

Integración de Inteligencia al SEN para aumentar flexibilidad por incremento de Renovables.

**Ernesto Huber J.
Gerente de Operación**

25 de junio de 2019

ÍNDICE

↓
**Sistema Eléctrico
Nacional**

↓
**Integración ERNC-V:
Desafío Operacional**

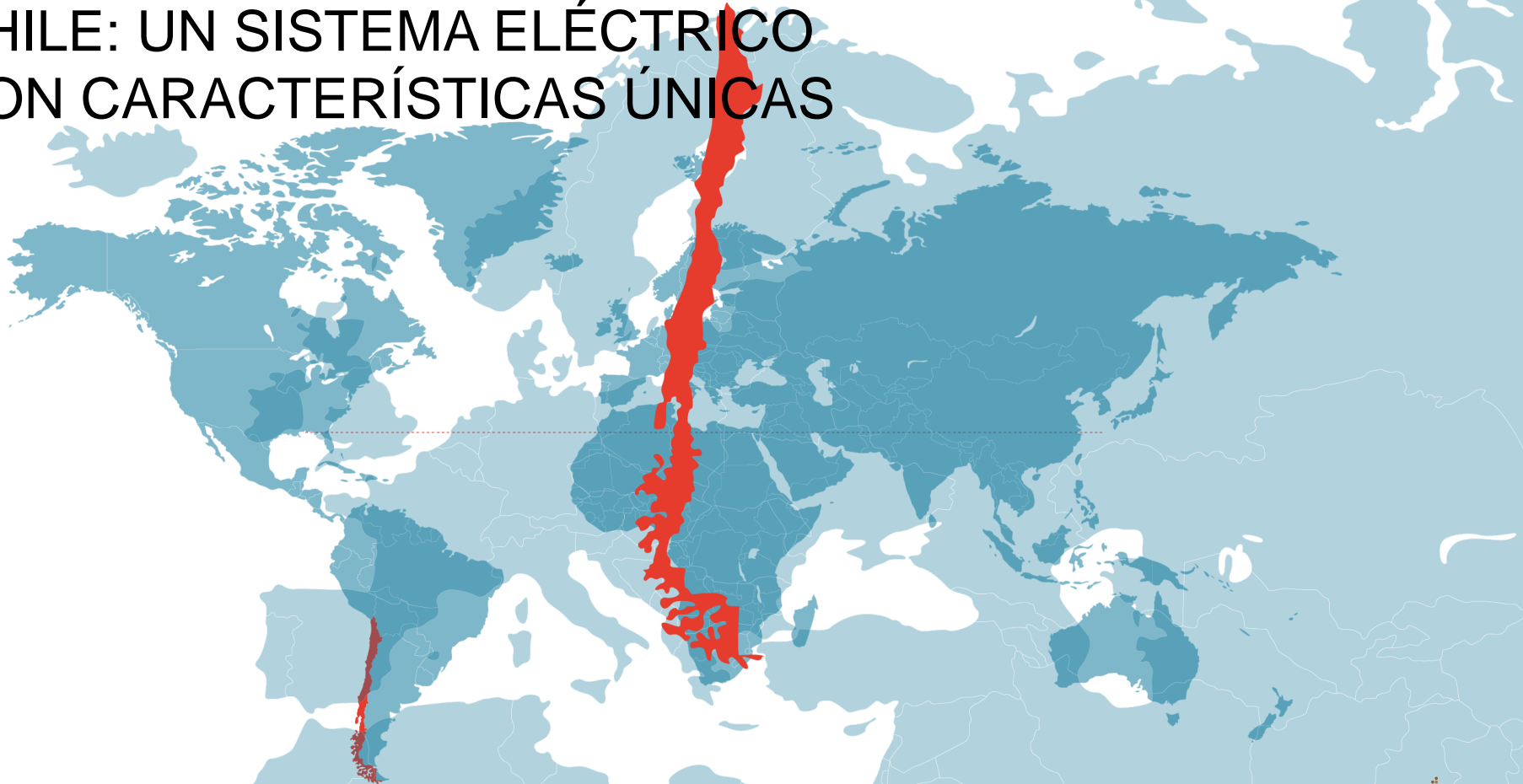
↓
**Automatismo:
SICT-ZN**





↓ 1 SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

CHILE: UN SISTEMA ELÉCTRICO CON CARACTERÍSTICAS ÚNICAS



LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS SING Y SIC PREVIO A SU INTERCONEXIÓN (2016)



Nuevo Sistema de Transmisión Norte-Centro del SEN



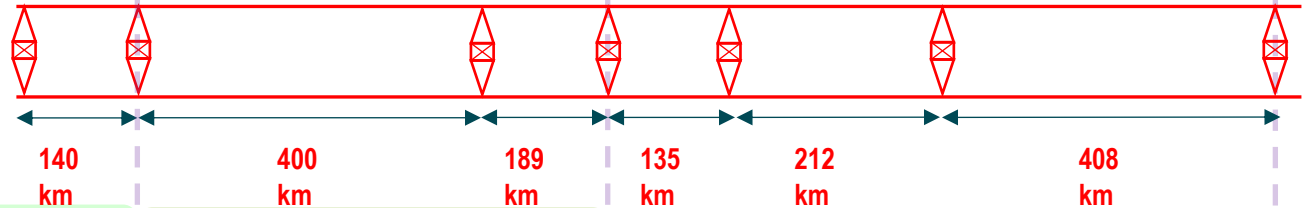
P.E.S. 2017
KAPATUR 220 kV

Líneas de Transmisión en 500kV

P.E.S. 2020

P.E.S. 2017

P.E.S. 2017/18/19



www.coordinador.cl



@coord_electrico



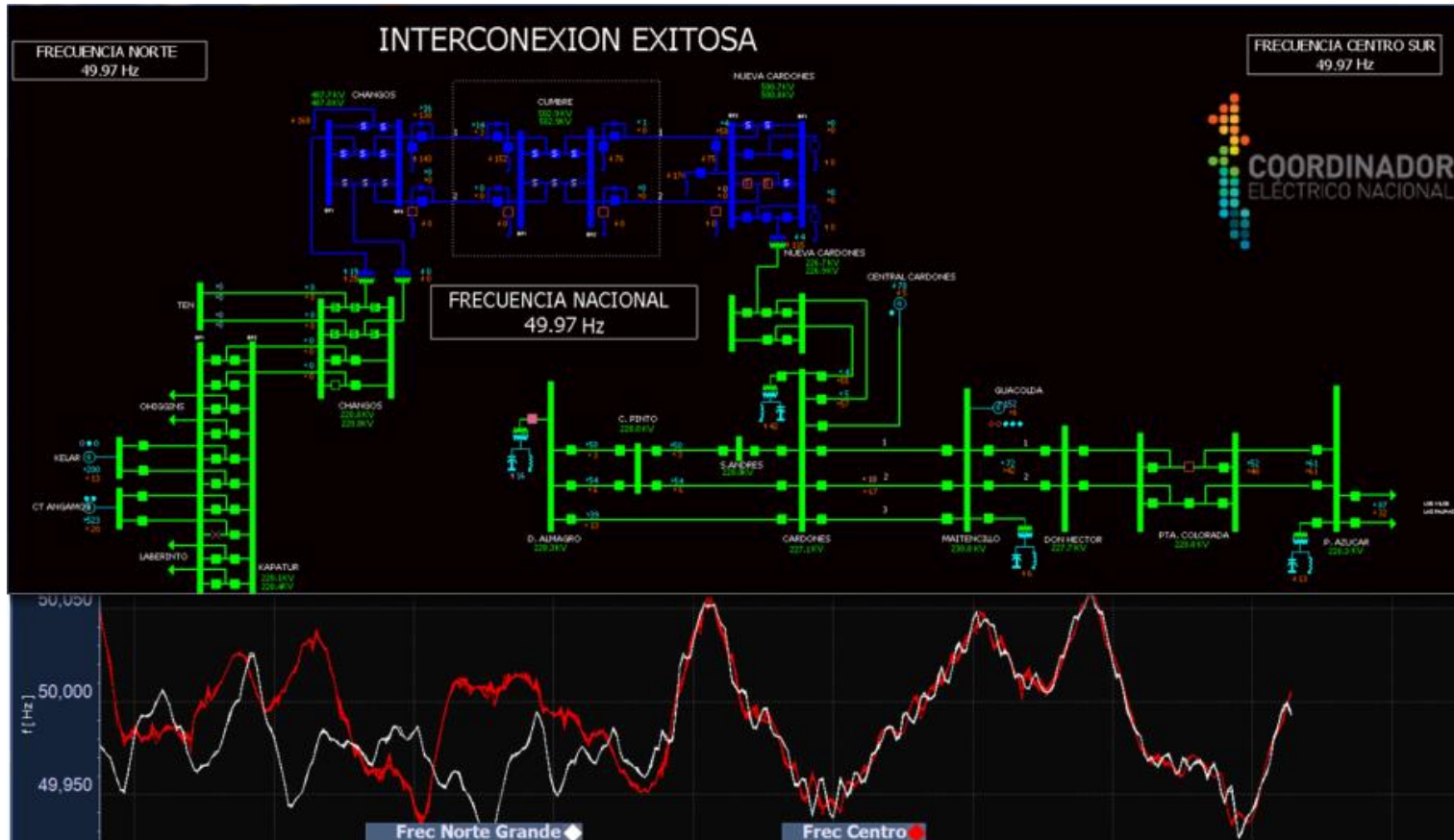
YouTube



LinkedIn

Coordinamos la Energía de Chile

INTERCONEXIÓN SEN: SIC – SING: Martes 21.11.2017: 11:00 horas

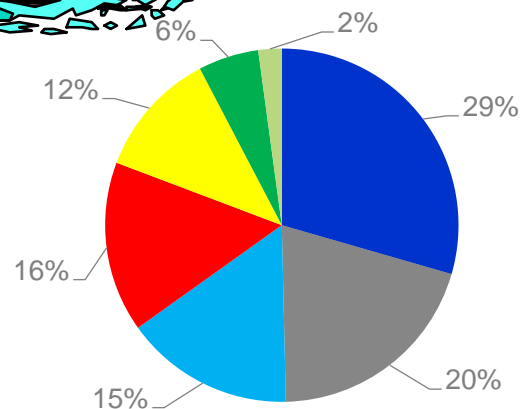


¿Qué características tiene el sistema de transmisión del SEN en 2019?

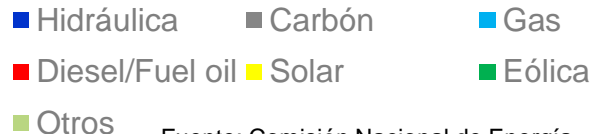
- Sistema de transmisión longitudinal.

Capacidad Instalada: 25.148 MW
Demanda Máxima: 10.523 MW

≈3100 [km]



Hoy existen restricciones de transmisión



Fuente: Comisión Nacional de Energía



www.coordinador.cl



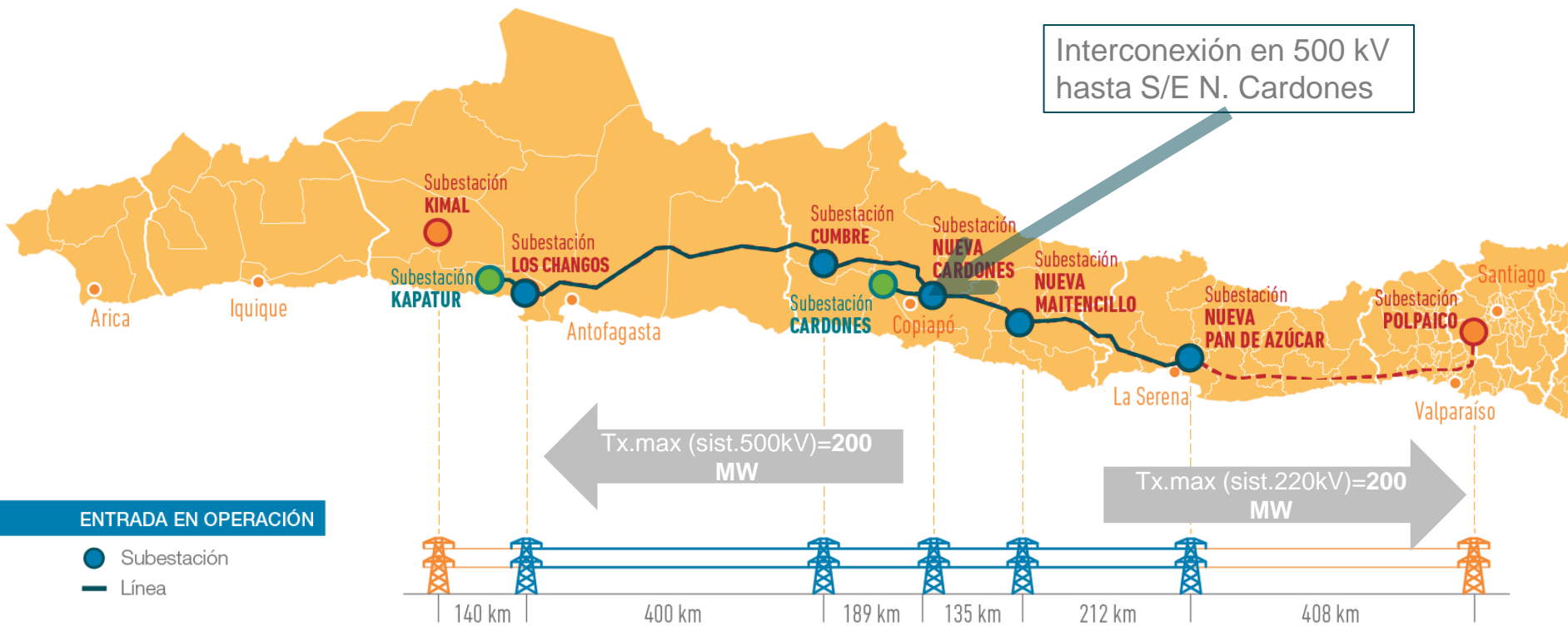
@coord_electrico



YouTube.com/canalamoslaEnergiaDeChile

PROCESO DE INTERCONEXIÓN

Noviembre-Diciembre 2017



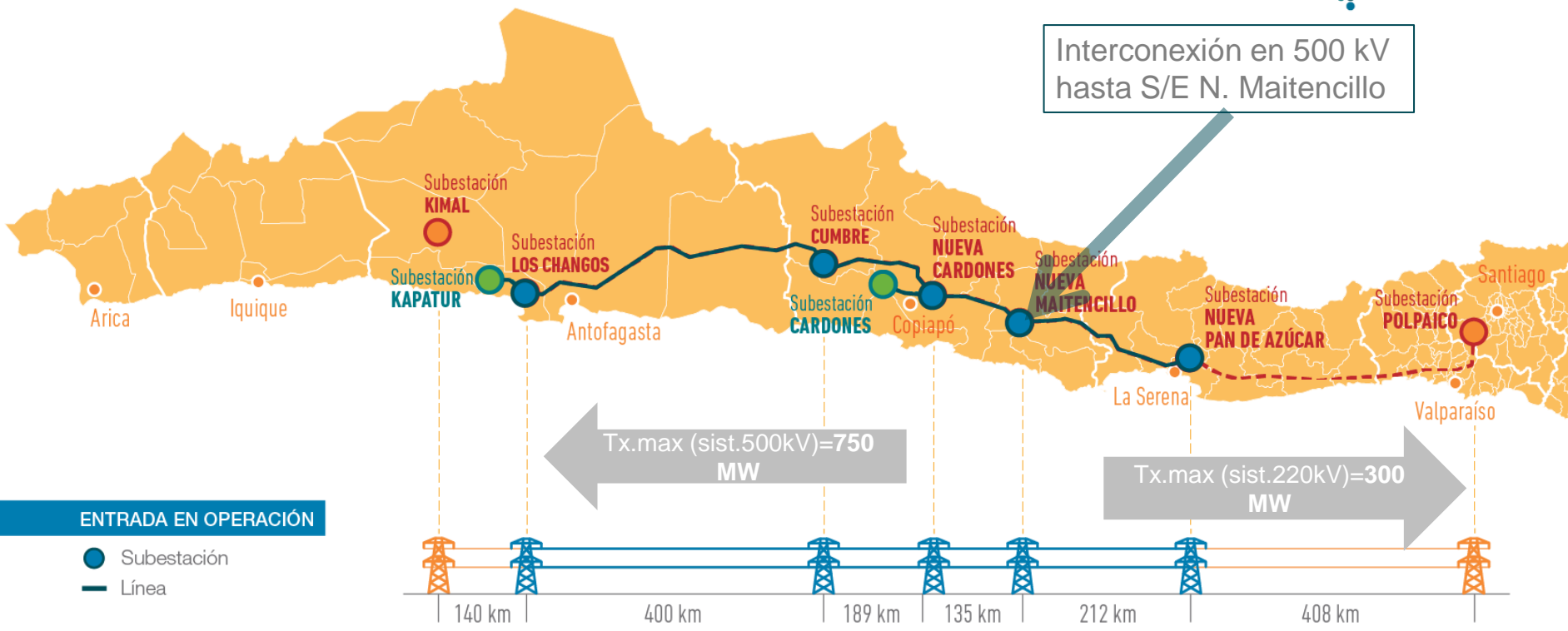
ENTRADA EN OPERACIÓN

- Subestación
- Línea



PROCESO DE INTERCONEXIÓN

Enero - Abril 2018

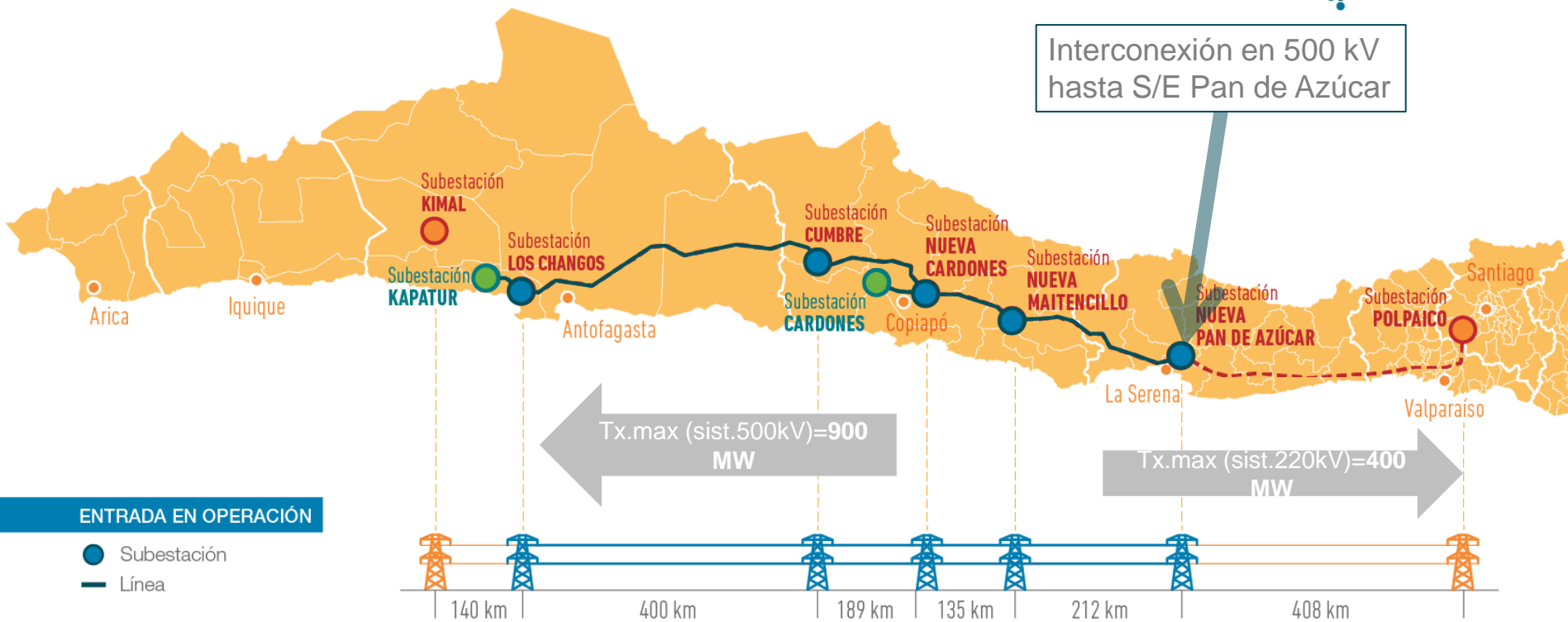


ENTRADA EN OPERACIÓN

- Subestación
- Línea

PROCESO DE INTERCONEXIÓN

Mayo 2018



ENTRADA EN OPERACIÓN

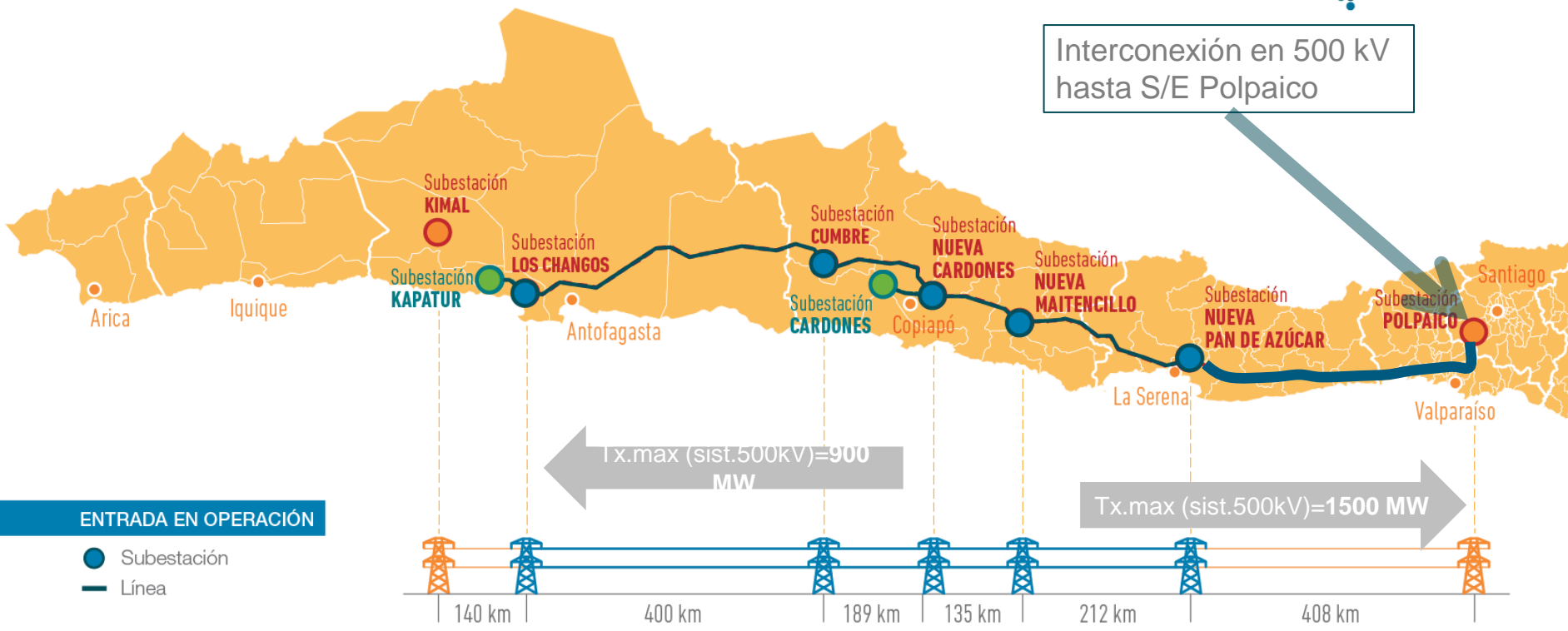
- Subestación
- Línea



PROCESO DE INTERCONEXIÓN

Mayo 2019

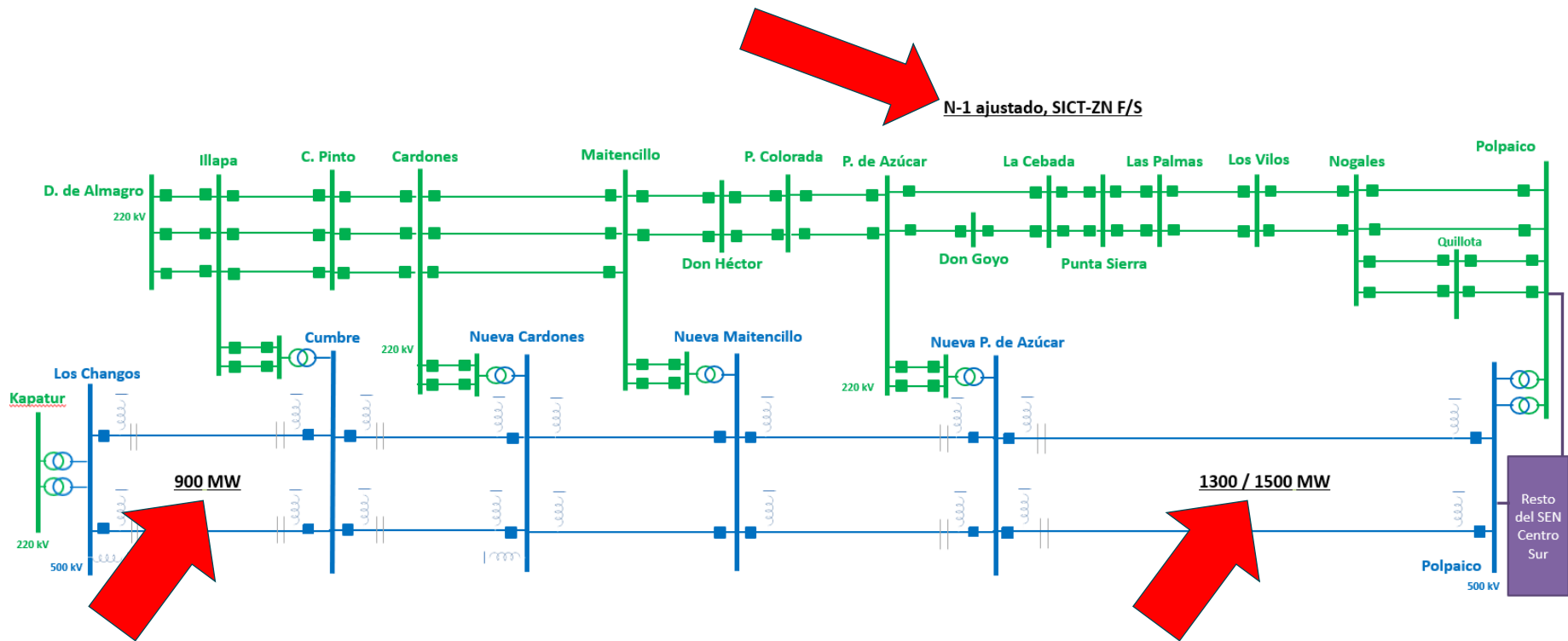
Interconexión en 500 kV hasta S/E Polpaico



ENTRADA EN OPERACIÓN

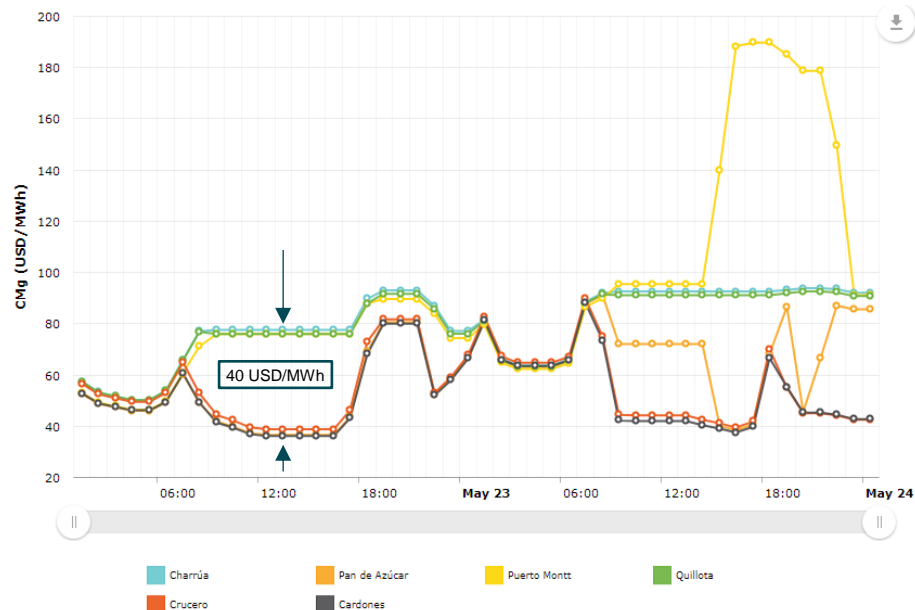
- Subestación
- Línea

Limites de operación vigentes para la Zona Norte

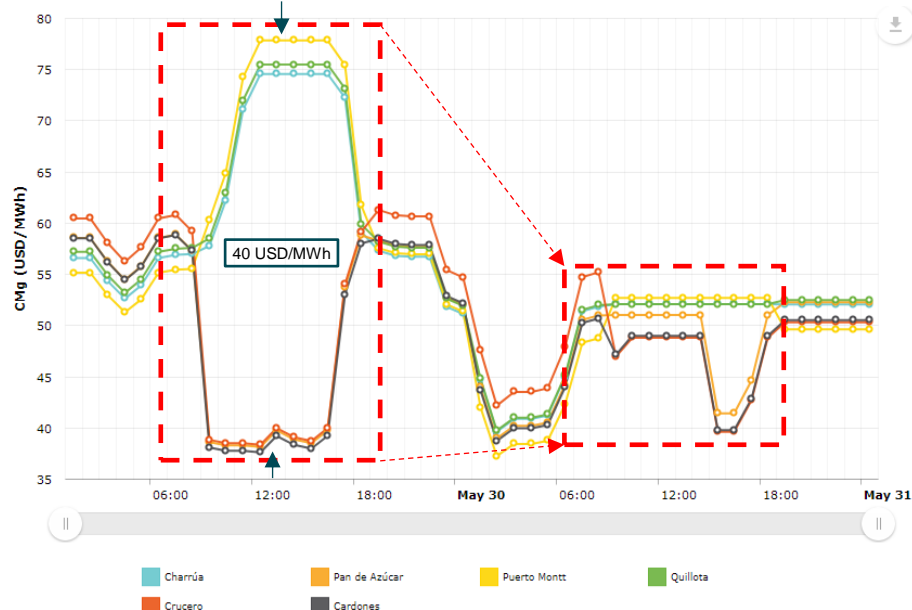


EFECTOS EN EL ACOPLAMIENTO DEL SISTEMA

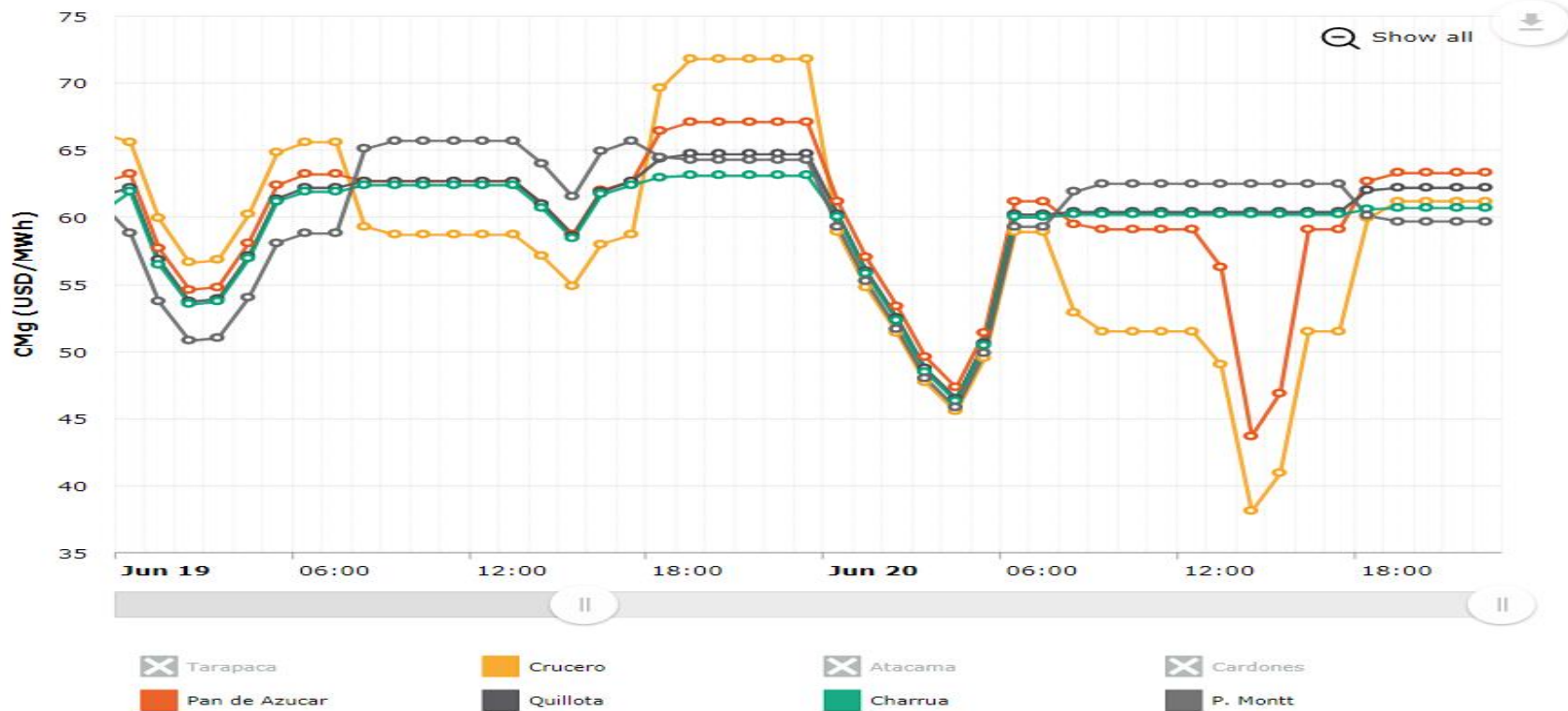
Costo marginal real del sistema entre las 0:00 horas del 22 de mayo y las 00:00 del 24 de mayo



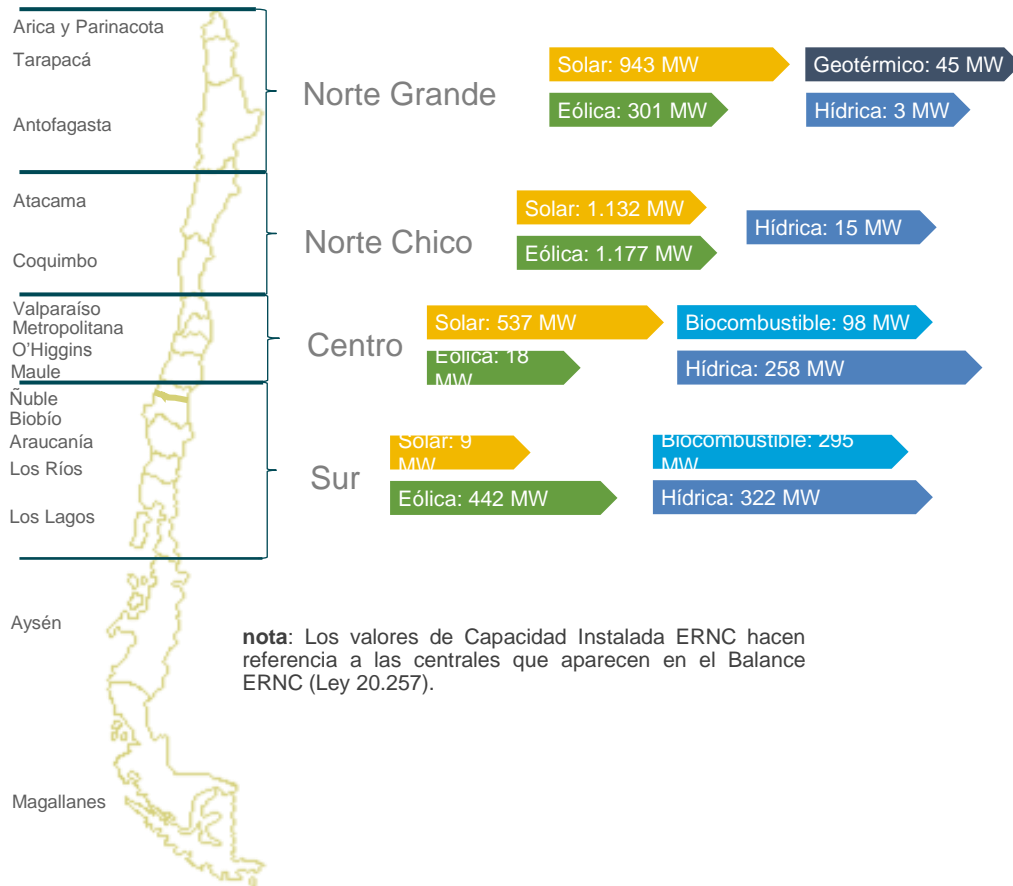
Costo marginal real del sistema entre las 0:00 horas del 29 de mayo y las 00:00 del 31 de mayo



EFECTOS EN EL ACOPLAMIENTO DEL SISTEMA



Capacidad Instalada ERNC por Zona (cierre mayo 2019)



nota: Los valores de Capacidad Instalada ERNC hacen referencia a las centrales que aparecen en el Balance ERNC (Ley 20.257).

Capacidad Instalada

ERNC Total Sistema

mayo 2019

ERNC	5.597 MW
CONVENCIONAL	19.591 MW
TOTAL	25.148 MW





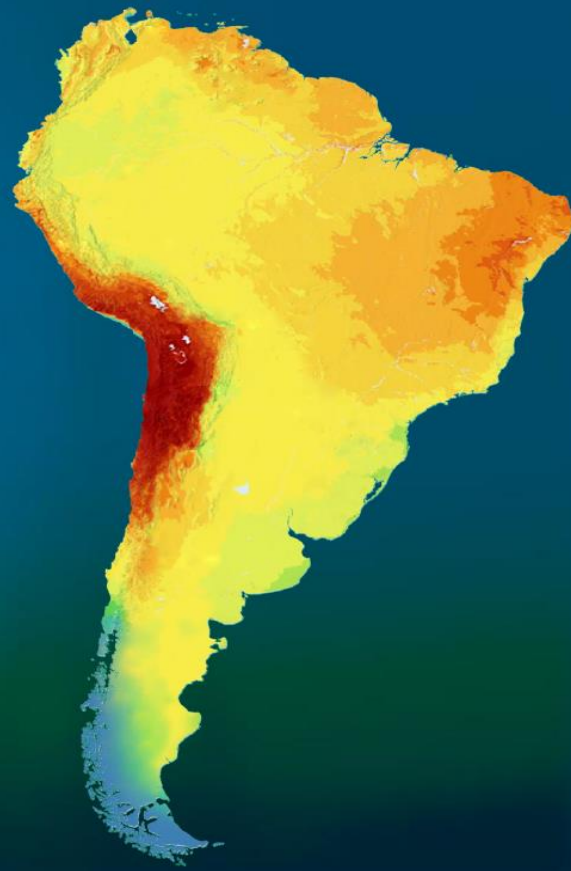
↓ 2 INTEGRACIÓN ERNC-V: DESAFÍO OPERACIONAL

GRAN POTENCIAL SOLAR

DESAFIOS INTEGRACIÓN ERNC

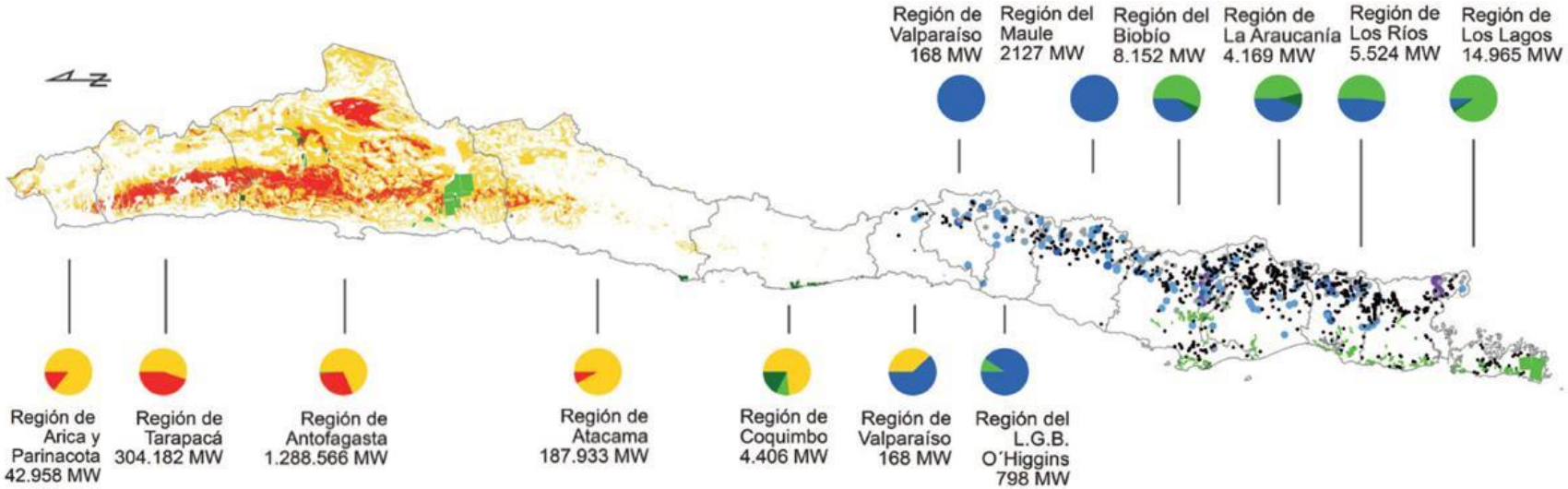
- ✓ Variabilidad y Predictibilidad.
- ✓ Escala y concentración.
- ✓ Acceso y Desarrollo de Sistema de Transmisión.
- ✓ **Flexibilidad:** Parque Generador e Interconexiones.
- ✓ Almacenamiento.

Niveles de radiación



Potencial Energía Renovable en Chile

Más de 1.865 GW wind-solar-hydro.



Fuente: Presentaciones CNE y Min.

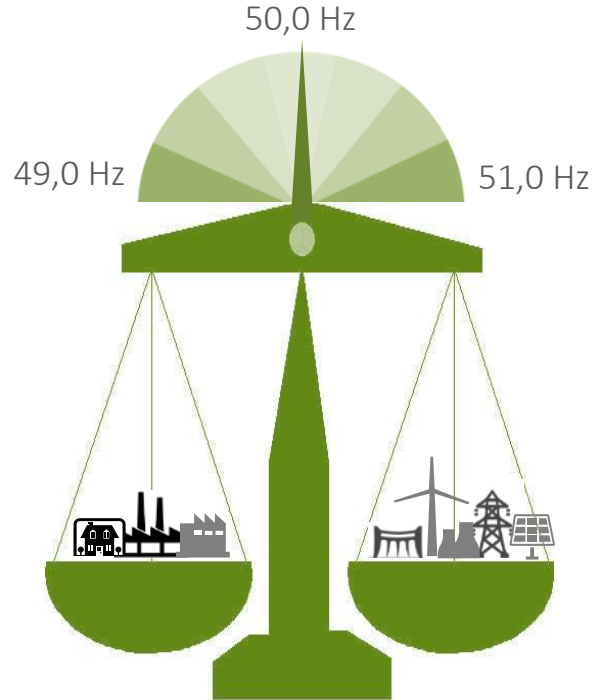
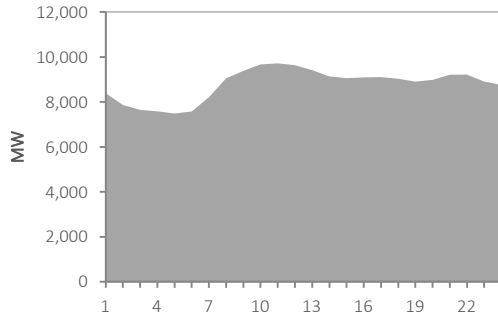
<http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/2014.html>

Energía:

Desafío para la operación

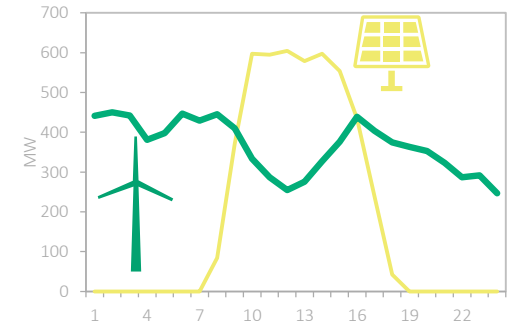
Consumo predecible y de variaciones lentas

Total SIC + SING



Generación Renovable altamente variable

Eólico y Solar

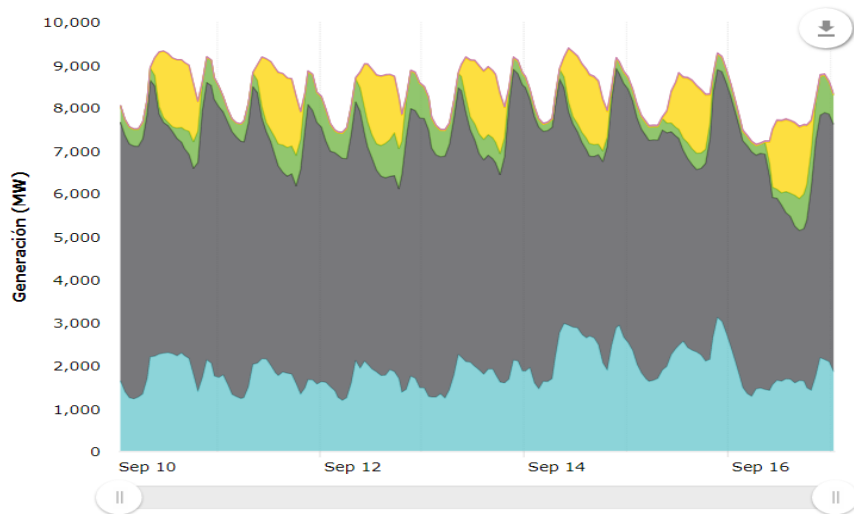


Un desafío para la operación: Mantener el control entre generación y consumo para asegurar la estabilidad y calidad del suministro eléctrico.



www

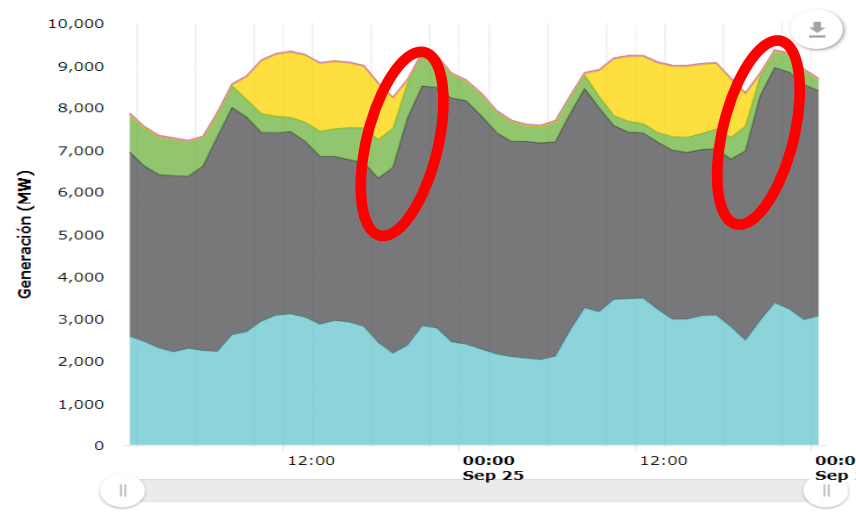
CURVA DE DEMANDA BRUTA DIARIA Y CURVA NETA (SIN “WIND+PV”):DUCK CURVE – control de rampas



HIDRAULICA
SOLAR

TERMICA
GEOTERMICA

EOLICA



HIDRAULICA
SOLAR

TERMICA
GEOTERMICA

EOLICA



Capacidad instalada ERNC-V Proyección

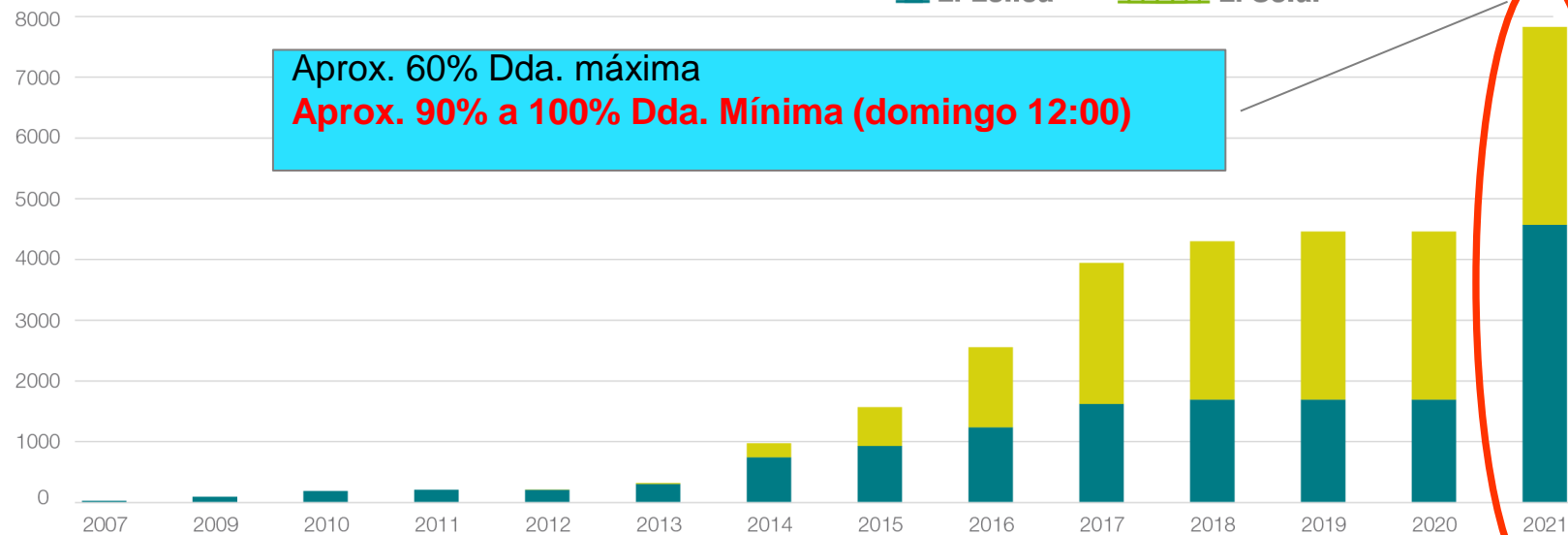


E. Eólica



E. Solar

Capacidad Instalada MW



Aprox. 60% Dda. máxima

Aprox. 90% a 100% Dda. Mínima (domingo 12:00)

Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional, CNE (Res Ex 315, junio 2017 y Res Ex 131 marzo, Plan de Expansión doce meses)



www.coordinador.cl



@coord_electrico



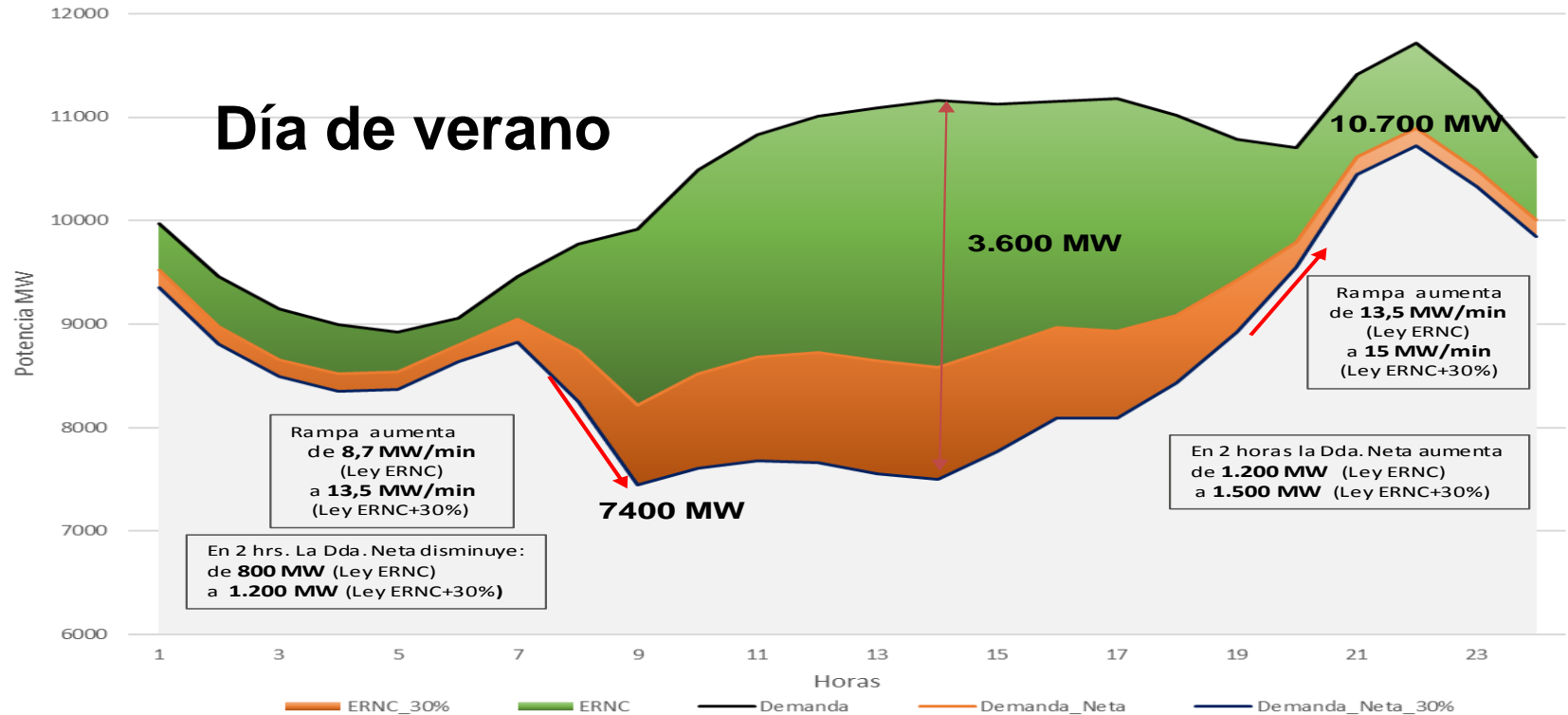
YouTube



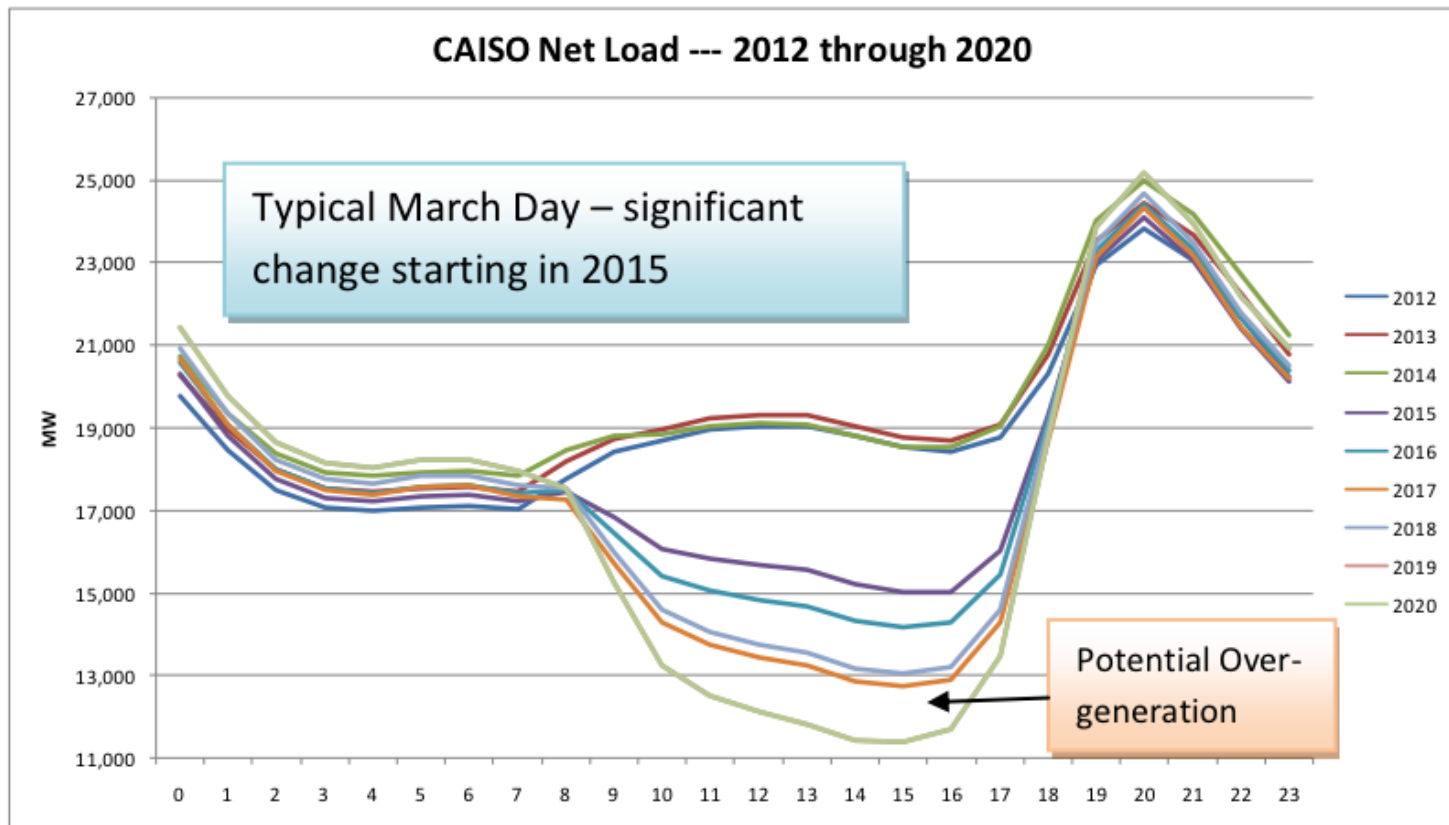
LinkedIn

Coordinamos la Energía de Chile

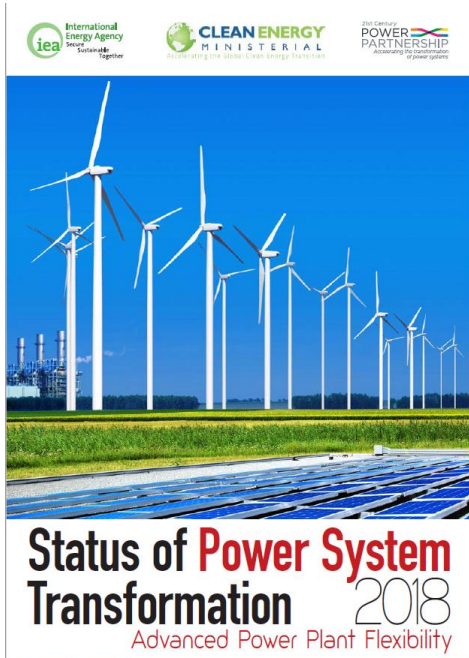
Perfil horario Demanda Neta 2020-2021 (DBruta – GenERNC)



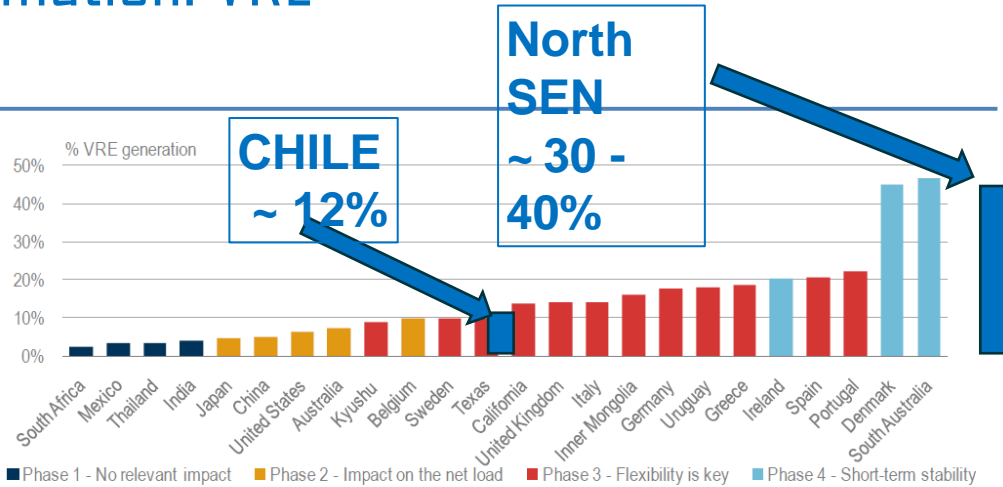
EL FUTURO...



Power System Transformation: VRE



Page | 22



Note: Kyushu is a large island located in southwest Japan.

Source: Adapted from IEA (2017c), *Renewables 2017: Analysis and forecasts to 2022*.





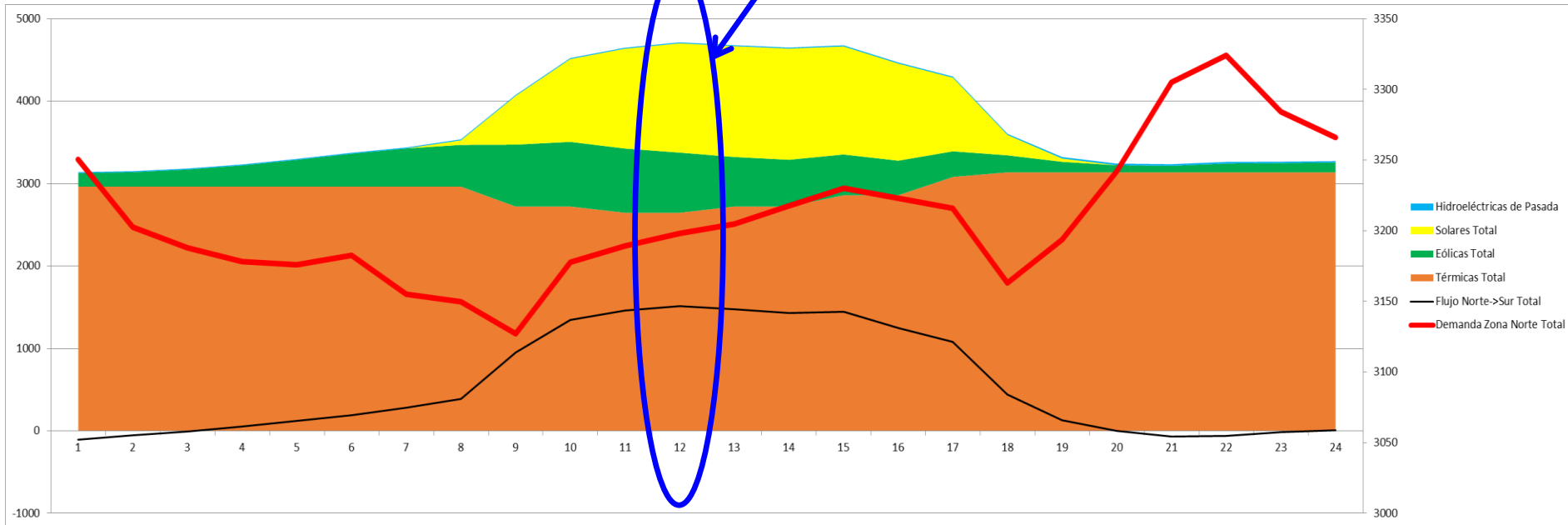
THE CONSORTIUM



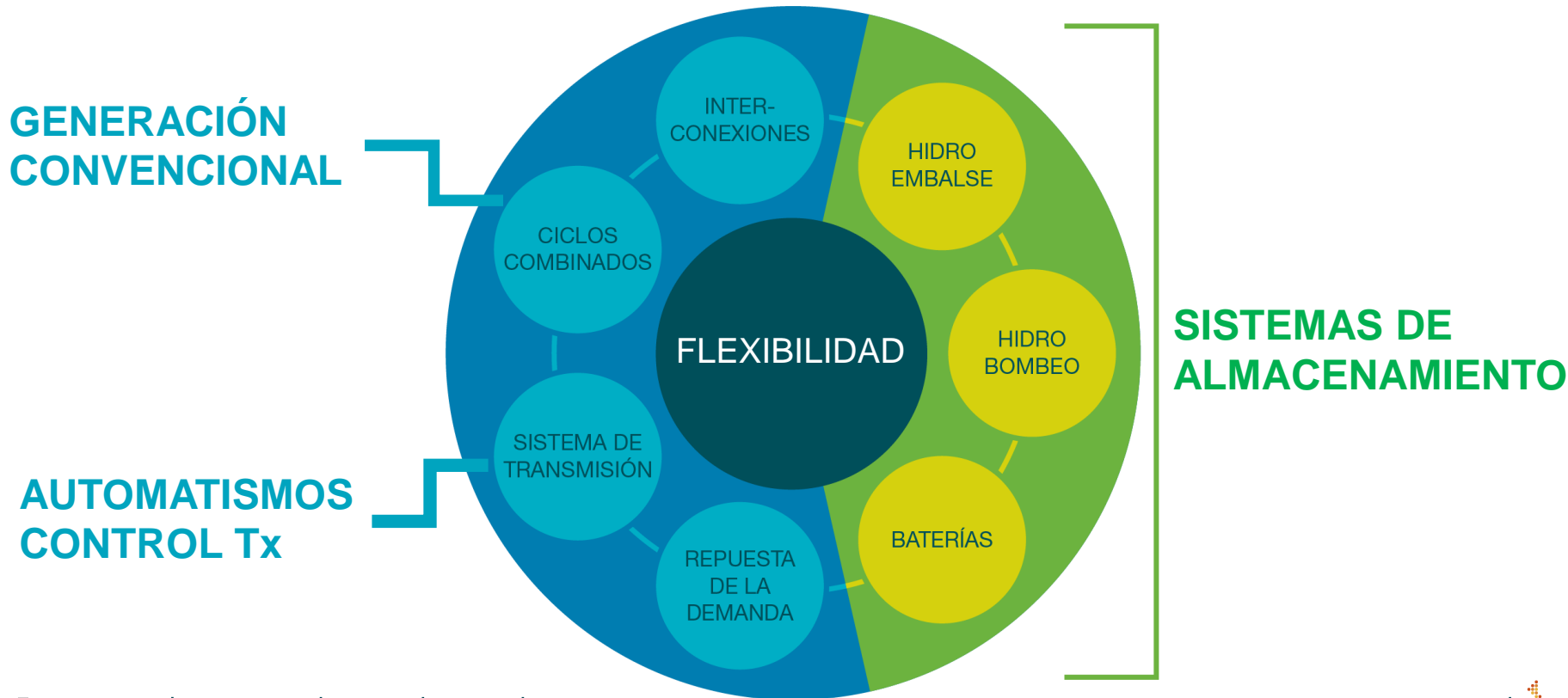
MIGRATE will provide requirements for future measures, methods and tools for a secure operation of the upcoming converter dominated power system.

Operación Zona Norte SEN

Participación de ERNC en Dda.Local-horaria: 60 a 80%



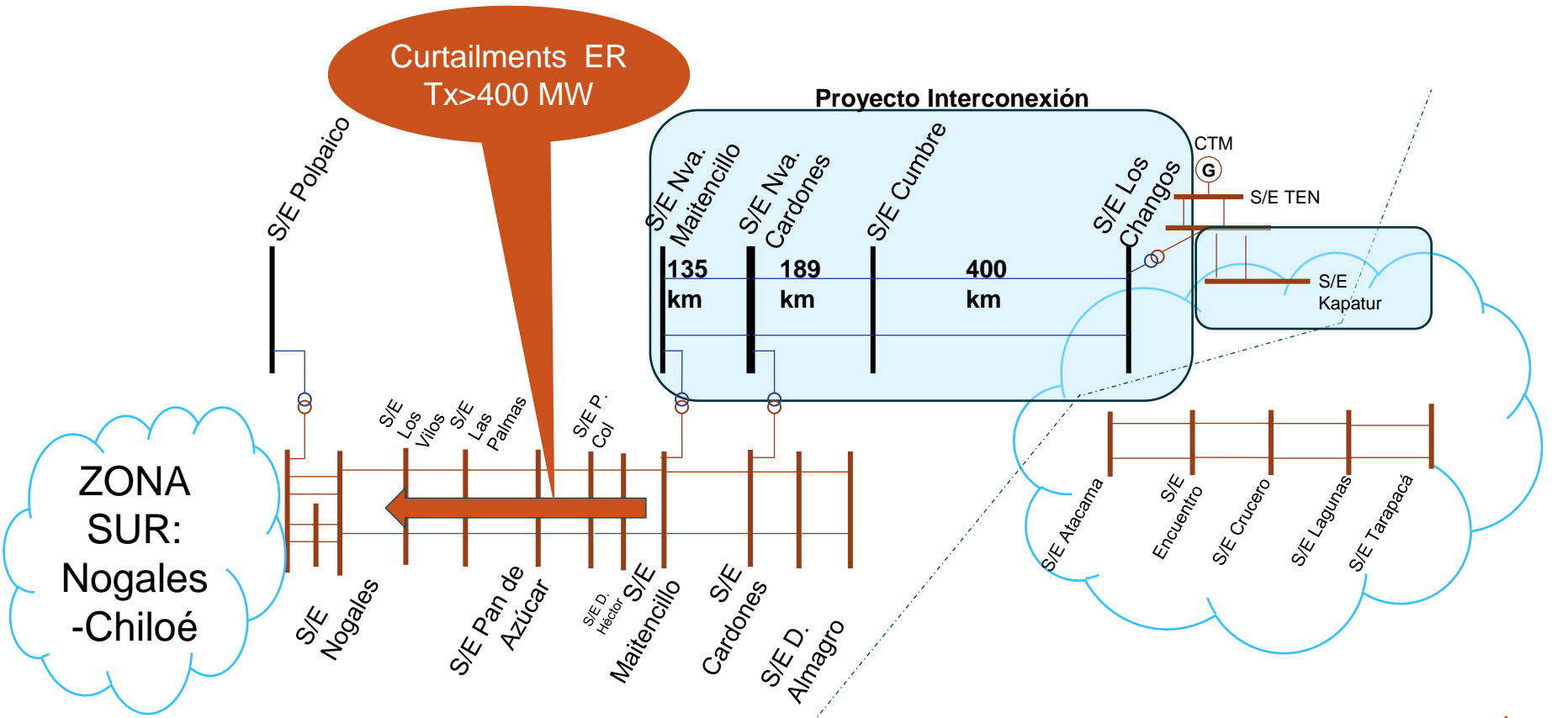
DESAFÍOS DE INTEGRACIÓN DE ERV



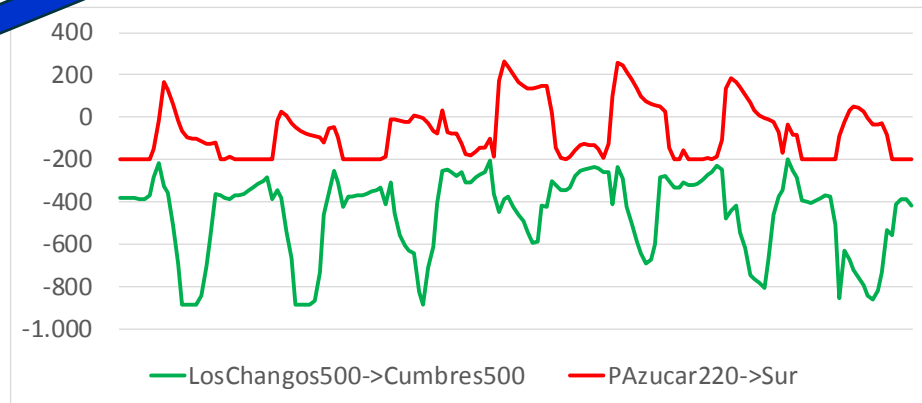
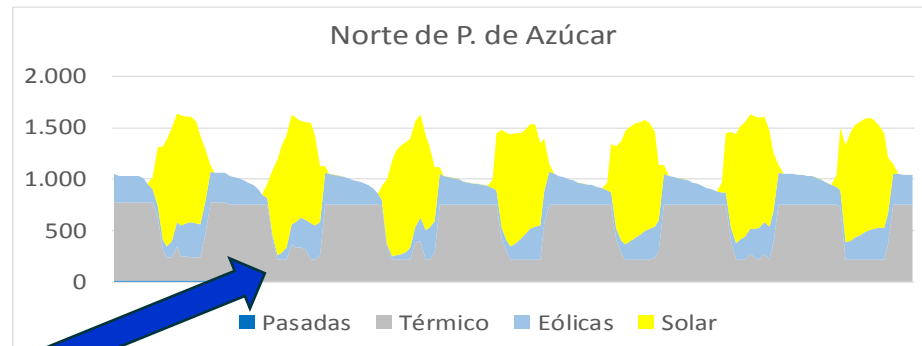
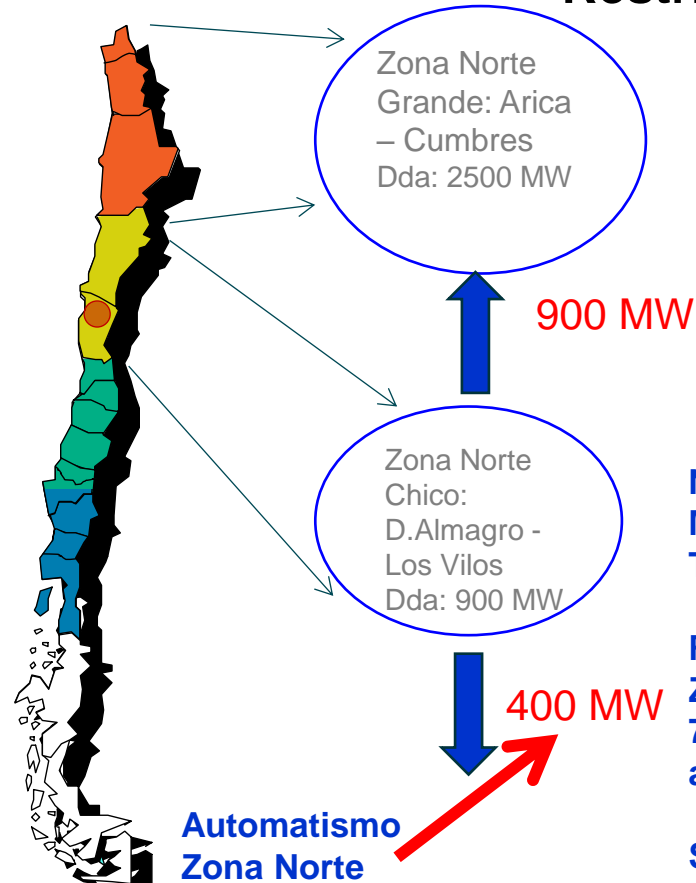


3 Automatismo: SICT-ZN ↓ Antes de NPAZ-POLP 500kV

CUELLOS DE BOTELLA EN TRANSMISIÓN



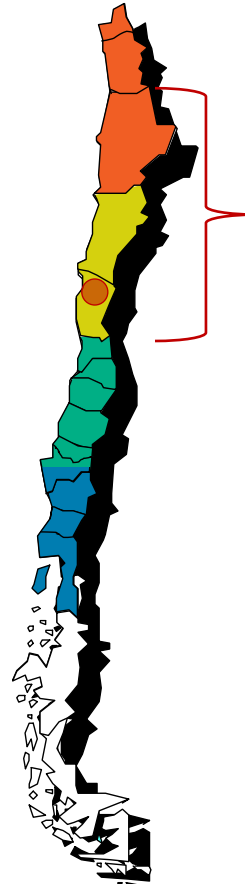
Restricciones de Transmisión



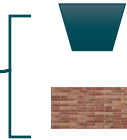
SEN:
>1200 MW

Fuente: Resumen Ejecutivo Operación, 5 de septiembre de 2018

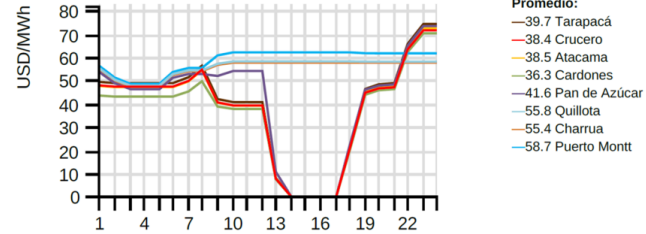
Los desafíos continúan



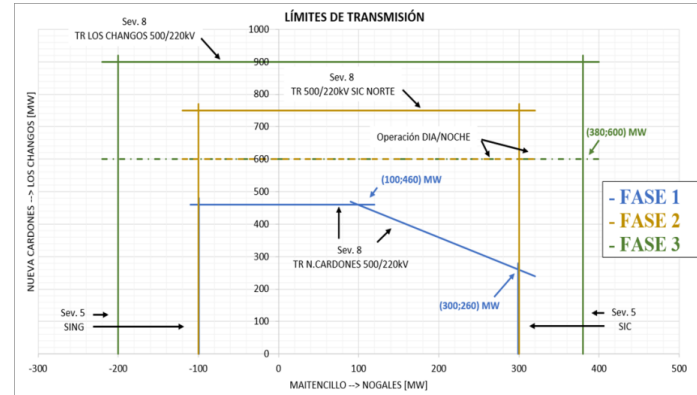
- Nueva capacidad de Tx para integración de ER-V
- GNL inflexible
- Escenarios de baja demanda
- Restricciones de seguridad: reserva, inercia, control de potencia reactiva



Costo Marginal Real Preliminar (USD/MWh)



Fuente: Resumen Ejecutivo Operación, 5 de septiembre de 2018

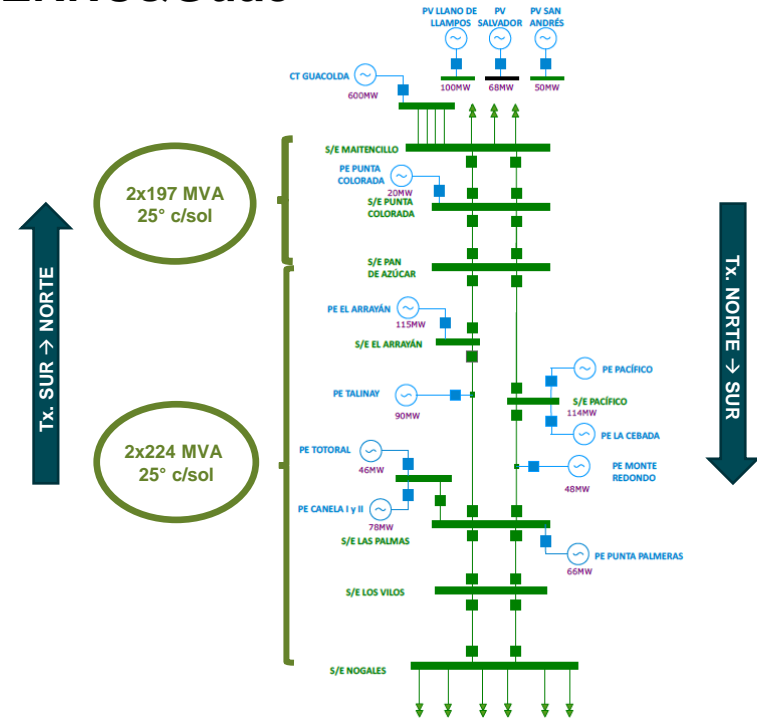


EL AÑO 2012 SE COMENZARON A REALIZAR LOS ANÁLISIS PARA MAXIMIZAR TRANSFERENCIAS Y GENERACIÓN DE LA ZONA NORTE DEL SIC.

- 1) Jul-2013 a Dic-2014 EDAG-ERAG sobre Guacolda
- 2) Desde Ago-2016 EDAG-ERAG sobre ERNC&Guac

ESCENARIOS DE OPERACIÓN Y METODOLOGÍA

- ✓ Se representan las condiciones más exigentes para el sistema de transmisión, considerando flujos de potencia en ambos sentidos (NORTE → SUR y SUR → NORTE).
- ✓ Análisis del comportamiento dinámico y de régimen permanente del sistema, mediante simulaciones.
- ✓ Se determinan los límites de transmisión y su naturaleza (térmico, estabilidad).



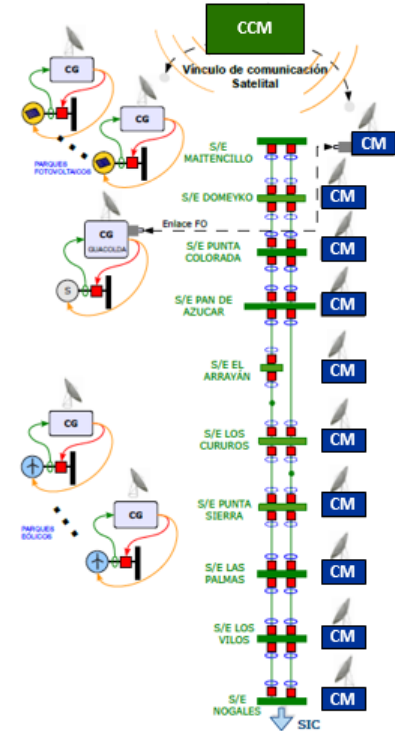
FILOSOFÍA DEL AUTOMATISMO SICT-ZN

CONTROL DE RÉGIMEN PERMANENTE

- ✓ Garantizar niveles seguros de transferencia ante variaciones o eventos que no sean detectados directamente por el Control de Contingencia Simple.
- ✓ Detectar sobrecargas leves y aplicar limitaciones de generación a parques ERNC o generación convencional.
- ✓ Detectar sobrecargas severas y ejecutar órdenes de reducción rápida y/o desconexión de ERNC o generación convencional.

CONTROL DE CONTINGENCIA SIMPLE

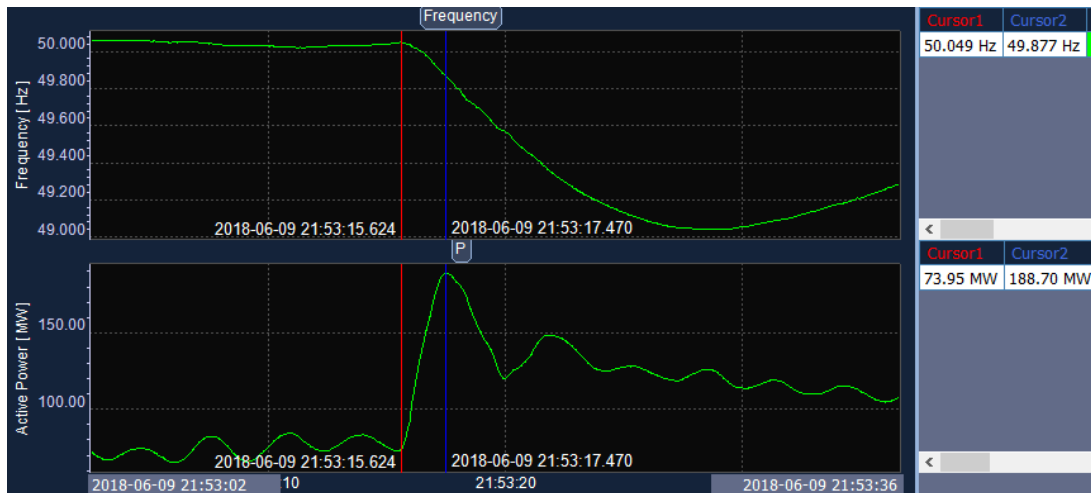
- ✓ Estimar flujos post-contingencia ante potencial pérdida de cualquier circuito del Sistema de Transmisión supervisado.
- ✓ Evaluar montos de generación a reducir o desconectar.
- ✓ Detectar apertura de líneas y ejecuta ordenes de Reducción / Desconexión de unidades o parques preseleccionados.
- ✓ Verificar nivel de carga post-contingencia de líneas una vez estabilizado el sistema y ejecutar nuevas acciones si fuese necesario.
- ✓ Su actuación inhabilita la acción del Control de Régimen Permanente



OPERACIÓN SICT-ZN SÁBADO 09 DE JUNIO 2018, 21:53 hrs.

Falla informada: Salida intempestiva C. Nehuenco II (375 MW)

Aumento de Tx en Pan de Azúcar: 115MW por circuito en ~2 [s] debido a aporte del Norte Grande.



Máxima Tx observada: ~530MW en Las Palmas – Los Vilos

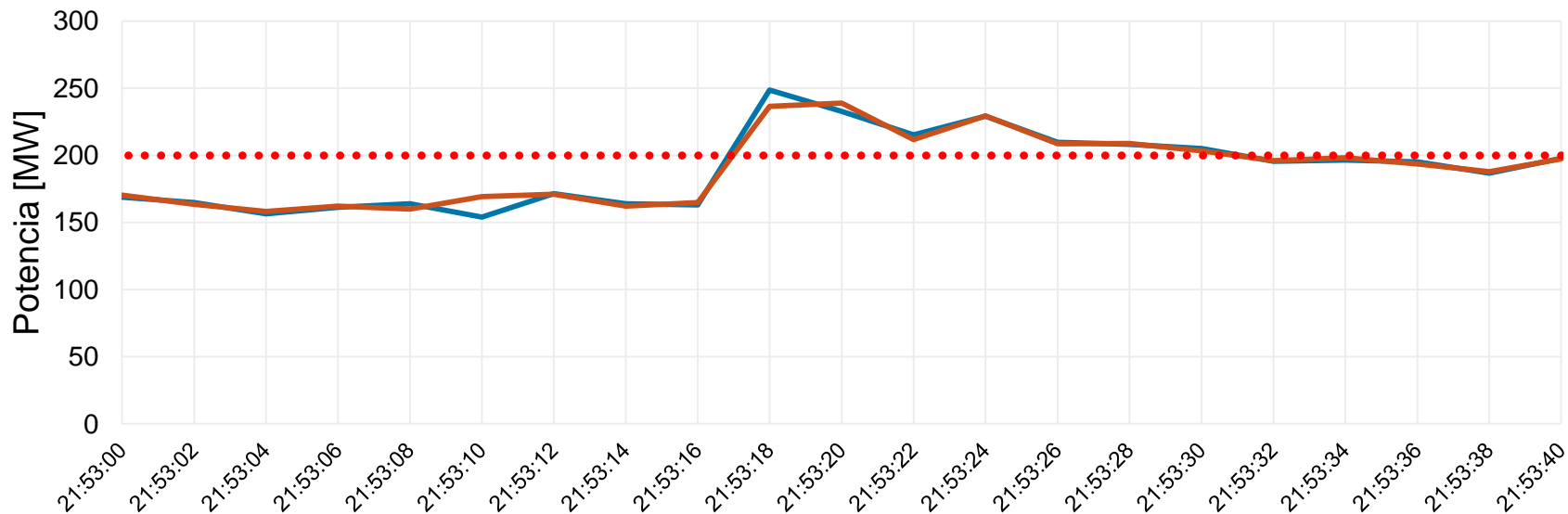


Frecuencia mínima: **49.039 [Hz]** ; a los 14 [s] de ocurrida la falla



REGISTRO DEL SICT-ZN 09 DE JUNIO 2018, 21:53 HRS

Op. SICT-ZN 09-jun: Transferencia Las Palmas - Los Vilos
220kV



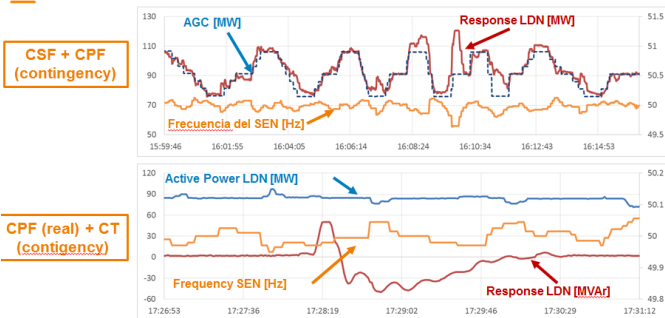


PRÓXIMOS DESAFÍOS

FUTURO CERCANO...

- ✓ Mercado de SSSC, oportunidad para ER-v.
- ✓ Primera prueba con 141 MW PV (First. Solar PV LDN), Sobre la base de la experiencia en California (CAISO, NREL, First Solar)
- ✓ Generación distribuida: Microgrid
- ✓ Sistemas de almacenamiento: BESS, PSH, Virtual Dam
- ✓ HVDC
- ✓ RSS
- ✓ Descarbonización
- ✓ 100% P.E.???

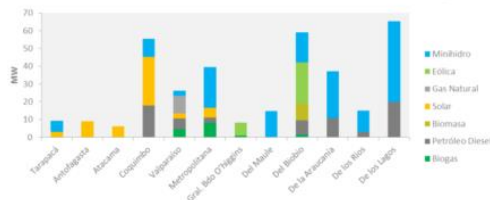
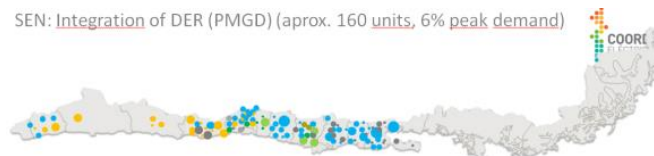
Additional Tests done in Chile Simultaneous provision of Ancillary Services



USING RENEWABLES TO OPERATE A LOW-CARBON GRID:
Demonstration of Advanced Reliability Services from a Utility-Scale Solar PV Plant



SEN: Integration of DER (PMGD) (aprox. 160 units, 6% peak demand)



Cochrane: 20 MW
Angamos: 20 MW
Norgener: 12 MW

