

FIRST SOLAR

Gabriel Ortiz Mercado



LEADING THE WORLD'S
SUSTAINABLE ENERGY FUTURE





LUZ DEL NORTE

FIRST SOLAR / LUZ DEL NORTE

Chile:

- Parque Solar Fotovoltaico Luz del Norte 148 MWdc/141MWac.
- Ubicado en la Región de Atacama.
- Declarado Proyecto de interés nacional por Min. Economía.
- Módulos capa fina Telurio de Cadmio (CdTe).
- Producción de 401.3 GWh/año.
- 50% contratada mediante Licitación 2015-02 (Distribuidoras).
- Producción acumulada de +2,2 TWh (#1 Chile).

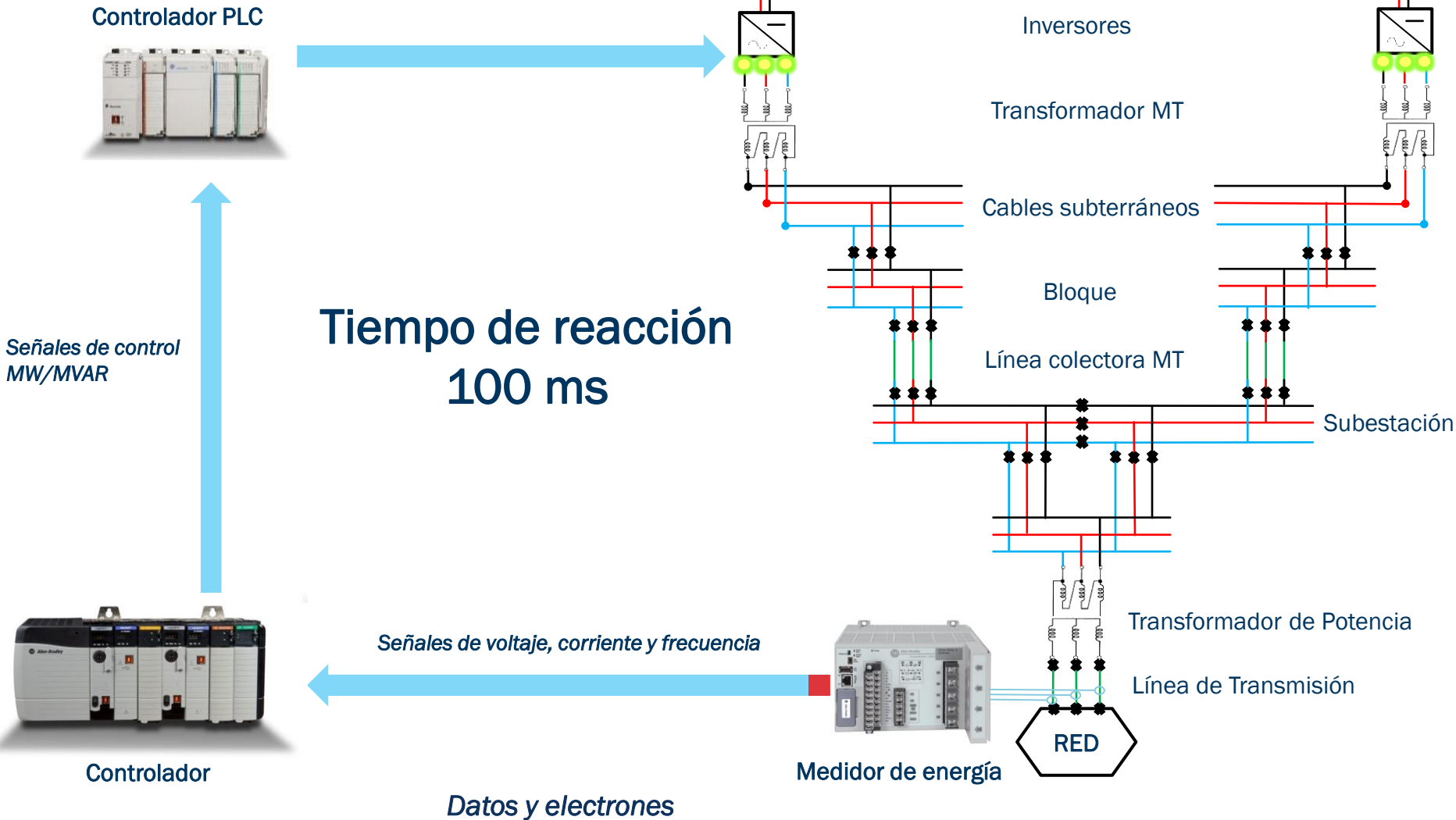
Reconocimientos:

- Certificado VDE (Alemania).
- 1era en demostrar la capacidad de entregar servicios complementarios en Latinoamérica.
 - IRENA Innovation Week 2018. (Alemania)
 - Innovation Trophies Engie 2018. (Francia)
 - Mission Innovation / COP21. (Canadá)
- 1era en el mundo en entregar SSCC en condiciones reales
 - Solar Impulse Foundation. 1000 Solutions.
 - S&P Global Energy Awards – Grid Edge
- 1er cargador de auto eléctrico 100% renovable.
- 1er tomate fotovoltaico 0% CO2 de Chile.



Luz del Norte es la mejor central fotovoltaica del país

TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

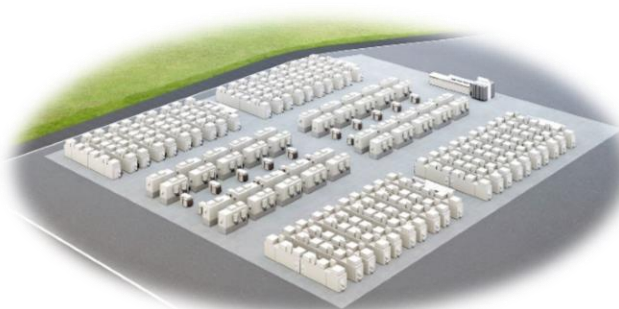


BESS TECHNOLOGY

PLC Station Controller



Reaction time
 ≈ 100 ms



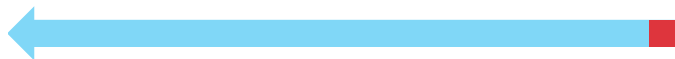
Control Signals
MW/MVAR



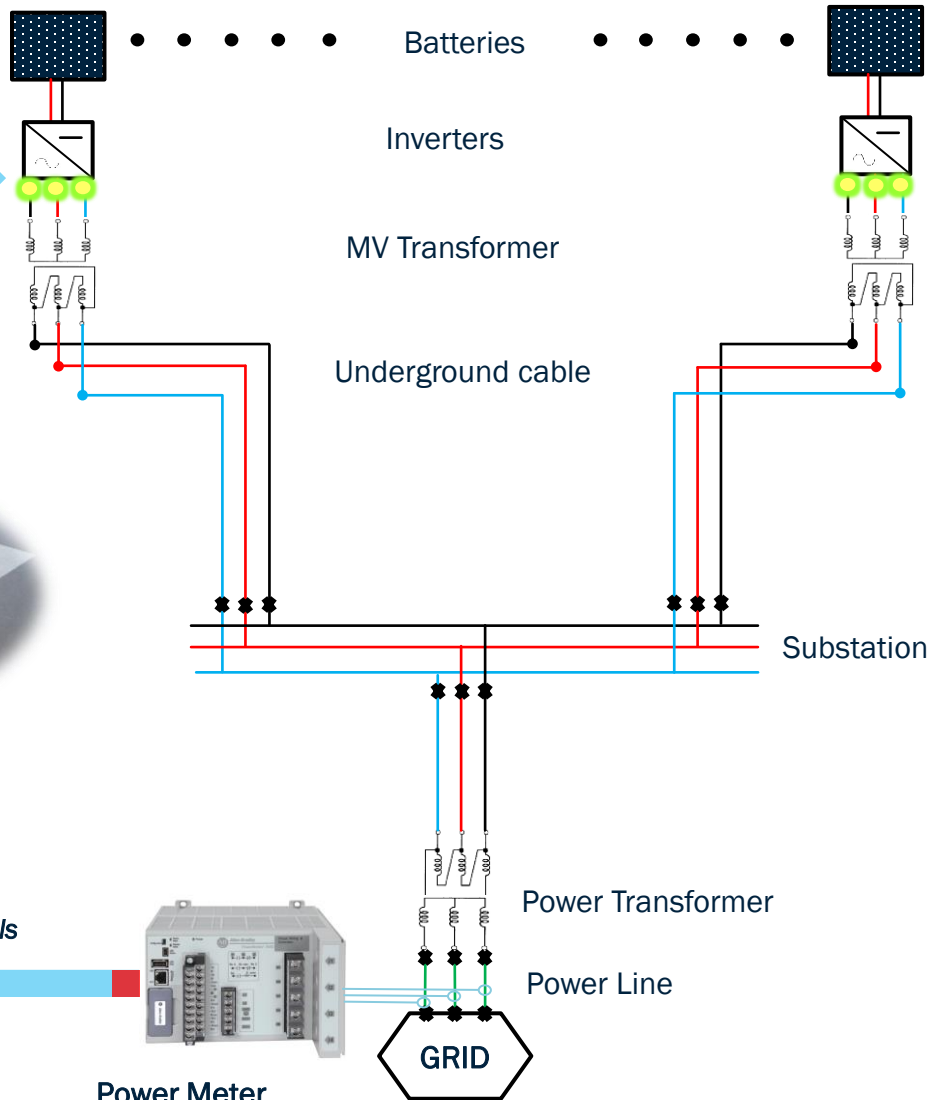
Power Plant Controller



Voltage, current and frequency signals



Datos y electrones también!



Batteries

Inverters

MV Transformer

Underground cable

Substation

Power Transformer

Power Line

GRID

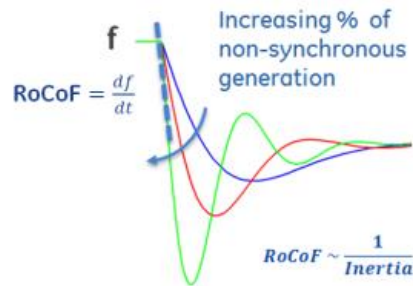
Power Meter

SERVICIOS COMPLEMENTARIOS PARA CONTROL DE FRECUENCIA

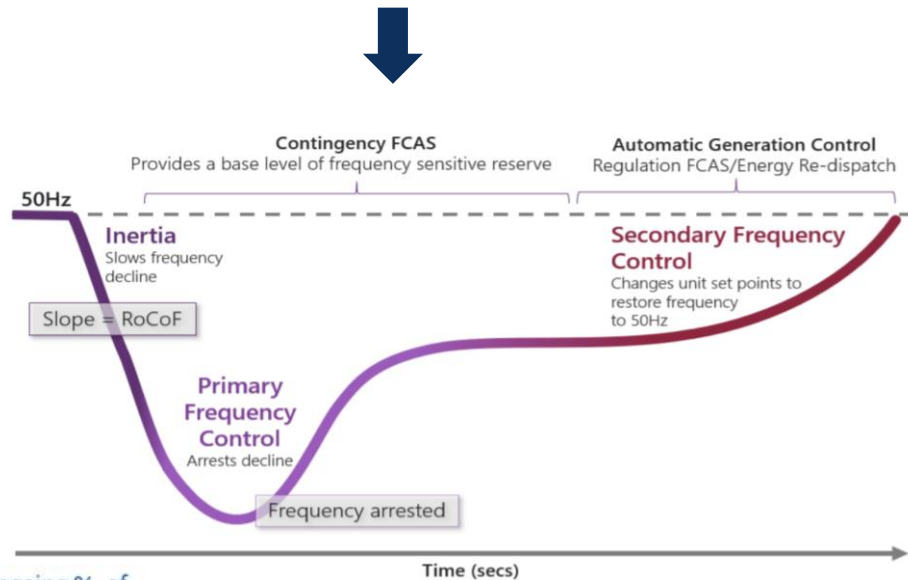


Generación = Demanda

$f = 50 \text{ Hz}$



Generación < Demanda



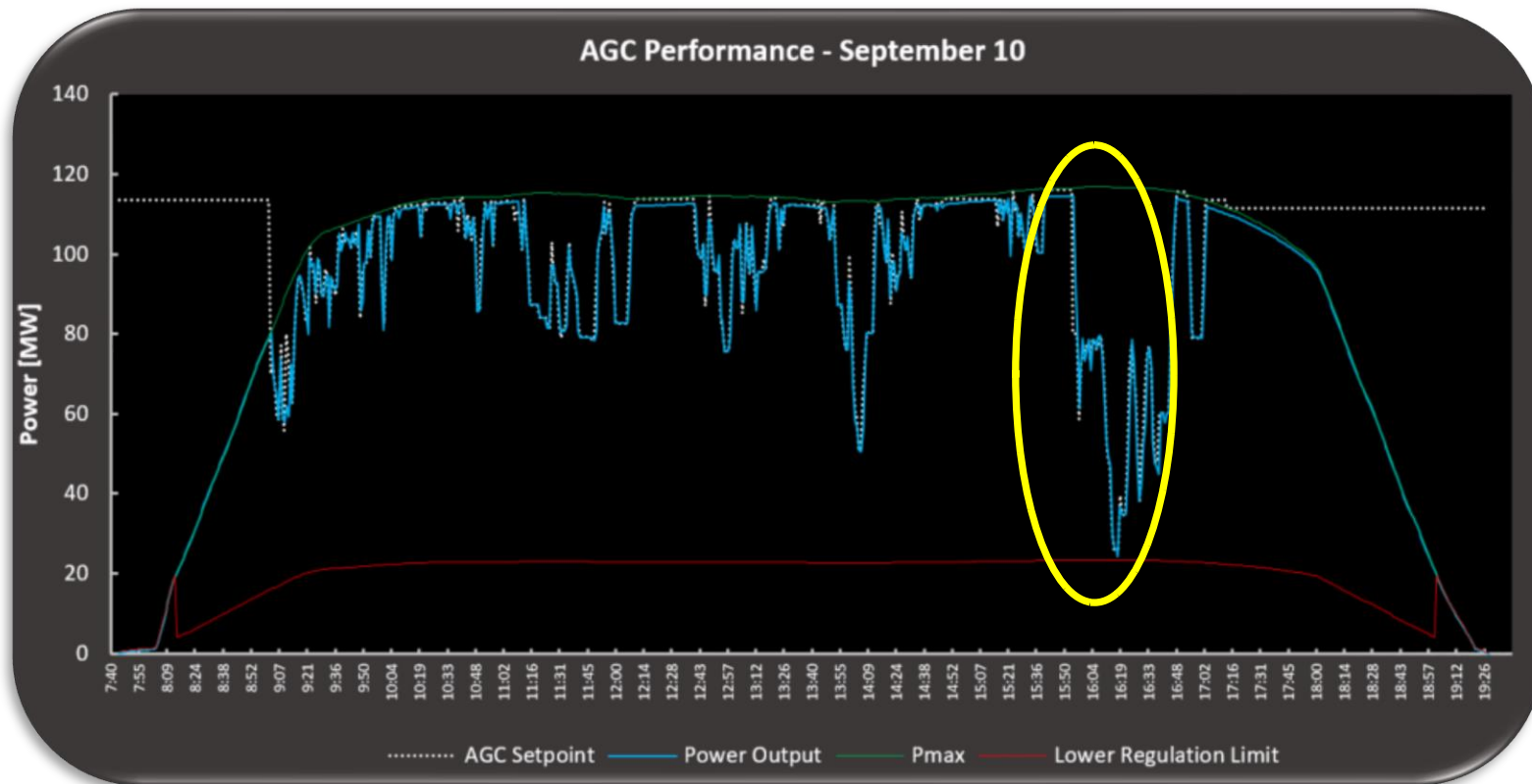
$f < 50 \text{ Hz}$

- La estabilidad de la frecuencia depende del balance entre la generación y la demanda de todo el sistema -

CONTROL SECUNDARIO DE FRECUENCIA (AGC)

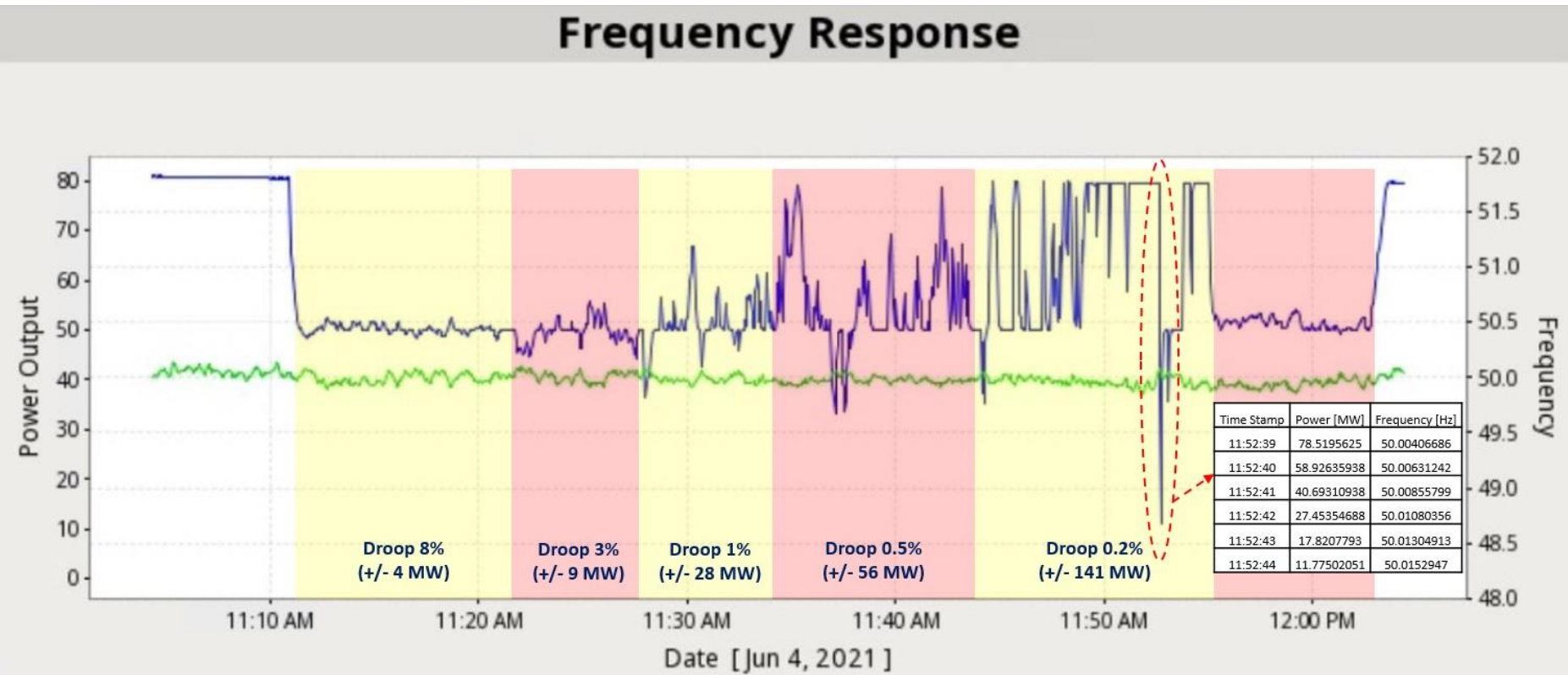
Luz del Norte entregando Control Secundario de Frecuencia (CSF) del tipo AGC

Un prueba contundente del desempeño es el aporte del 10 de septiembre de 2020. Este día Luz del Norte aportó 93 MW de reserva CSF-, lo que equivale a más de $\frac{3}{4}$ de todo lo requerida por el SEN para un día cualquiera.



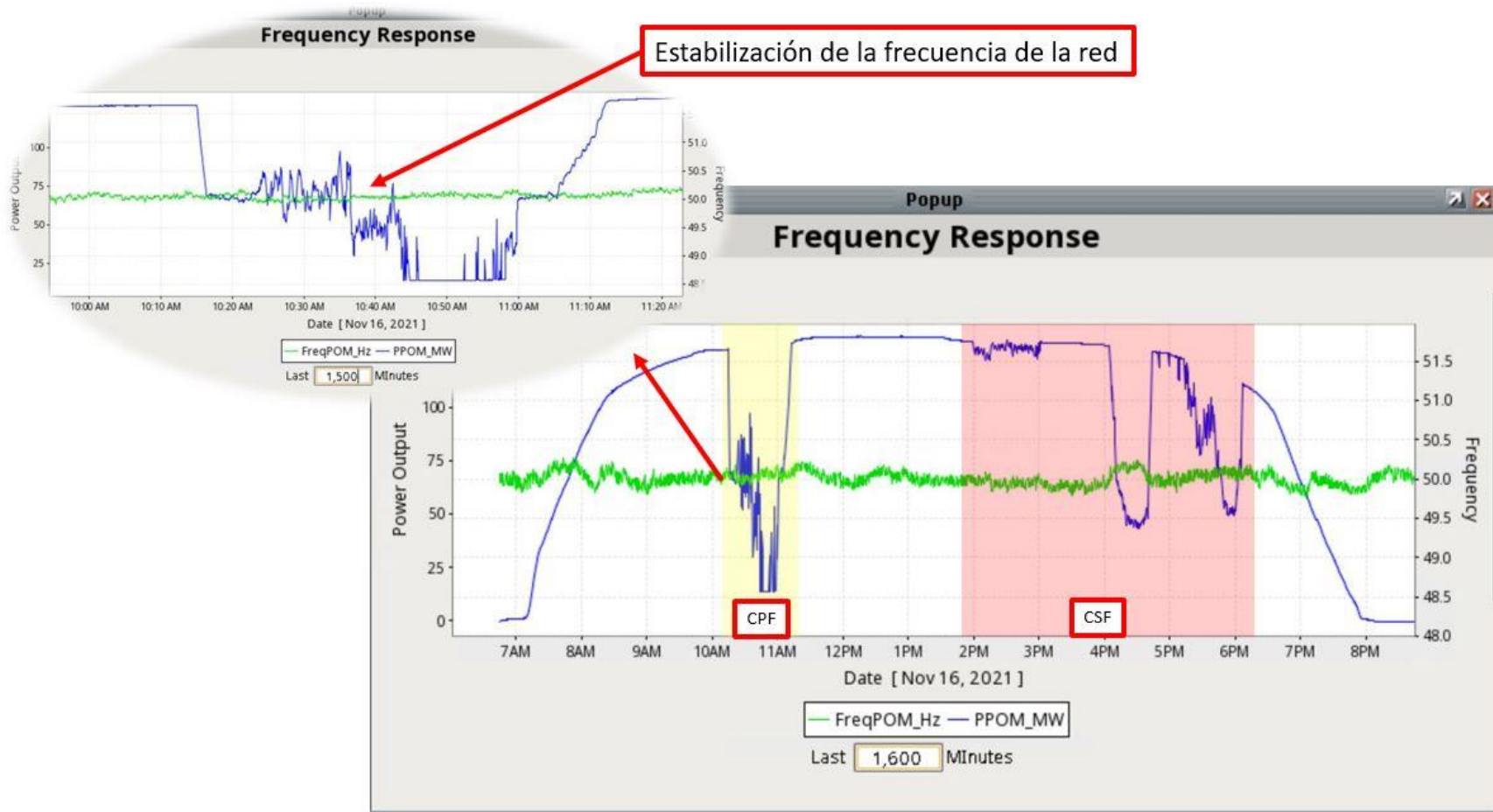
- Luz del Norte entregó $\frac{3}{4}$ de la reserva requerida por todo el sistema para CSF -

CONTROL PRIMARIO DE FRECUENCIA (CPF)



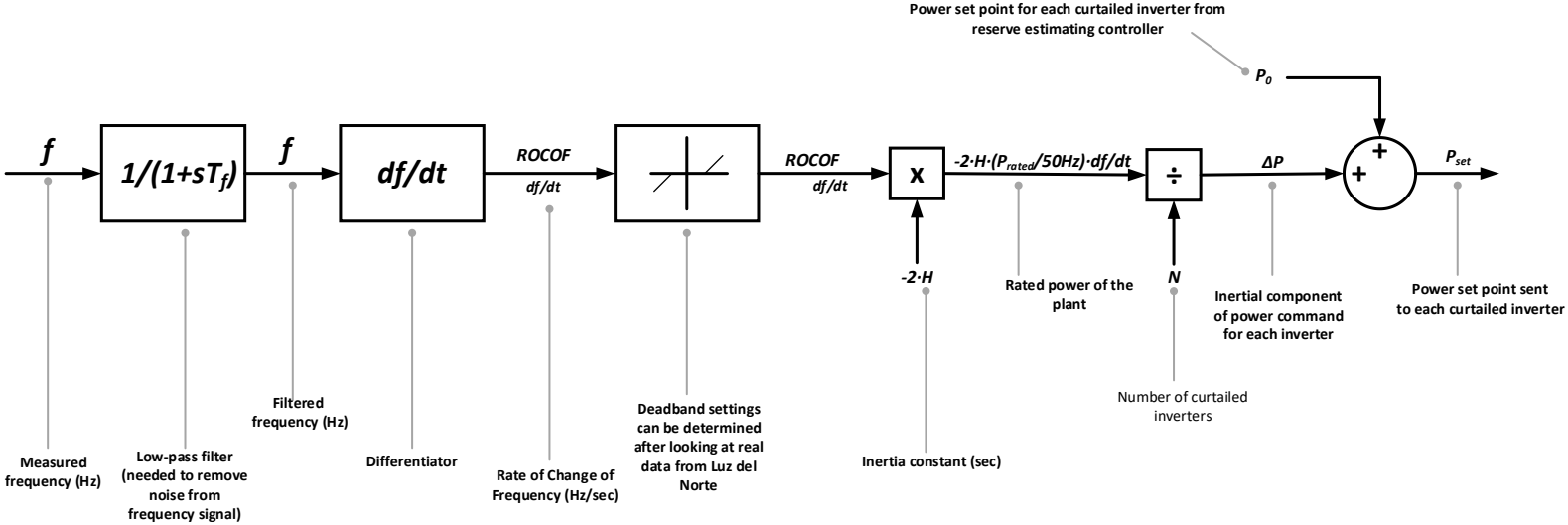
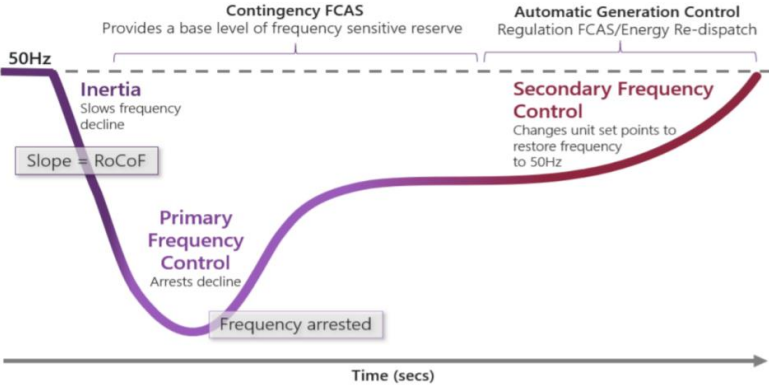
- Luz del Norte entregó 70 MW de reserva en 5 segundos -

CONTROL PRIMARIO Y SECUNDARIO DE FRECUENCIA (CPF&CSF)



- Luz del Norte entregó CPF y CSF en un mismo día y al mismo tiempo -

INERCIA SINTÉTICA

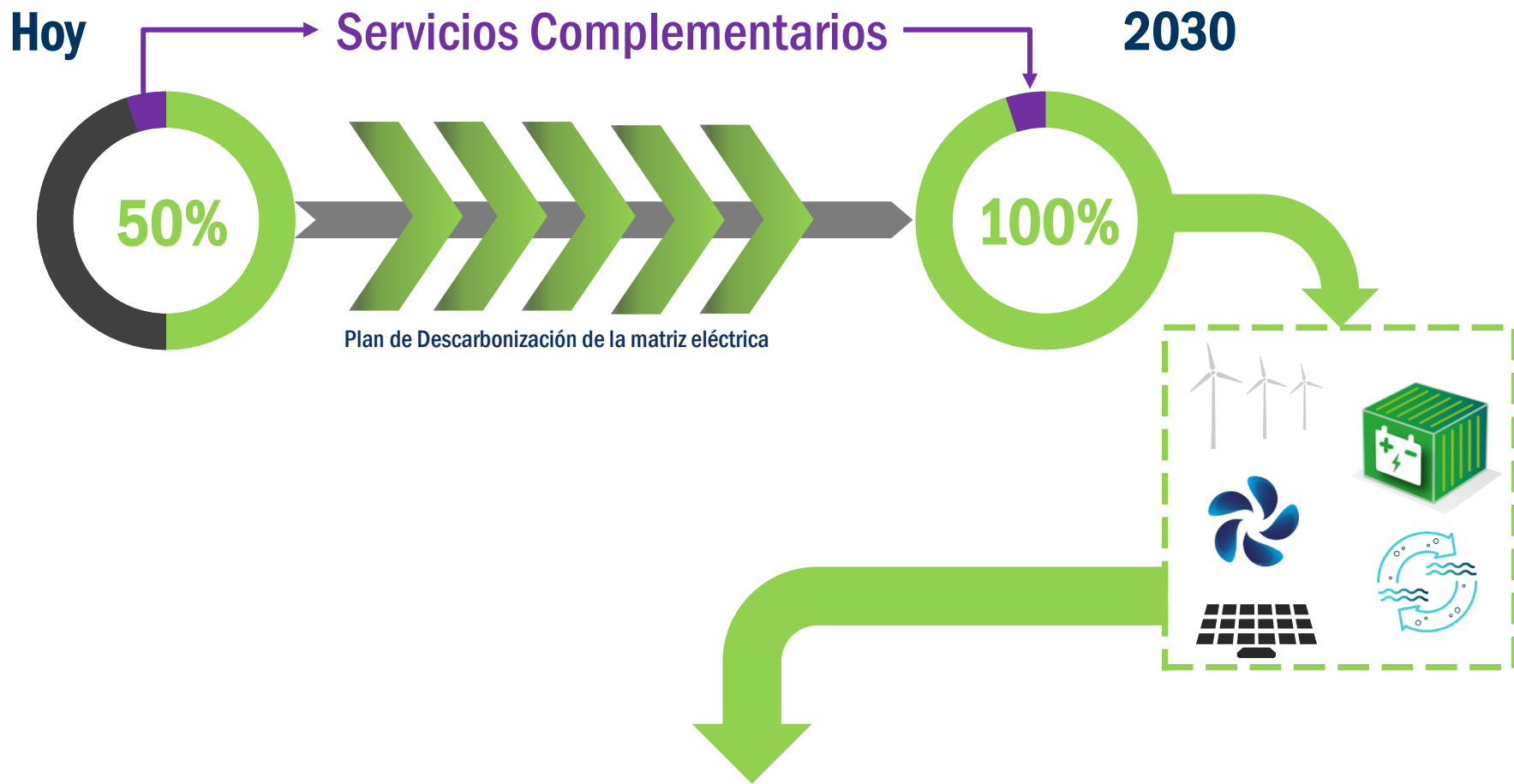


- La inercia sintética es equivalente a la inercia mecánica -

¿Qué descubrimos?



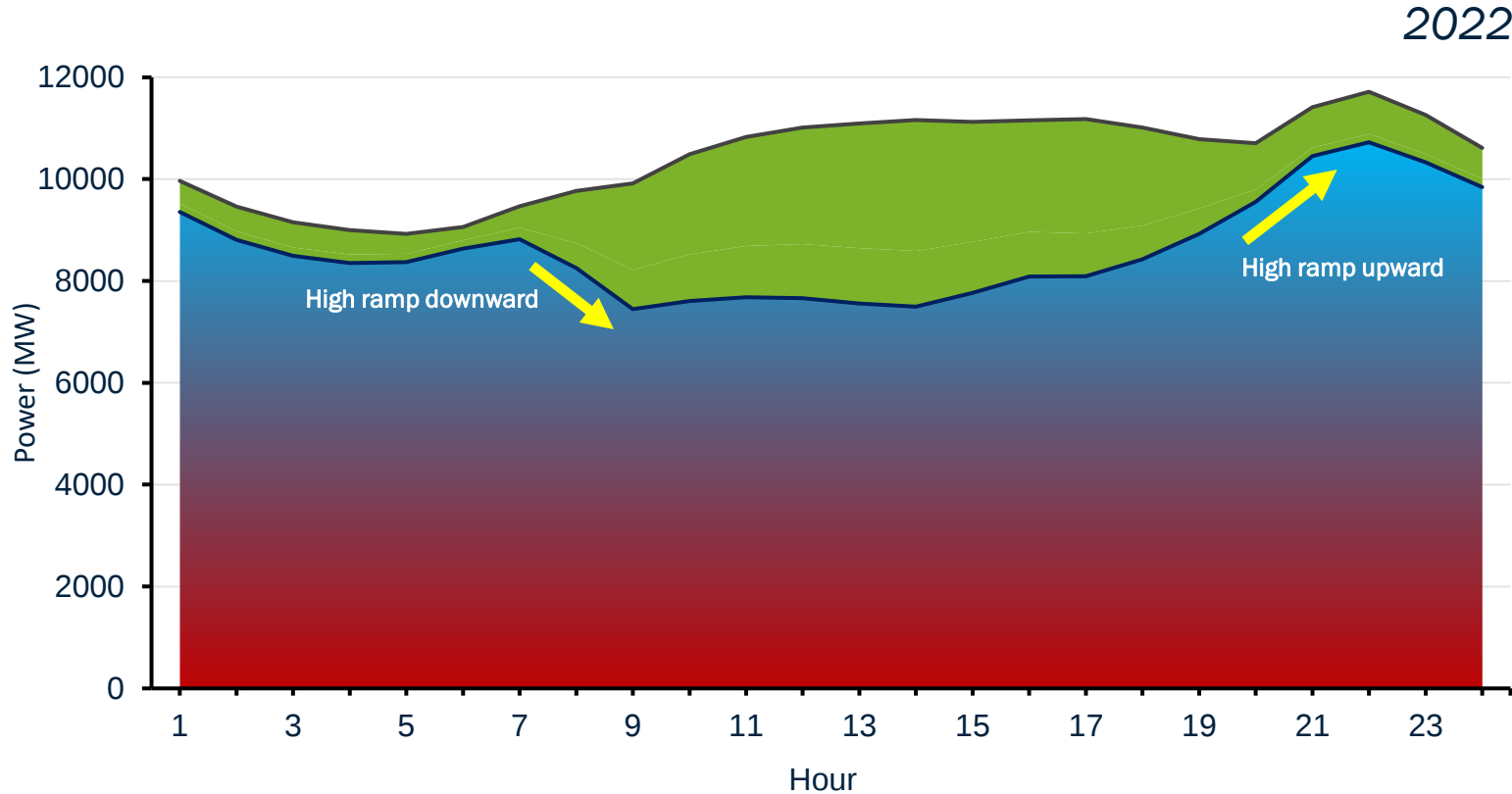
PLAN DE SALIDA DE LA GENERACIÓN FÓSIL EN CHILE: ¿CÓMO?



- Para construir un sistema eléctrico 100% renovable que funcione necesitamos que las ERV entreguen SSCC-

CHILEAN ENERGY MIX

- Matriz dominada por generación de termoeléctricas e hidroeléctricas convencionales.
- La alta penetración de energía solar fotovoltaica está comenzando a producir los efectos indeseados de la curva de pato.

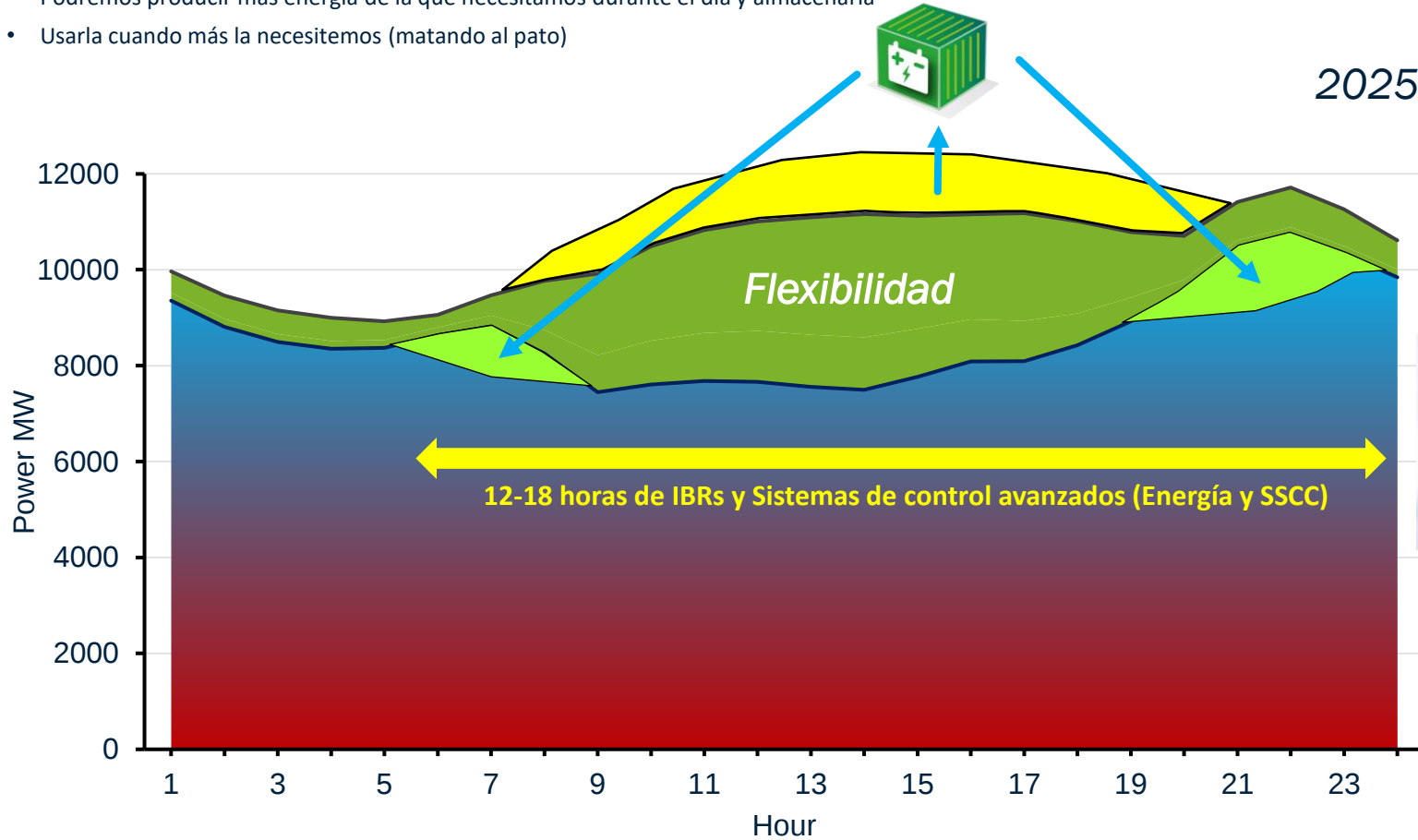


- El pato está aquí -



INVERTER-BASED RESOURCES POTENTIAL

- Altísima flexibilidad debido a las características intrínsecas de la electrónica de potencia compartida por PV y BESS
- Podremos producir más energía de la que necesitamos durante el día y almacenarla
- Usarla cuando más la necesitemos (matando al pato)

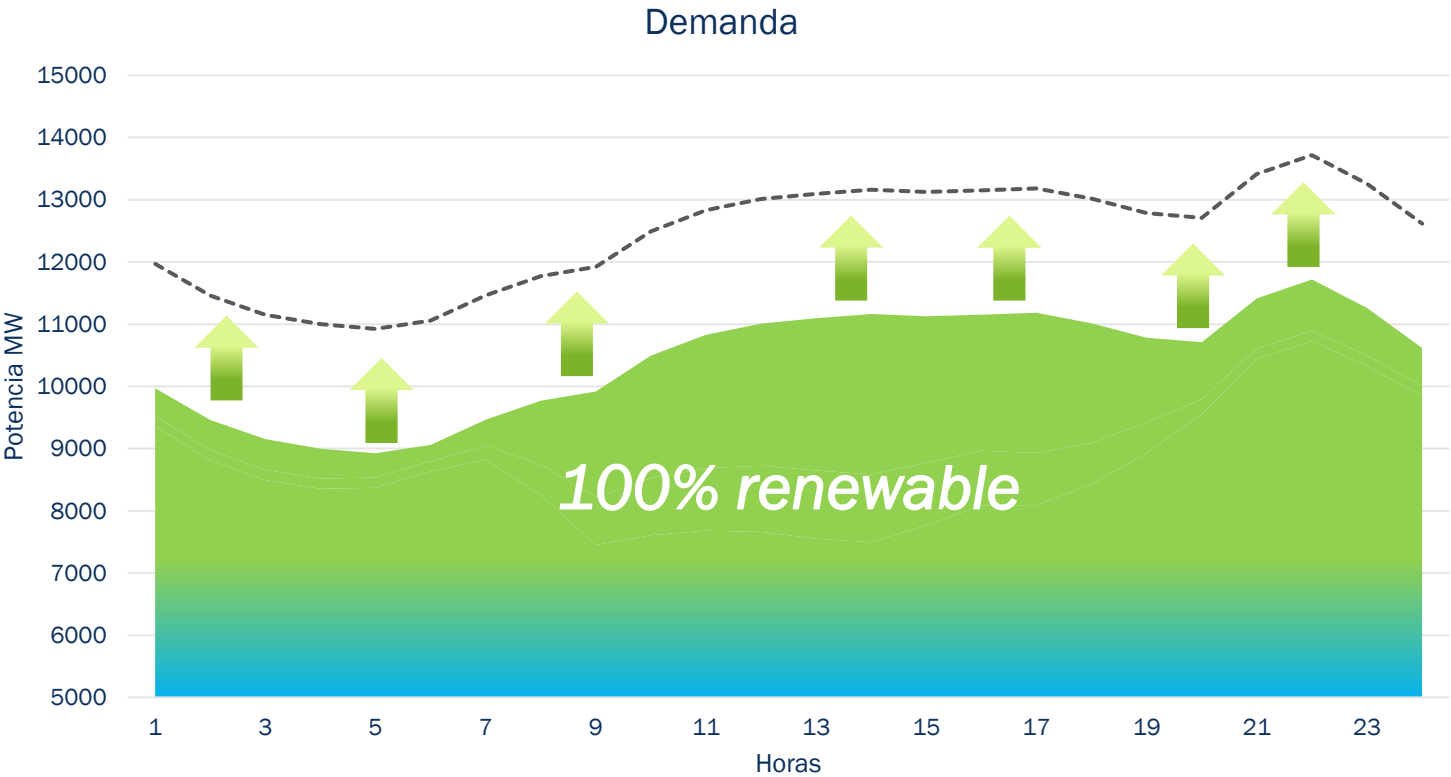


- Pato Laqueado -

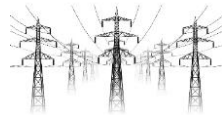
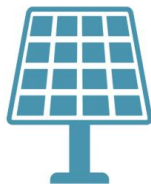
INVERTER-BASED RESOURCES POTENTIAL

- Acelerar la salida de centrales contaminantes
- Convertir a Chile en un modelo a seguir para el resto de la región

2030



- 100% energía renovables (+70% IBRs) -



CONCLUSIONES

1. Inversores de potencia = datos y electrones
2. Para construir un sistema eléctrico 100% renovable que funcione necesitamos que las ERV entreguen SSCC
3. Un sistema donde la generación y la gestión de la energía se ha reducido al manejo de datos y electrones puede entregar energía y servicios complementarios con un nivel de desempeño, flexibilidad y confiabilidad superior al de las centrales convencionales.
4. Utilizando sistemas de control avanzados e inversores de potencia es posible construir un sistema eléctrico 100% renovable que funcione.

- La barrera que nos impide acelerar la salida de las centrales contaminantes no es tecnológica ni económica es política y social -

BARRERAS PENDIENTES

Resolución Exenta 443, 23/11/2020 de la CNE establece costos de desgaste diferenciados por tecnología como mecanismo de remuneración por la entrega de SSCC

IBRs (entrada masiva)

Convencionales (de salida)



+



¿flexibilidad?

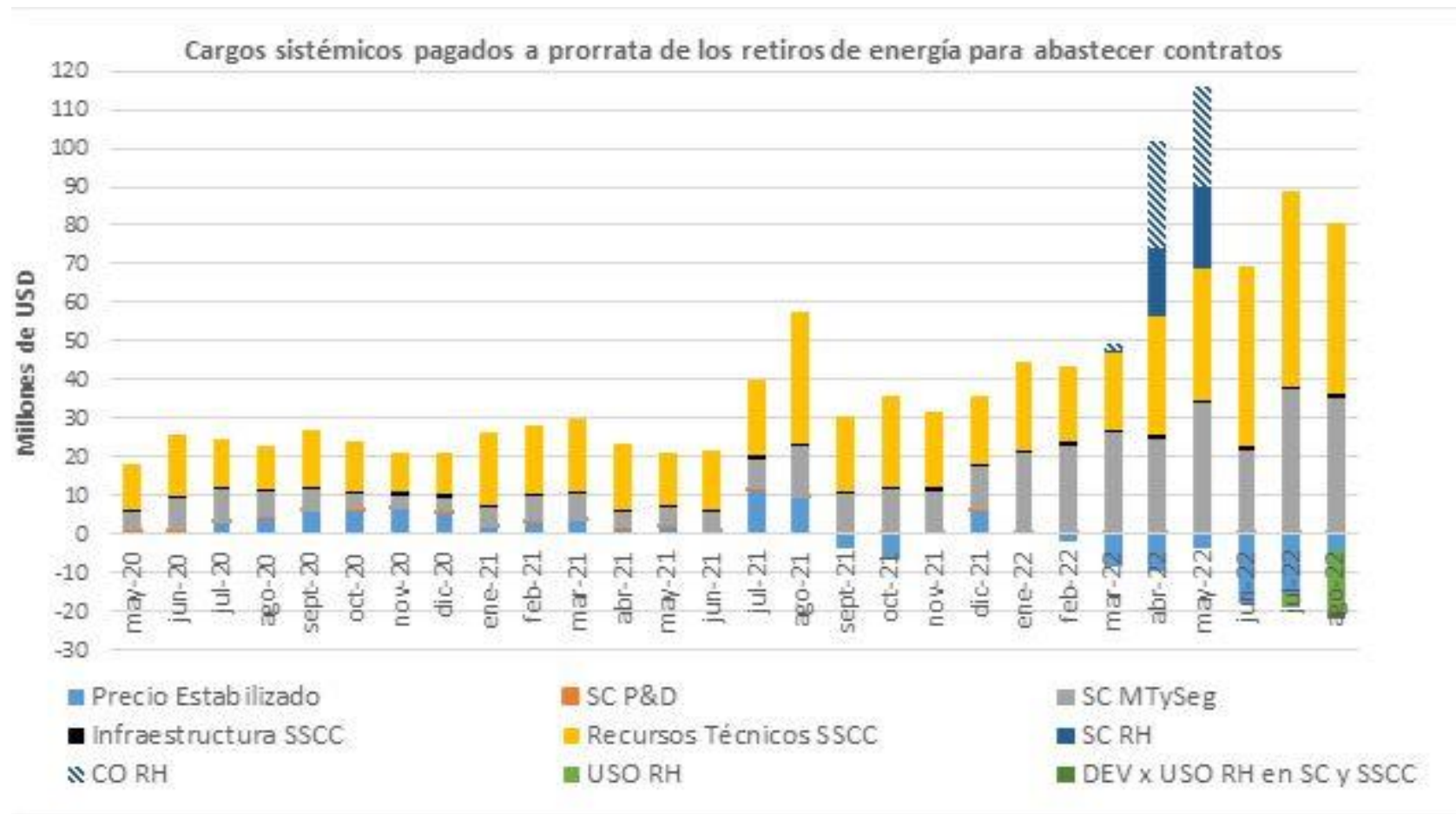
Tabla 1: Costos de desgaste representativos por tecnología

Tecnología (t)	Costo de desgaste ($\theta_{t,ssc}$) [US\$/MWh]
Carbón	10
Central térmica en ciclo combinado	6
Grupo motor generador	6
Turbina a vapor con biomasa	5
Turbina a gas o dual en ciclo abierto	4
Turbina a biogás	4
Concentración solar de potencia de tipo torre central	4
Hidráulica de pasada	2
Hidráulica de embalse	2
Fotovoltaica	2
Eólica	2
Sistema de almacenamiento en base a baterías (BESS)	2
Eólica + BESS	2
Fotovoltaica + BESS	2
Hidráulica de Pasada + BESS	2
Hidráulica de Embalse + BESS	2
Geotermia	2

	0 meses	1-2 años	3-4 años	8-10 años	
Salen	Bocamina 1 (128 MW) Ventanas 1 (114MW)	Tocopilla U14 (136 MW) Tocopilla U15 (132 MW) Bocamina 2 (348 MW) Ventanas 2 (208 MW)	CTM 1 (162 MW) CTM 2 (172 MW)	El resto	
Entran	Luz del Norte (141 MW) Punta Sierra (82 MW) Tecnologías convencionales	Luz del Norte (141 MW) Punta Sierra (82 MW) Sol del Desierto (230 MW) El Pelicano (100 MW) Uribe Solar (50 MW) Tecnologías convencionales	ERV (IBRs) BESS (IBRs) Tecnologías convencionales	ERV (IBRs) BESS (IBRs) Tecnologías convencionales (Hidroeléctricas)	100% renovables (+70% IBRs)
	0 meses	1-2 años	3-4 años	8-10 años	

- Eliminar la discriminación por tecnología y establecer un único costo de desgaste -

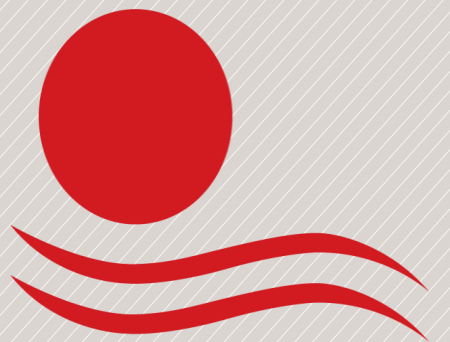
CONSECUENCIAS



- Eliminar la discriminación por tecnología y establecer un único costo de desgaste -



Gracias



First Solar®

LEADING THE WORLD'S
SUSTAINABLE ENERGY FUTURE