



CDEC SIC

CENTRO DE DESPACHO ECONOMICO DE CARGA
SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL



EXPERIENCIA EN EL SIC EN LA CONEXIÓN Y OPERACIÓN DE CENTRALES ERNC

Andrés Salgado R.
Director Técnico Ejecutivo CDEC SIC

Santiago, lunes 18 de abril de 2016



SEMINARIO
ERNC en Chile:
Experiencia y desempeño
a 8 años de la Ley 20.257

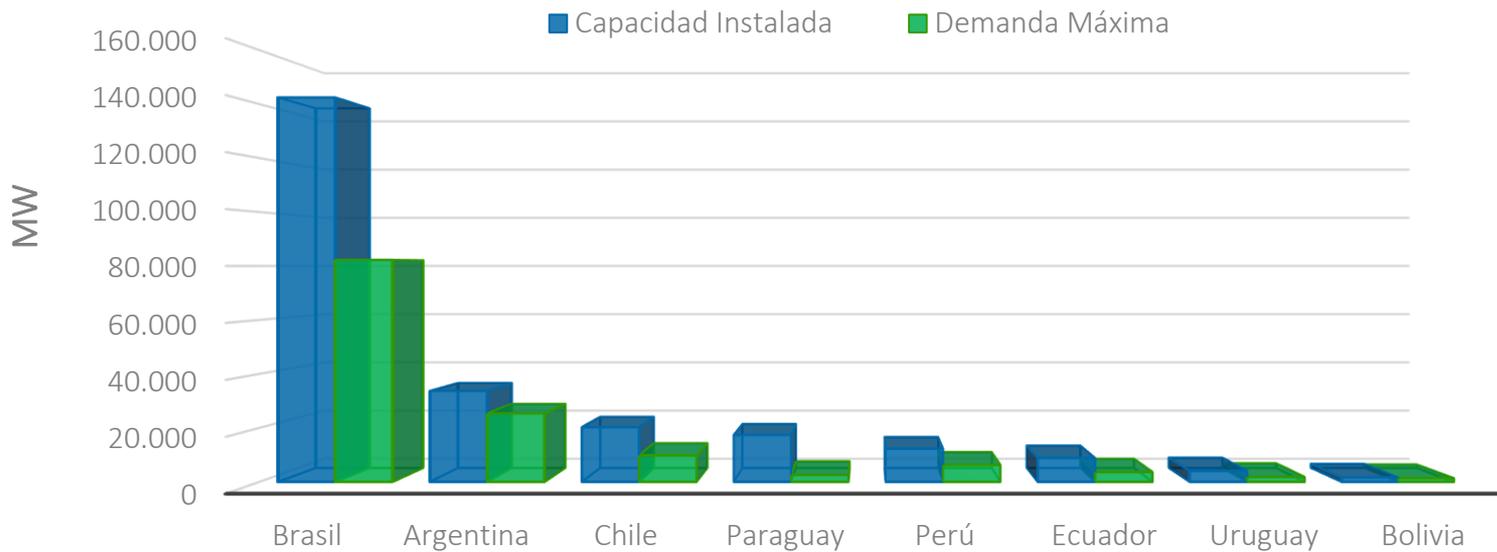
INTRODUCCIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

ADAPTÁNDOSE AL MAYOR APORTE ERNC

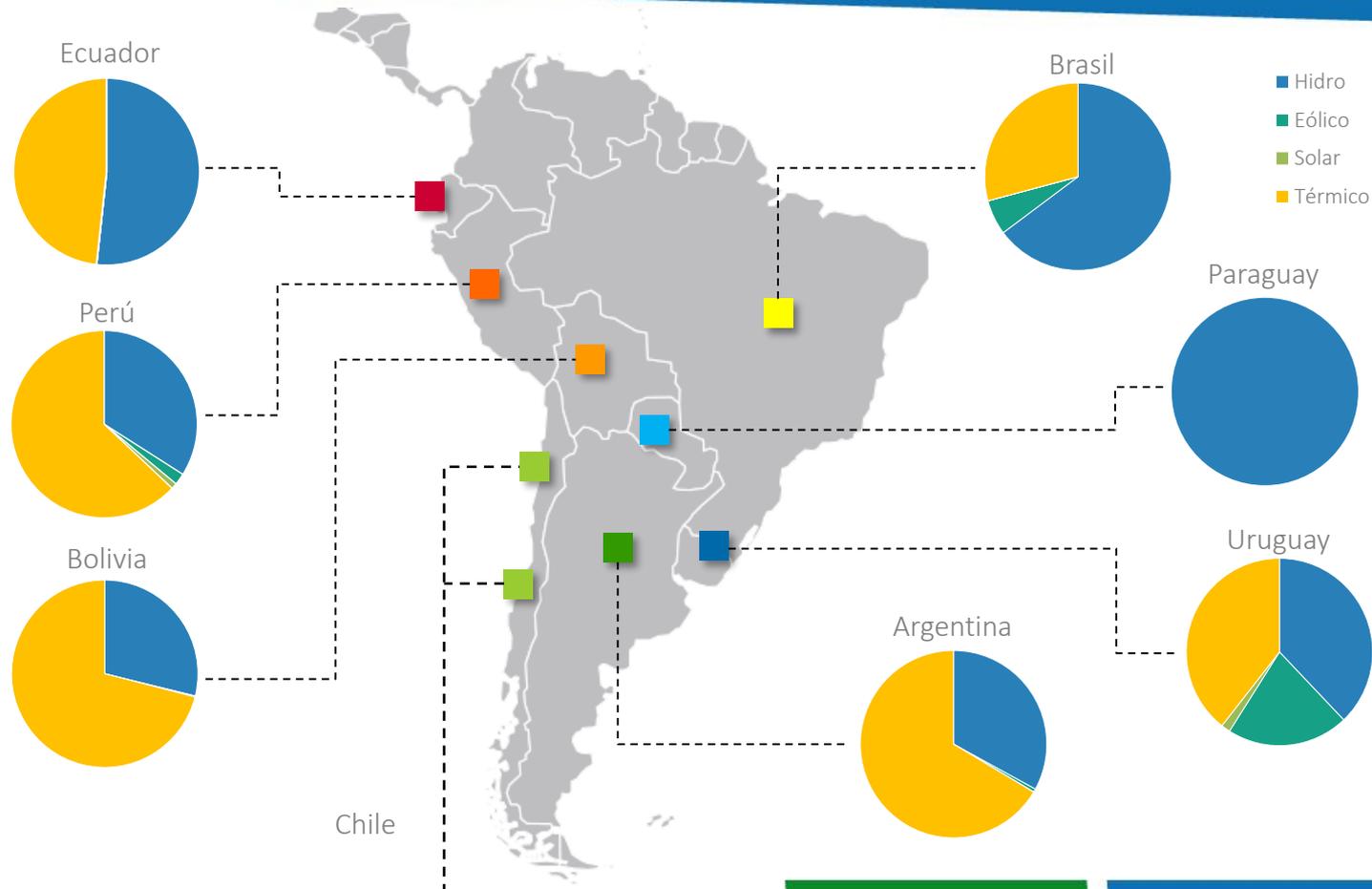
PROYECTOS Y CONEXIONES

RESUMEN

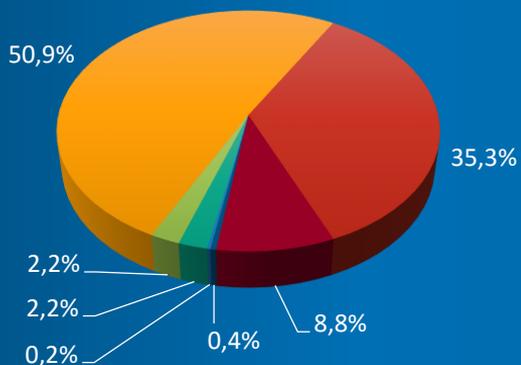


	Brasil	Argentina	Chile	Paraguay	Perú	Ecuador	Uruguay	Bolivia
% Eólico + Solar	6,0%	0,6%	7,7%	0,0%	3,0%	0,0%	22,7%	0,2%





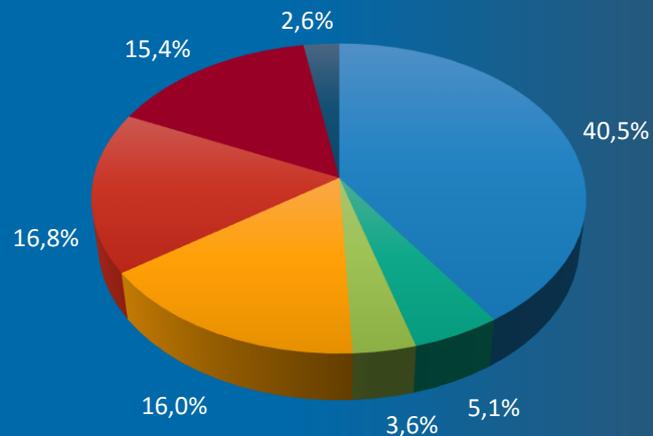
SING



Potencia Bruta Instalada: 4.162 MW

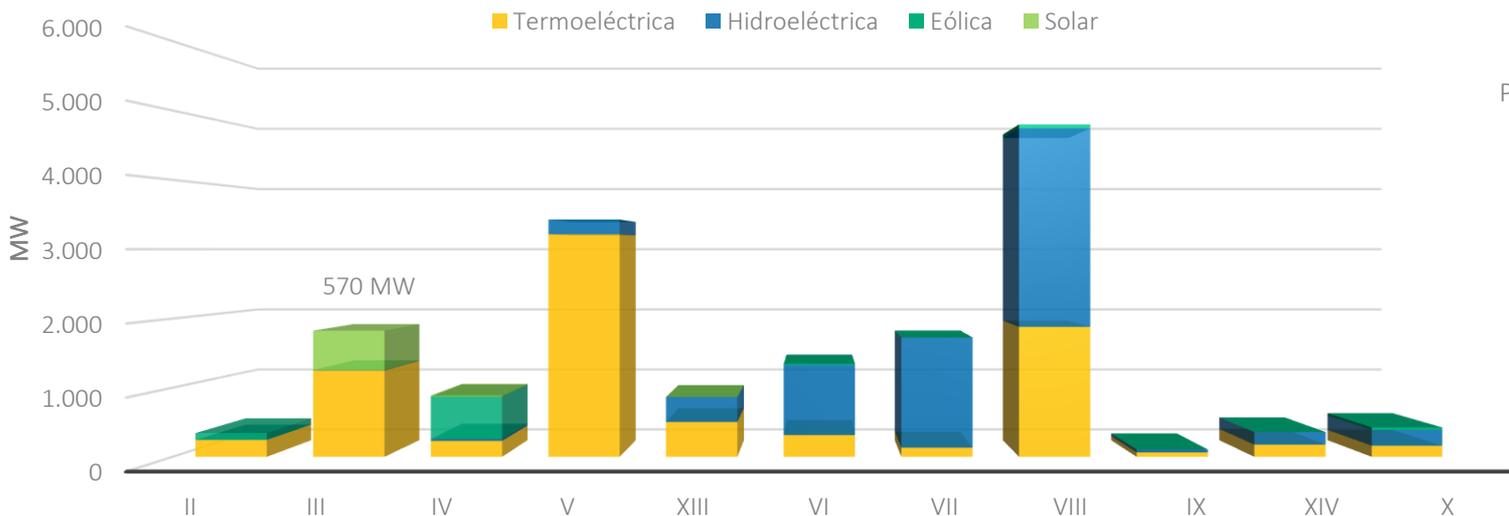
- Hidroeléctrica
- Carbón
- Cogeneración
- Eólico
- Gas Natural
- Derivados Petróleo
- Solar

SIC



Potencia Bruta Instalada: 16.112 MW

- Hidroeléctrica
- Carbón
- Biomasa
- Eólico
- Gas Natural
- Derivados Petróleo
- Solar



Potencia Bruta Instalada:
16.112 MW

98% de la capacidad instalada en centrales solares se ubica en la III Región

98%



75%



75% de la capacidad instalada en centrales eólicas se ubica en la IV Región de Coquimbo

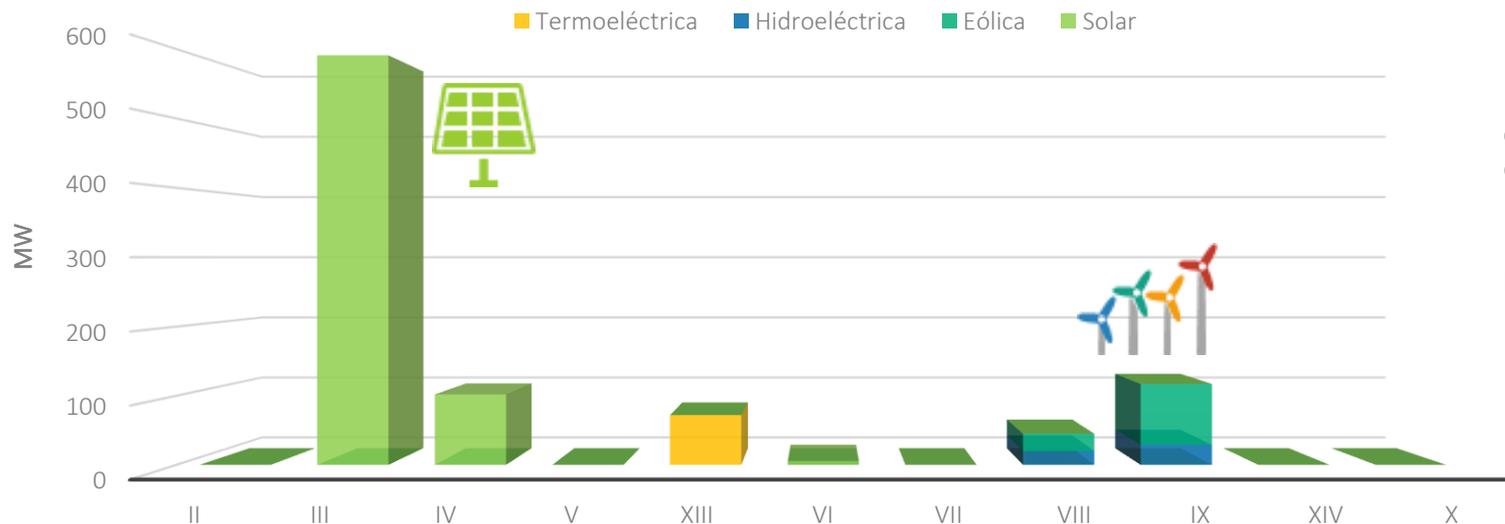
18%



18% de la capacidad instalada del SIC corresponde a hidroelectricidad ubicada en la VIII Región.



Centrales térmicas se ubican principalmente en las III, V y XIII Regiones.



Potencia Bruta Instalada considerando proyectos en construcción:

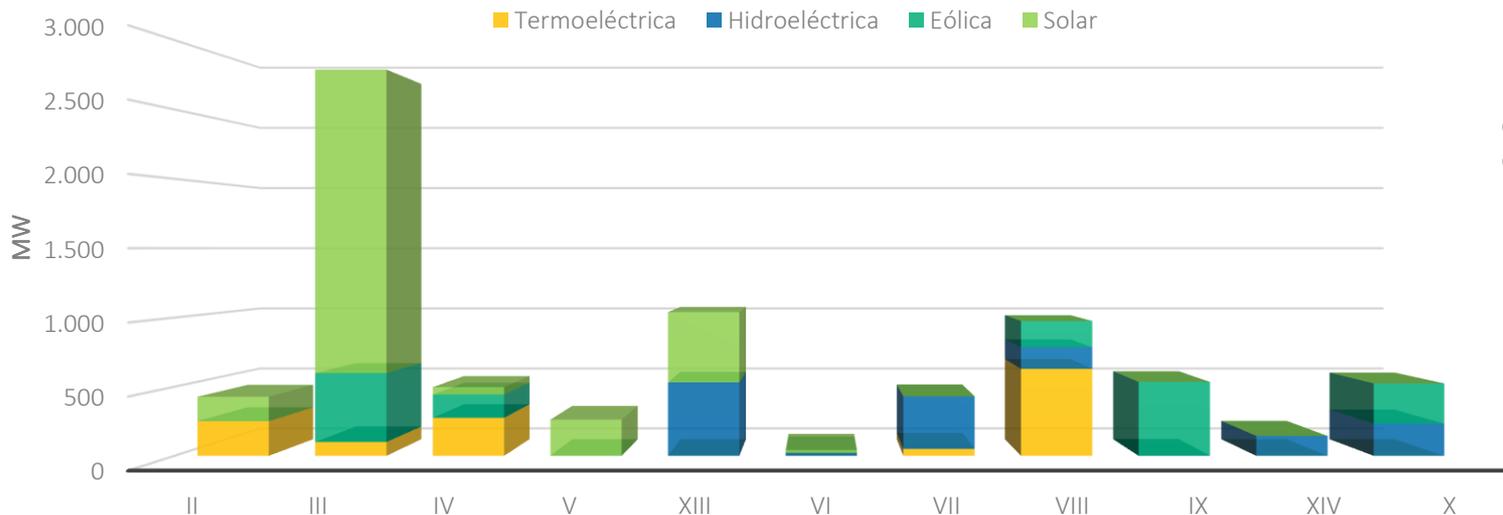
17.045 MW

Proyectos en construcción:

933 MW

*Según Catastro de Nuevos Proyectos Abril 2016. No considera PMGD. Incluye proyectos con fecha de puesta en servicio hasta el año 2021.



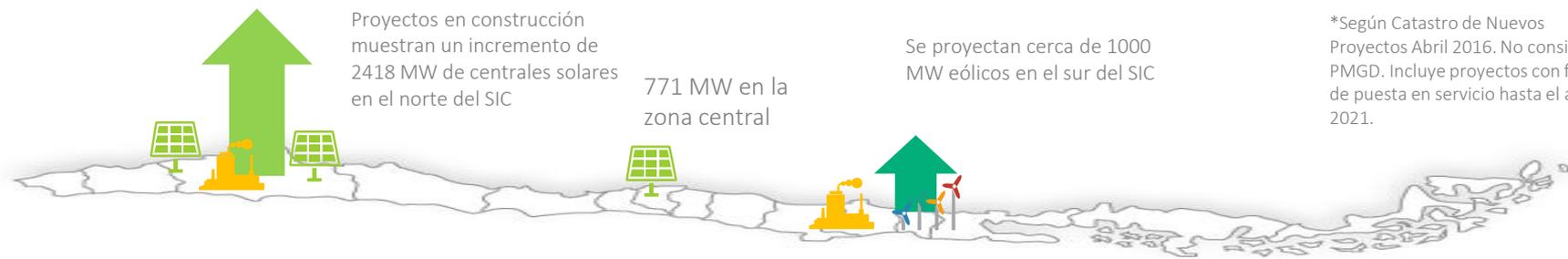


Potencia Bruta Instalada considerando proyectos en catastro :

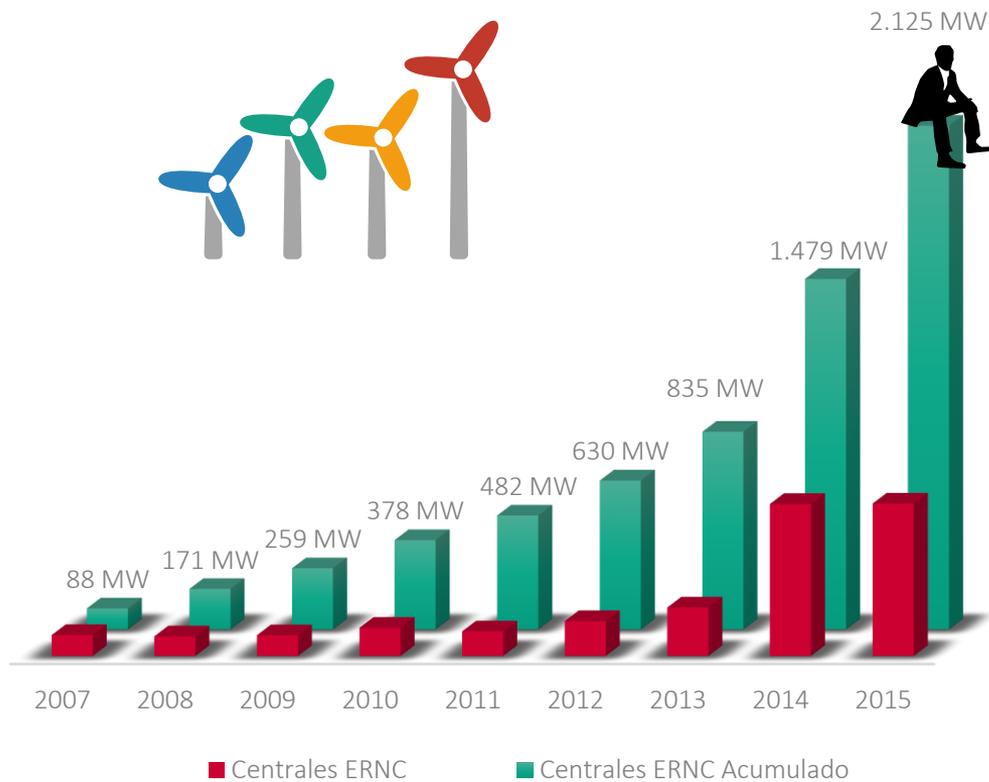
24.711 MW

Totalidad de proyectos en catastro:

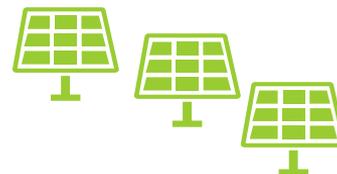
7.666 MW



*Según Catastro de Nuevos Proyectos Abril 2016. No considera PMGD. Incluye proyectos con fecha de puesta en servicio hasta el año 2021.



ERNC acreditado
calculado de acuerdo a la
terminología asociada a la
aplicación de la Ley N°
20.257.





- Limitaciones en la transmisión
- Reducciones de generación solar y eólica
- Desafíos del pronóstico de los recursos solares y eólicos

Costos Marginales
12 de abril de 2016

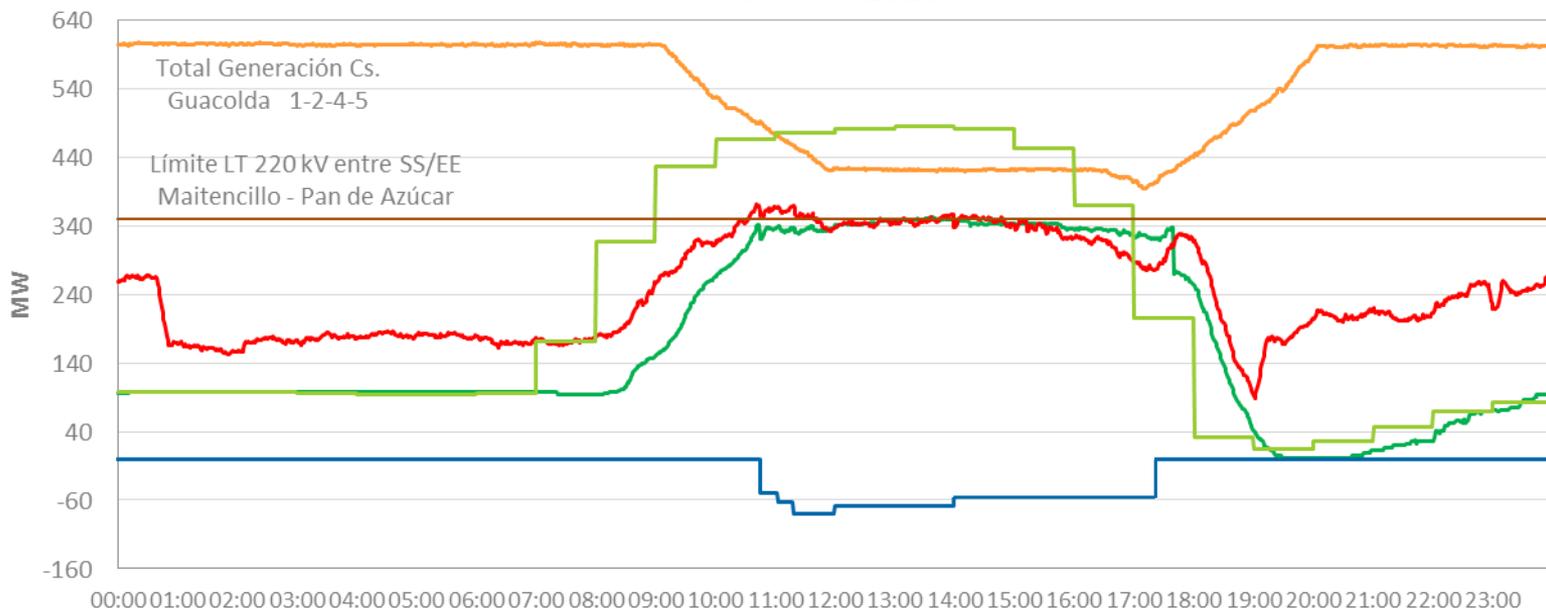


● Zona Centro (A. JAHUEL 220 kV)

● Zona Norte (D. ALMAGRO 220 kV)

● Zona Norte (P. AZUCAR 220 kV)

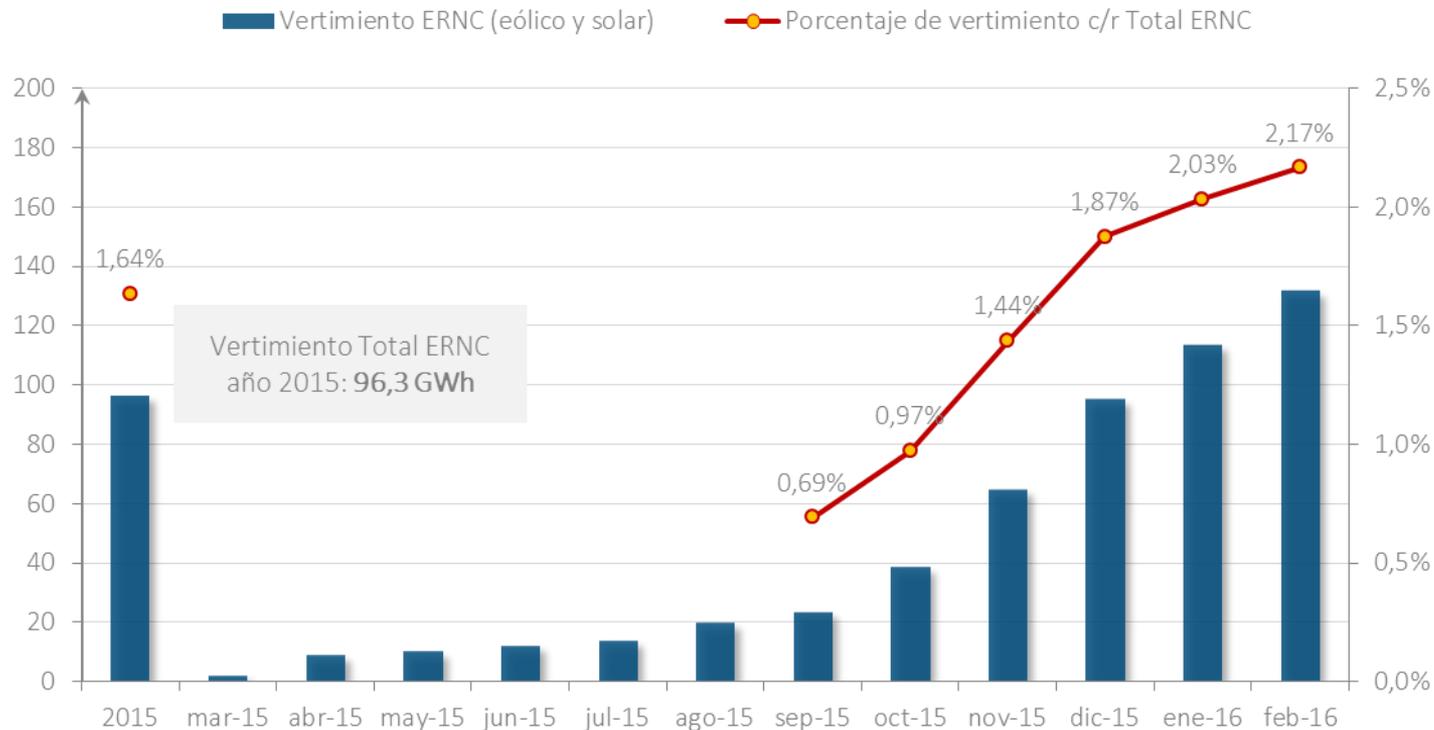
Generación y control LT 220 kV entre las SS/EE Maitencillo - Pan de Azúcar del 12 de abril de 2016



- Total Generación Cs. Guacolda 1-2-4-5
- Tx LT 220 kV Maitencillo-Pan de Azúcar
- Límite LT 220 kV entre SS/EE Maitencillo-Pan de Azúcar

- Total Generación ERNC al norte de S/E Pan de Azúcar (Scada)
- Total Pronóstico ERNC al norte de S/E Pan de Azúcar
- Reducciones entre las SS/EE Maitencillo-Pan de Azúcar





Fuente: Panel de Control de Desempeño Febrero 2016 (www.cdecsc.cl)



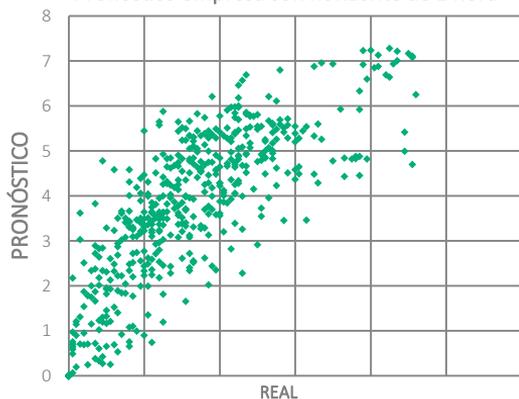


- Proyectos de transmisión llegan mas tarde que la entrada de centrales ERNC

- Las restricciones de transmisión obedecen al lento desarrollo de estos proyectos.
- Dado el alto componente hidroeléctrico del SIC y su flexibilidad, ha sido posible aumentar la componente ERNC del sistema. Sin embargo, existen problemas en la zona norte debido a restricciones de transmisión y falta de flexibilidad de las centrales convencionales.
- El desarrollo de pronósticos se encuentra en un proceso de constante aprendizaje y se han desarrollado los primeros diagnósticos, que permiten optimizar la operación.



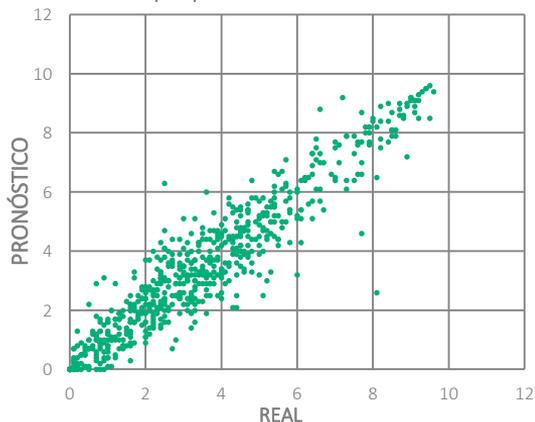
Pronóstico empresa con horizonte de 1 hora



- Para el corto plazo (1 a 3 horas) el pronóstico por persistencia es mejor que el pronóstico entregado por las empresas.



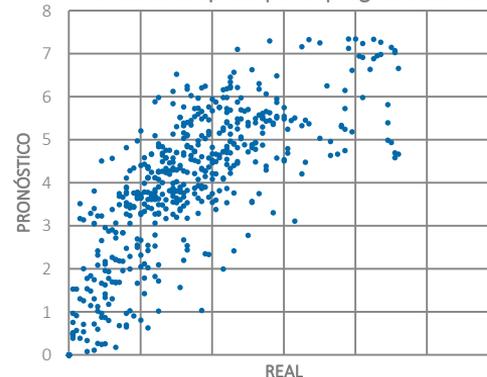
Pronóstico por persistencia con horizonte de 1 hora



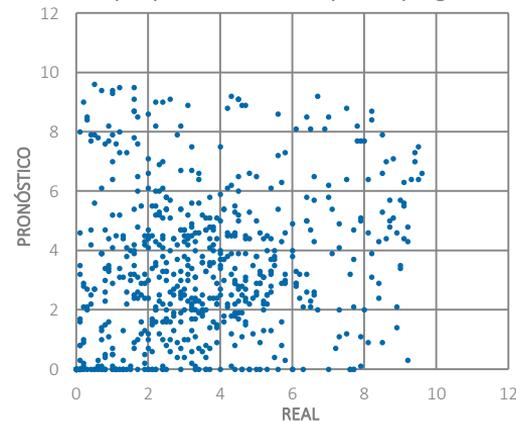
- Con respecto al programa diario, es mejor utilizar la información entregada por el operador que usar pronóstico por persistencia (copiar el día anterior).



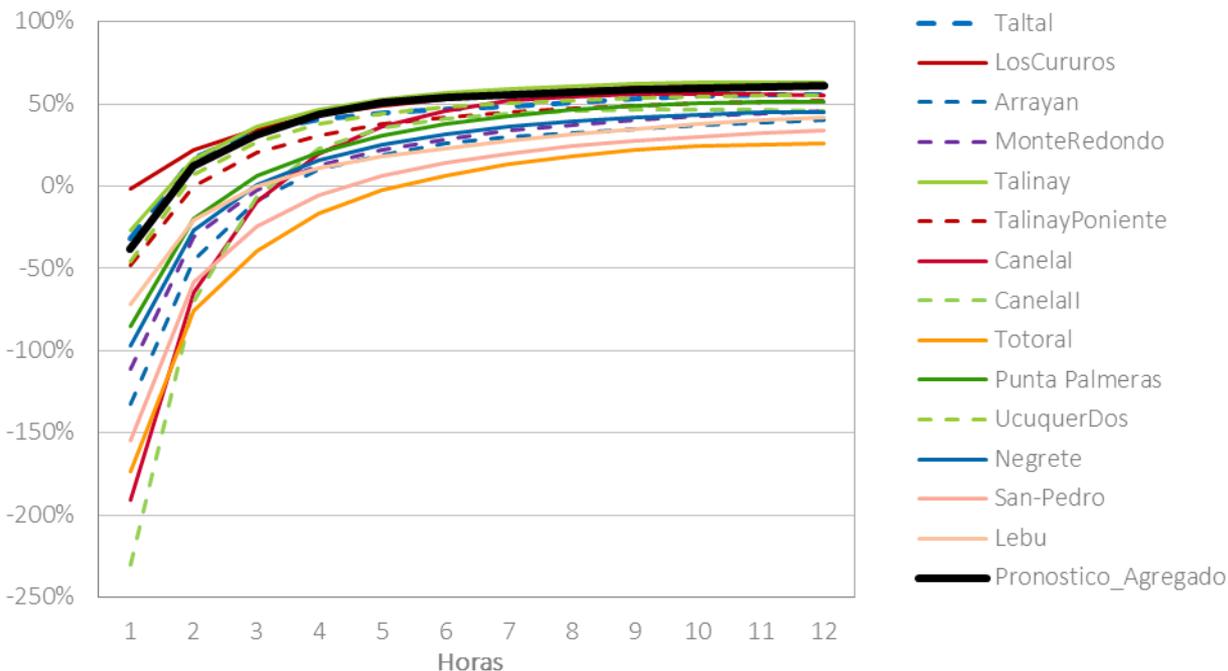
Pronóstico empresa por el programa diario



Pronóstico por persistencia diaria para el programa diario



Mérito del pronóstico con respecto a un pronóstico por persistencia

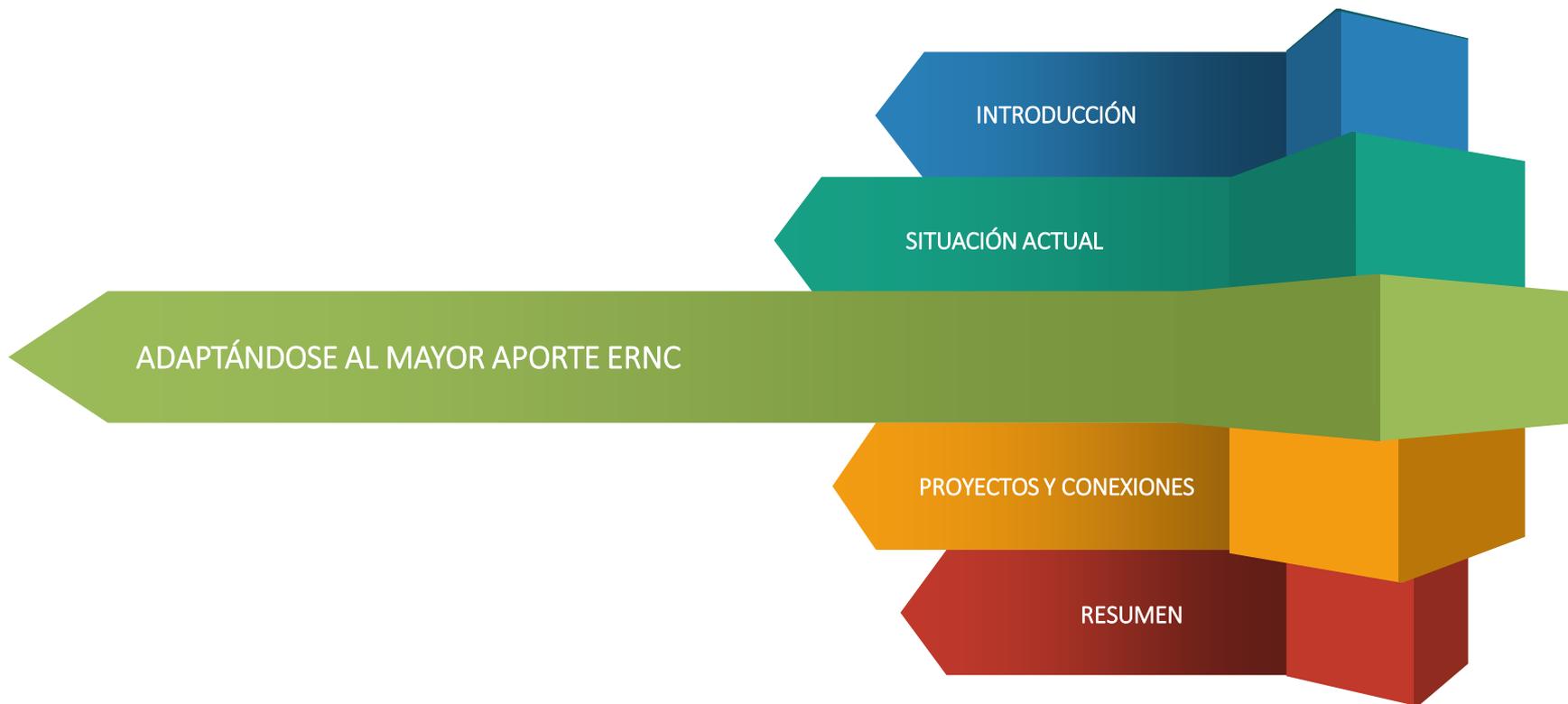


- La variabilidad del recurso eólico en ventanas de tiempo largas (desde un par de horas hasta varios días) lleva a que la predicción por persistencia no sea recomendable.
- En general el pronóstico agregado presenta mejores indicadores que los pronósticos de cada central individualmente.

Fuente: El mérito de cada pronóstico se realiza en base al cálculo del índice de desempeño RECMN y la siguiente fórmula:

$$\text{Mérito} = \frac{\text{RECMN}_{\text{persD}} - \text{RECMN}_{\text{empresa}}}{\text{RECMN}_{\text{persD}}} \cdot 100\%$$





- Se ha trabajado recogiendo la experiencia internacional en materia de renovables.
- Se ha realizado trabajo conjunto con el Ministerio de Energía, ambos CDEC y GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional):
 - Llevar un registro detallado de vertimientos de ERNC.
 - Aumentar la frecuencia de los pronósticos. Se recomienda cada 15 minutos.
 - Análisis post-operativo de cada CDEC para el proveedor del servicio.
 - Redundancia de pronósticos, contratar un proveedor propio.
- Auditoría a Centrales Térmicas 2014-2015-2016.
 - Apunta a obtener mayor flexibilidad.
- Automatismo Zona Norte:
 - Recomendación nace el año 2013 a partir del “Estudio de Operación de la Zona Norte del SIC en el Período 2014-2017 Resumen y Recomendaciones”.
 - Coordinación de convenio entre Guacolda y 20 empresas con ERNC de la Zona Norte.
 - Implementación de la Fase 3 del Automatismo (EDAG Zona Norte).



Fase 1 (implementada): Automatismo limita la sobrecarga de la línea Maitencillo–Nogales 220 kV y permite una transferencia de **240 MW**.

Fase 2 (2015): Aumenta la capacidad operacional de la línea a **380 MW**.

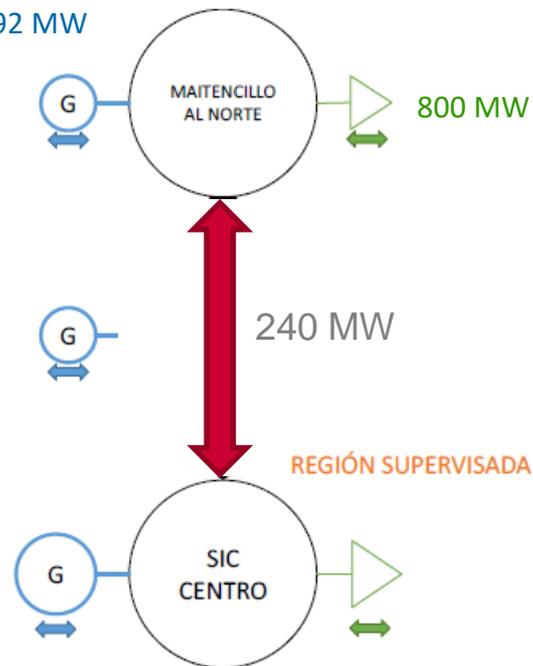
Fase 3 (2016): Se agrega la generación ERNC

- Algoritmo reduce generación cuando se produce una sobrecarga en estado normal en alguno de los tramos de 220 KV o cuando hay una falla de uno de los circuitos, desconectando generación de acuerdo a la siguiente prioridad:

Eólicos → Solares → Convencionales (Guacolda)

Automatismo Fase 1

Convencional: 1.576 MW
ERNC: 692 MW



Fase 1 (implementada): Automatismo limita la sobrecarga de la línea Maitencillo–Nogales 220 kV y permite una transferencia de **240 MW**.

Fase 2 (2015): Aumenta la capacidad operacional de la línea a **380 MW**.

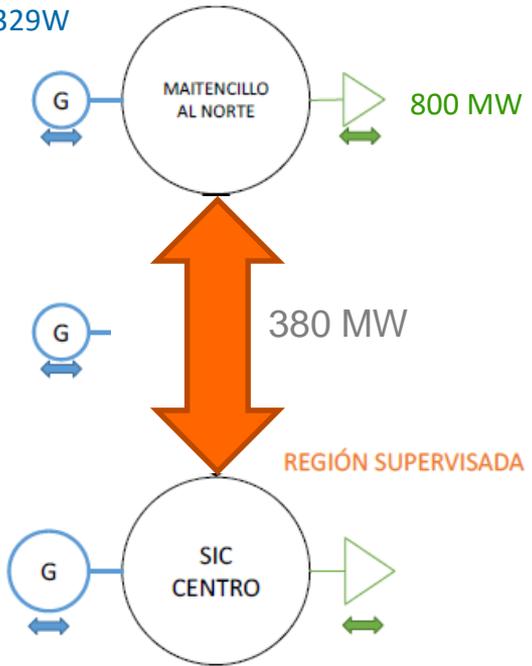
Fase 3 (2016): Se agrega la generación ERNC

- Algoritmo reduce generación cuando se produce una sobrecarga en estado normal en alguno de los tramos de 220 KV o cuando hay una falla de uno de los circuitos, desconectando generación de acuerdo a la siguiente prioridad:

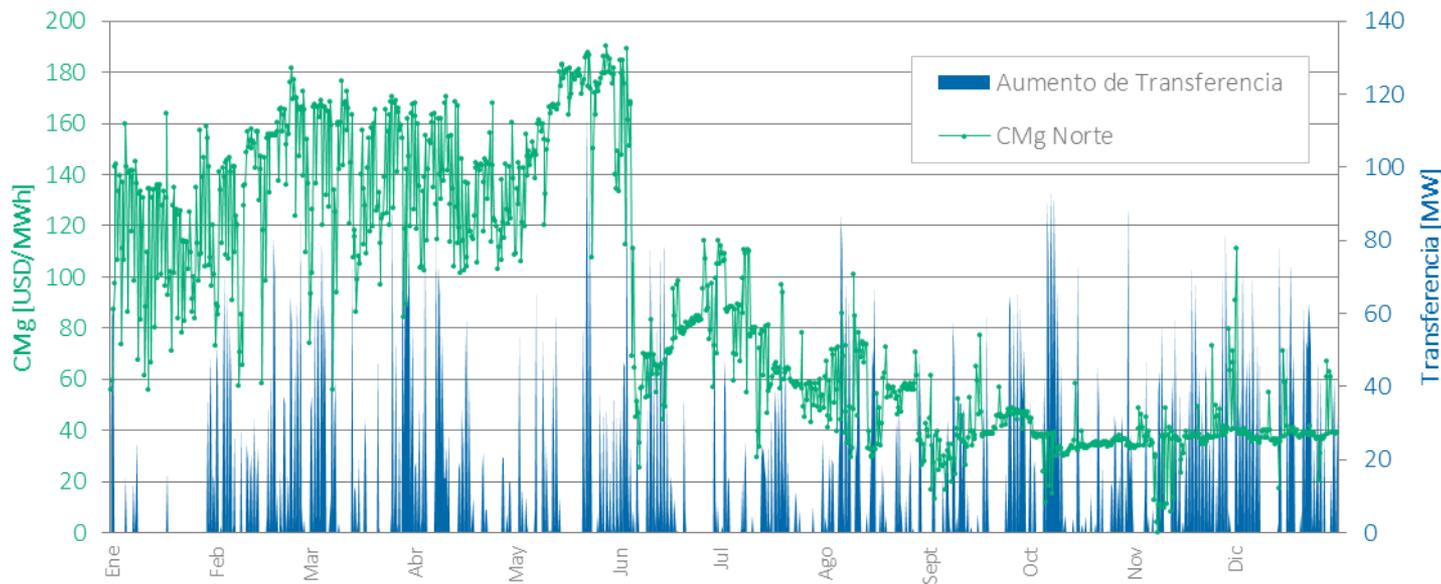
Eólicos → Solares → Convencionales (Guacolda)

Automatismo Fase 3

Convencional: 1.851 MW
ERNC: 1.329W

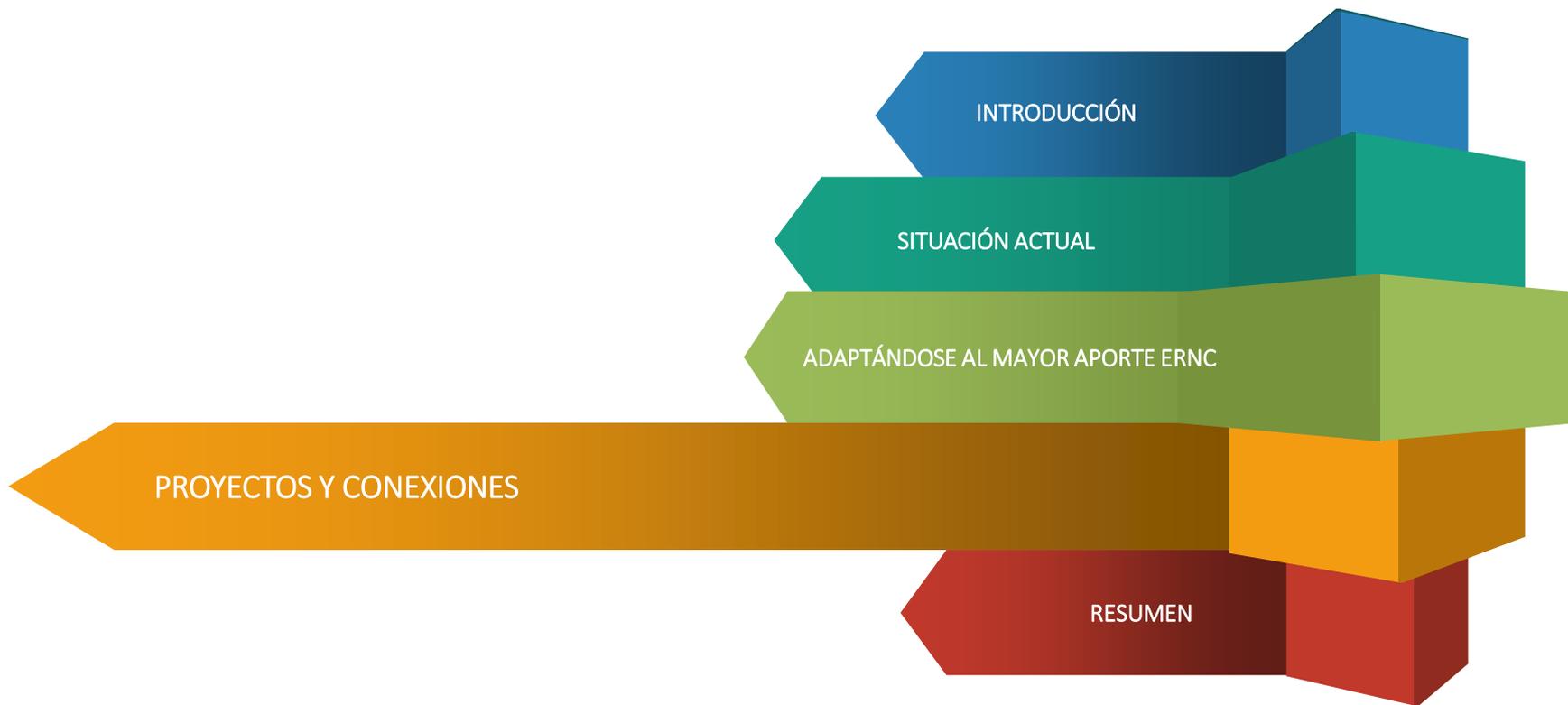


- Ahorros estimados para los productores por operación del automatismo durante el 2015: 10,3 Millones de USD.
- 115,6 GWh dejaron de verse debido a la implementación de este automatismo.



Nota: Estimación representada como promedio de bloques de 8 horas.





- El alto incremento de proyectos renovables, ha significado un fuerte aumento en las solicitudes de conexión al SIC.
- A partir de las modificaciones normativas del 2014, la decisión de aceptar la conexión de proyectos al Sistema Troncal debe cumplir con tanto con restricciones técnicas como criterios económicos.
- Los CDEC tienen las facultades para evaluar y aprobar cada punto de conexión intermedio en tramos del sistema troncal.
- La metodología establecida y su aplicación a los tramos del SIC deben ser consideradas por los desarrolladores de nuevos proyectos.
- La Dirección de Planificación y Desarrollo (DPD) revisa al menos una vez al año los criterios utilizados para la determinación de los Puntos de conexión y desarrolla seminarios técnicos para dar a conocer estos criterios.



- Otros documentos publicados para facilitar el proceso de conexión de nuevas instalaciones:
 - Guía de Cálculo de Capacidad Técnica
 - Guía de nuevas conexiones.
 - Criterios acceso abierto de acceso para el diseño de Subestaciones.
 - Guía de Criterios de Diseño de las Nuevas Subestaciones Eléctricas que Seccionan el Sistema de Transmisión Troncal.
 - Implementación Plataforma DPD .
- Estudios:
- - Adicionalmente a los estudios realizados a la fecha, se está en etapa de desarrollo de un estudio ampliado de integración de ERNC, post interconexión → capacidad, flexibilidad, modos de operación, planificación, variabilidad.





- Chile ha avanzado y avanza fuertemente en una matriz ERNC, principalmente solar y eólica.
- Sin embargo, la velocidad de puesta en servicio de estos proyectos ha ido mas lenta que el desarrollo en transmisión.
- Los actuales desarrollos en transmisión permitirán un mejor aprovechamiento de la generación ERNC.
- Se han implementado automatismos y se trabaja en mejorar los pronósticos eólicos y solares.
- Se crea el Centro de Despacho de Energías Renovables.
- Dada el alto número de proyectos se han implementado criterios de conexión y diseño de subestaciones para conectarse al sistema troncal.
- Adicionalmente, se efectúan reuniones periódicas con desarrolladores para coordinar las diferentes actividades que son exigencias a nuevos proyectos.
- El desafío futuro es juntar las experiencias del SIC y SING en esta materia considerando el proceso de integración e interconexión.



Gracias

 @CDECSIC

www.cdecsic.cl