

# SUN O AST

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR RENEWABLE ENERGY

**Inteligencia Artificial para la Energías  
Renovables: Casos de Éxito en Chile**

# Sobre Suncast

Es una empresa chilena centrada en desarrollar **innovación** tecnológica en base a IA para impulsar la transición energética.

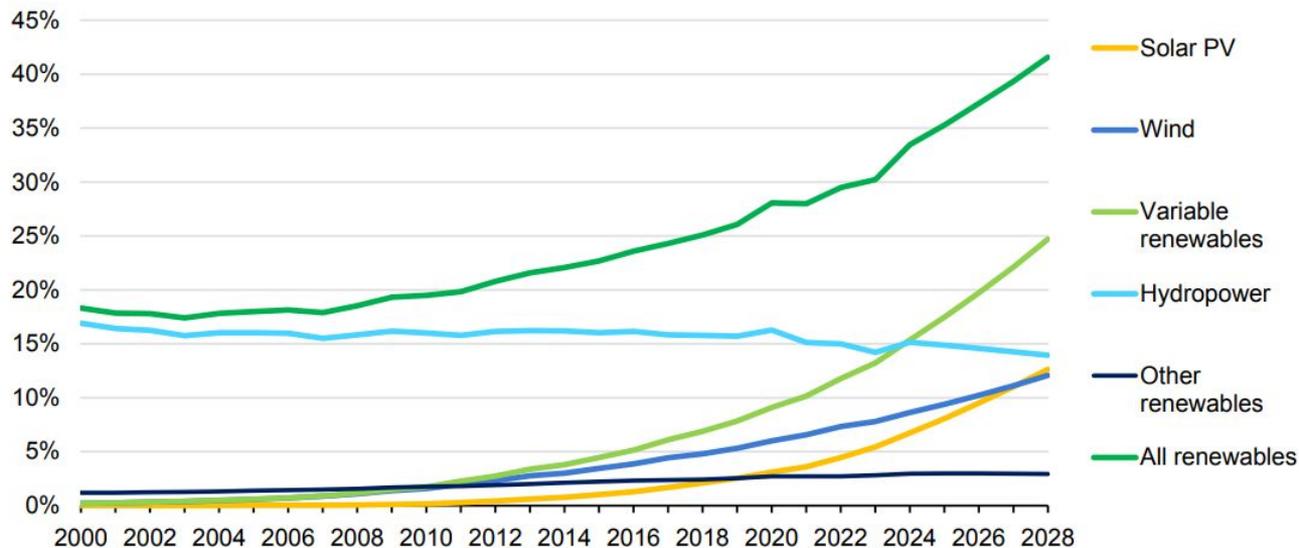
Llevamos 6 años **especializados** en modelos predictivos para la energía solar y luego para la energía eólica.

Damos seguimiento y estamos **actualizados** a las normativas de pronósticos de energías renovables variables.

Somos **flexibles** ya que vamos adaptando nuestro software a los requerimientos del mercado eléctrico.

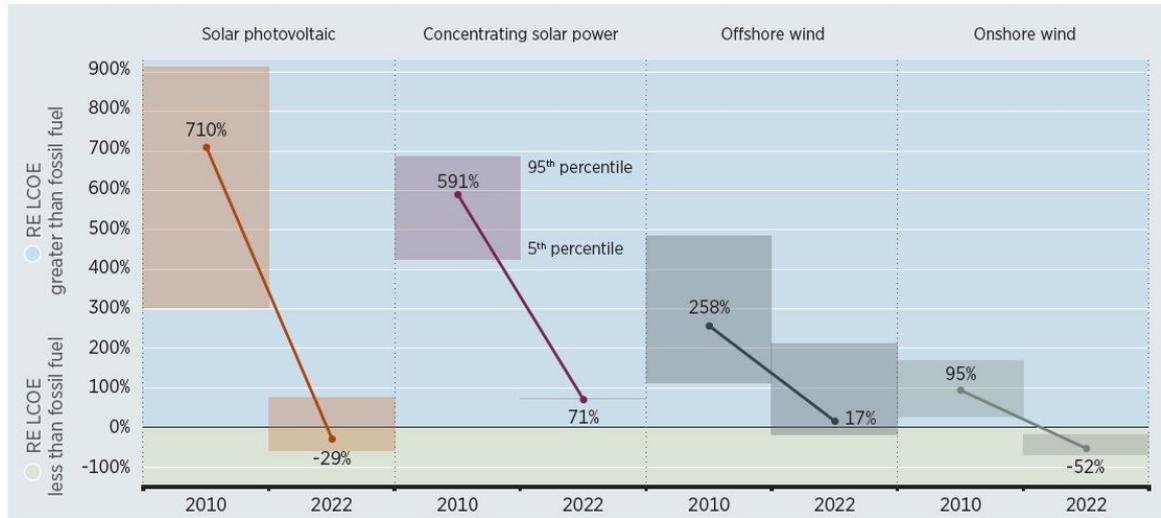
# Generación Eléctrica

## Electricity generation by technology, 2000-2028



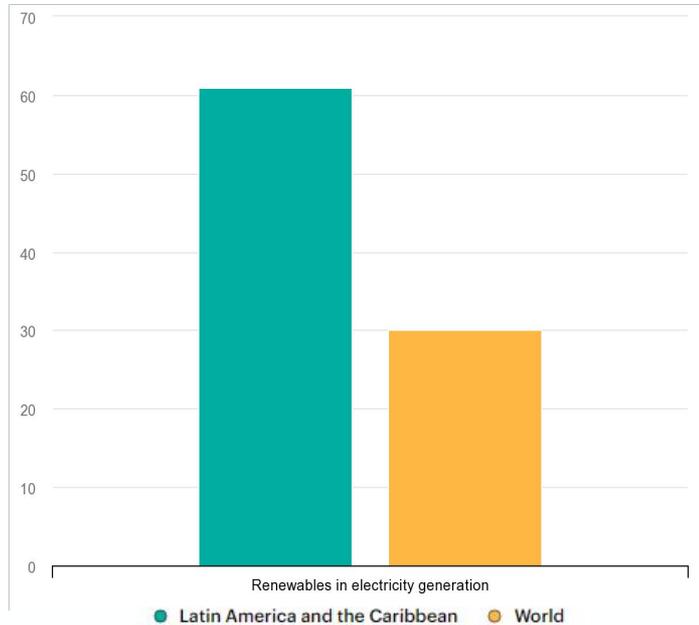
# Energía solar y eólica son más económicas que contaminantes

**Figure S.1** Change in competitiveness of solar and wind by country based on global weighted average LCOE, 2010-2022

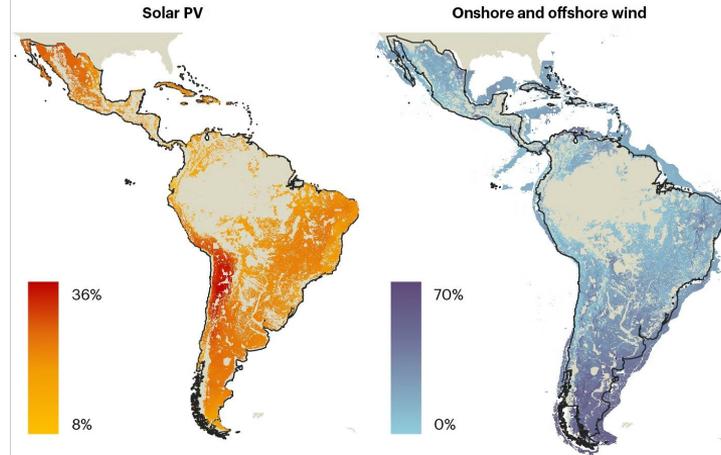


**Note:** The global weighted average LCOE data by technology and the fossil fuel LCOE data used to derive this chart is presented in detail in Chapter 1; RE = renewable energy.

# LATAC: La región más renovable a nivel global (60%)



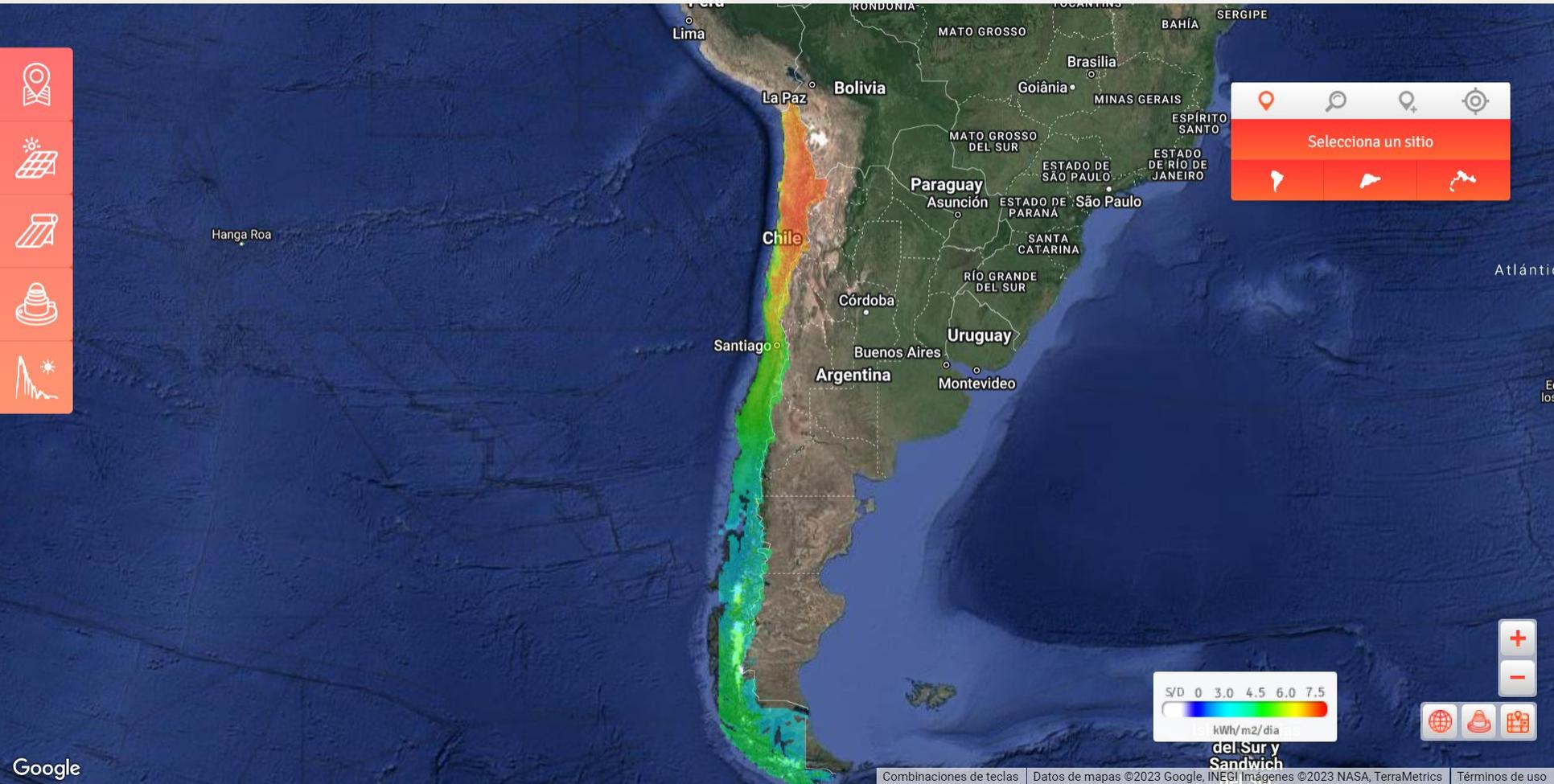
Cuota de las energías renovables en la generación de electricidad de América Latina, el Caribe y el mundo



Factores de capacidad media solar fotovoltaica y eólica en América Latina y el Caribe

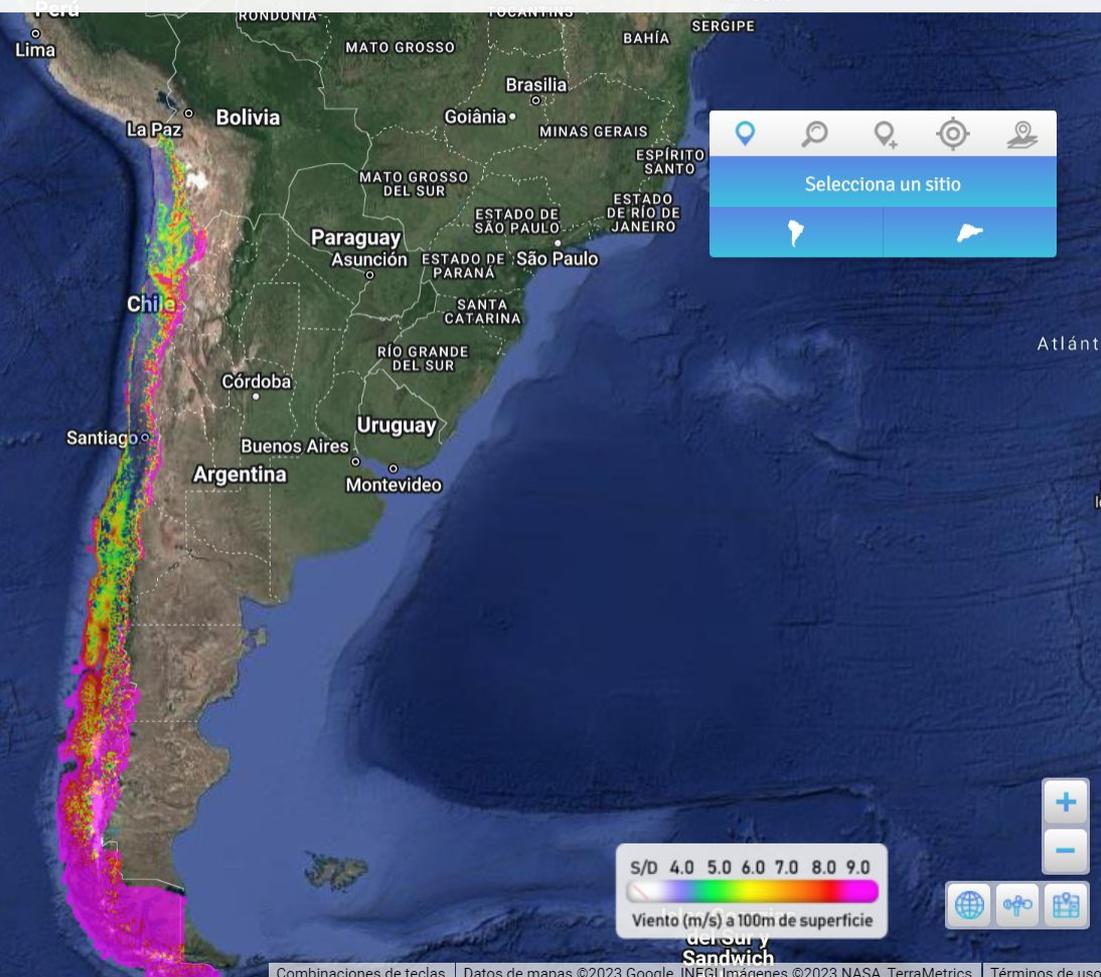
SUN  AST

# Chile y su oportunidad de ser pionero en energías renovables





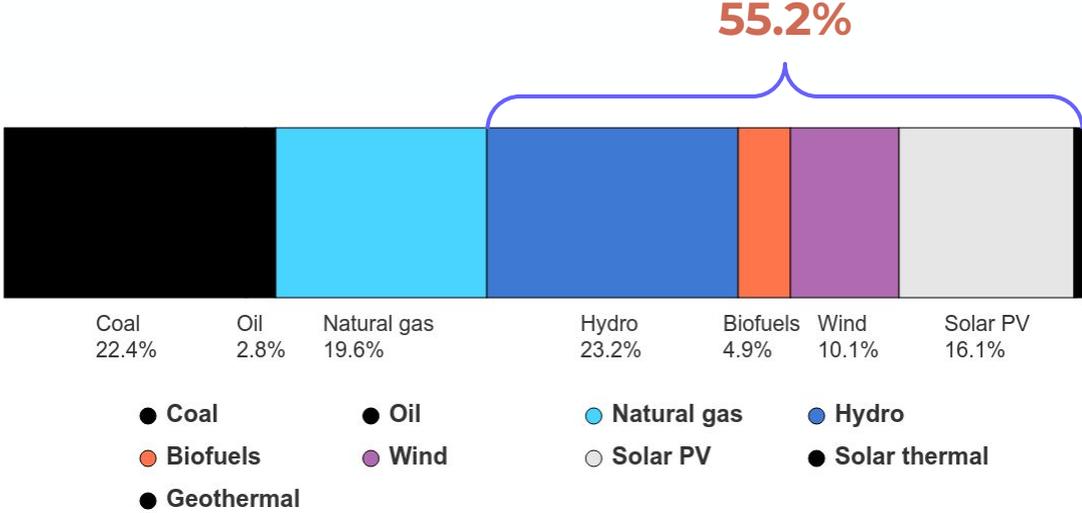
Hanga Roa



Map navigation controls including a search bar with the text "Selecciona un sitio" and two map outline icons.



# Generación eléctrica en Chile - Total 2022

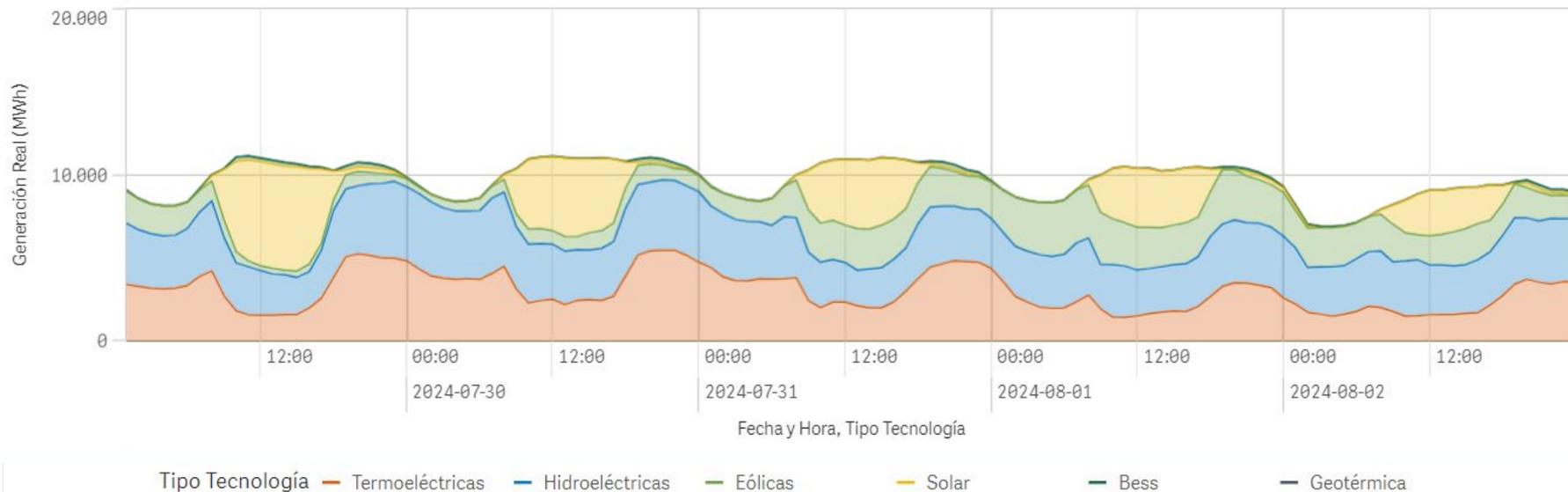


Source: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0



# Generación eléctrica en Chile

Generación Real Horaria por Tecnología



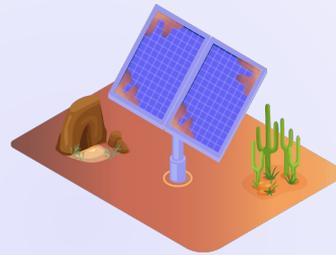
# Desafíos de las energías solar y eólica



**Incertidumbre**  
en la producción



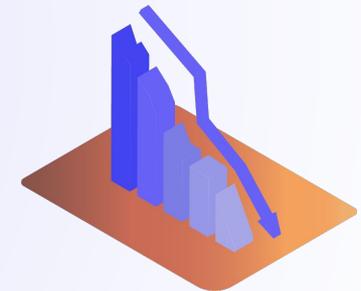
**Diferente**  
**regulación** de los  
mercados



**Alto**  
**ensuciamiento** y  
costos de  
limpieza



**Penalización**



**Vender menos**  
**energía**



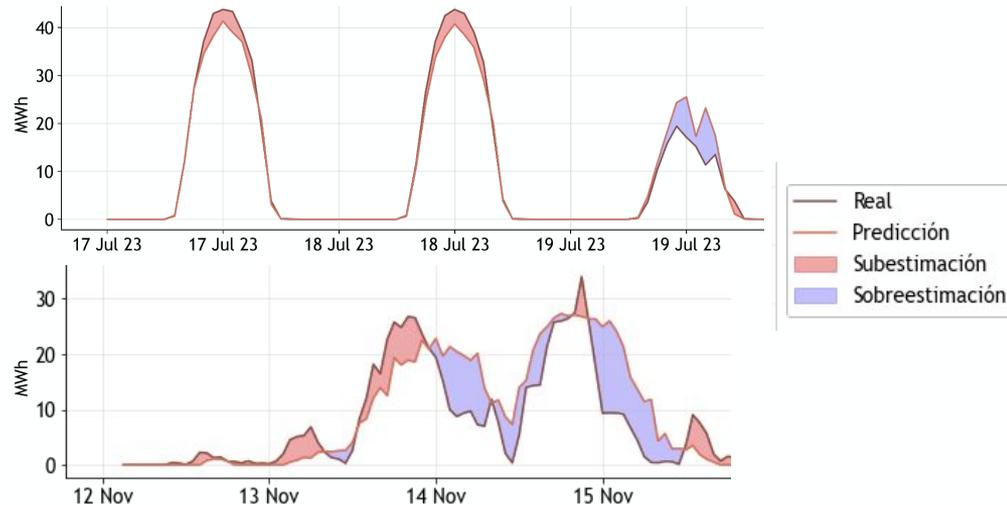
The background of the slide features a dark blue, atmospheric scene of a wind farm. Several wind turbines are visible, their blades and towers silhouetted against a lighter blue sky. The overall tone is professional and clean, with a focus on renewable energy.

SUN  AST

# Incertidumbre del sol y el viento

# Incertidumbre

- La energía solar y energía eólica son catalogadas como “variables”.
- La variabilidad de la energía solar es entre estaciones, día y noche.
- La variabilidad de la energía eólica es intra horaria, entre días de una misma semana y estaciones del año.
- IA permite enfrentar este desafío y tener menor incertidumbre.





# Regulación de pronósticos de ERNC

# Regulación Actual Chile: Pronósticos centrales fotovoltaicas

Pronósticos energía solar en Chile

## Norma técnica de seguridad y calidad del servicio - CNE - 2019

Informe 	Frecuencia 	Alcance temporal 	Resolución 
Del día siguiente	Cada 12 horas	Para las siguientes 48 horas	Horaria
Para 10 días	Cada 24 horas	Para las siguientes 240 horas	Horaria

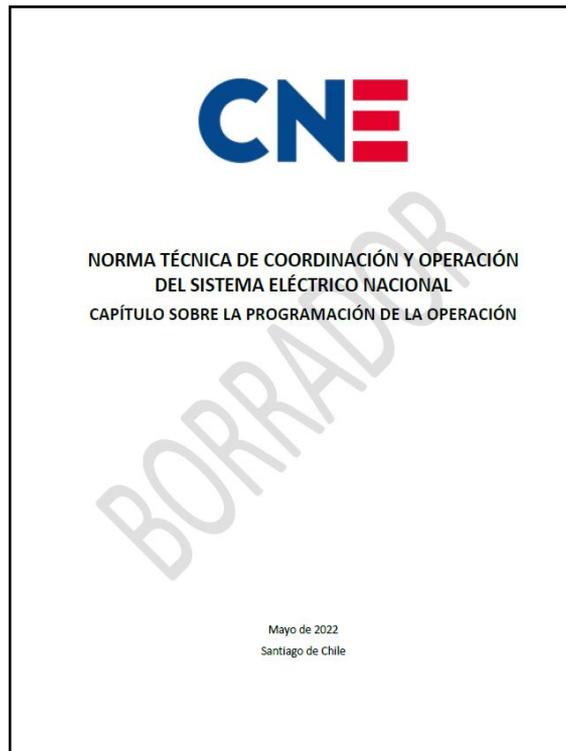


# Regulación Actual Chile: Pronósticos centrales eólicas

## Norma técnica de seguridad y calidad del servicio - CNE - 2019

Informe		Frecuencia	Alcance temporal	Resolución
				
Energía	Corto plazo	Cada 1 horas	Para las siguientes 12 horas	Horaria
	Día siguiente	Cada 6 horas	Para las siguientes 48 horas	Horaria
	Para 10 días	Cada 24 horas	Para las siguientes 240 horas	Horaria
	Ocurrencia de rampas de producción en el corto plazo	Cada 1 horas	Para las siguientes 12 horas	Horaria
Meteorología	Velocidad y dirección del viento	Cada 6 horas	Para las siguientes 48 horas	Horaria
	Temperatura y presión atmosférica	Cada 6 horas	Para las siguientes 48 horas	Horaria

# Borrador NTCO



## Artículo 2-119 Máximo desvío estático de los pronósticos para una hora en adelante

Para las Centrales Renovables cuyo recurso primario es eólico y/o solar, el promedio mensual de cada uno de los indicadores de desviación señalados en el Artículo 2-118, no podrá superar lo que se indica en la siguiente tabla:

Recurso primario	$MAE_1$	$ BIAS_1 ^*$
Solar	5%	3%
Eólico	7%	4%

## Artículo 2-120 Máximo desvío estático de los pronósticos de las próximas 48 horas

Para las Centrales Renovables cuyo recurso primario sea eólico y/o solar, el promedio mensual de los indicadores de desvío  $MAE_{24}$  y  $BIAS_{24}$  señalados en el Artículo 2-118 del presente capítulo de esta NT no podrá superar los valores que se indican en la siguiente tabla:

Recurso primario	$RMSE_{24}$	$MAE_{24}$	$ BIAS_{24} ^*$
Solar	11%	7%	4%
Eólica	17%	13%	7%



# Mayores exigencias en pronósticos

Norma Técnica		
		SUN AST
Exigencias 	Actual (Fecha de publicación: 2019) 	Borrador (Fecha de publicación: 2022) 
Pronósticos de energía 48 horas siguientes (solar)	4 veces al día	24 veces al día
Pronósticos de energía 48 horas siguientes (eólica)	24 veces al día	24 veces al día
Pronósticos de energía 10 días siguientes	1 vez al día	2 veces al día
Índices de desempeño	MAE	MAE, RMSE, BIAS y Persistencia
Umbral de desempeño	No	Sí
Evaluación trimestral de desempeño	No	Sí

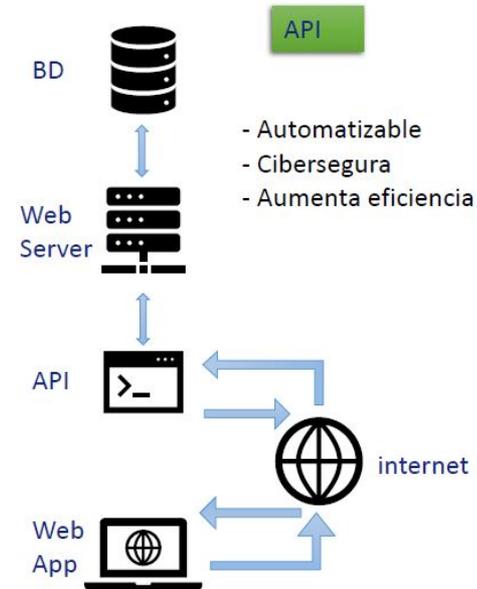
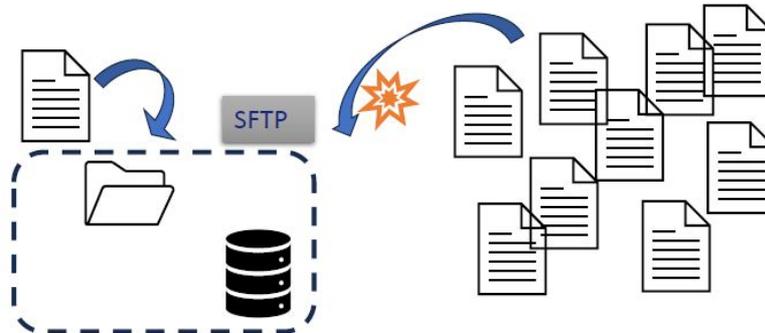
# Nuevo Portal de Pronósticos CEN (iniciar pruebas: feb 2024)

## PORTAL DE PRONÓSTICOS.

### ENTREGA DE INFORMACIÓN.

INSTRUCCIÓN CARTA DE04049-23. SEPTIEMBRE 2023.

Tipo de Archivo	Horario de entrega diaria "h"			Ventana horaria del pronóstico
	Central edíca	Central solar	Central hidroeléctrica de pasada	
Eólica-48h	00:00; 06:00; 12:00 y 18:00	No aplica.	No aplica.	48 valores, desde la hora "h+1" del día operativo.
Eólica-240h Solares-240h Pasadas-240h	08:00	08:00	08:00	240 valores, desde las 00:00 horas del día siguiente.
Solar-48h	No Aplica.	06:00 y 18:00	No aplica.	48 valores, desde la hora "h+1" del día operativo.



Fuentes:  
Presentación Javier Urbina, Jefe Dpto. de Pronósticos CEN. "Portal Pronósticos del Coordinador: Carga de Pronósticos de centrales de fotovoltaicas mediante API". CEN, enero 2024.

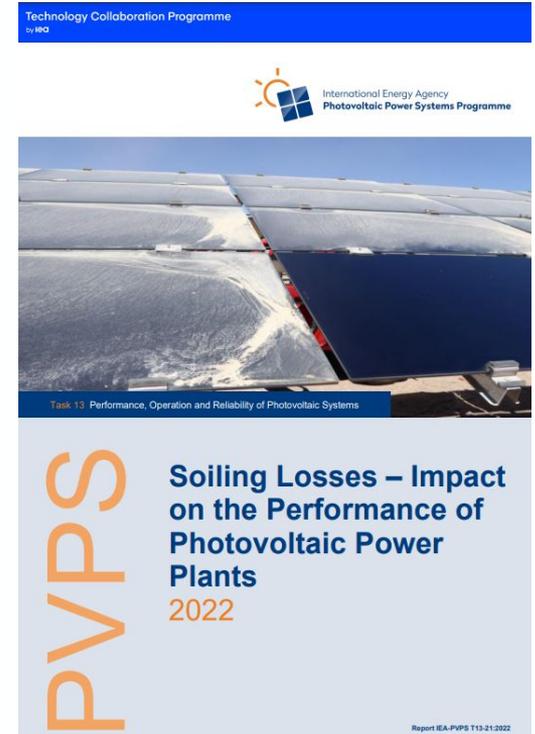




# Ensuciamiento de los módulos fotovoltaicos

# El problema del Soiling

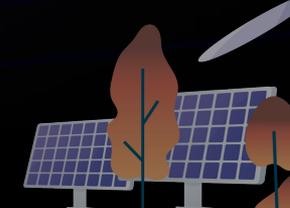
- IEA 2022: dentro 3 y 4% de las pérdidas de la energía son causadas por soiling.
- Las pérdidas económicas por año son **US\$ 3.2 mil millones**
- Se espera que aumenten hasta un 5% durante los próximos años.





INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

# Servicios Suncast



# Servicios Suncast



**Predicción de  
Energía Solar**



**Predicción de  
Energía Eólica**



**Predicción de  
Soiling**





**1.458 MW**  
13 centrales

Predicción de  
Energía Solar



+ **2.009 MW** +  
15 centrales

Predicción de  
Energía Eólica



+ **148 MW**  
33 centrales

Predicción de  
Soiling

=

**3.467 MW**  
61 centrales

Capacidad instalada



# Nuestros clientes

## Generadoras internacionales:



## Generadoras nacionales:



## Centros de Control y O&M



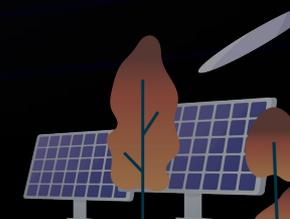
## Portafolios PMGD

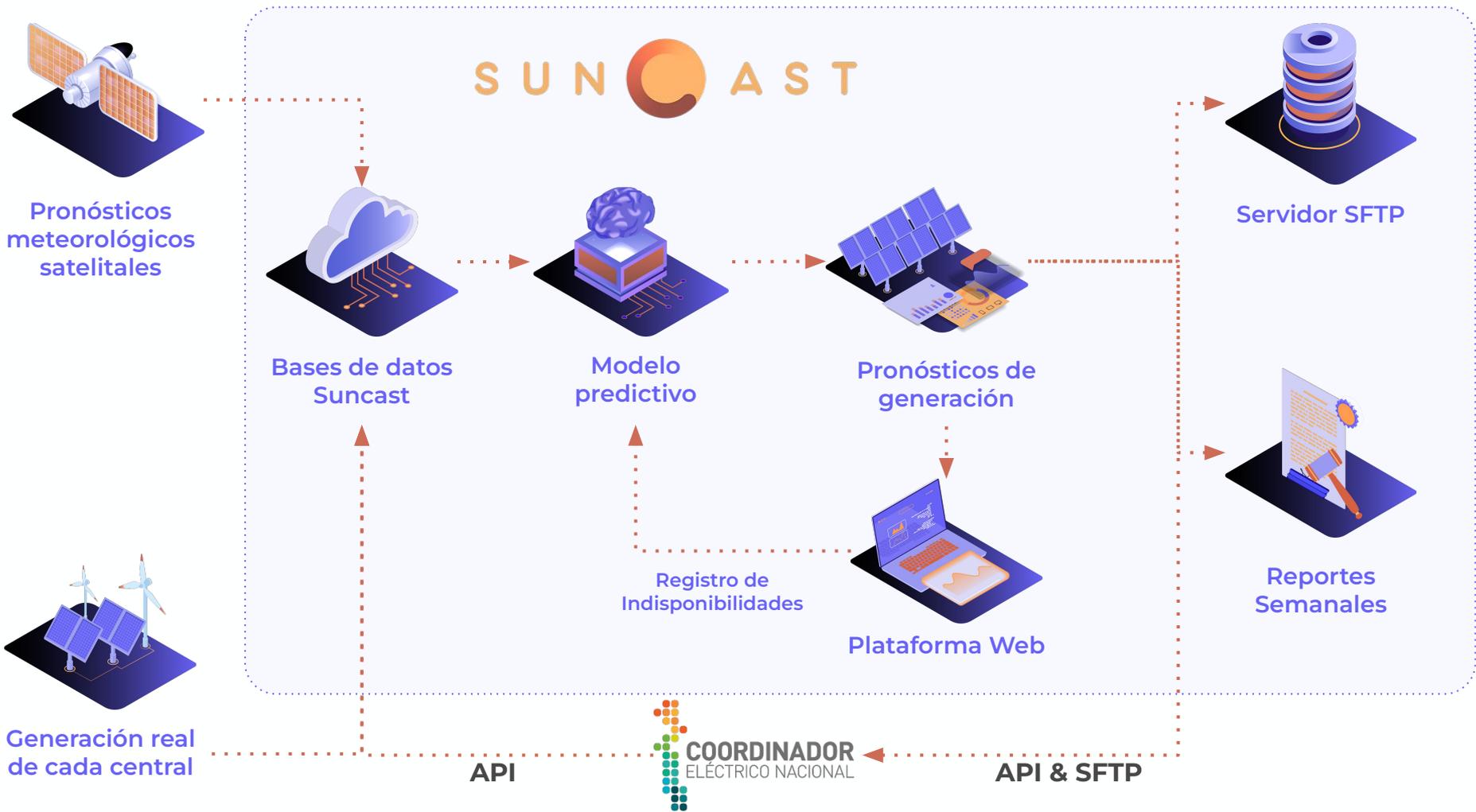




INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

# Sistema Suncast

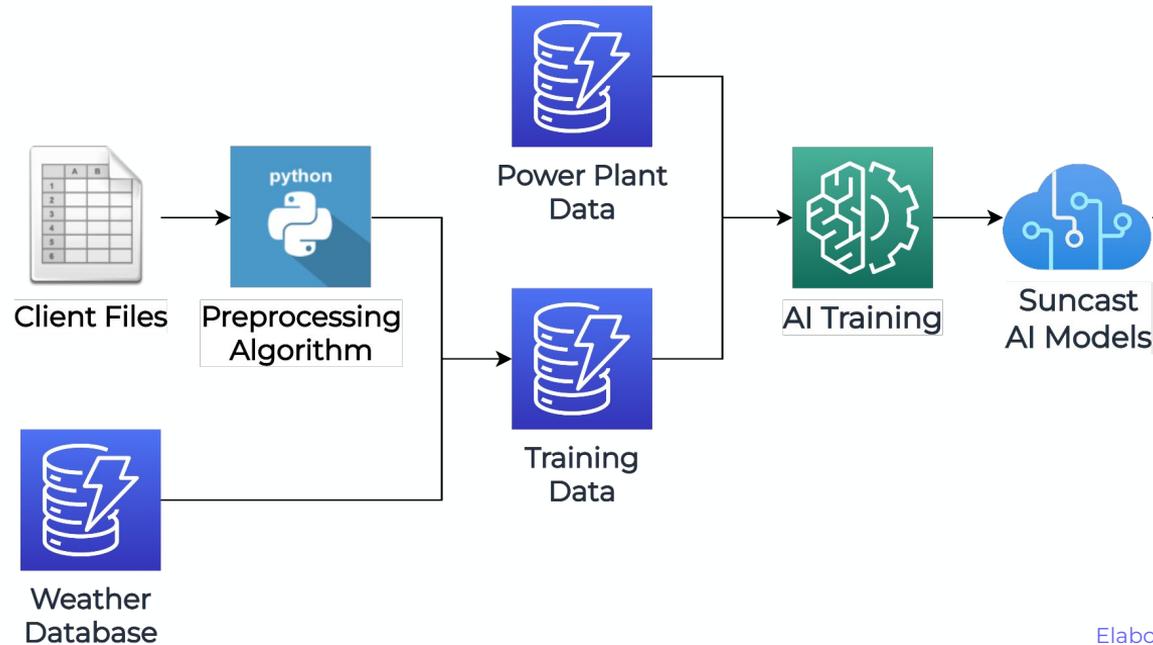






# Predicción de Energía

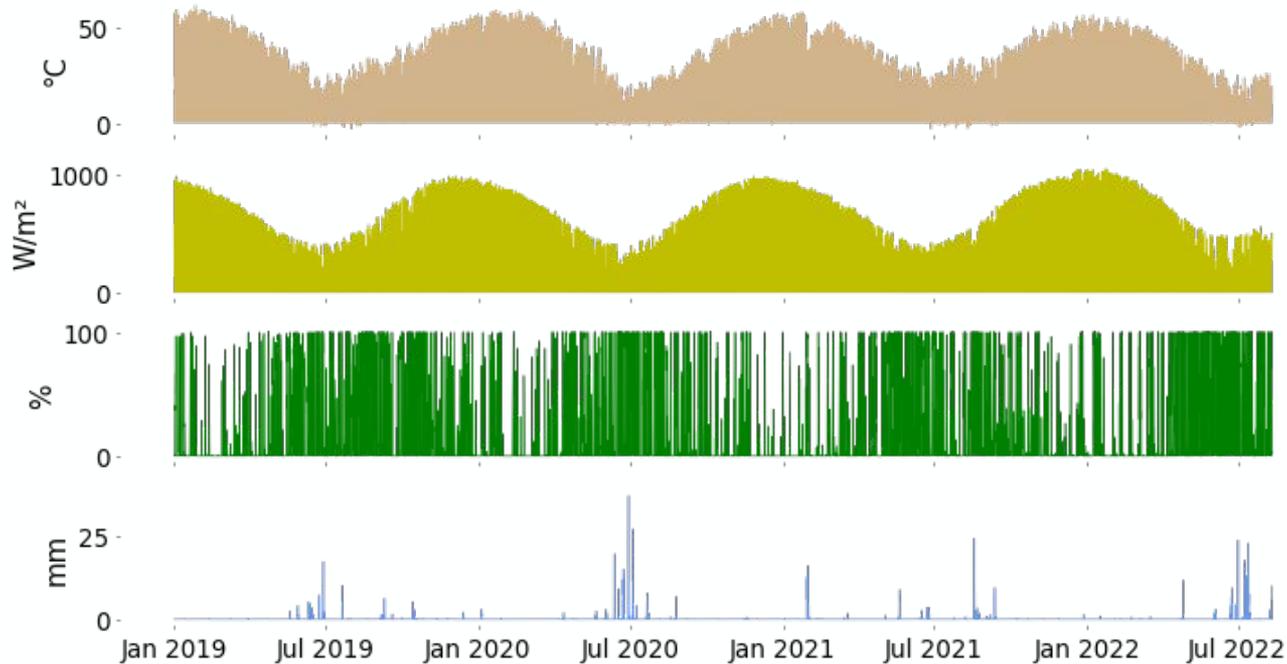
# Entrenamiento de modelos de Machine Learning



Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.



# Ejemplo de variables de entrada: meteorología



— Temperatura

— Radiación de onda corta

— Nubosidad total

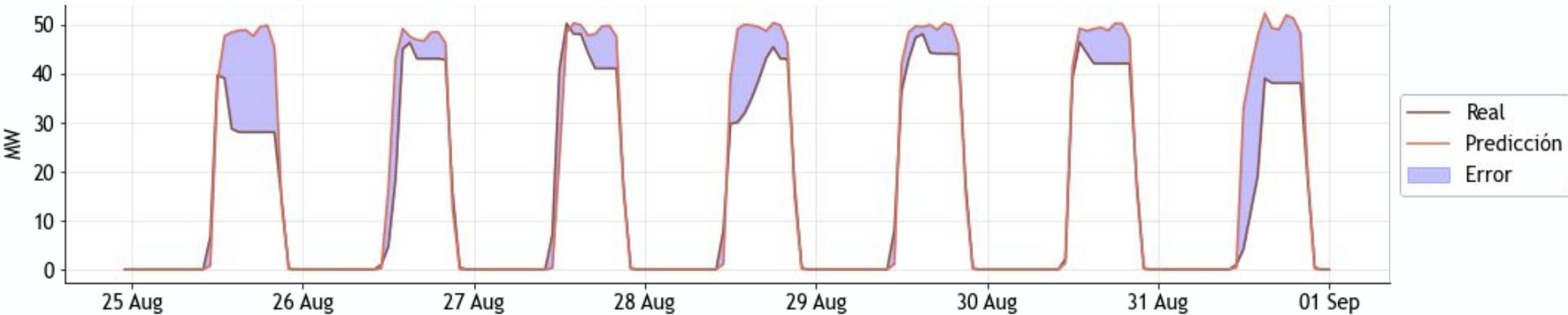
— Precipitaciones

Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.



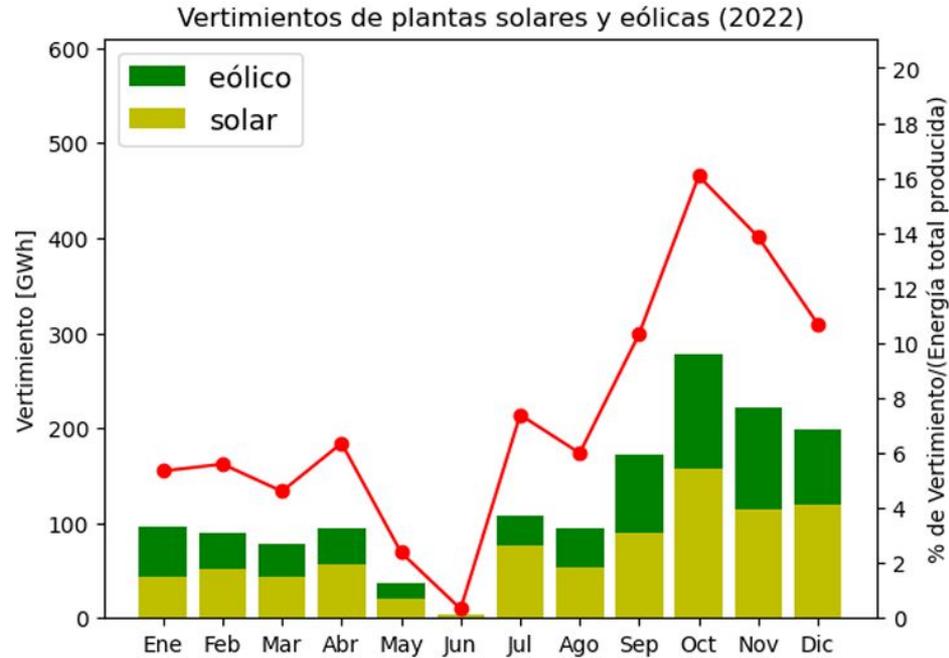
# Desafíos de los datos: Limitación de la generación

Generación Real v/s Disponible



Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.

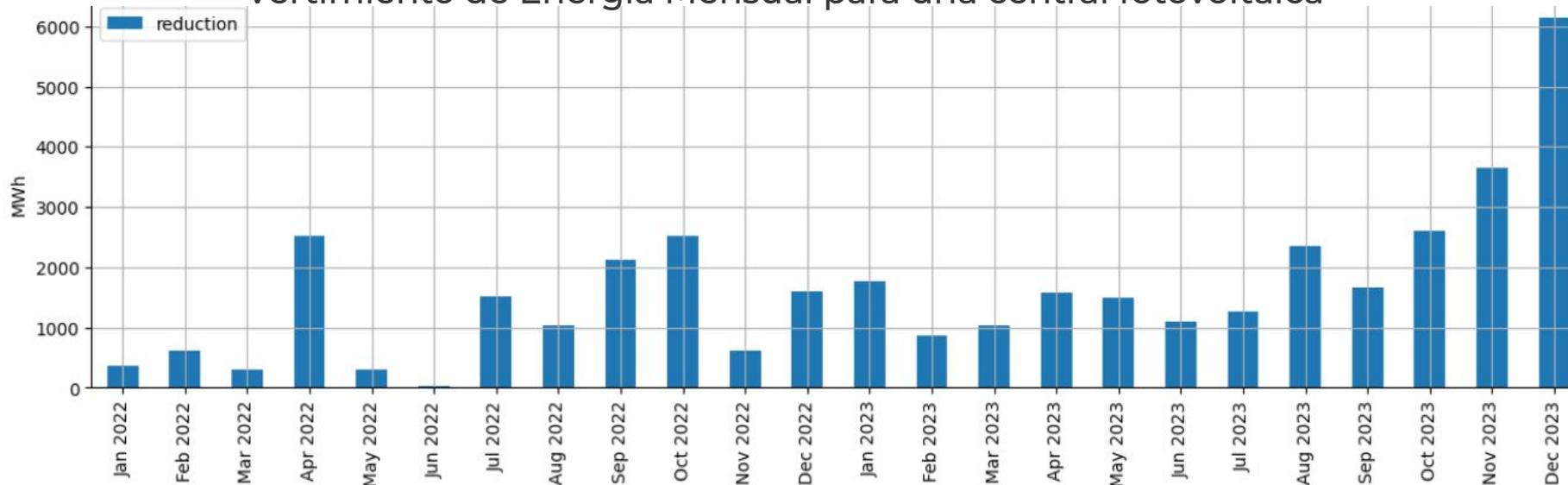




**Figura 1: Vertimientos mensuales en GWh de las centrales solares y eólicas analizadas, y vertimientos relativos en % con respecto a la generación neta del conjunto de plantas consideradas.**

# Desafíos de los datos: Reducciones del CEN

## Vertimiento de Energía Mensual para una central fotovoltaica

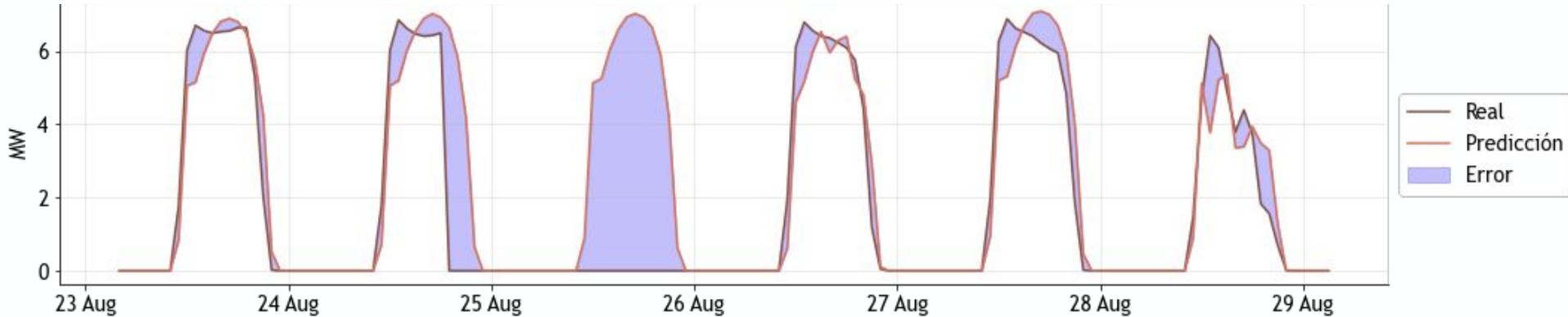


Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.



# Desafíos de los datos: Pérdida de comunicación y fallas

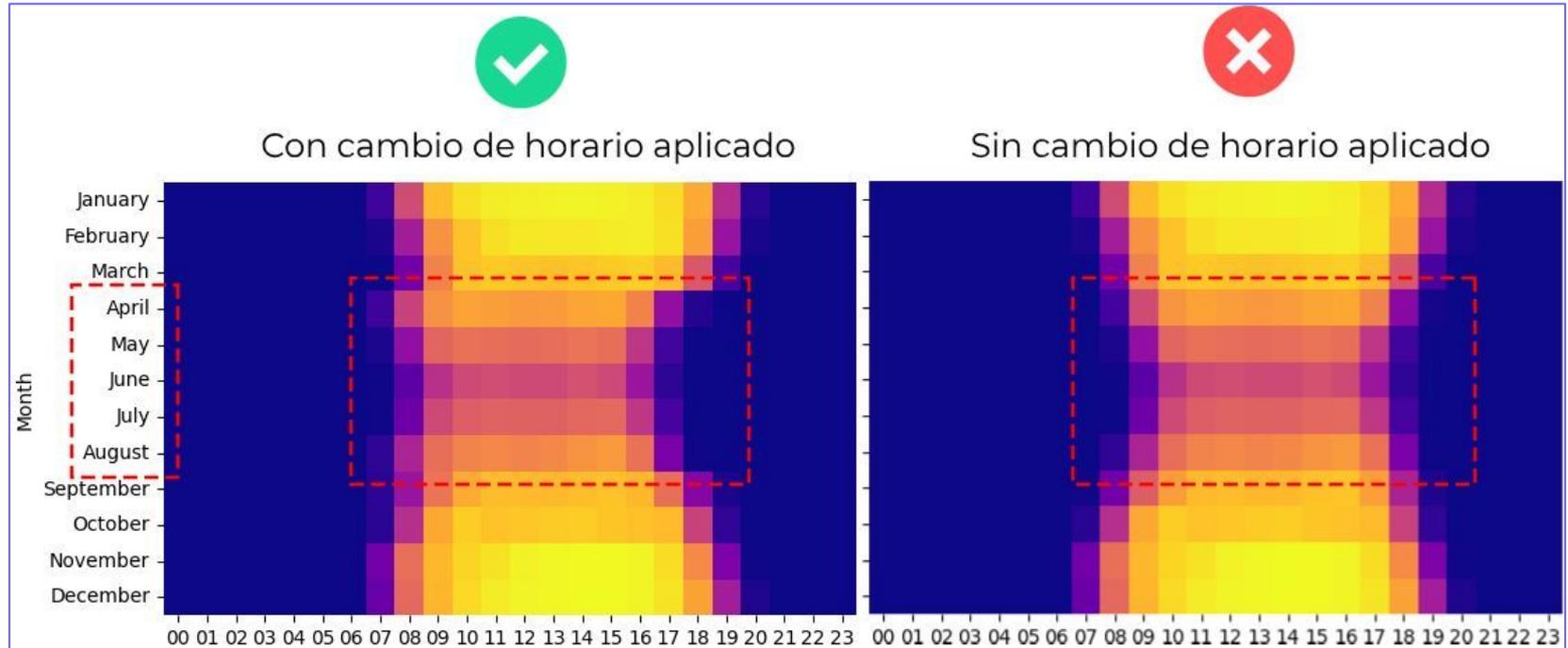
Generación Real v/s Disponible



Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.

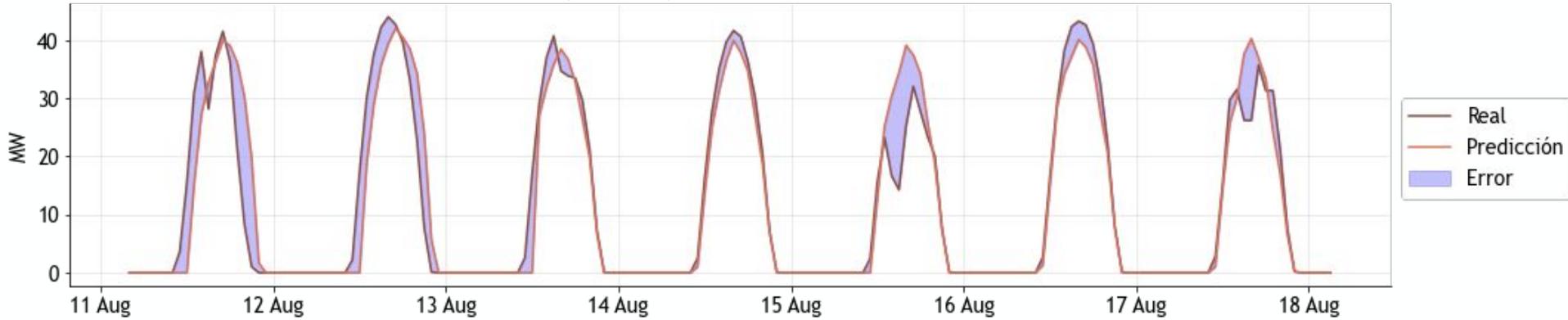


# Desafíos de los datos: Cambio de hora (husos horarios)

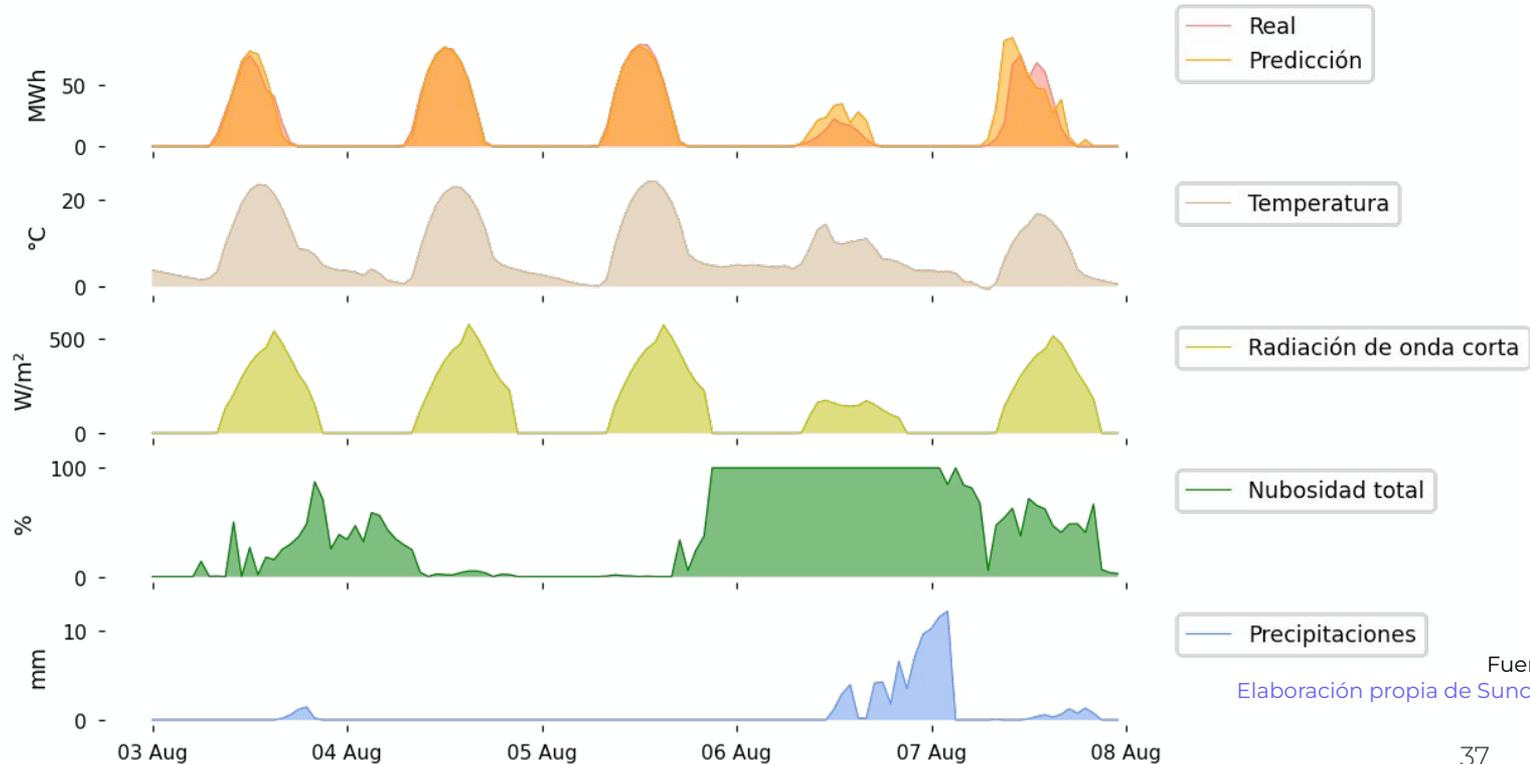


# Desafíos de los datos: Cambio de hora (husos horarios)

Generación Real v/s Pronosticada



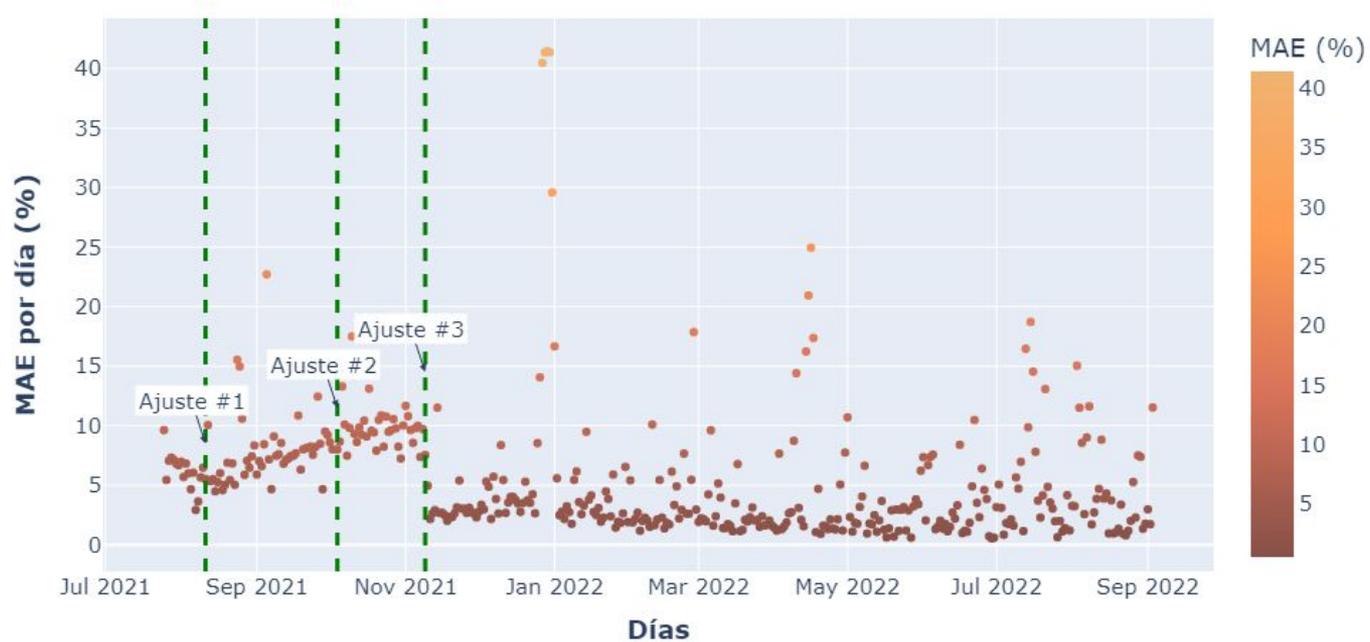
# Variable de salida: Predicciones de energía



Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.



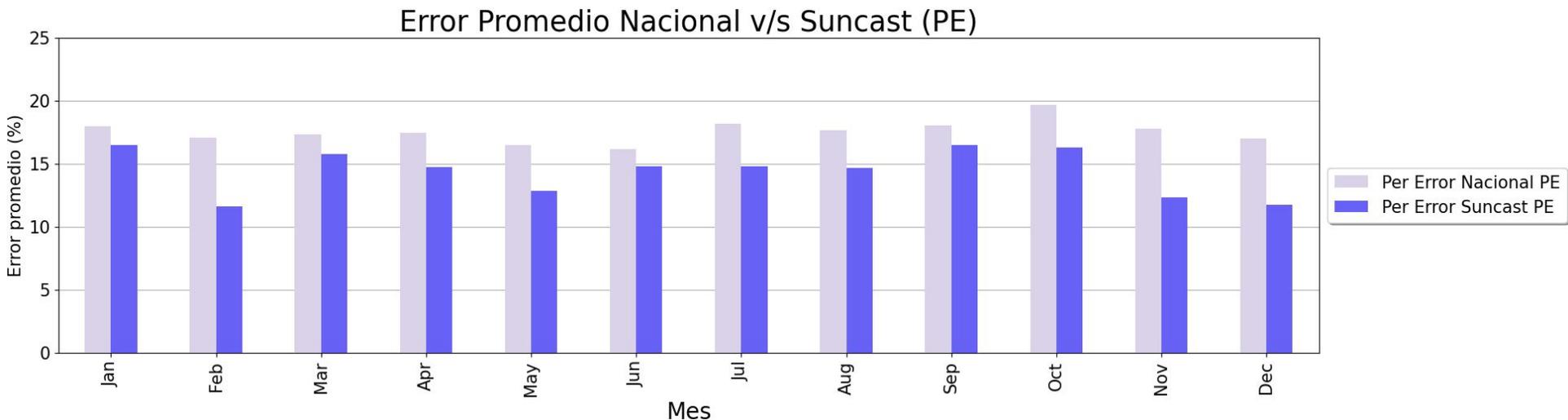
# El poder del aprendizaje de máquinas (caso solar)



Fuente:  
Elaboración propia de Suncast.



# Más precisión que otras tecnologías (caso eólico)





# Predicción Energía Eólica



**Inicio servicio: 2021**

**Monte Redondo Power Plant**

**Capacidad instalada: 48 MW**

Ovalle, Región Coquimbo, Chile.



**13.00%**

Límite Regulación

**12.20%**

Promedio Nacional\*

**9.20%**

Promedio Suncast

**6.00%**

Caso de éxito

\*Fuente: Revista Electricidad





# Predicción Energía Solar



NOVASOURCE™  
POWER SERVICES

**Inicio servicio: 2021**

**Parque el Pelicano**

**Capacidad instalada: 105 MW**

La Higuera, Región Coquimbo, Chile.

**7.00%**

Límite Regulación

**5.50%**

Promedio Nacional\*

**3.69%**

Promedio Suncast

**1.65%**

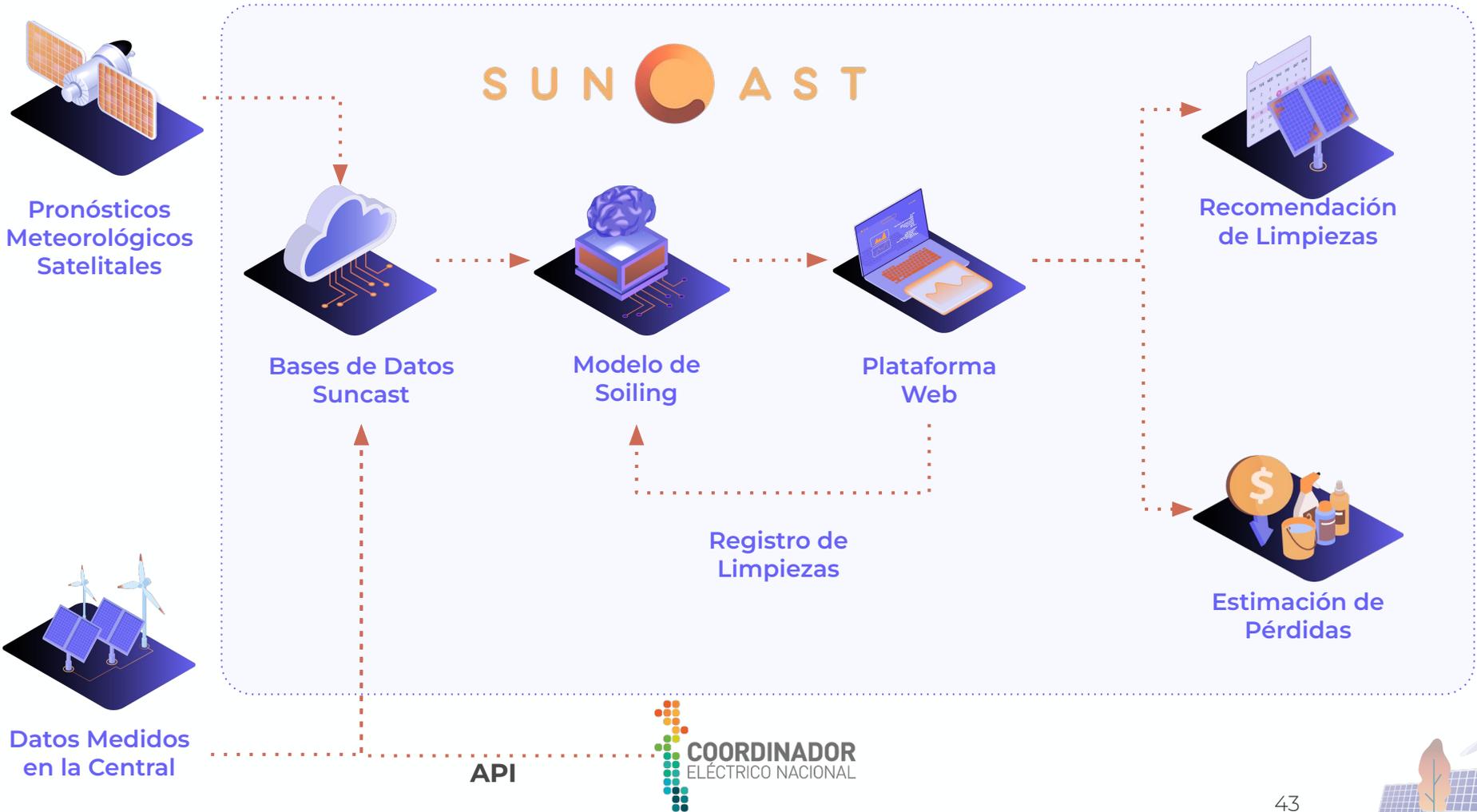
Caso de éxito

\*Fuente: Revista Electricidad



# Predicción de Soiling

---



# Solución de Suncast: Metodología

## 1. Datos de entrada



Meteorología satelital



Precio de la energía



Costo de la limpieza

## 2. Analítica avanzada



Cálculo de rendimiento



Pérdidas económicas



Estimación de soiling

## 3. Plataforma Web



Predicción de soiling



Predicción de lluvias



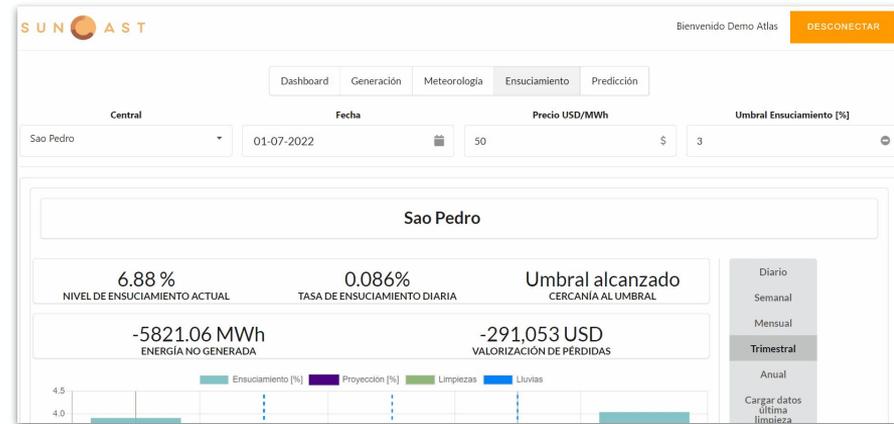
Fecha de siguiente limpieza



# Solución de Suncast:

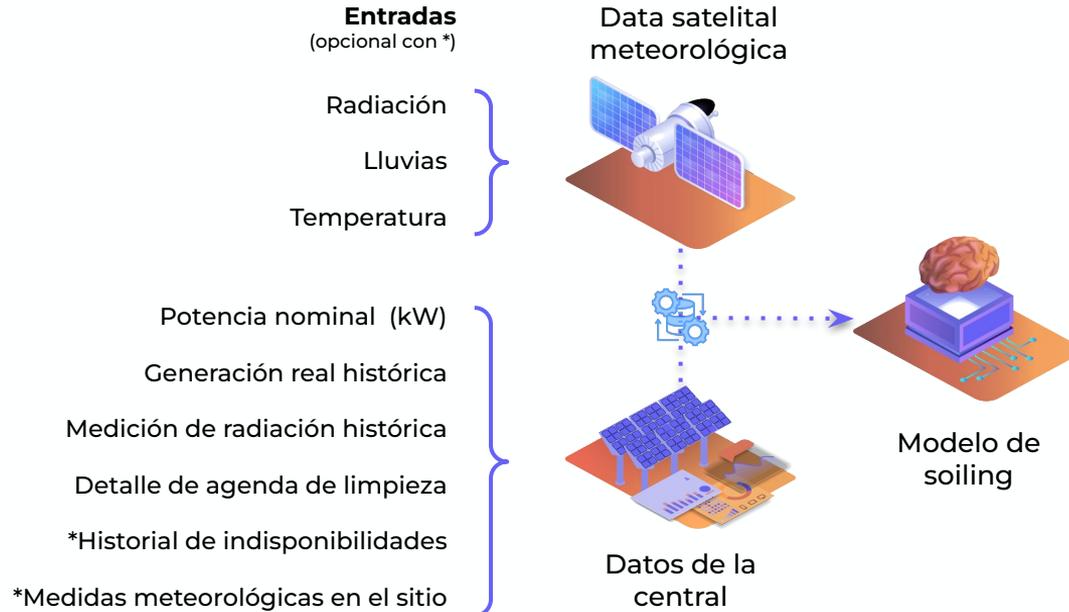
## Servicio de predicción de Soiling

- Se estima el soiling de los paneles fotovoltaicos sin la utilización de sensores en terreno.
- Optimización del calendario de limpiezas para maximizar la producción.
- Plataforma web SaaS



# Solución de Suncast:

## 1. Modelo de Soiling

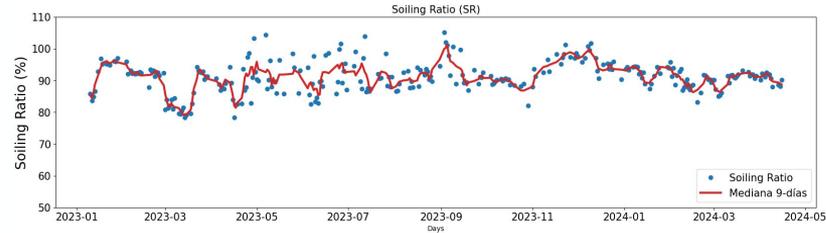


\*\*No instalamos sensores ni dispositivos en las plantas.

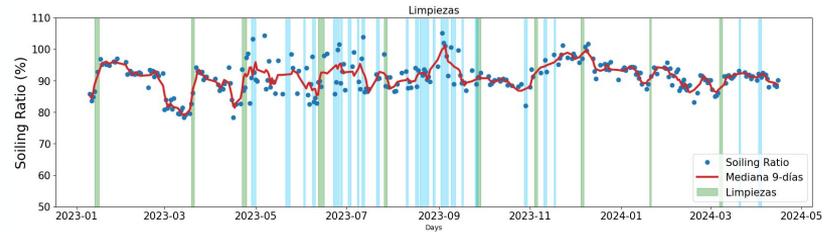


# Algoritmo de Estimación de Soiling

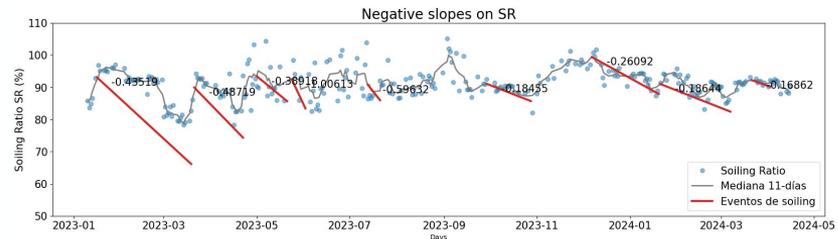
Estimación del rendimiento diario



Detección de limpiezas\* junto a lluvias

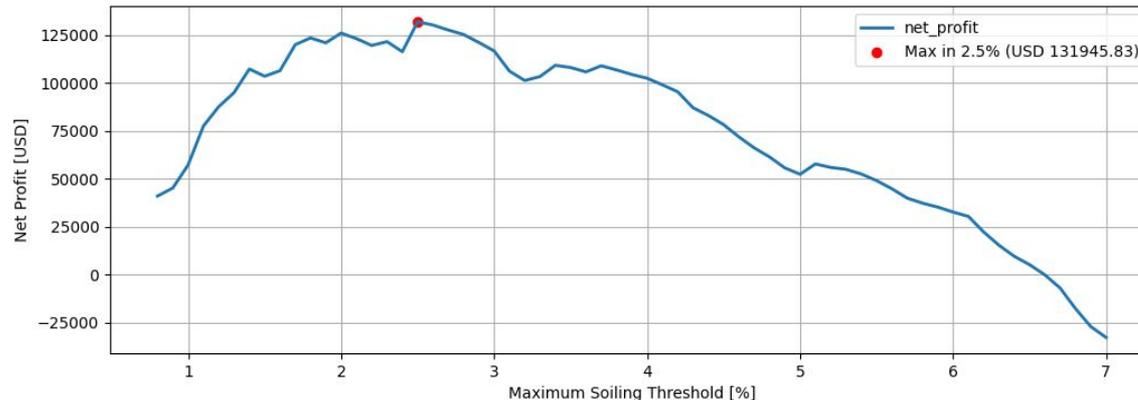
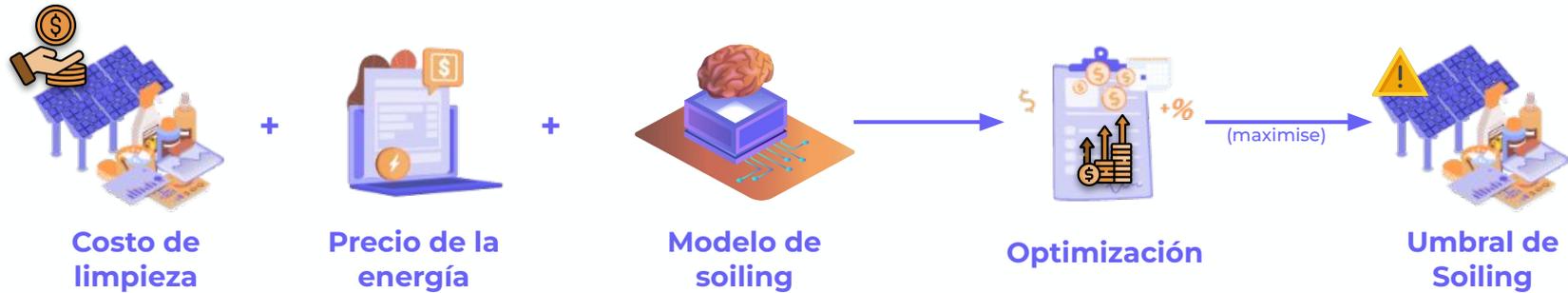


Estimación de Tasa de Ensuciamiento



# Solución de Suncast:

## 2. Umbral óptimo de soiling



# Solución de Suncast:

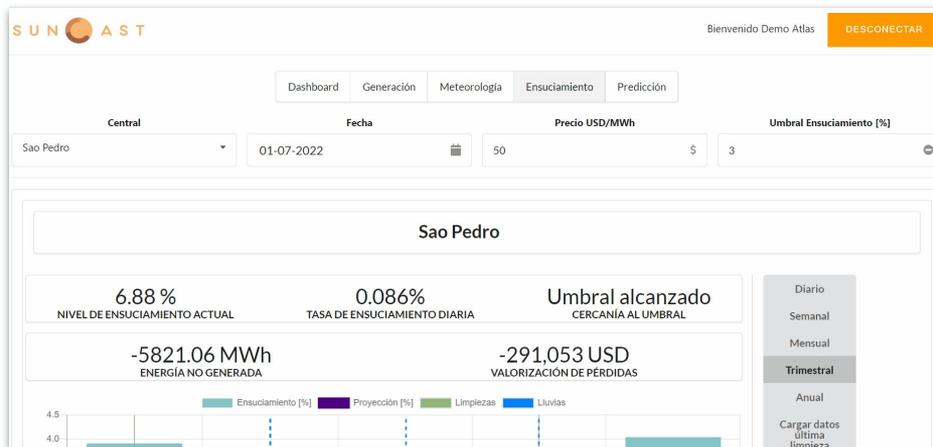
## 3. Optimización del programa de limpieza en línea



# Solución de Suncast:

## 4. Plataforma web e informes por correo electrónico

### Plataforma web SaaS



### Envío de reportes por email (semanal)

#### Informe Semanal Servicio Gestión de Limpieza

Central	Ensuciamiento actual	Cercanía al umbral	Alerta de lluvia
Demo Solar	1.14%	41 días	No hay alerta
Demo Soiling	4.15%	5 días	No hay alerta



# Resultados del Servicio de Soiling



Datos de la planta

PMGD **3 MW**

R. Metropolitana, Chile

Nº de limpiezas sugeridas por algoritmo

**+1**

Limpieza **extra** al año

Beneficio de mayor producción de energía

**+1,70%**

De energía producida



Datos de la planta

Utility **54 MW**

Estado de Bahía, Brasil

Nº de limpiezas sugeridas por algoritmo

**2**

Limpiezas al año

Beneficio de mayor producción de energía

**+0,70%**

De energía producida



Datos de la planta

Utility **63 MW**

Región Atacama, Chile

Nº de limpiezas sugeridas por algoritmo

**-1**

Limpieza **ahorrada** al año

Beneficio de mayor producción de energía

**+0,67%**

De energía producida



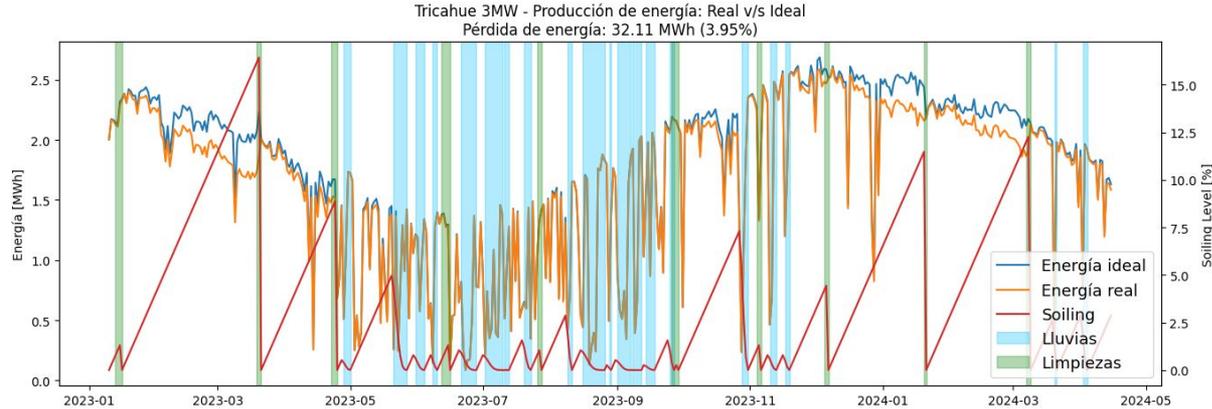
# Caso real: Tricahue 3MW

- 3 MW Central PV ubicada en la región del Maule
- Datos: serie de tiempo de enero 2021 a abril 2024
  - Irradiancia medida
  - Temperatura medida del panel
  - Potencia de salida
- El cliente nos entregó las fechas de las limpiezas.



### Tricahue Caso Real: enero 2023 - abril 2024

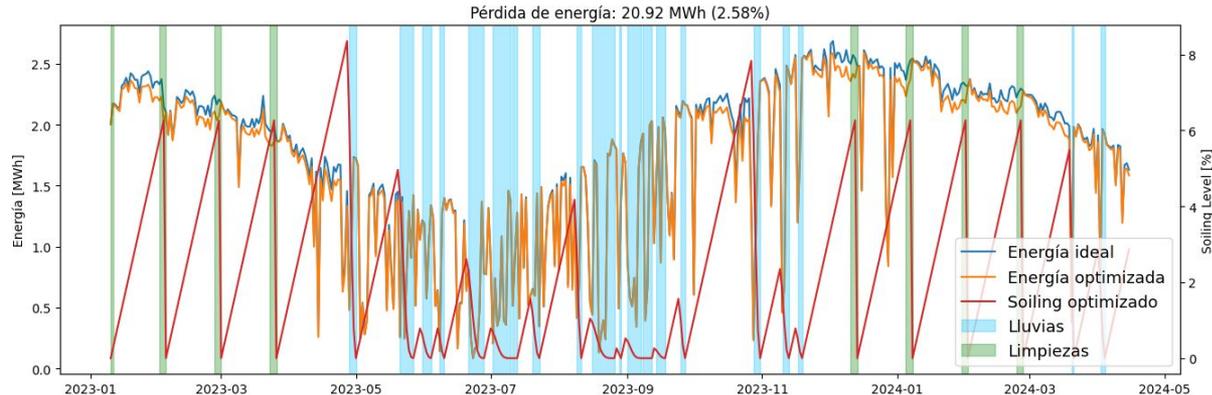
Caso Real  
Pérdidas = 3.95%



+ 1.37%  
producción de energía con dos limpiezas menos

### Tricahue Caso Óptimo: enero 2023 - abril 2024

Suncast caso Óptimo  
Pérdidas = 2.58%



# Beneficios estimados: +1.26% de producción energética

Caso	# de limpiezas	Energía perdida [%]	Pérdidas económicas* [USD]
Limpiezas recurrentes	24	4.21%	\$4,564 USD
Optimización de limpiezas por Suncast	20	<b>2.95%</b>	<b>\$3,212 USD</b>



**Beneficio  
neto:**

**+\$14,152  
USD\***  
**(\$4,995 USD  
anualmente)**

\*Considerando ~60 USD/MWh  
y 3.200 USD por el costo de una limpieza





SUNCAST

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR RENEWABLE ENERGY



¡Muchas gracias!

 / Suncast

[www.suncast.cl](http://www.suncast.cl)

 / SuncastChile