



Experiencia y Desafíos del Sistema de Pronósticos Centralizado

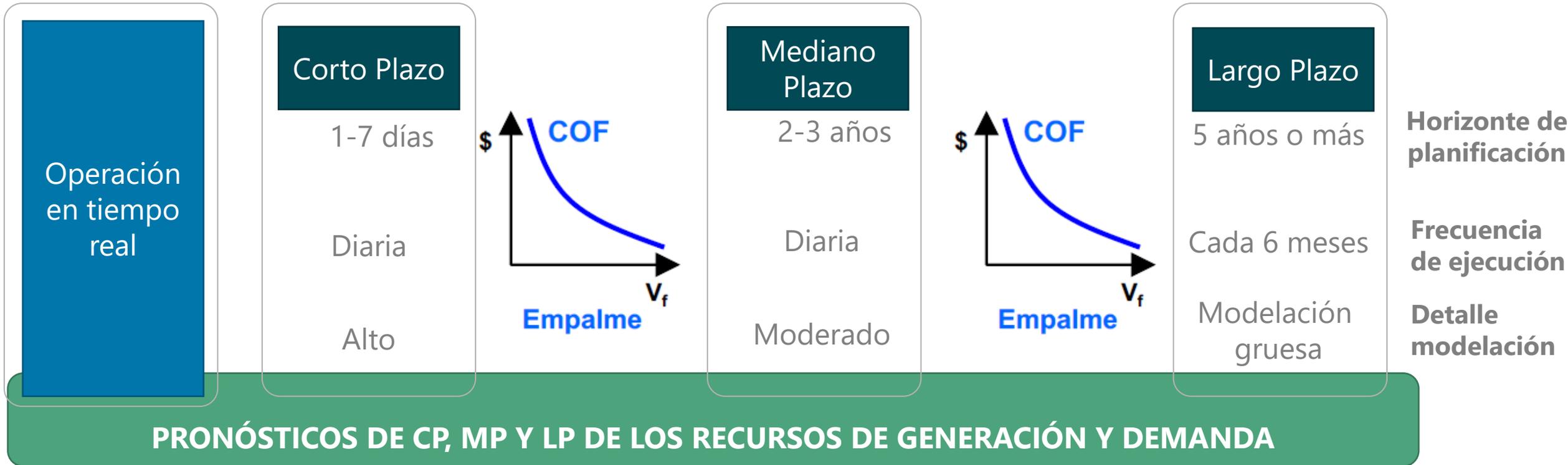
23 de Mayo 2019

- **FLEXIBILIDAD Y ROL DE LOS PRONÓSTICOS**
- **EXPERIENCIA DEL COORDINADOR SOBRE EL PRONÓSTICOS CENTRALIZADO**
- **NUEVOS DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE PRONÓSTICOS**
- **COMENTARIOS FINALES**

A photograph of a large electrical substation at dusk. In the foreground, a tall, lattice-structured transmission tower stands prominently. Behind it, a complex network of smaller towers and power lines stretches across the landscape. The sky is a mix of deep blue and orange, suggesting the time is either dawn or dusk. The overall scene is industrial and technical.

FLEXIBILIDAD Y ROL DE LOS PRONÓSTICOS

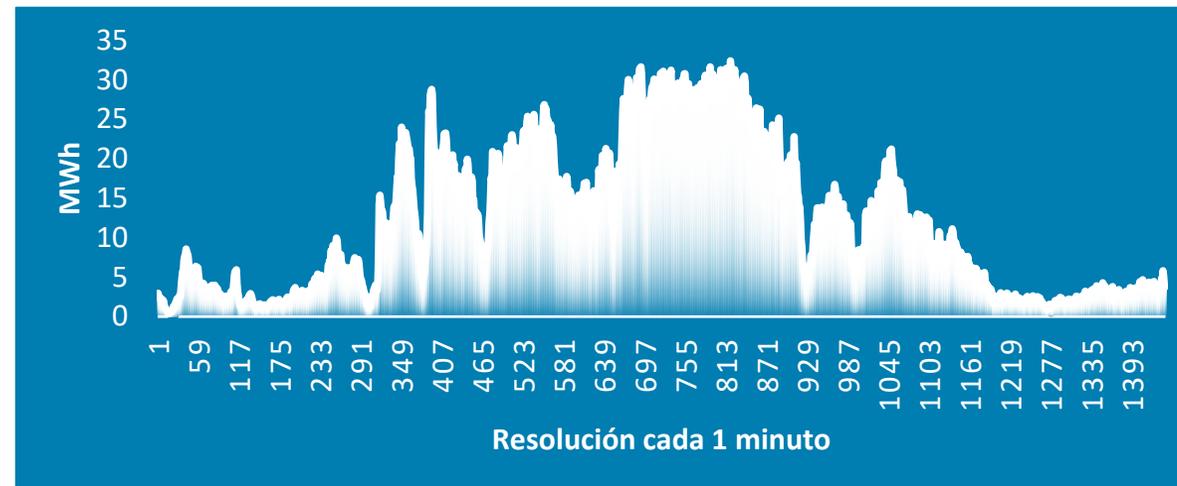
Programación y operación del Sistema Eléctrico



- Gestión de congestiones
- Control de tensión
- Control de rampas
- Determinación de reservas para control de frecuencia
- Análisis casos de estudio específicos (eclipse, desarrollo SEN, inercia, etc).
- Programa de operación
- Políticas de operación

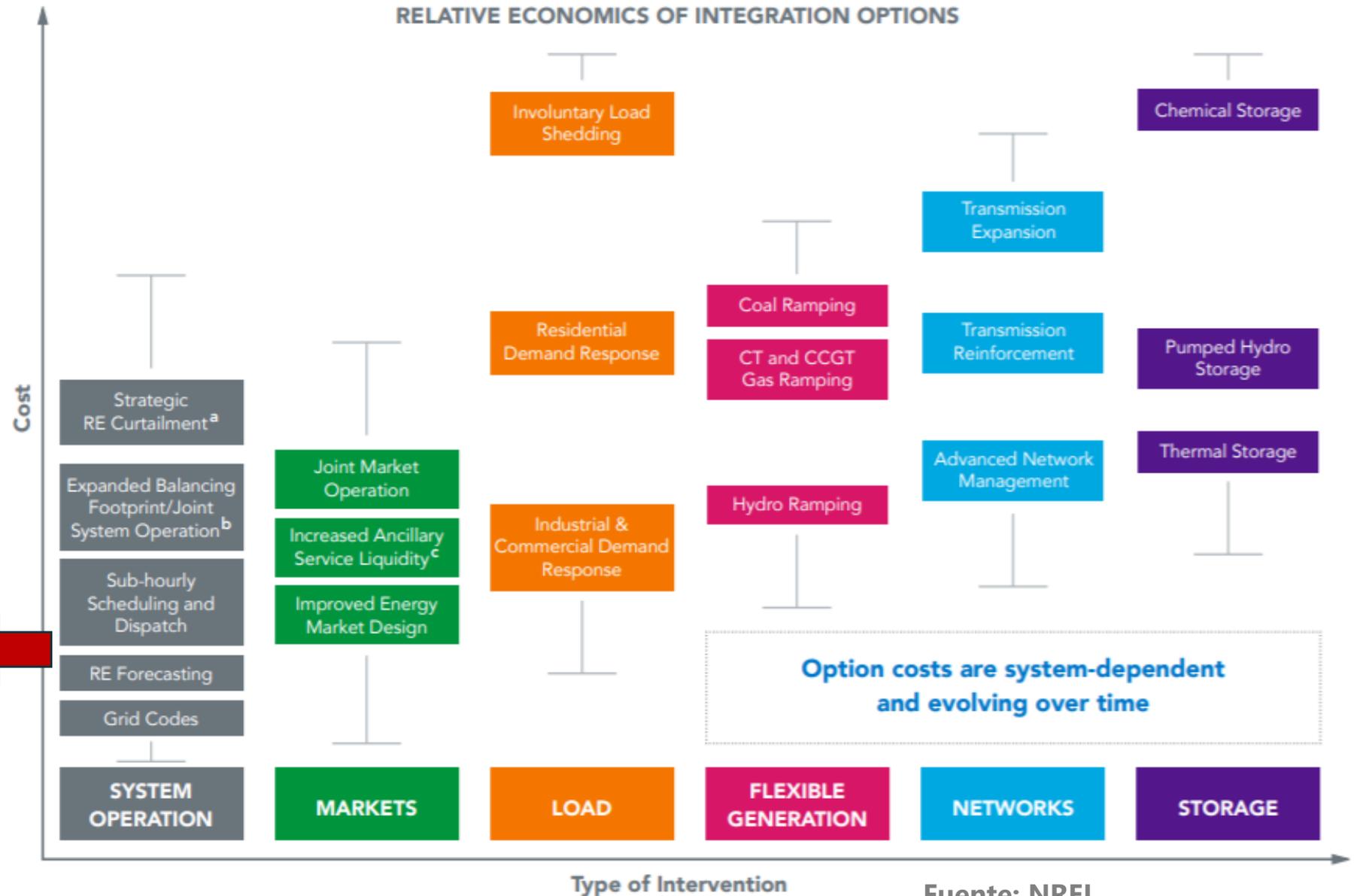
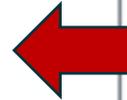
VARIABILIDAD – ESCALAS DE TIEMPO

Central eólica San Pedro, 04/05/2019



Pronósticos y fuentes de flexibilidad

Pronósticos son una solución eficiente para gestionar recursos flexibles

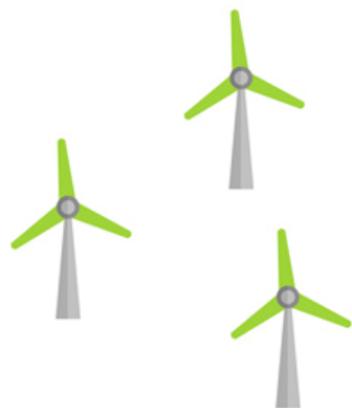


Fuente: NREL

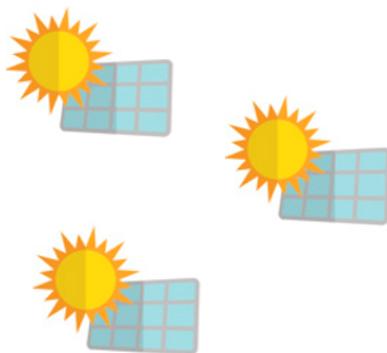
A photograph of a large electrical substation at dusk. In the foreground, a tall, lattice-structured transmission tower stands prominently. Behind it, a complex network of smaller towers and power lines stretches across the landscape. The sky is a mix of deep blue and orange, suggesting the time is either dawn or dusk. The overall scene is industrial and technical.

EXPERIENCIA DEL COORDINADOR SOBRE EL PRONÓSTICOS CENTRALIZADO

SERVICIO AWST - GIZ



26
centrales



33
centrales

Capacidad instalada: 3425 MW

Pronósticos recibidos entre:



Dos tipos de pronósticos horarios:

- Intra Day: horizonte de 24 horas -
- Day Ahead: horizonte de 240horas

Utilizados gradualmente en procesos del Coordinador desde abril de 2018

INFORMACIÓN PARA SERVICIOS DE PRONÓSTICO

INFORMACIÓN HISTÓRICA

- ✓ Generación histórica de la central, al menos un año de registros.

Actualmente utilizamos data proveniente de:

- Sistema SCADA.
- Sistema de medidores de energía.

- ✓ En ciertos servicios, también se requieren pronósticos históricos de las centrales.

DATOS TÉCNICOS

Eólico y solar:

- ✓ Capacidad instalada.
- ✓ Ubicación geográfica.

Específico para centrales solares:

- ✓ Eficiencia paneles.
- ✓ Ángulos de inclinación y azimut.
- ✓ Capacidad total inversores.
- ✓ Fabricante y modelo paneles.
- ✓ Características sistema de seguimiento.

Específico para centrales eólicas:

- ✓ Fabricante y modelo turbina.
- ✓ Altura y cantidad de turbinas.

DATOS DINÁMICOS

Algunas variables de utilidad enviadas a través del sistema SCADA:

- ✓ Generación real.
- ✓ Irradiancia.
- ✓ Velocidad y dirección del viento.
- ✓ Temperatura ambiente.
- ✓ Temperatura paneles.

Información crucial para la **calidad de los pronósticos** de generación



Requiere un **monitoreo permanente de calidad y disponibilidad**

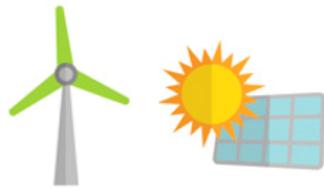


Trabajo conjunto con Coordinados es clave para contar con mejores pronósticos



DESEMPEÑO DE PRÓNÓSTICOS: ANUAL

A nivel sistémico, valores promedio anuales del indicador de Error Absoluto Medio (MAE en %) calculado para el 1er día de los pronósticos day-ahead para centrales: eólicas, solares y para ambas tecnologías.

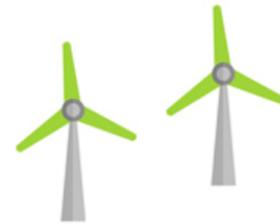


AWST | Coordinados

2017 (*) 13,7 | **13,0**

2018 (*) **9,6** | 11,3

2019 (**) **9,2** | 9,4



AWST | Coordinados

15,3 | **12,8**

11,5 | **11,5**

9,8 | **9,6**



AWST | Coordinados

12,0 | 13,3

7,7 | 11,1

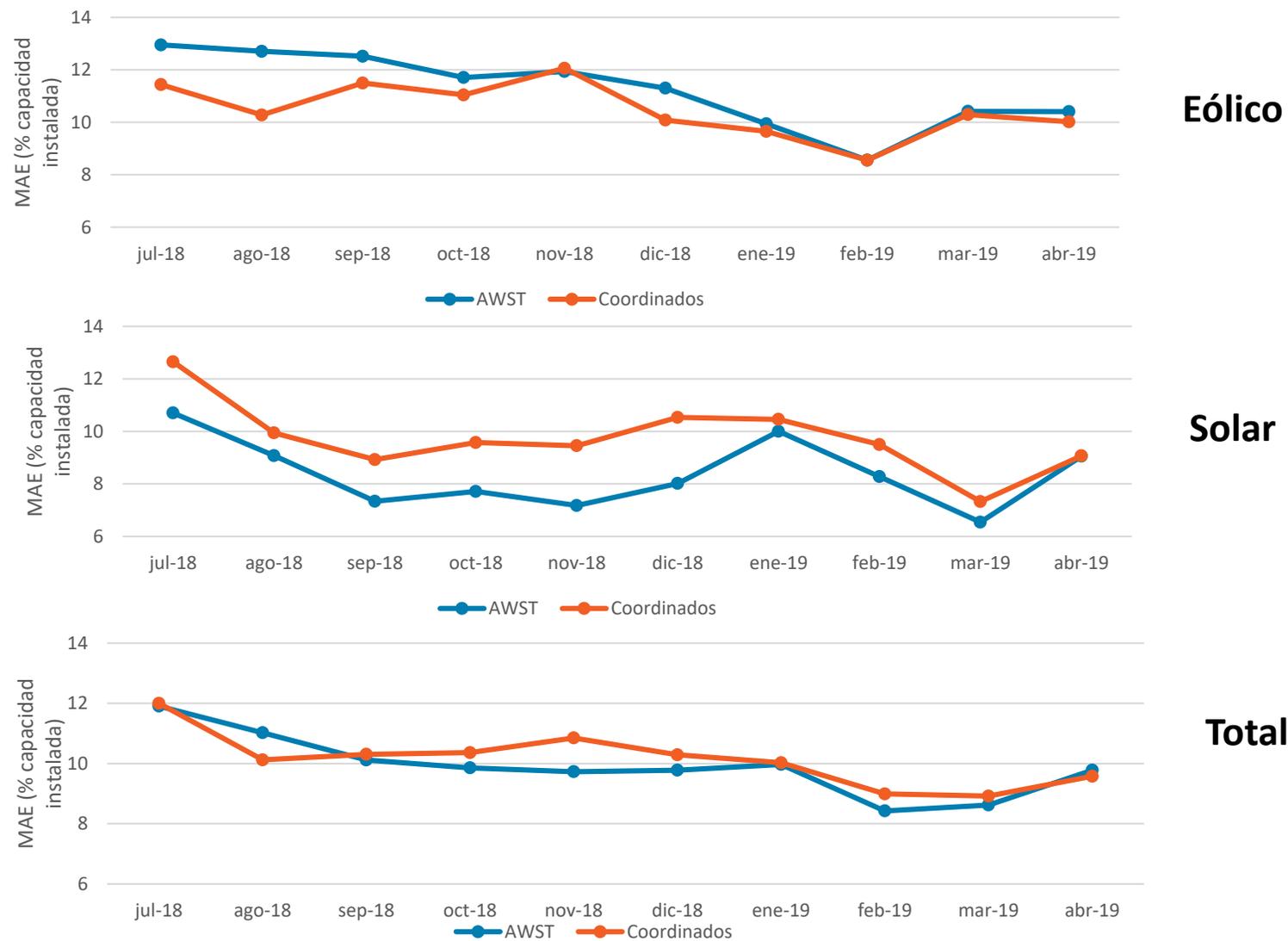
8,5 | 9,1

(*): valores obtenidos desde los informes mensuales de desempeño enviados por AWST.

(**): valores calculados por el Coordinador.

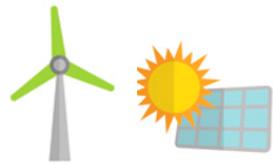
DESEMPEÑO DE PRÓNÓSTICOS: JUL 2018 – ABR 2019

A nivel sistémico, valores promedio mensuales del indicador de error absoluto medio (MAE en %) calculado para el 1er día de los pronósticos day-ahead para centrales: eólicas, solares y para ambas tecnologías.



DESEMPEÑO DE PRÓNÓSTICOS : JUL 2018 – ABR 2019

A nivel región, valores promedio del indicador de error absoluto medio (MAE en %) calculado para el 1er día de los pronósticos day-ahead para centrales: eólicas y solares.



AWST | Coordinados

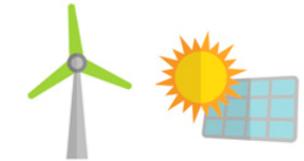
8,6 | 9,2

Antofagasta

Tarapacá

AWST | Coordinados

11,5 | **11,3**



8,5 | 10,5

Atacama

10,2 | **9,4**

Coquimbo

15,3 | **13,7**

O'Higgins

12,8 | **11,5**

Biobío

Araucanía

10,3 | 11,4

Los Lagos



Factores que afectan la precisión de los pronósticos:

1. Calidad y disponibilidad de los datos de generación en tiempo real de centrales (señales SCADA).
2. Condiciones de operación de la planta, tales como: periodos con limitaciones o vertimientos, mantenimientos, fallas, entre otros.
3. Variaciones en condiciones viento/irradiancia en centrales o región de interés.

Algunas medidas que permiten mejorar la calidad de los pronósticos:

1. Mejorar la calidad de los datos en tiempo real (generación desde Sistema de Medias Prime, datos meteorológicos, etc.).
2. Aumentar cantidad de centrales que disponen de datos meteorológicos en tiempo real.
3. Obtener y compartir con proveedores de pronósticos información de limitaciones operacionales de las centrales.

A photograph of a large electrical substation at dusk. In the foreground, a tall, lattice-structured transmission tower stands prominently. Behind it, a complex network of smaller towers and power lines stretches across the landscape. The sky is a mix of deep blue and purple, with some light clouds. The overall scene is dimly lit, with some lights visible at the base of the towers.

NUEVOS DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE PRONÓSTICOS

Sistema Experto: combinación óptima pronósticos

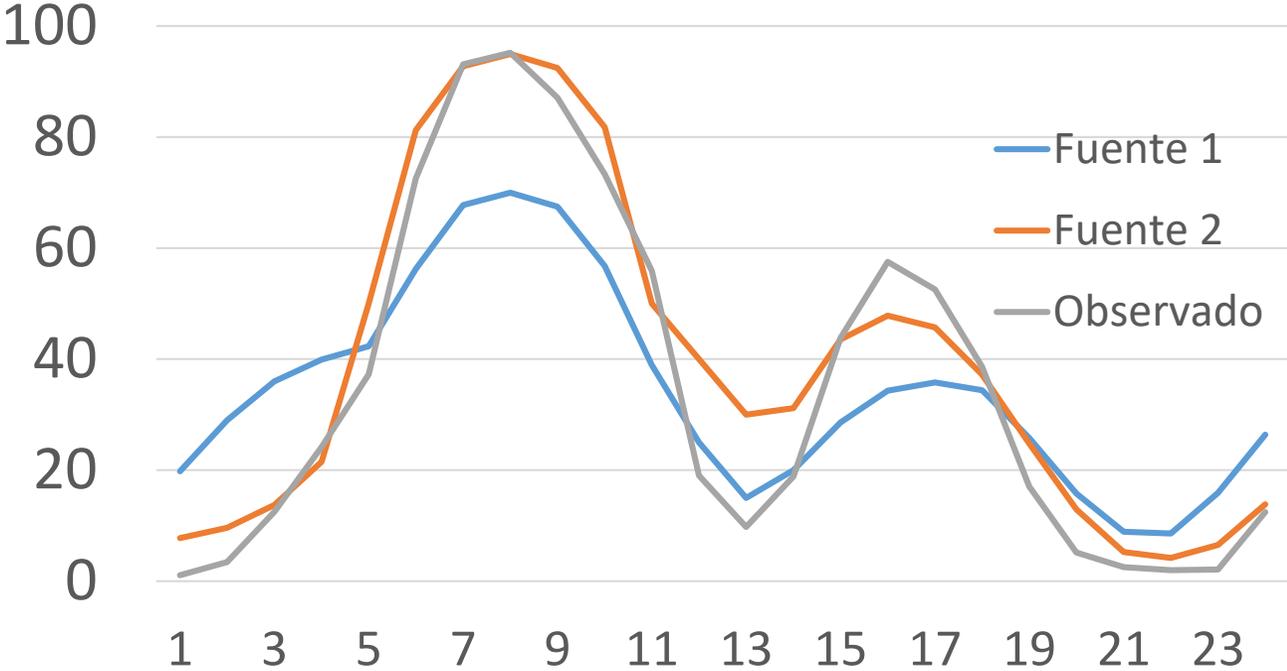
Pronósticos del Coordinado

Pronósticos AWST

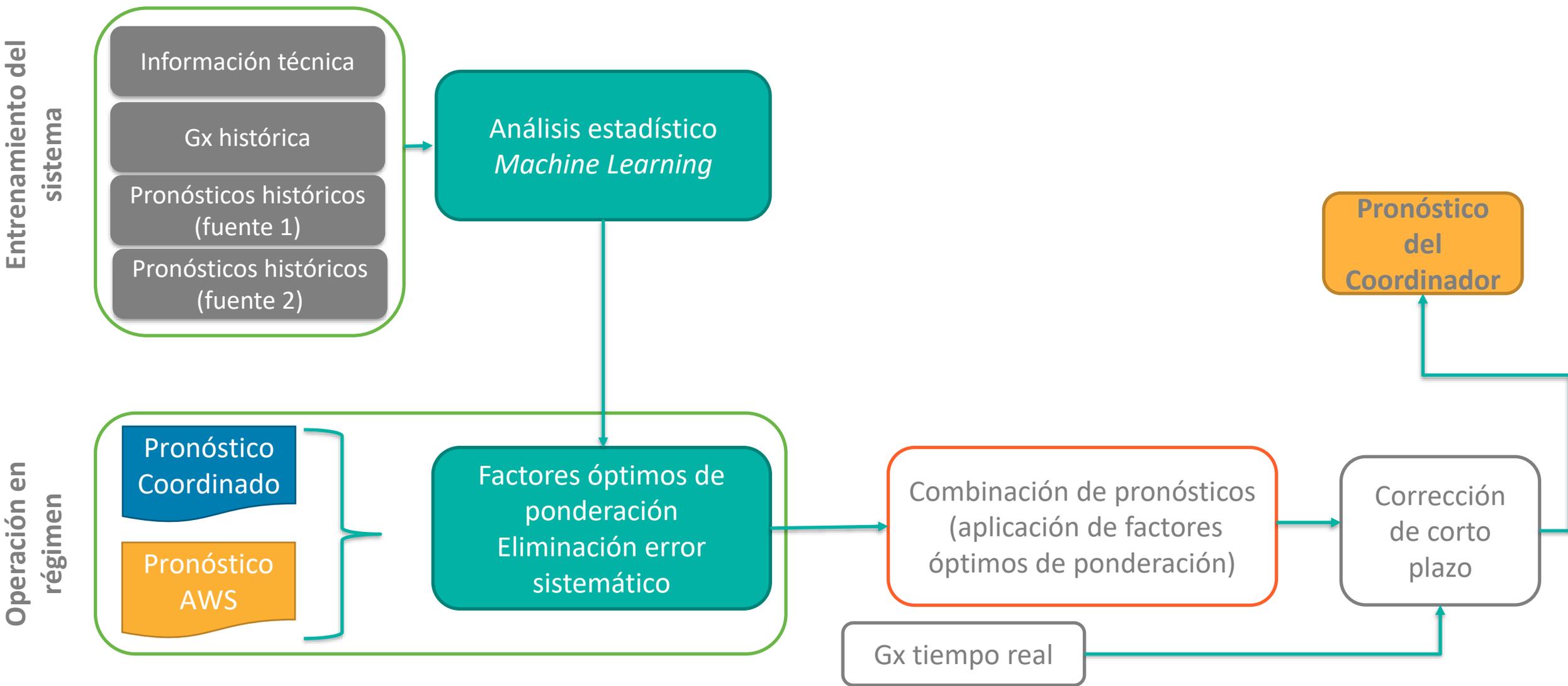
- ¿Cuál pronóstico utilizar?
- ¿Con qué criterios de selección?
- ¿Existe una metodología objetiva?

MW

Pronóstico central eólica

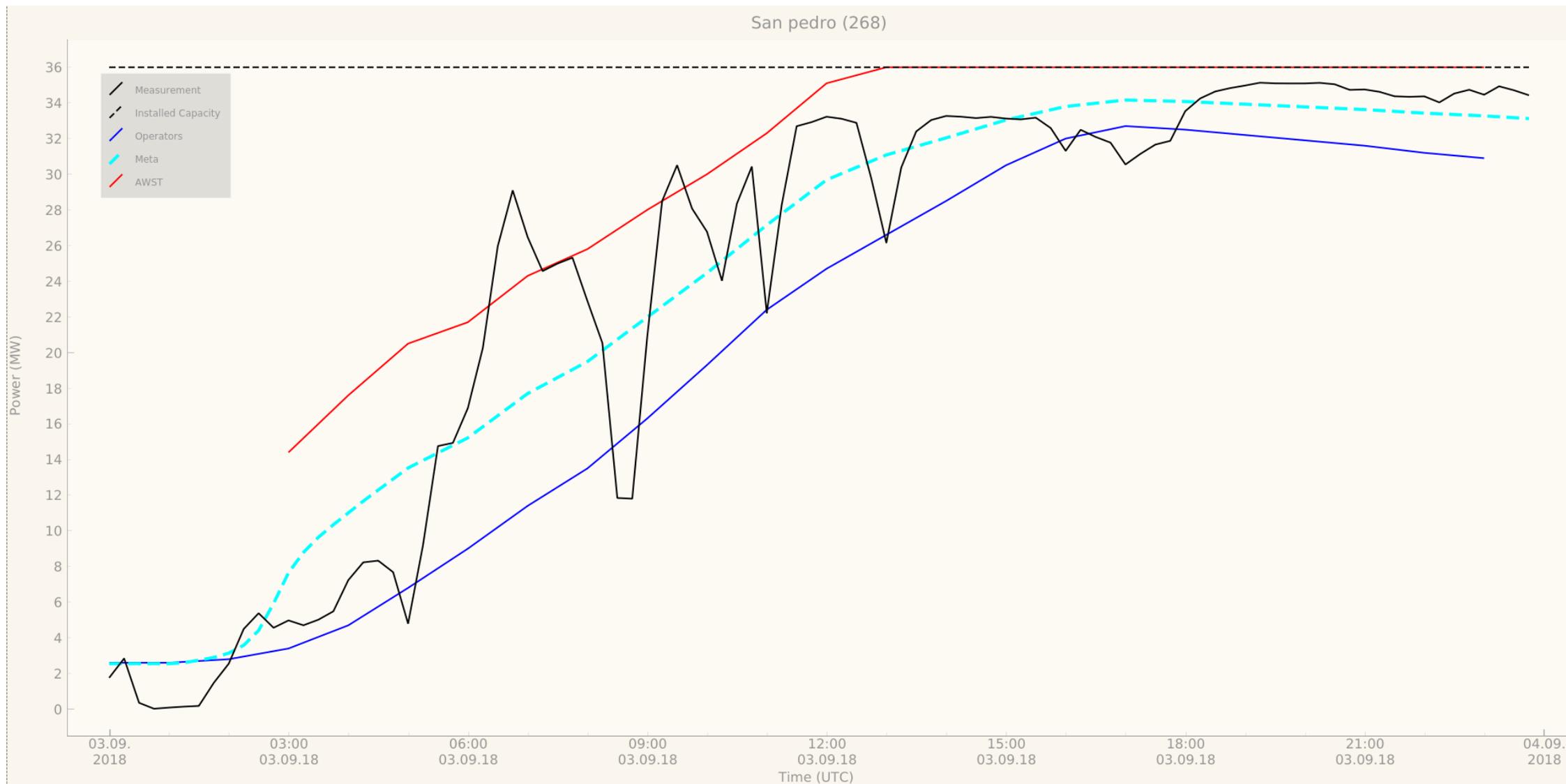


Sistema Experto: Metodología

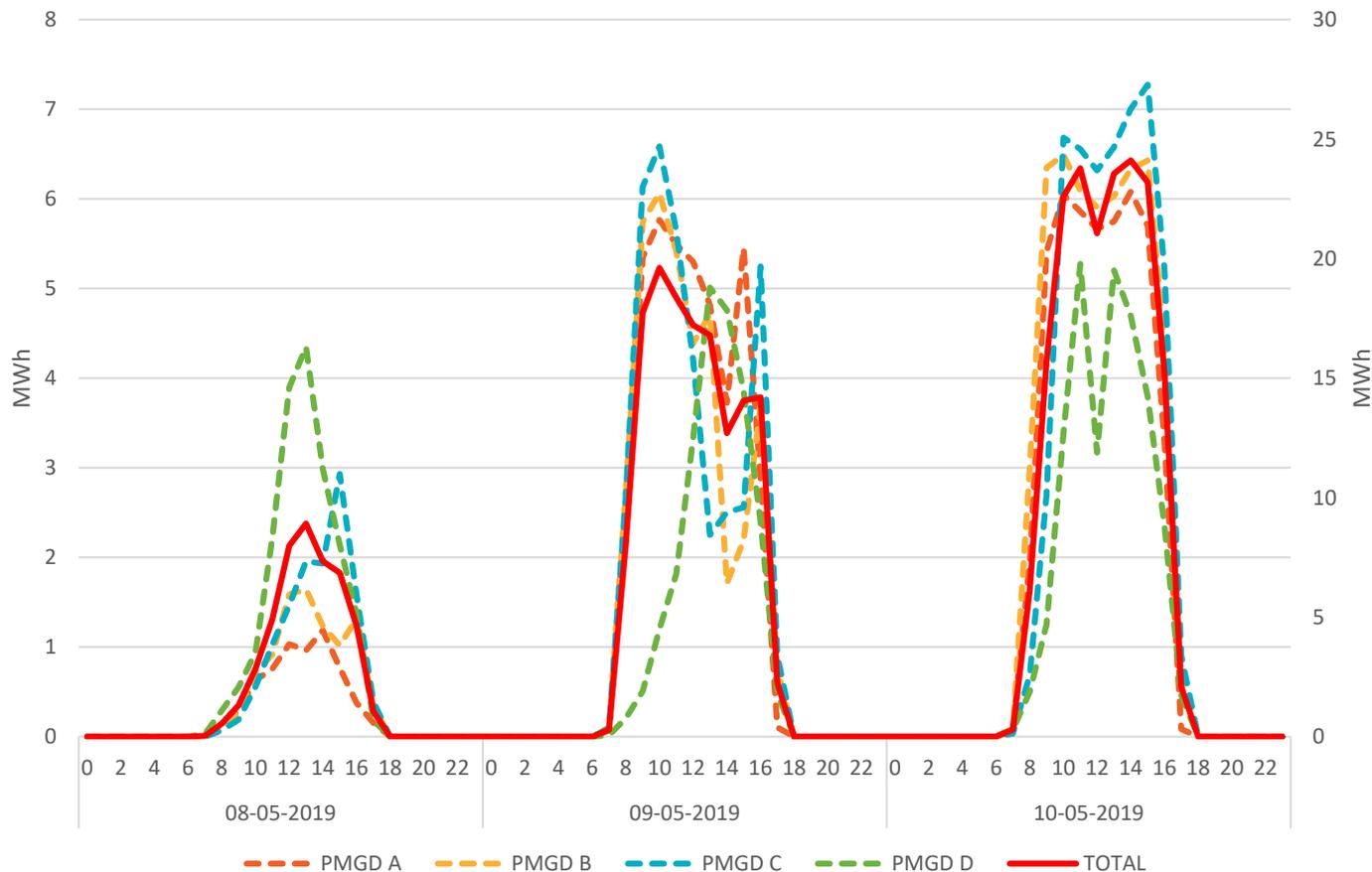


SISTEMA EXPERTO

Muestra de resultados en fase de set up:



PRONÓSTICOS DE CENTRALES PMGD



- Es necesario contar con pronósticos para centrales PMGD eólico/solar.
- Gran parte de ellos son considerados en la programación de la operación del SEN.
- A la fecha el Coordinador no recibe pronósticos para este tipo de centrales, las cuales aumentan periódicamente.
- El servicio AWS iniciará pronosticando ~ 80 centrales PMGD como pronósticos individuales o por zonas.

SE ESTÁ INCORPORANDO AL SERVICIO EXTERNO DE PRONÓSTICOS DEL COORDINADOR LAS CENTRALES PMGD EÓLICO/SOLAR.

EVENTOS ESPECÍFICOS: ECLIPSE SOLAR 02/07/2019

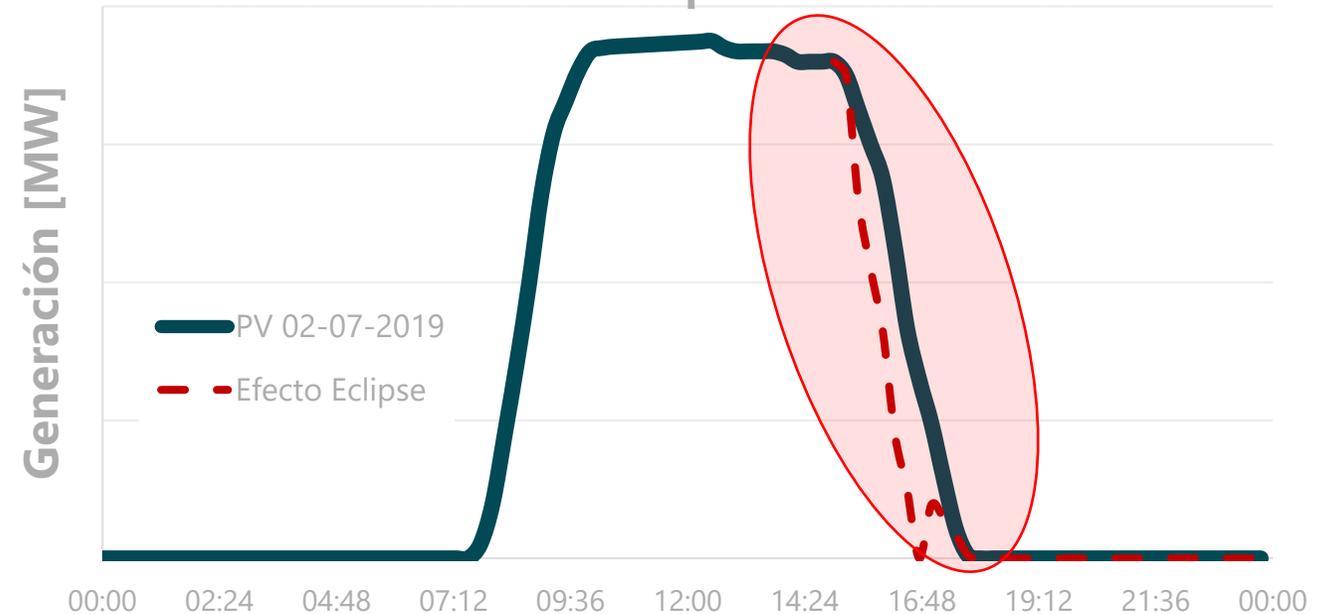
- Fenómeno afectará la generación solar y eólica del país.
- La variación de generación eólica dependerá en gran medida de las condiciones del mismo día del eclipse.
- En cuanto a generación solar, se espera una reducción de al menos 400 MW a raíz del eclipse.
- Análisis sobre el perfil de generación solar y eólico previo al eclipse esta siendo desarrollado por AWS (basado en método de Bessel).
- **El Coordinador se encuentra realizando los análisis necesarios para operar el sistema eléctrico nacional de forma segura y eficiente durante el eclipse.**

Horarios del eclipse:

	Valle del Elqui	Copiapó	Calama
Inicio eclipse parcial	15:23	15:25	15:31
Inicio eclipse total	16:38	-	-
Eclipse máximo	16:39	16:41	16:45
Fin eclipse total	16:41	-	-
Fin eclipse parcial	17:46	17:48	17:50

Fuente: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2019Jul02Tgoogle.html>

Efectos Previstos del Eclipse en Generación PV





Chile

Generación Real ERNC

Total | Solar | Eólica

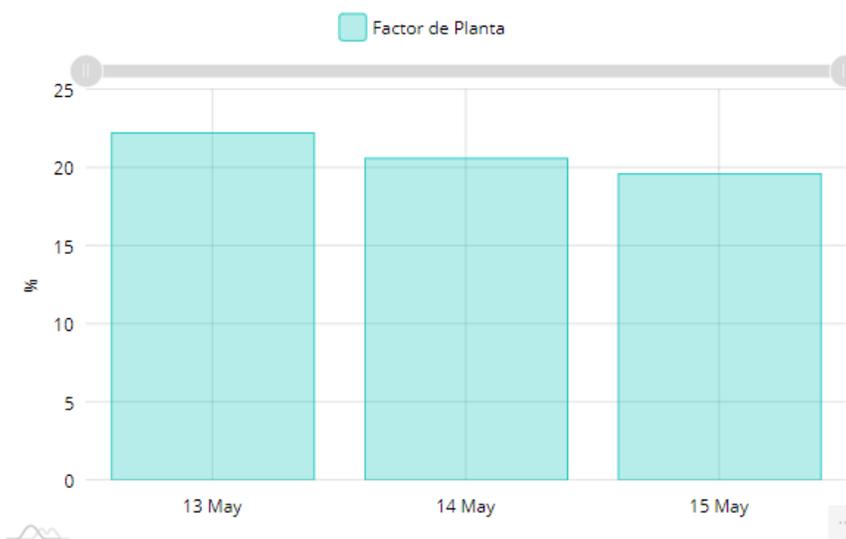
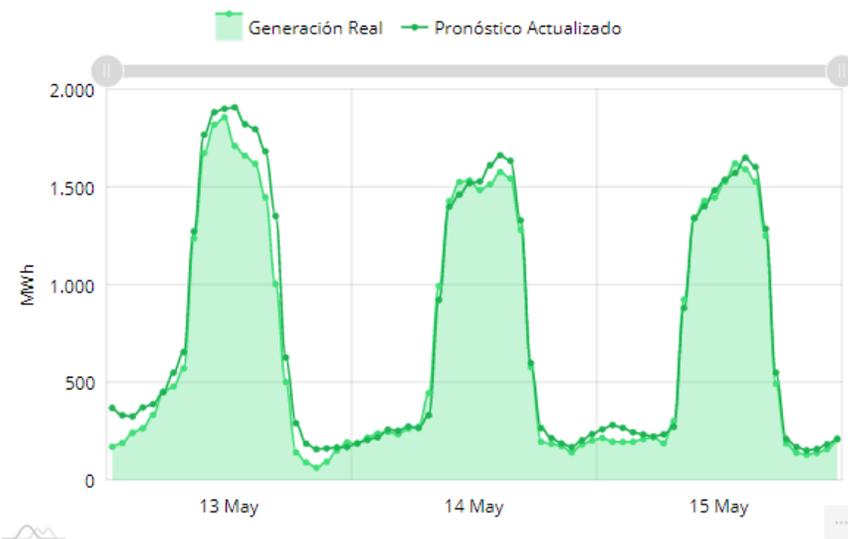
Energía total generada (15/05/2019): 15.867,8 MWh

Región: Todas | Central: Todas | Desde: 13-05-2019 | Hasta: 15-05-2019

Energía Real*
50.558,1 MWh

Energía Prevista*
54.047,1 MWh

Error Promedio*
0,1 %



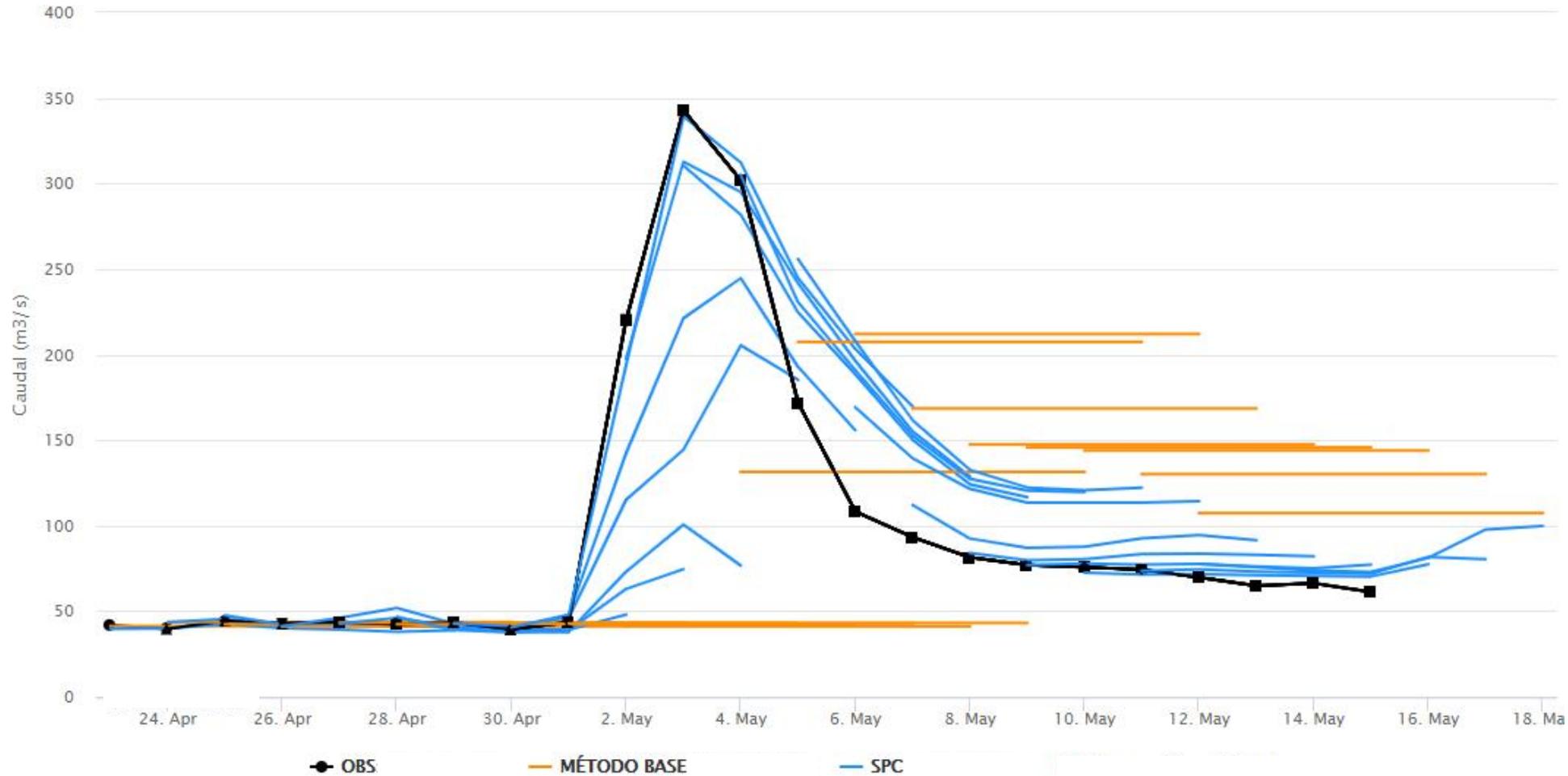
*Información desplegada corresponde a periodo de tiempo seleccionado

**Corresponde al Pronóstico de Generación Intradiario más reciente que tiene el Coordinador para poder operar el Sistema Eléctrico Chileno

🕒 Información actualizada el 2019/05/16 16:51:51

PRONÓSTICO DE CAUDALES – ETAPA 2

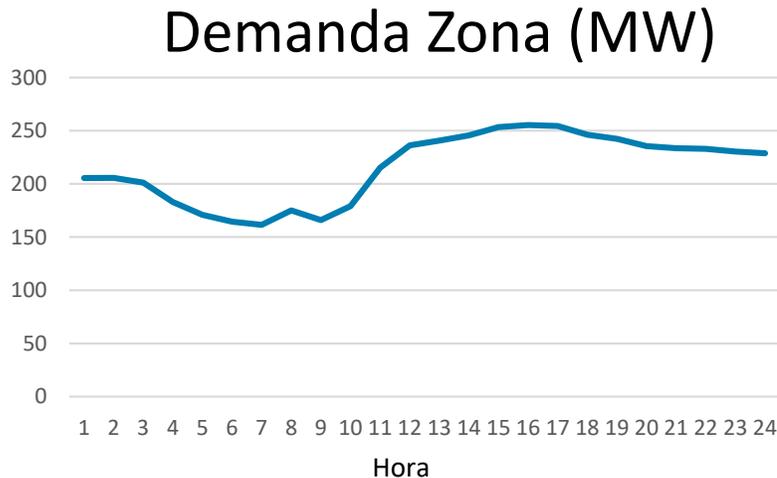
Afluentes Embalse Ralco



- Servicio externo, basado en modelo hidrológico VIC de la Universidad de Washington.
- Entrega pronósticos diarios con horizonte a 14 días.
- Pronóstico asociado a ~4.800 MW de capacidad hidroeléctrica instalada. Implementando etapa 2 (~1.200 MW instalados)

PRONÓSTICOS DE DEMANDA

Implementación servicio externo de pronósticos de demanda por zona del SEN:



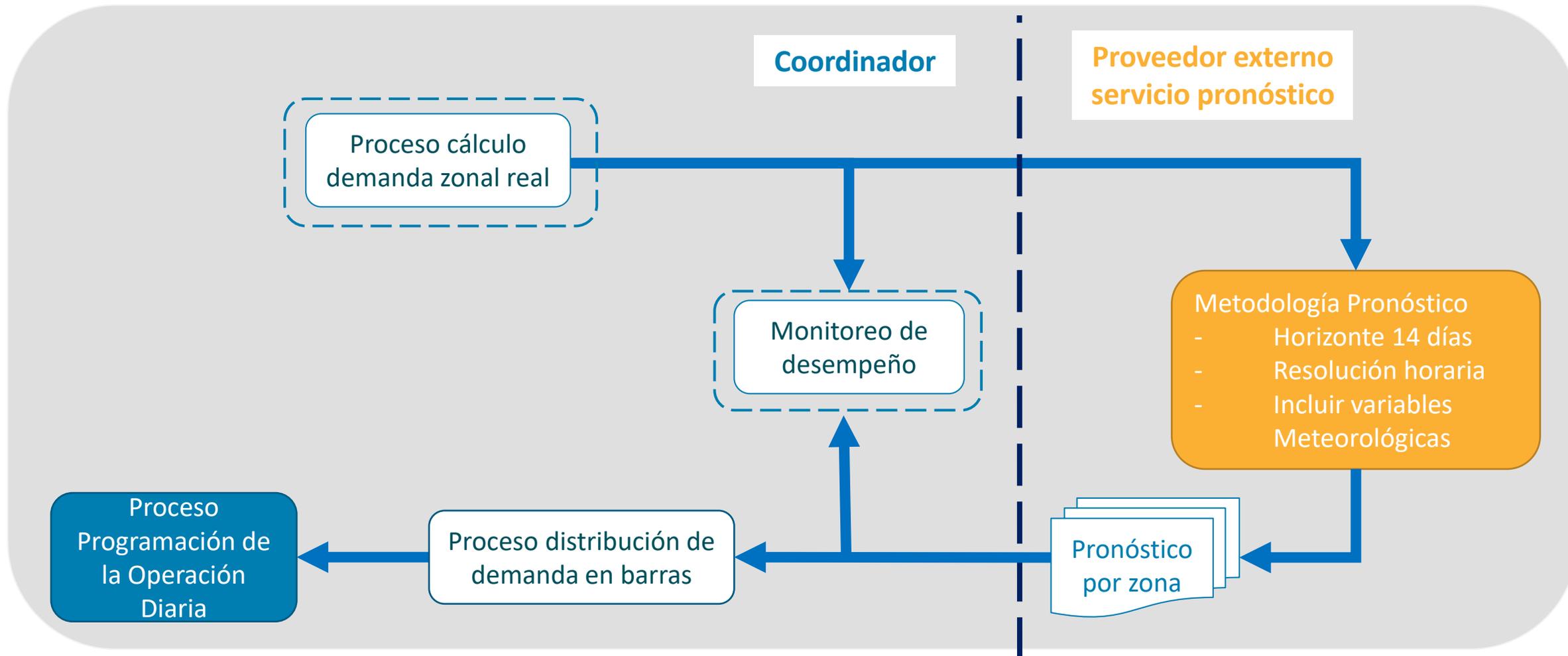
Metodología pronóstico del Proveedor considerará:

- Metodología estadística
- Machine learning.
- Pronóstico de clima.

- $Demanda_zona1 = G1 + G2 \pm L_{(1-2)}$
- Factores de forma
- Factores de distribución espaciales
- Variables meteorológicas
- Comportamiento históricos
- Tipos de consumos

PRONÓSTICO DE DEMANDA

Implementación de un servicio externo de pronósticos de demanda por zona del SEN:



A photograph of a large electrical substation at dusk. The sky is a mix of blue and orange. In the foreground, a tall, lattice-structured transmission tower stands prominently. Behind it, a complex network of smaller towers and power lines stretches across the landscape. The overall scene is industrial and atmospheric.

COMENTARIOS FINALES

- Los requerimientos de flexibilidad se incrementarán cada vez más en el Sistema Eléctrico Nacional. Al respecto, los pronósticos son acción eficiente para gestionar dicha flexibilidad.
- La colaboración con el Ministerio de Energía y GIZ fue clave para impulsar un conjunto de iniciativas para el desarrollo y perfeccionamiento de los pronósticos de generación renovable variable.
- A la fecha, el Coordinador a generado capacidades internas y esta implementado soluciones innovadoras para mejorar permanentemente la calidad y cantidad de pronósticos (generación, demanda y caudales), a efectos de garantizar una operación segura y eficiente del Sistema Eléctrico Nacional.
- Conforme a lo anterior, el Coordinador se encuentra preparado para implementar nuevas exigencias en materia de pronósticos que la Autoridad estableció en Reglamento de Operación y Coordinación del SEN.
- La participación activa de los Coordinados es clave para mejorar la calidad de los pronósticos.
- Generación distribuida, mayor electrificación de consumos, electromovilidad, abren nuevos desafíos y oportunidades para determinar pronósticos de calidad. Al respecto, la investigación, desarrollo e innovación en Universidades y Centro de Investigación nacionales pueden ser un apoyo para adelantar soluciones ad hoc al Sistema Eléctrico Nacional.



COORDINADOR
ELÉCTRICO NACIONAL

Experiencia y Desafíos del Sistema de Pronósticos Centralizado

23 de Mayo 2019