995
249	Teno 154->Tinguiririca 154 I	4	1	364	408.094	0,02933
250	Tinguiririca 154->Malloa 154 I	4	1	428	380.296	0,01525
251	Malloa 154->Tilcoco 154 I	4	1	428	251.353	0,01192
252	Tilcoco 154->Punta Cortes I 154	4	1	428	349.675	0,01473
253	Villaseca 154->Paine 154	4	1	182	75.635	0,0155
254	Alto Jahuel 154->Villaseca 154 I	4	1	364	127.375	0,01491
255	Concepcion 154->Charrua 154	5	1	168	370.781	0,1224
256	San Vicente 154->Concepcion 154	5	1	295	382.880	0,00985
257	Petroquim 154->San Vicente 154	5	1	320	3.233	0,002
258	Hualpen 154->Petroquim 154	5	1	320	3.970	0,0023
259	Hualpen 220->Hualpen 154	5	1	300	675.390	0,0322
260	Hualpen 154->Mapal 154	5	1	209	31.828	0,0185
261	Mapal 154->Fopaco 154	5	1	209	30.703	0,0105
262	Fopaco 154->Coronel 154	5	1	209	27.910	0,0127
263	Coronel 154->Coronel 066	5	1	118	337.831	0,07671
264	Coronel 066->Arauco 066	5	1	69	992.206	0,12
265	Coronel 066->Color 066	5	1	48	109.982	0,06505
266	Color 066->Concepcion 066	5	1	48	106.553	0,06445
267	Concepcion 154->Concepcion 066	5	1	121	332.736	0,0767
268	Charrua 220->Concepcion 220	5	1	600	370.781	0,02906
269	Concepcion 220->Concepcion 154	5	1	300	640.391	0,03
270	Lagunillas 220->Coronel 154	5	1	600	78.517	0,02
271	Lagunillas 220->Hualpen 220	5	1	600	258.060	0,00943
272	Temuco 220->Temuco 066	5	1,28992	223	460.642	0,1093
273	Temuco 066-Padre Las Casas 066	5	2,09794	117,5	74.882	0,0435
274	Padre Las Casas 066->Metrenco 066	5	1	56	39.681	0,03085
275	Metrenco 066->Pitrufquen 066	5	1	56	97.362	0,0828
276	Pitrufquen 066->Loncoche 066	5	1	112	436.594	0,1083
277	Loncoche 066->Pullinque 066	5	1	128	436.594	0,10397
278	Pullinque 066->Panguipulli 066	5	1	54	90.583	0,03595
279	Panguipulli 066->Los Lagos 066	6	1	54	335.617	0,1592
280	Los Lagos 066->Valdivia 066	6	1	54	198.737	0,3993
281	Los Lagos 066->Paillaco 066	6	1	24	22.204	0,223
282	Paillaco 066->Pichirro 066	6	1	24	8.666	0,009
283	Pichirro 066->La Union 066	6	1	48	19.172	0,13615
284	LaUnion 066->Osorno 066	6	1	84	285.227	0,09558
285	Osorno 066->Rahue 066	6	1,63119	120,7	27.663	0,0148
286	Rahue 066->Purranque 066	6	1	18	78.580	0,4235
287	Purranque 066->Frutillar 066	6	1	18	91.839	0,2562
288	Frutillar 066->Puerto Varas 066	6	1	18	74.656	0,2112
289	Rahue 066->Puerto Varas 066	6	1	18	163.461	0,8909
290	Puerto Varas 066->Puerto Montt 066	6	2,56731	46,2	109.147	0,07465

291	Valdivia 220->Valdivia 066	6	1	76,7	258.094	0,2186
292	Rahue 220->Rahue 066	6	1,28865	98,8	260.133	0,198
293	Puerto Montt 220->Puerto Montt 066	6	1	76,7	260.133	0,2186
294	Pozo Almonte PMT -> Pozo Almonte 13.8	7	1	20	61.960	33,73819
295	Pozo Almonte 110 -> Pozo Almonte 066	7	1	60	163.723	0,1715
296	Encuentro 220->El Tesoro 220	8	1,47804	184,8	228.393	0,07743
297	Calama 220->Calama 100	8	1	150	-	0,05669

Se consideran 112 líneas y transformadores en Transmisión Adicional, acá se observa la variable de ampliación PonF y el límite térmico que finalmente se utilizó.

**Tabla A.22 Líneas y transformadores de Transmisión Adicional [ATx]**

N°	LinNom	Zona	PonF adapt	Fmax [MW]	AVI [US\$]	React. [p.u]
298	Paposo 220->Diego de Almagro 220	1	1	620	3.050.476	0,0746
299	Guacolda 220->Maitencillo 220	1	1	680	589.765	0,0077
300	Nogales 220->Quillota 220	2	1	446	316.030	0,01205
301	San Luis 220->Quillota 220	2	1	1673	468.529	0,00215
302	Alfalfal 220->La Ermita 220	2	1	680	444.524	0,01351
303	La Ermita 220->Los Almendros 220	2	1	680	165.661	0,00504
304	La Ermita 220->Los Maitenes 220	2	1,64484	299,4	4.920	0,00651
305	Polpaico 220->Las Tortolas 220	2	1	190	68.853	0,01444
306	Las Tortolas 220->Los Maitenes 220	2	1	190	173.347	0,03802
307	Polpaico 220->Santa Filomena 220	2	1	300	205.870	0,02767
308	Santa Filomena 220->Confluencia 220	2	1	300	176.175	0,02401
309	Confluencia 220->Los Maitenes 220	2	1	300	103.496	0,01409
310	Pehuenche 220->Ancoa 220	4	1	600	579.634	0,0098
311	Loma Alta 220->Pehuenche 220	4	2,40108	98,8	841	0,02
312	Toro 220->Antuco 220	4	1	970,9	694.124	0,00705
313	Antuco 220->Trupan 220	4	1	485,5	532.294	0,0191
314	Trupan 220->Charrua 220	4	1	504,1	1.009.558	0,0302
315	Rucue 220->Charrua 220	4	1	330,9	751.600	0,0254
316	Pangue 220->Charrua 220	4	1	242,7	1.262.441	0,1066
317	Pangue 220->Trupan 220	4	1	242,7	810.566	0,0711
318	Mampil 220->Rucue 220	4	1	266,6	269.646	0,0223
319	Canutillar 220->Puerto Montt 220	6	1	172	479.214	0,0245
320	Temuco 220->Cautin 220	6	1	332	44.343	0,00399
321	Chapiquiña 066->El Aguila 066	7	1	96	1.073.397	0,17026
322	El Aguila 066->Arica 066	7	1	96	456.922	0,21628
323	CD Arica 066->Arica 066	7	1	17	156.817	0,09803

324	Arica 110->Arica 066	7	1	90	243.431	0,06567
325	Arica 110->Dolores 110	7	1	87	1.023.409	0,14277
326	Dolores 110->Pozo Almonte 110	7	1	58	376.446	0,12349
327	Pozo Almonte 066->Tamarugal 066	7	1	20	91.082	0,21301
328	Iquique 066->Pozo Almonte 066	7	1	46	282.885	0,37565
329	Iquique 066->Cavancha 066	7	1	41	189.102	0,03338
330	Cavancha 066->Pozo Almonte 066	7	1	41	189.102	0,43841
331	CD Iquique 066->Iquique 066	7	1	48	442.776	0,014
332	Lagunas 220->Lagunas 023	7	1	24	65.351	0,79556
333	Condores 220->Condores 110	7	1	195	1.684.985	0,071
334	Condores 110->Pacífico 110	7	1	98	205.254	0,02695
335	Condores 110->Palafitos 110	7	1	98	22.218	0,02567
336	Condores 110->Alto Hospicio 110	7	1	98	8.213	0,00799
337	Alto Hospicio 110->Cerro Dragon 110	7	1	98	6.007	0,00665
338	Parinacota 220->Parinacota 066	7	1	120	1.226.853	0,1099
339	Parinacota 066->Pukara 066	7	1	59	130.315	0,02056
340	Parinacota 066->Chinchorro 066	7	1	59	11.751	0,0289
341	Parinacota 066->Quiani 066	7	1	59	17.153	0,03422
342	Lagunas 220->Collahuasi 220	7	1	218	522.239	0,04905
343	La Cruz 220->Crucero 220	7	1	750	182.715	0,00479
344	Barril 220->La Cruz 220	7	1	750	647.114	0,01698
345	Norgener 220->Barril 220	7	1	750	1.096.288	0,00698
346	Tocopilla 220->El Loa 220	7	1	714	895.813	0,02633
347	Tocopilla 220->Tocopilla 110	7	1	200	1.030.421	0,0716
348	Tocopilla 110->Tocopilla 005	7	1	30	88.972	0,02167
349	Tocopilla 110->Salar 110	7	1	90	707.259	0,44118
350	Tocopilla 110->A 110	7	1	270	4.623.968	0,13651
351	Crucero 220->Radomiro Tomic 220	7	1	368	612.622	0,06745
352	Crucero 220->El Abra 220	7	1	368	754.571	0,08353
353	Chuquicamata 220->Chuquicamata 110	7	1	480	2.473.011	0,02917
354	Chuquicamata 110->A 110	7	1	200	19.434	0,0062
355	Chuquicamata 110->KM6 110	7	1	200	133.606	0,00832
356	Salar 220->Salar 110	7	1	240	1.236.506	0,03542
357	Salar 110->KM6 110	7	1	186	49.701	0,00479
358	Dolores 110 -> Cerro Balcon 110	7	1	58	83.280	0,02923
359	Cerro Balcon 110 -> Pozo Almonte 110	7	1	58	293.166	0,09426
360	Pozo Almonte 220 -> Pozo Almonte PMT	7	1	100	154.901	0,01281
361	Pozo Almonte PMT -> Pozo Almonte 110	7	1	100	154.901	0,2049
362	CD Arica 066->Tap Quiani 066	7	1	17	7.603	0,04613
363	Tap Quiani 066->Arica 066	7	1	17	8.554	0,0519
364	El Loa 220->N. Crucero Encuentro 220	7	1	714	144.954	0,00409
365	Laberinto 220->Nueva Zaldivar 220 II	8	1	670	1.376.597	0,03446
366	Nueva Zaldivar 220->Escondida 220	8	1	476	166.555	0,0057
367	Chacaya 220->Crucero 220	8	1	266	824.615	0,13144

368	Chacaya 220->El Cobre 220	8	1	846	2.473.225	0,0582
369	Encuentro 220->Spence 220	8	1	636	865.093	0,0281
370	Chacaya 220->Capricornio 220	8	1	305	309.600	0,0423
371	Chacaya 220->Mejillones 220	8	1,32171	403,1	8.050	0,0011
372	Capricornio 220->Capricornio 110	8	1	160	824.337	0,08067
373	Capricornio 220->Mantos Blancos 220	8	1	305	408.672	0,01354
374	El Cobre 220->Gaby 220	8	1	266	307.813	0,05088
375	Laberinto 220->Mantos Blancos 220	8	1	290	412.123	0,06023
376	Laberinto 220->Lomas Bayas 220	8	1	418	84.861	0,0043
377	Oeste 220->Laberinto 220	8	1	242	417.604	0,07312
378	Oeste 220->Oeste 110	8	1	55	283.366	0,27091
379	Oeste 110->Minsal 110	8	1	50	200.408	0,11536
380	Minsal 110->Minsal 023	8	1,12486	45	153.207	0,16825
381	Andes 220->Oeste 220	8	1	242	186.448	0,03265
382	Andes 220->Nueva Zaldivar 220	8	1	634	814.749	0,0258
383	Nueva Zaldivar 220->Zaldivar 220	8	1	629	2.682	0,00008
384	Zaldivar 220->Escondida 220	8	1	293	83.277	0,01141
385	Nueva Zaldivar 220->Sulfuros 220	8	1	293	77.329	0,01099
386	Domeyko 220->Sulfuros 220	8	1	293	5.948	0,00085
387	Domeyko 220->Escondida 220	8	1,37458	338,1	34.959	0,00601
388	O'higgins 220->Palestina 220	8	1,03061	188,6	237.773	0,03281
389	Palestina 220->Domeyko 220	8	1	183	237.773	0,04314
390	Mejillones 220->O'higgins 220	8	1	366	620.093	0,02166
391	Atacama 220->Esmeralda 220	8	1,11865	142,1	296.048	0,05829
392	Esmeralda 220->Esmeralda 110	8	1	195	1.682.668	0,071
393	Esmeralda 110->Centro 110	8	1	196	4.313	0,00086
394	Esmeralda 110->La Portada 110	8	1	98	94.669	0,05098
395	Esmeralda 110->Sur 110	8	1	98	16.713	0,01982
396	Esmeralda 110->Uribe 110	8	1	98	192.710	0,04829
397	Mejillones 220->Mejillones 110	8	1	300	301.886	0,04413
398	Mejillones 110->Enaex 110	8	1	93	16.266	0,00458
399	Pampa 110->Mejillones 110	8	1	114	179.311	0,0482
400	Desalant 110->Pampa 110	8	1	114	323.660	0,03157
401	Antofagasta 110->Desalant 110	8	1	114	159.234	0,01771
402	Antofagasta 110->Capricornio 110	8	1	182	309.479	0,02775
403	Antofagasta 110->La Negra 110	8	1	122	148.181	0,0622
404	La Negra 110->Alto Norte 110	8	1	122	207.453	0,01555
405	Capricornio 110->El Negro 110	8	1	137	332.799	0,08764
406	El Negro 110->Alto Norte 110	8	1	137	334.463	0,01682
407	Antofagasta 013->Antofagasta 110	8	1	30	99.522	0,38554
408	Quebrada Blanca 220->Lagunas 220	8	1	610	1.684.223	0,05864
409	O'Higgins->Domeyko 220	8	1	512	1.330.487	0,05432

## B. Anexo Soluciones

En este anexo se mostrarán las soluciones de las soluciones encontradas.

### 1. Líneas desconectadas según condición de operación

En la Tabla B.1 se pueden observar las líneas desconectadas según la numeración de las tablas de la sección 0.

**Tabla B.1 N° de las líneas desconectadas por el modelo**

Escenario	Hidrología		
	Seca	Media	Húmeda
1	5-45-66-98-99-103-104-132-164-193-213	5-46-60-82-92-98-99-103-152-164-181-186-193-210-212-249-278	5-21-23-26-40-57-98-99-132-164-177-186-199-204-303
2	5-46-67-152-164-177-204-210-212-248	5-21-26-32-399	5-19-43-175-204-303
3	102-104-117-127-375-389	11-12-102-388-401	5-21-98-102-370-388-399
4	60-98-104-133-135-402-404	60-98-104-127-289-401	5-21-98-104-135-384-388
5	5-42-46-152-163-165-204-212	12-60-277	5-21-23-31-164-204-303
6	98-135	12-98-104-127	98-135
7	25-62-63-72-77-79-80-91-153-282-288	5-47-50-61-70-71-77-79-83-91-152-164-177-210-213-271-283-288-	5-21-31-62-63-72-77-79-91-271-282-287
8	102	98-102-135	12-98-102-127
9	102-104-135-390	5-21-30-102-104-120-133-135	5-25-30-34-98-104-134-306-389
10	102	5-21-26-98-102-135-367	4-98-135
11	-----	4-23-30	5-11-33-34-46-204-303-313
12	-----	5-21-23-31	5-19-313
13	-----	-----	271-313
14	5-46-152-164-248	5-19-32-271	5-19-31-39-53-164-177-204-271-303-313
15	-----	5-21-23-30	5-11-46-160-161-164-204-303-313



<b>16</b>	5-34-57-60-168-270-289	5-19-62-79-80-82-271-276	5-19-98-103-164-271-303-313-390
<b>17</b>	-----	12-30	271-313
<b>18</b>	5-45-168-194-248-271	12-60-255-271	25-40-42-164-177-181-204-255-271-304-313
<b>19</b>	175	5-21-23-103	5-21-31-98-103-303-313
<b>20</b>	175-271	5-21-23	5-21-30-33-39-42-160-167-181-186-204-303-313
<b>21</b>	5-19	5-21-30	5-19-40-46-159-161-164-186-199-203-234-313
<b>22</b>	5-46-67-164-182-194-210-248	164-180-256-270-271-304	12-46-164-168-204-210-249-256-303-313
<b>23</b>	5-46-68-69-152-164-194-204-213-218-	12-40-48-62-68-69-164-177-276-	25-40-42-68-152-164-168-180-204-261-303-313
<b>24</b>	175	5-21-26-62-75-103-260-270-306-	5-25-33-168-186-232-260-270-303-313
<b>25</b>	5-19	5-21-30	5-19-39-46-159-161-164-186-199-203-247-313
<b>26</b>	5-42-45-152-161-163-218-248-271	5-19-62-74-76-77-79-92-255-271-288-306	4-39-42-68-69-151-164-181-204-303-313
<b>27</b>	-----	255-271	46-168-204-210-248-255-271-303-313
<b>28</b>	175-270-	5-21-23-306	5-21-26-33-41-69-161-186-249-271-303-313
<b>29</b>	12-33-158-162-270	19-25-33-34-42-62-74-79-80-91-181-186-234-260-270-283-288-304-320	4-25-33-34-41-181-186-248-275-303-313
<b>30</b>	-----	-----	11-45-160-162-165-192-204-300-303-313
<b>31</b>	5-45-104-164-248	12-42-48-60-164-177-197-204-249-303	6-39-42-161-164-177-181-204-247-303-313
<b>32</b>	-----	-----	25-35-46-64-153-160-161-164-180-185-192-203-210-211-313-
<b>33</b>	5-21-47-157-162-186-270	12-25-62-73-103-282-304	5-21-33-34-39-103-181-204-213-244-247-274-303-313
<b>34</b>	11	5-21-32-303	6-25-39-159-163-204-303-313
<b>35</b>	5-19	5-25	21-25-34-35-46-64-180-193-203-210-211-247-313
<b>36</b>	-----	-----	25-39-152-175-186-193-204-234-303-313

<b>37</b>	5-53-103-152-164-307	5-21-24-26-40-53-61-78-79-138- 164-177-204-271-281-303	11-33-41-69-164-177-181-186- 204-213-255-260-274-300-303- 313
<b>38</b>	5-45-152-164-186	5-19-23-30-42-103-164-177-181- 204-303	5-19-26-32-39-42-164-177-181- 204-213-234-303-313
<b>39</b>	5-19	5-19	5-19-40-45-64-162-165-176- 186-193-204-247-303-313
<b>40</b>	-----	-----	5-19-34-40-46-181-193-204- 210-234-301-303-313