

# INTEGRACION DE GENERACION RENOVABLE VARIABLE AL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXION (SADI)



Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones



FUENTE: COMPANIA ADMINISTRADORA MERCADO MAYORISTA  
ELECTRICO SA CAMMESA

A.

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA [iea](http://www.iea.org)

# ENERGIAS RENOVABLES Y NO RENOVABLES

(en general )

## RENOVABLES

Hidráulica (0 a 50 MW y >50 MW)

Solar ( FV y TS)

Biomasa

Eólica

Mareomotriz

Geotérmica

## NO RENOVABLES

Combustibles fósiles

Carbón.

Gas Natural

Petróleo

Uranio (fisión)



# EVOLUCION DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA (GWh)

## EUROPA

(ESPAÑA, DINAMARCA, FRANCIA, ALEMANIA, REINO  
UNIDO, ITALIA, SUIZA, JAPON)

## AMERICA DEL NORTE

(EEUU, CANADA)

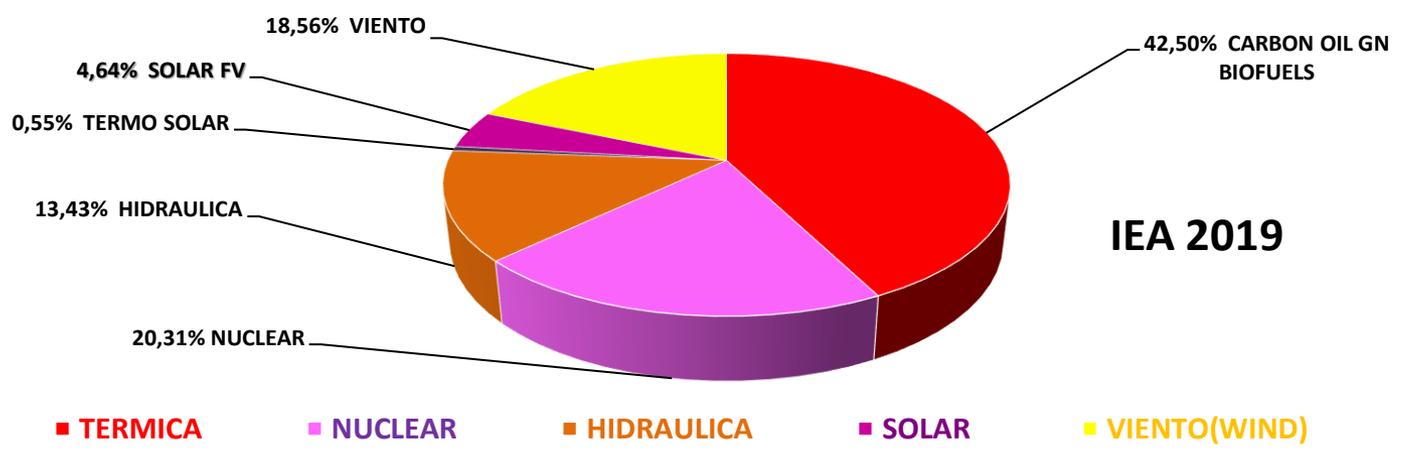
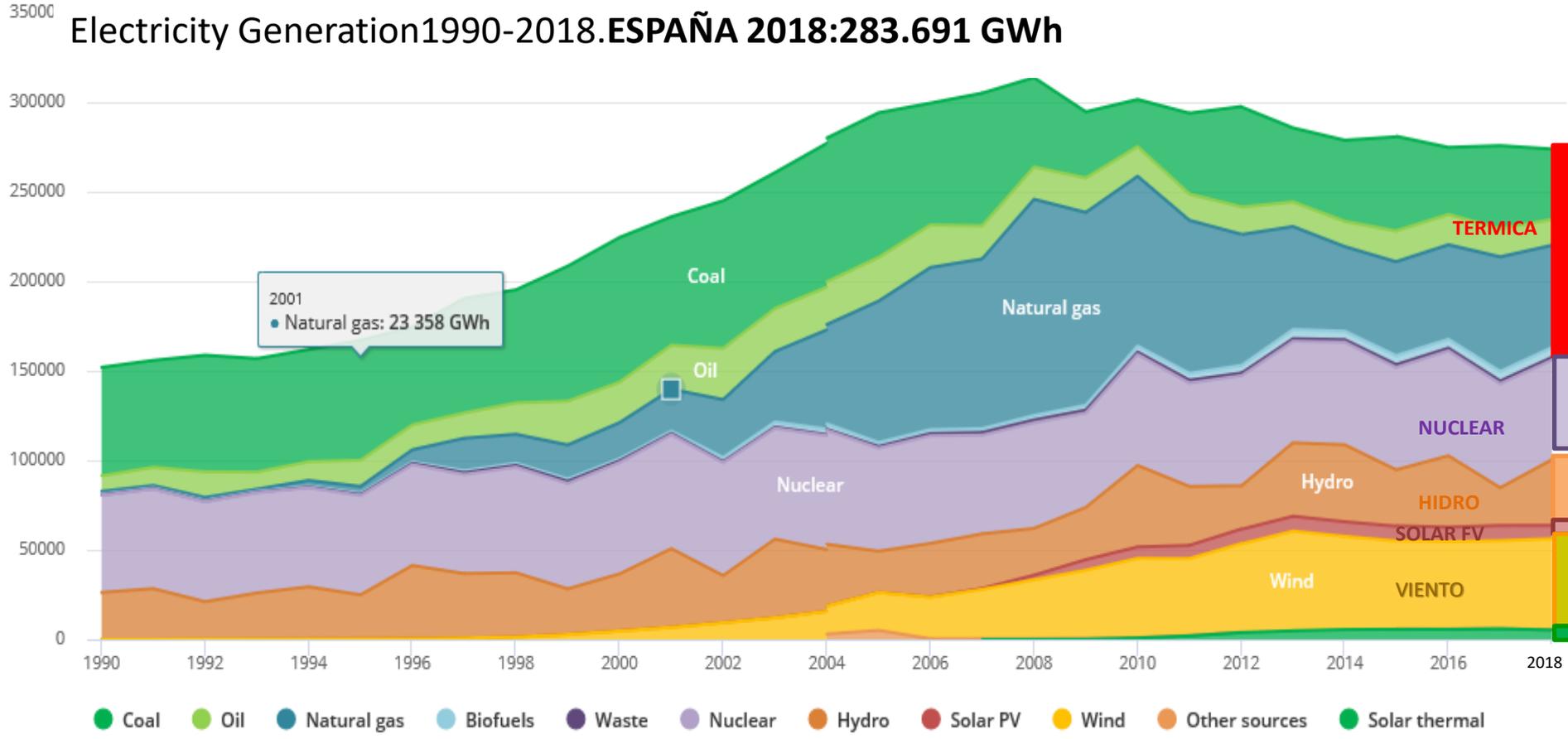
## EURASIA

(RUSIA, CHINA, INDIA)

## WORLD



# Electricity Generation 1990-2018. ESPAÑA 2018: 283.691 GWh



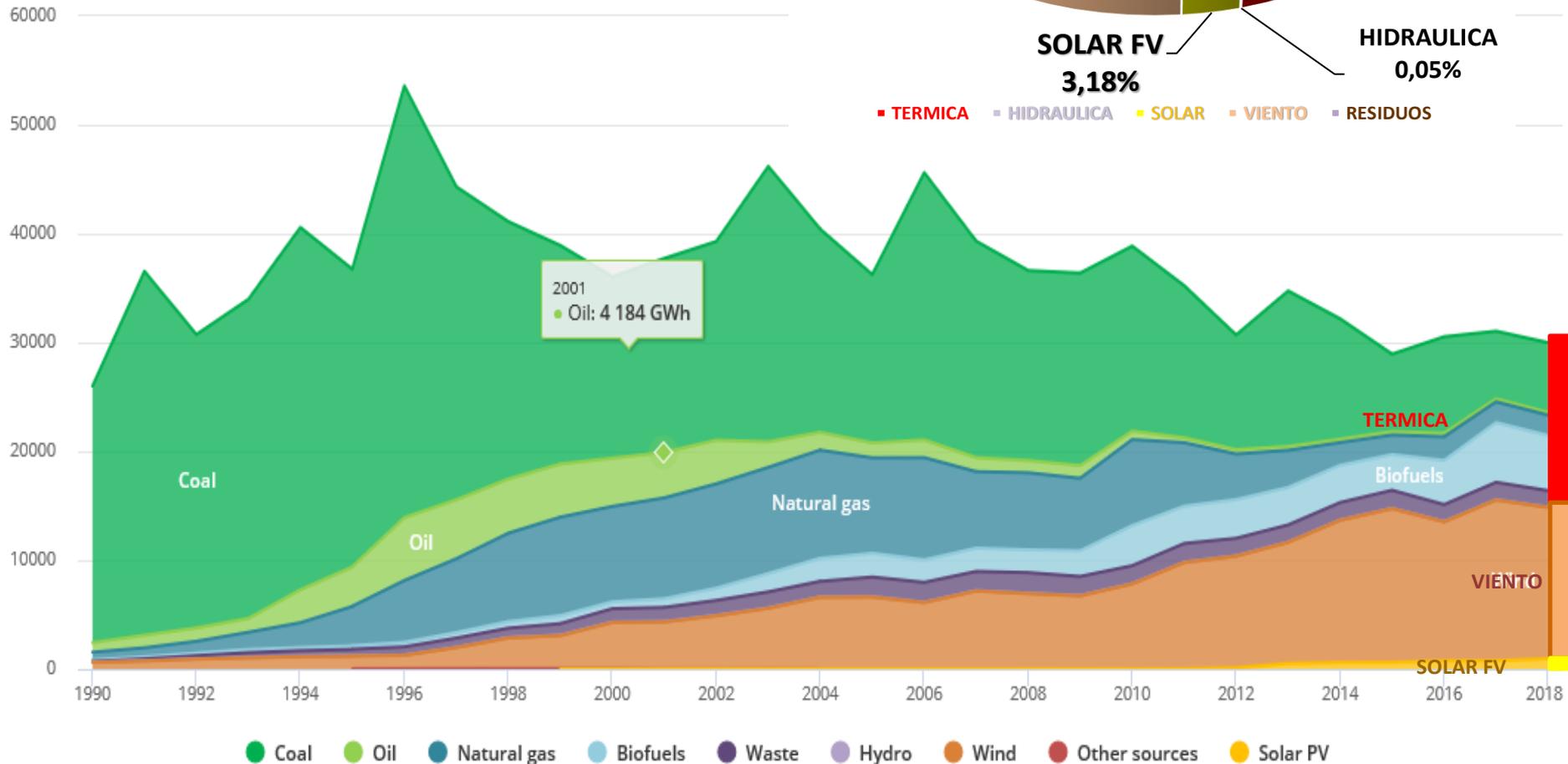
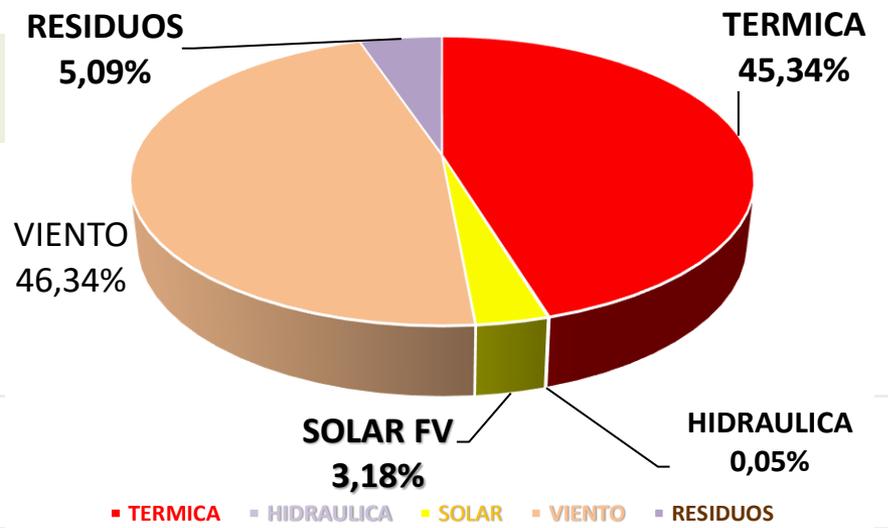
IEA. All rights reserved.

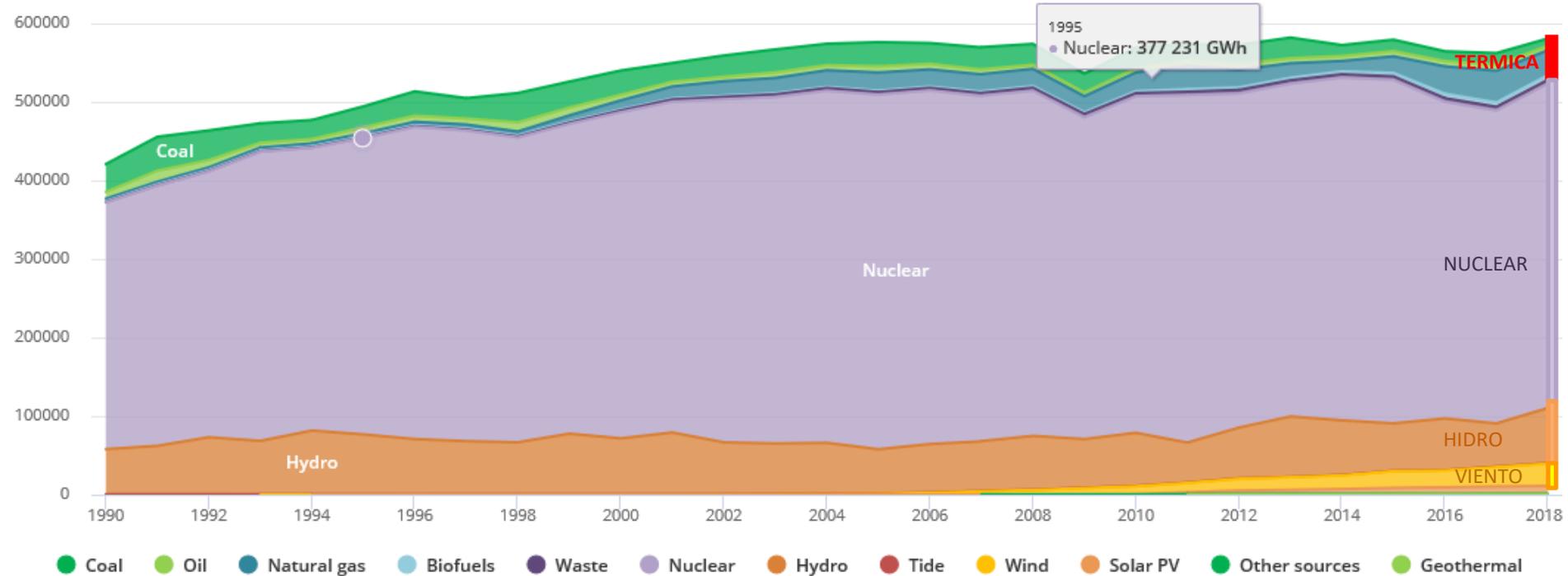




# Electricity Generation 1990-2018 **DINAMARCA 2018 31.895 GWh**

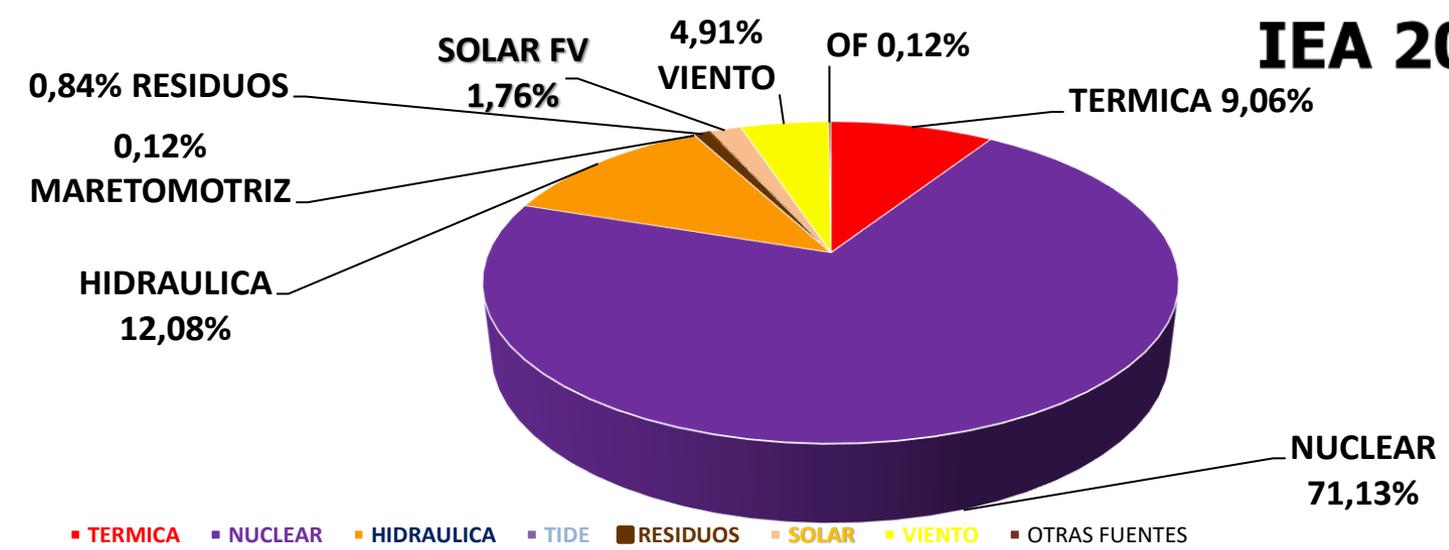
**IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA 2019**





IEA. All rights reserved.

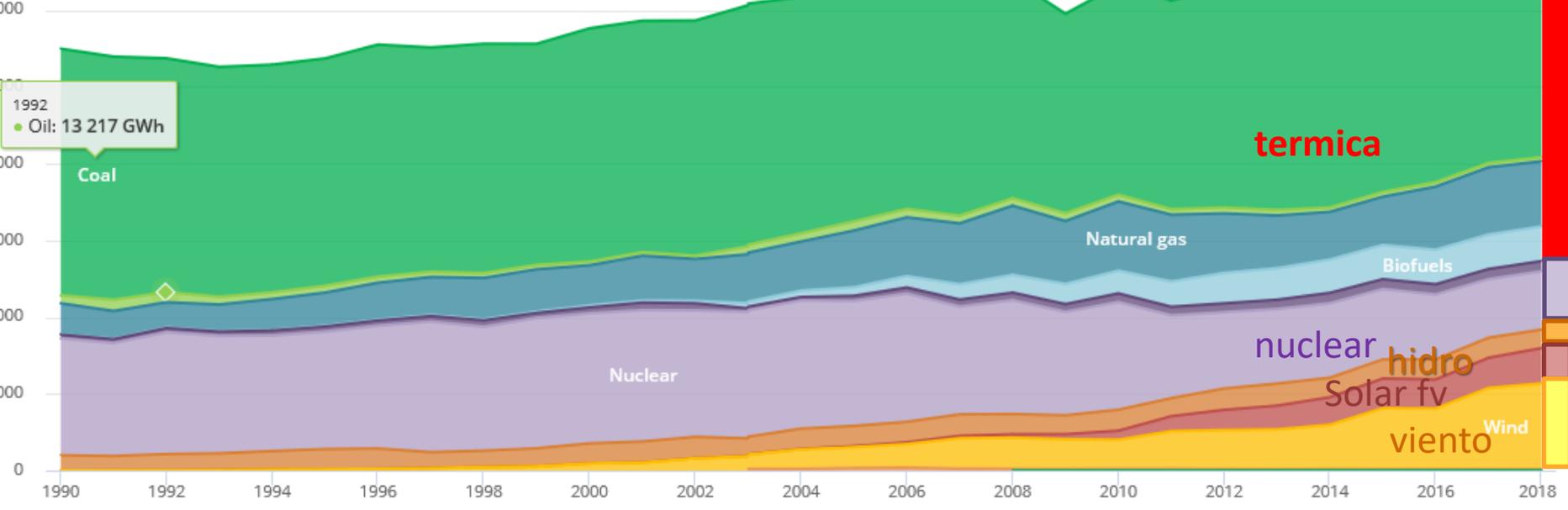
**IEA 2019**



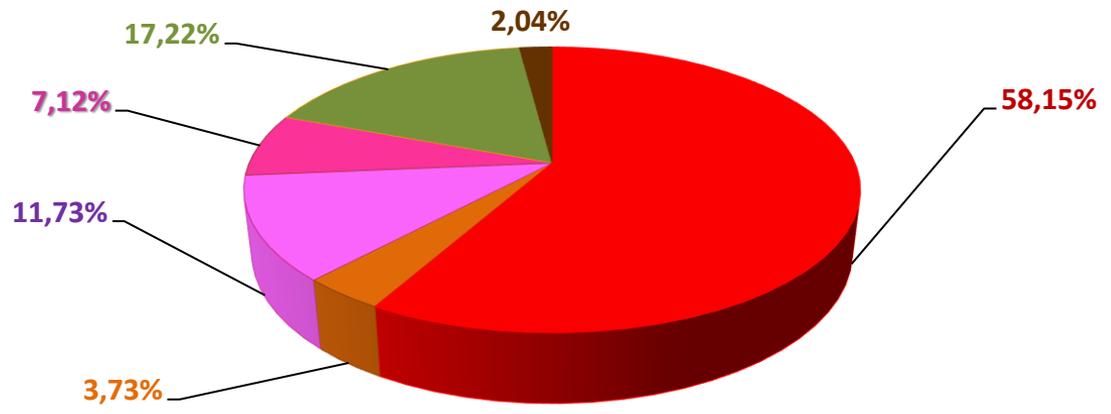
# Electricity Generation 1990-2018 ALEMANIA 2018: 648.027GWh



IEA 2019

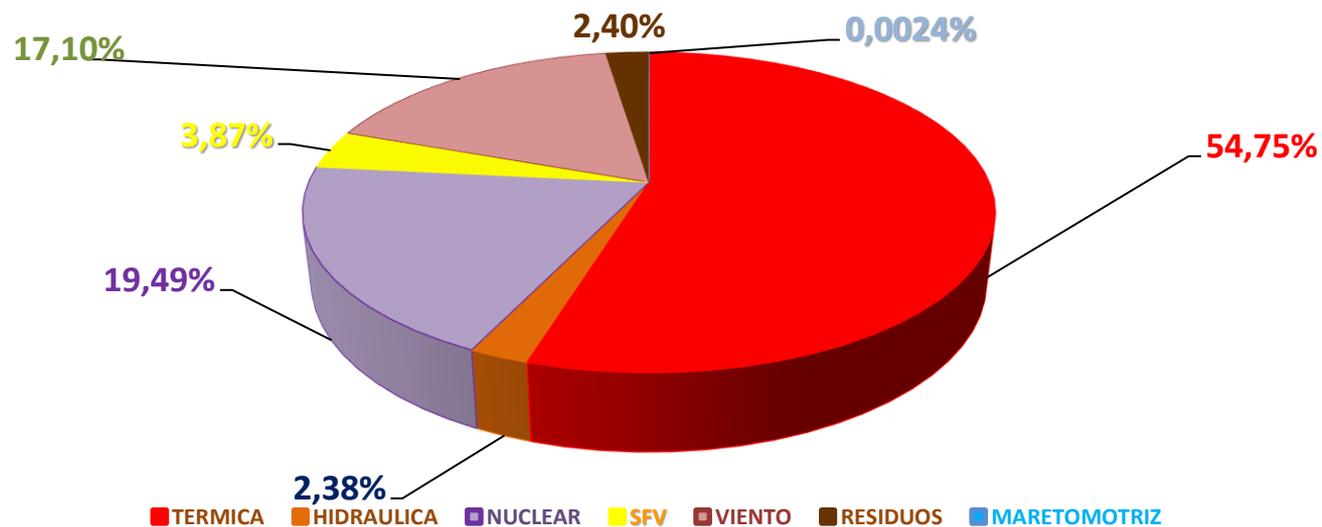
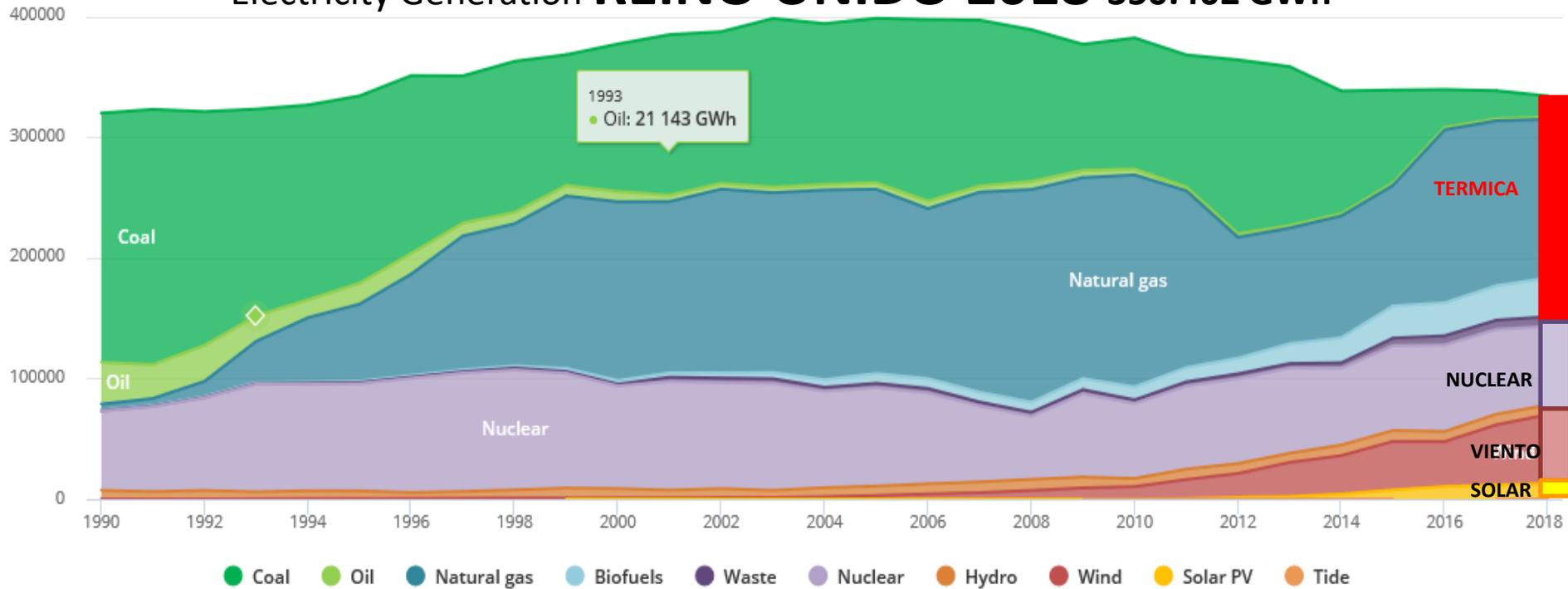


- Coal
- Oil
- Natural gas
- Biofuels
- Waste
- Nuclear
- Hydro
- Solar PV
- Wind
- Other sources
- Geothermal
- Solar thermal



- TERMICA
- HIDRAULICA
- NUCLEAR
- SFV
- VIENTO
- RESIDUOS

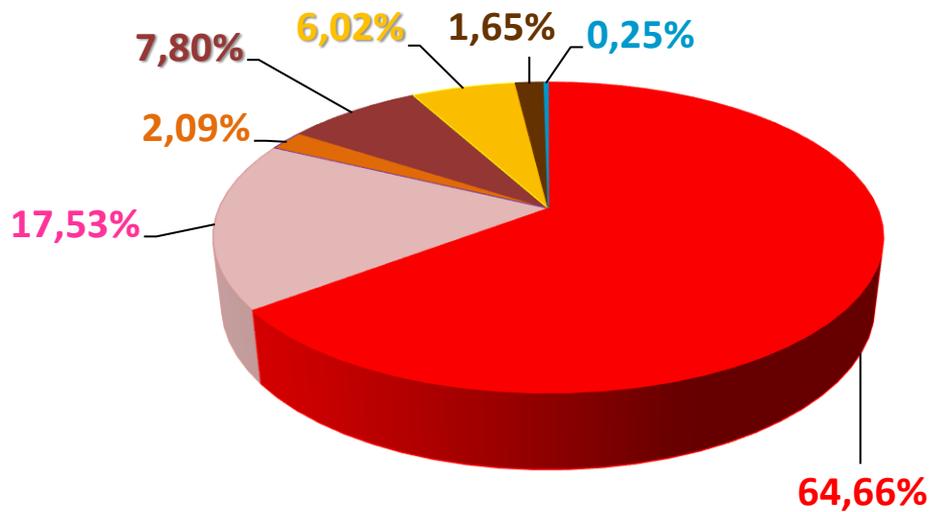
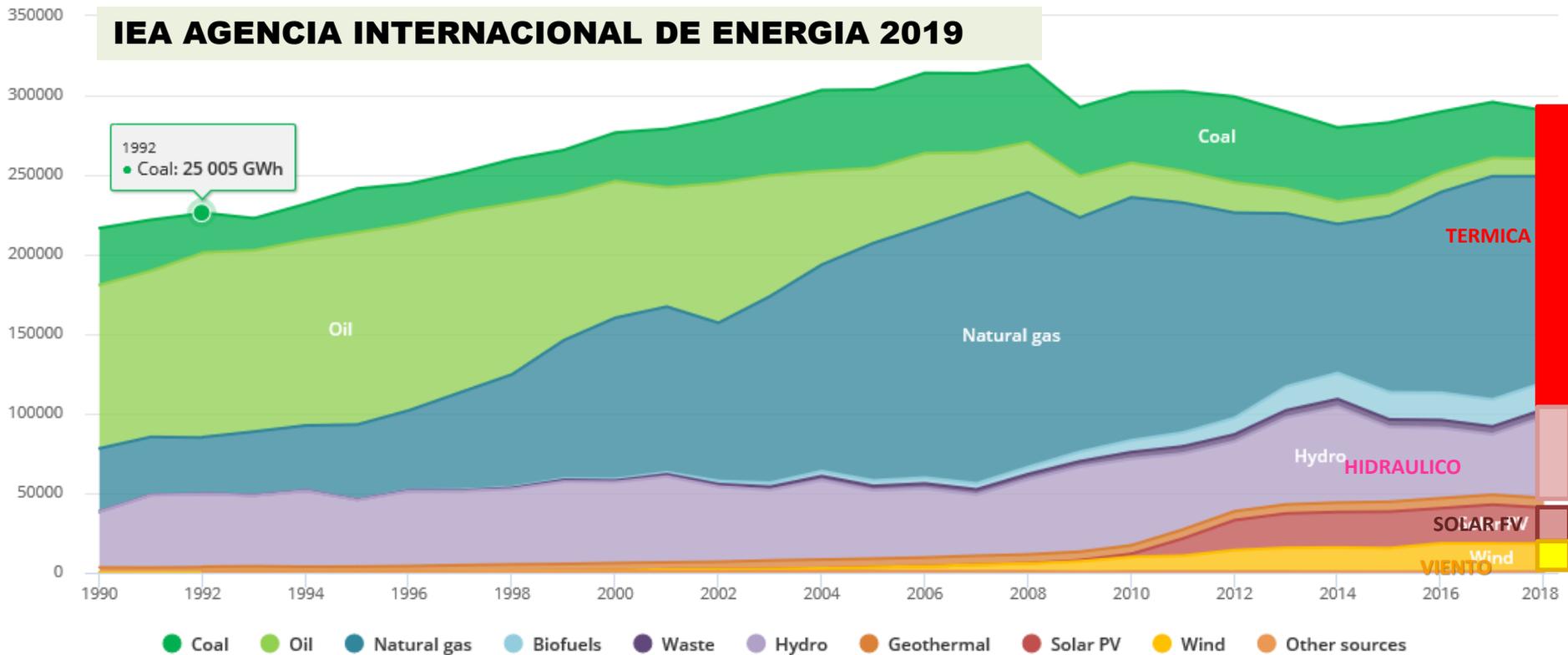
# Electricity Generation **REINO UNIDO 2018** 350.402 GWh



I rights reserved.



# IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA 2019



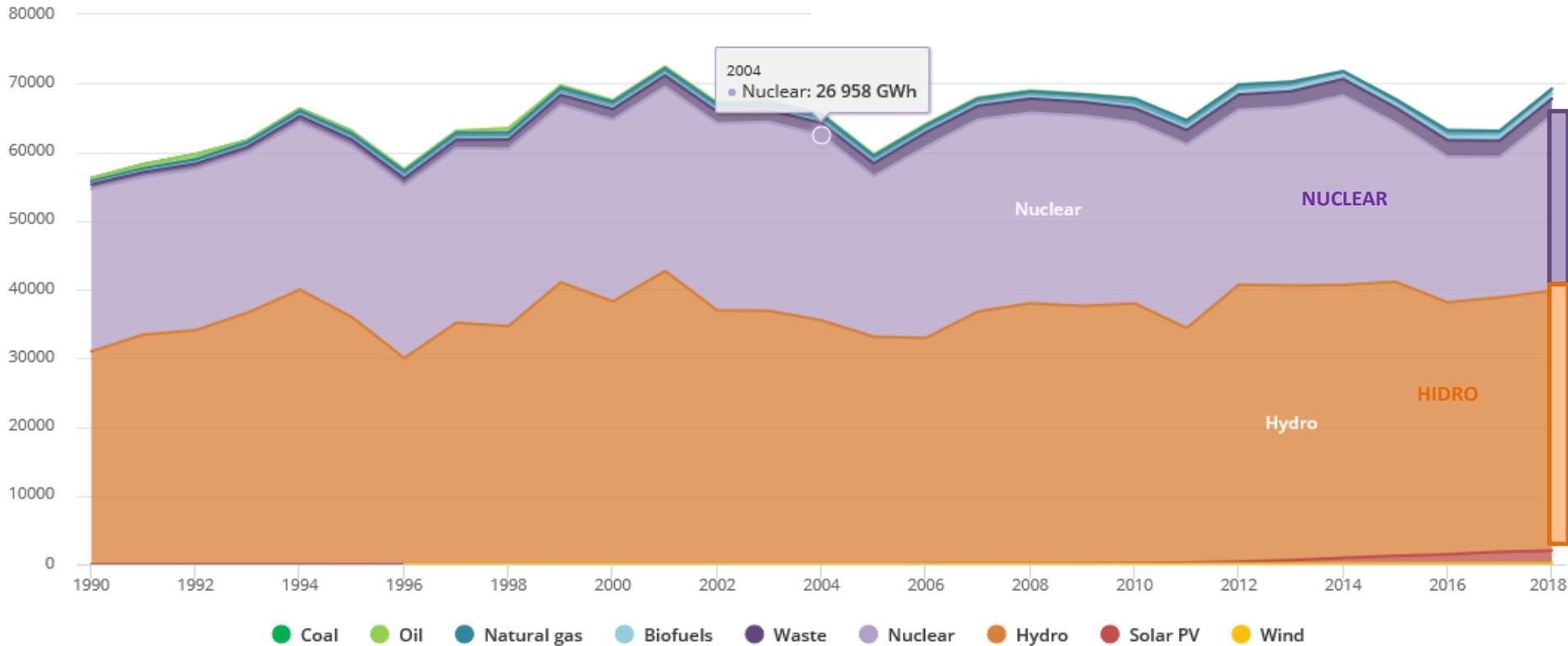
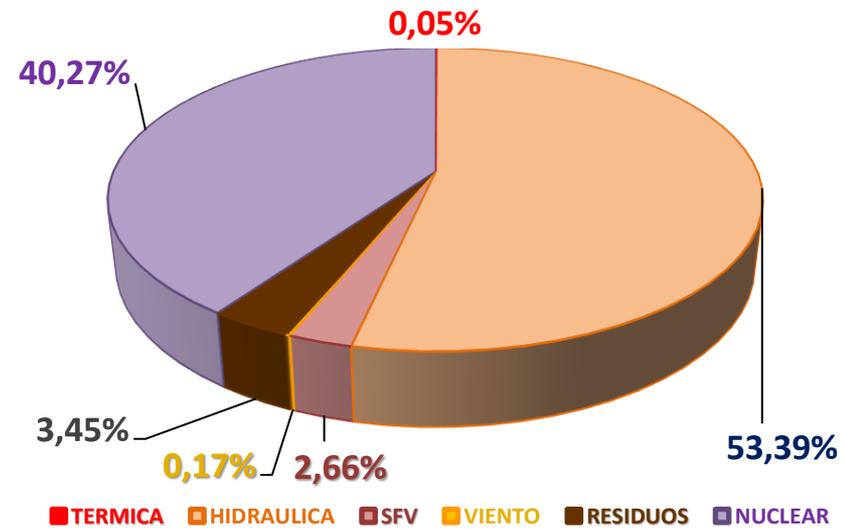
Electricity Generation  
**ITALIA 2018**  
290.584 GWh

■ TERMICA ■ HIDRAULICA ■ SFV ■ VIENTO ■ RESIDUOS ■ MAREMOTRIZ



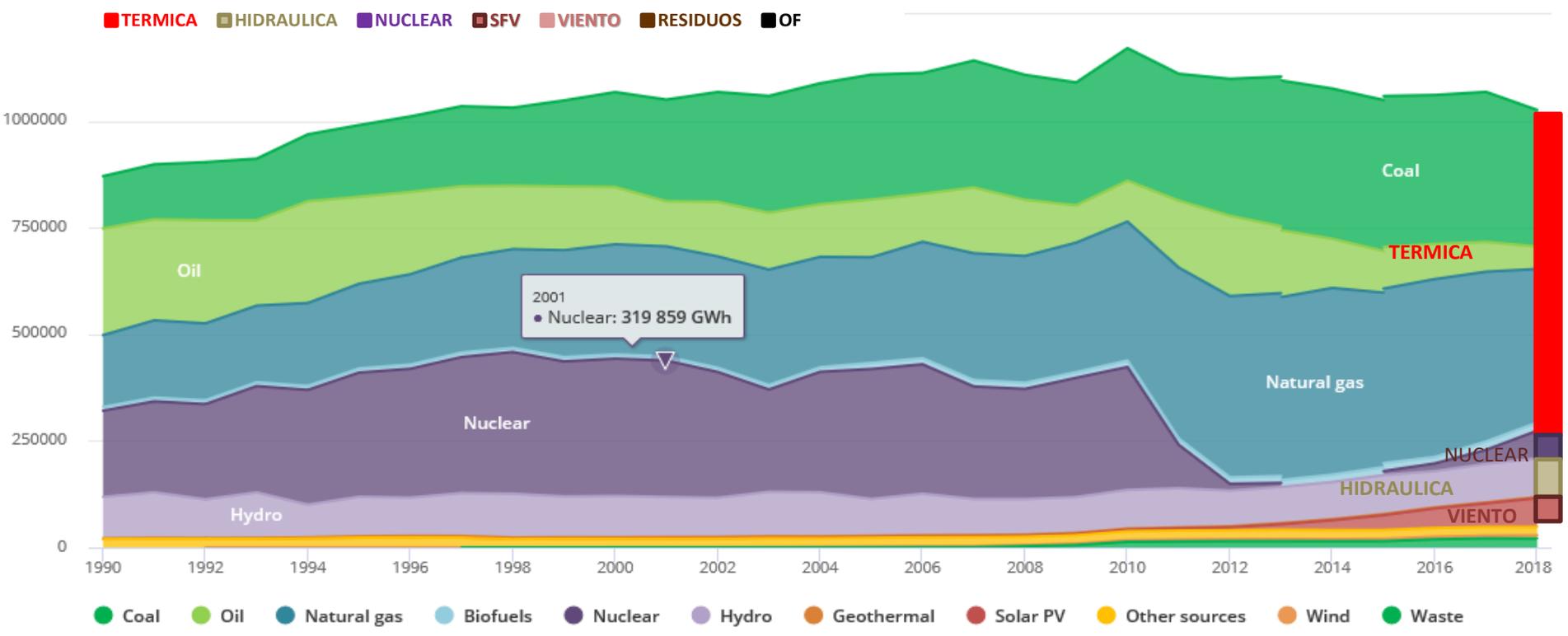
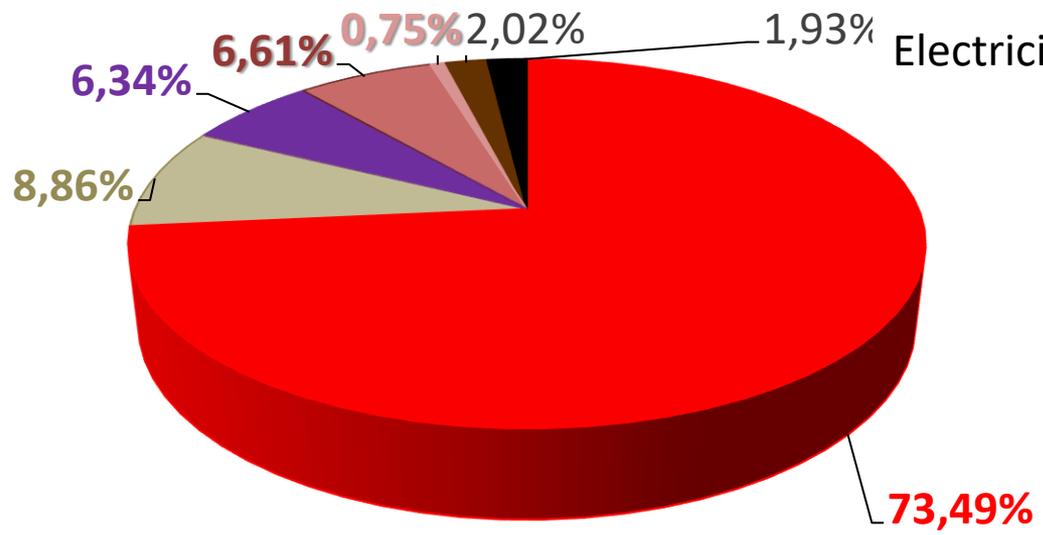
# Electricity Generation

## SUIZA 2018 70.801 GWh



# Electricity generation JAPON 2018 1.023.400 GWh

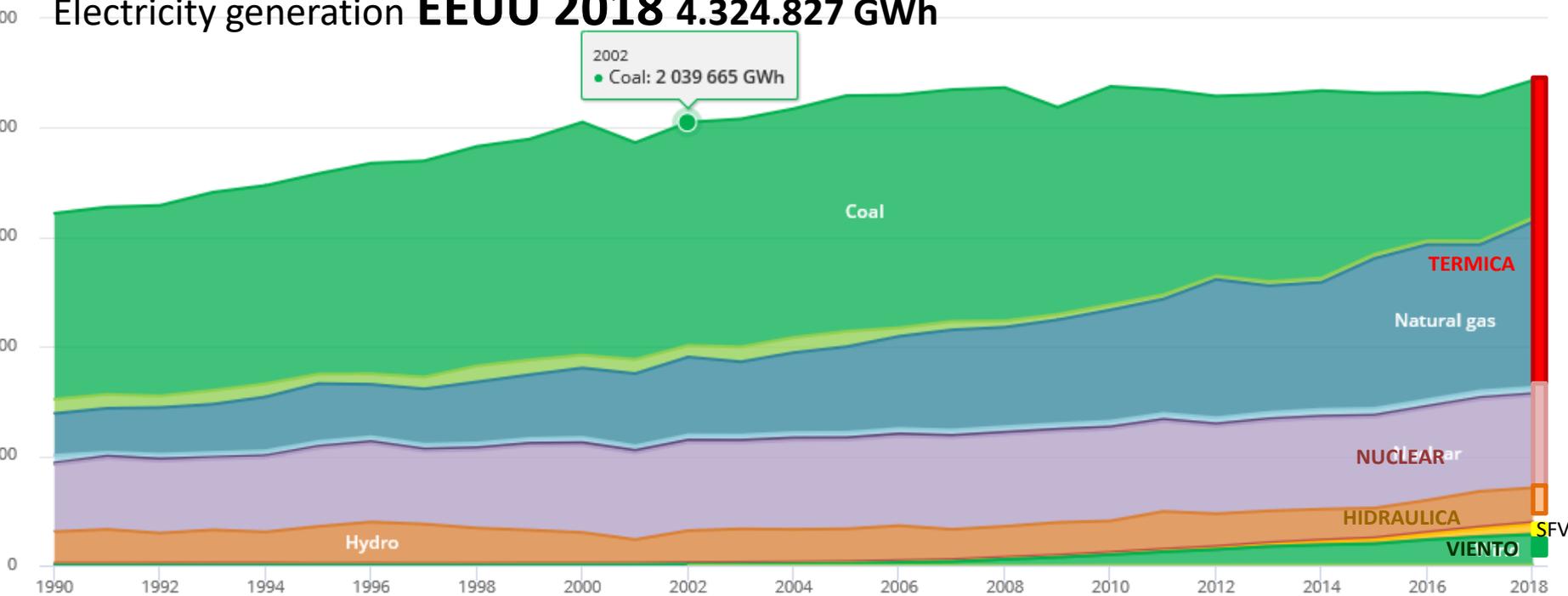
IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA 2019



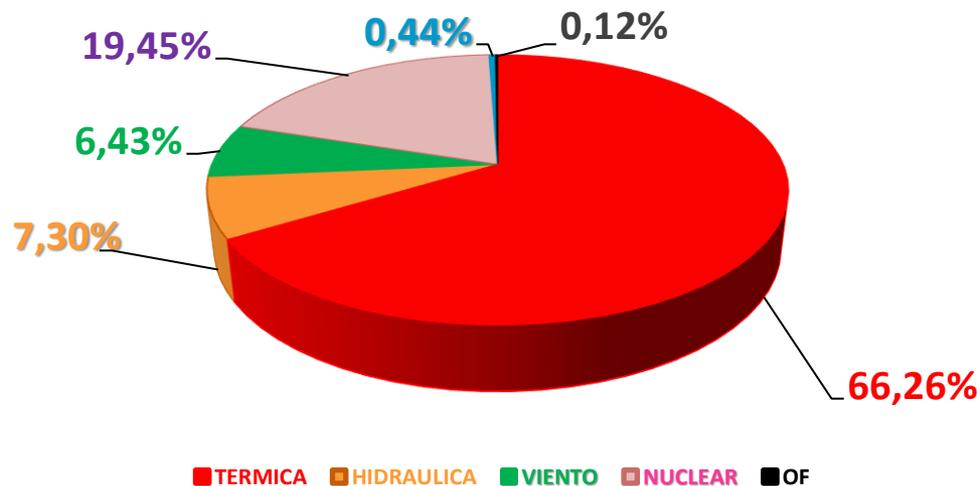


Electricity generation **EEUU 2018** 4.324.827 GWh

2002  
Coal: 2 039 665 GWh



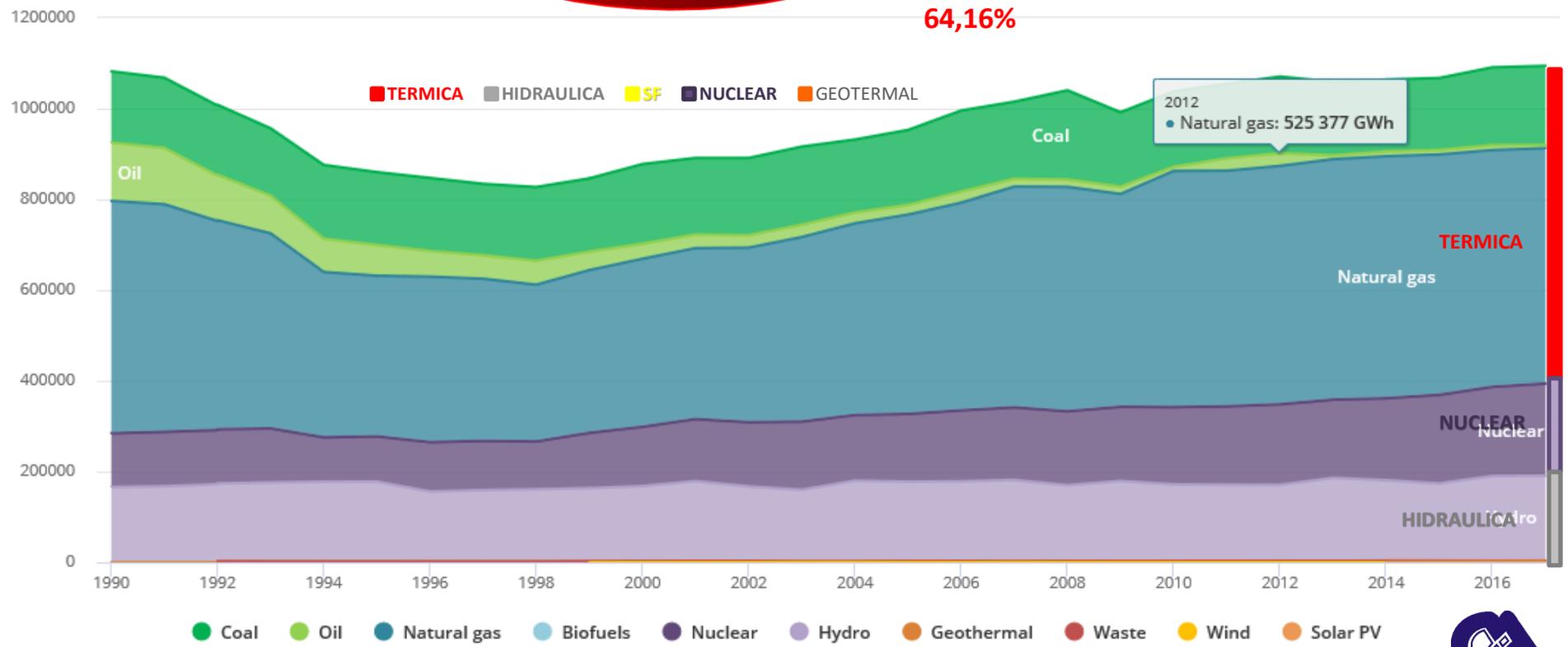
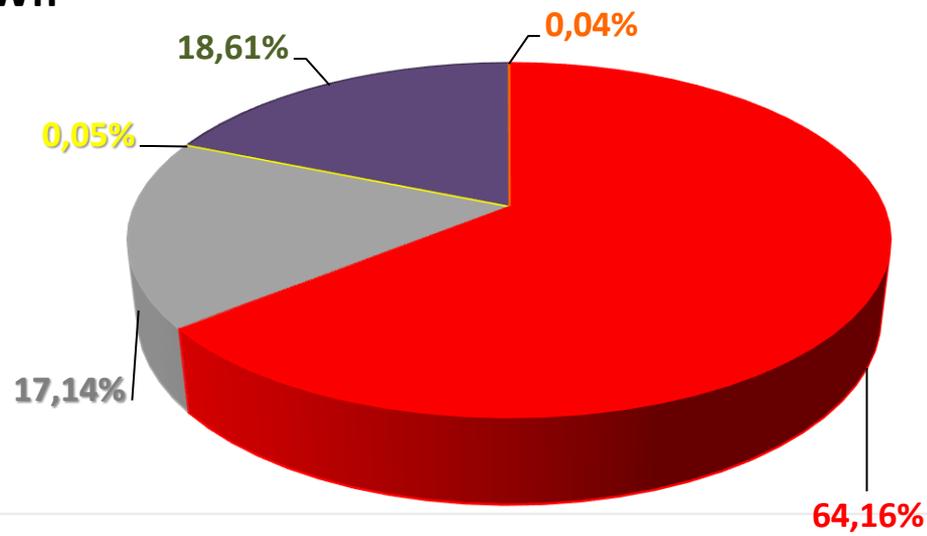
- Coal
- Oil
- Natural gas
- Biofuels
- Waste
- Nuclear
- Hydro
- Geothermal
- Solar PV
- Solar thermal
- Wind
- Other sources



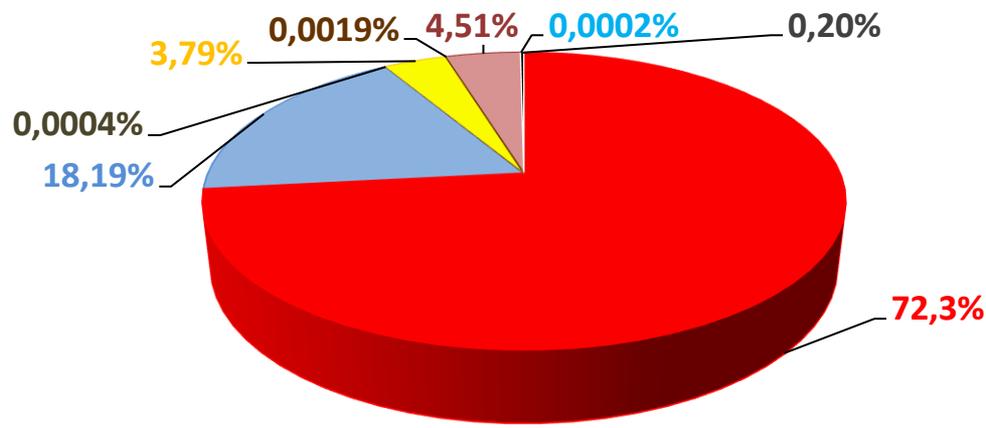
IEA. All rights reserved.

# Electricity generation RUSIA 2017

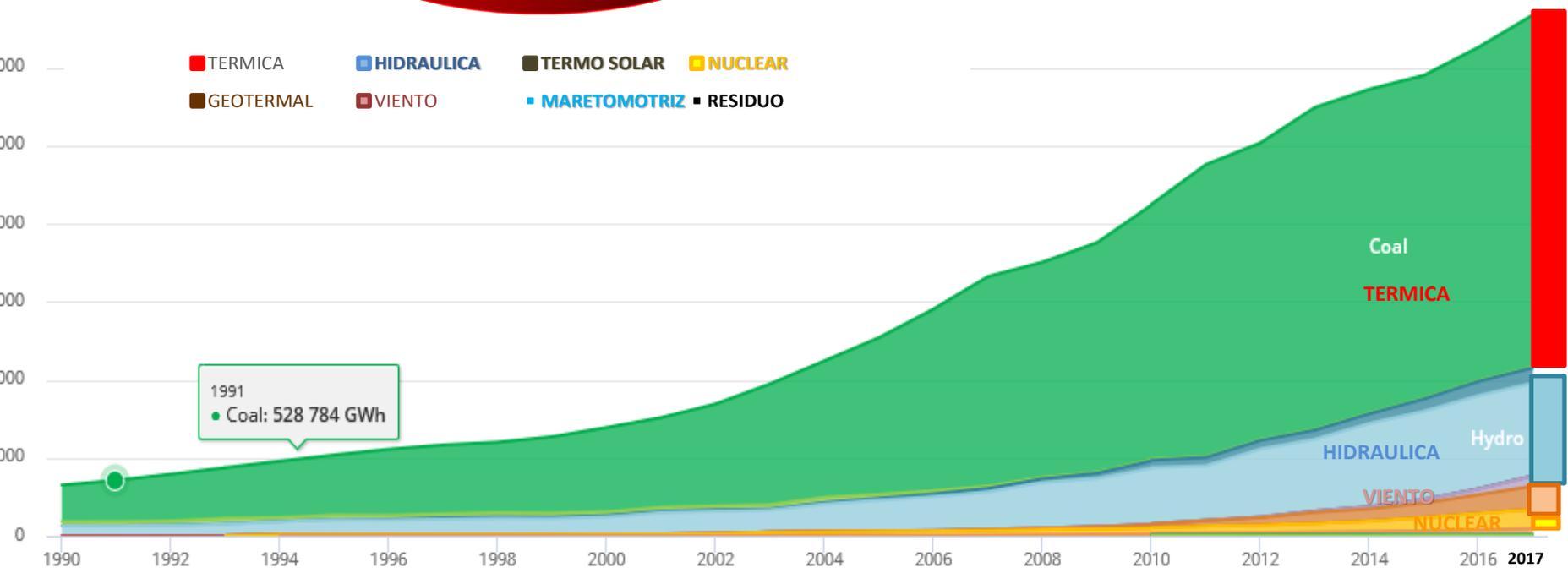
## 1.091.555 GWh



# Electricity generation CHINA 2017- IEA 2019 6.441.269 GWh



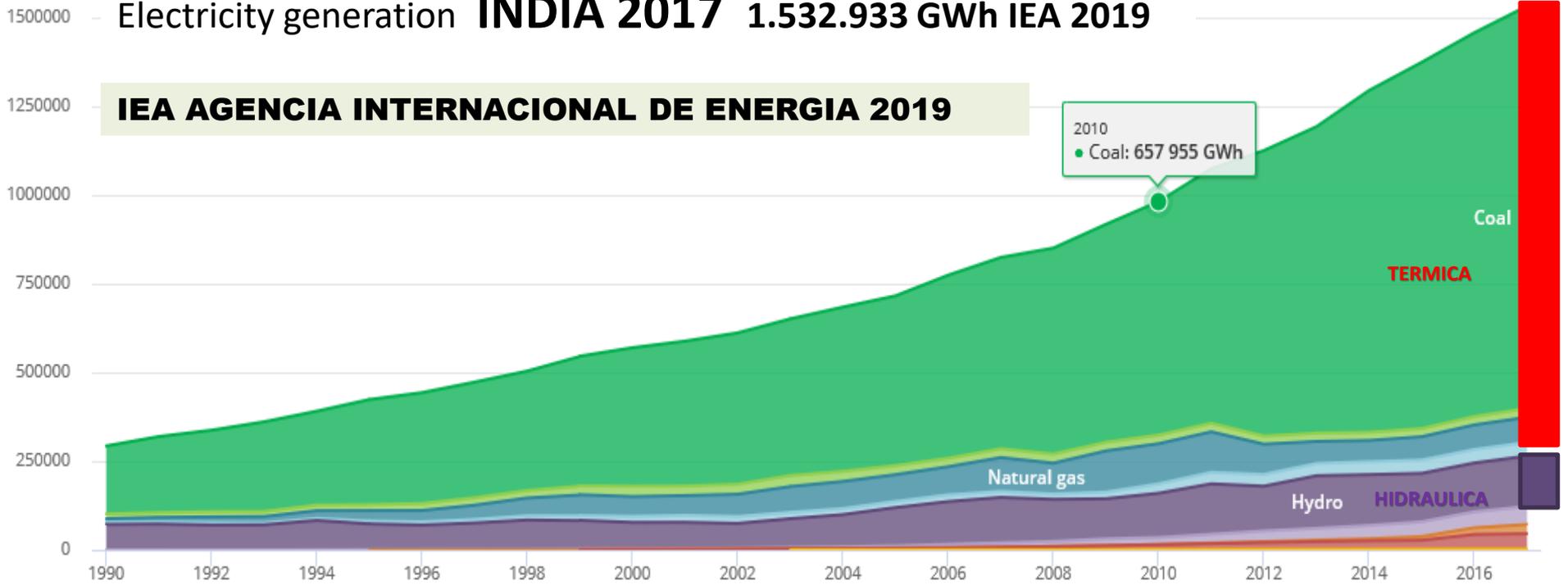
- TERMICA
- HIDRAULICA
- TERMO SOLAR
- NUCLEAR
- GEOTERMAL
- VIENTO
- MARETOMOTRIZ
- RESIDUO



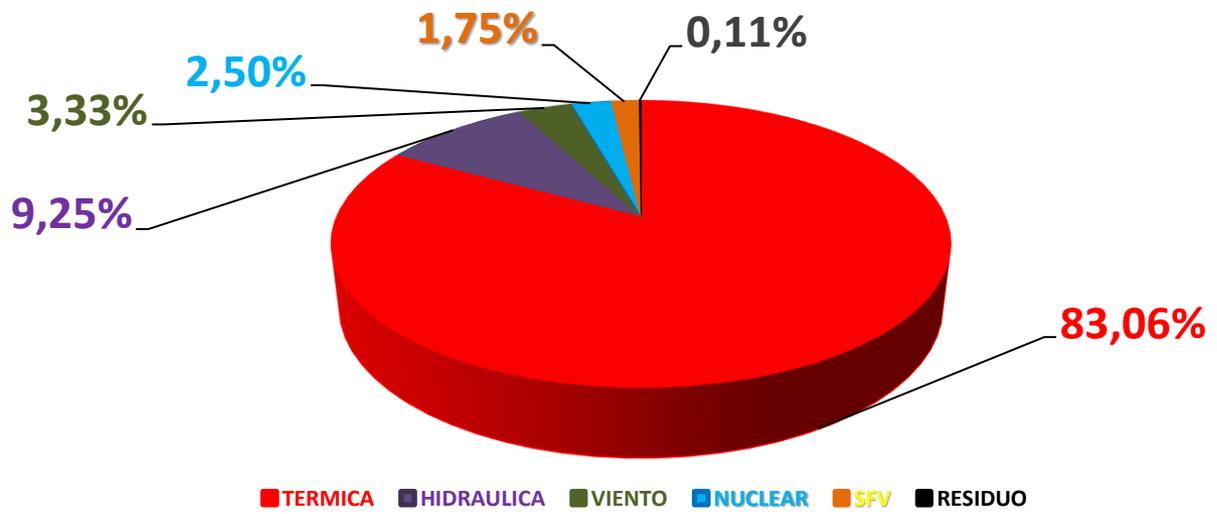
- Coal
- Oil
- Natural gas
- Hydro
- Geothermal
- Solar PV
- Wind
- Tide
- Nuclear
- Biofuels
- Waste
- Solar thermal

# Electricity generation INDIA 2017 1.532.933 GWh IEA 2019

**IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA 2019**

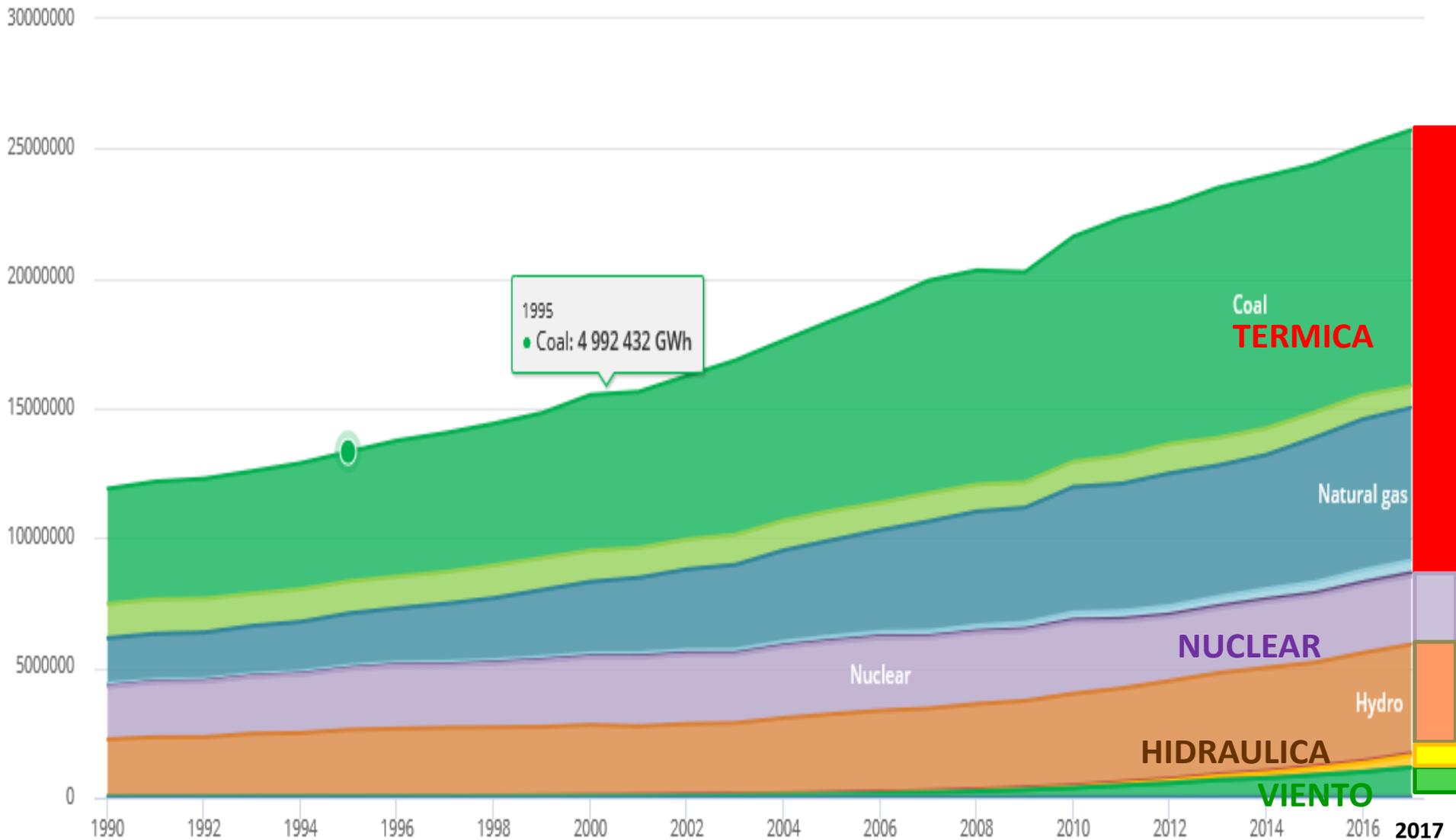


- Coal
- Oil
- Natural gas
- Nuclear
- Hydro
- Wind
- Solar PV
- Biofuels
- Waste



# Electricity generation World 1990 – 2017 25.625.730 GWh

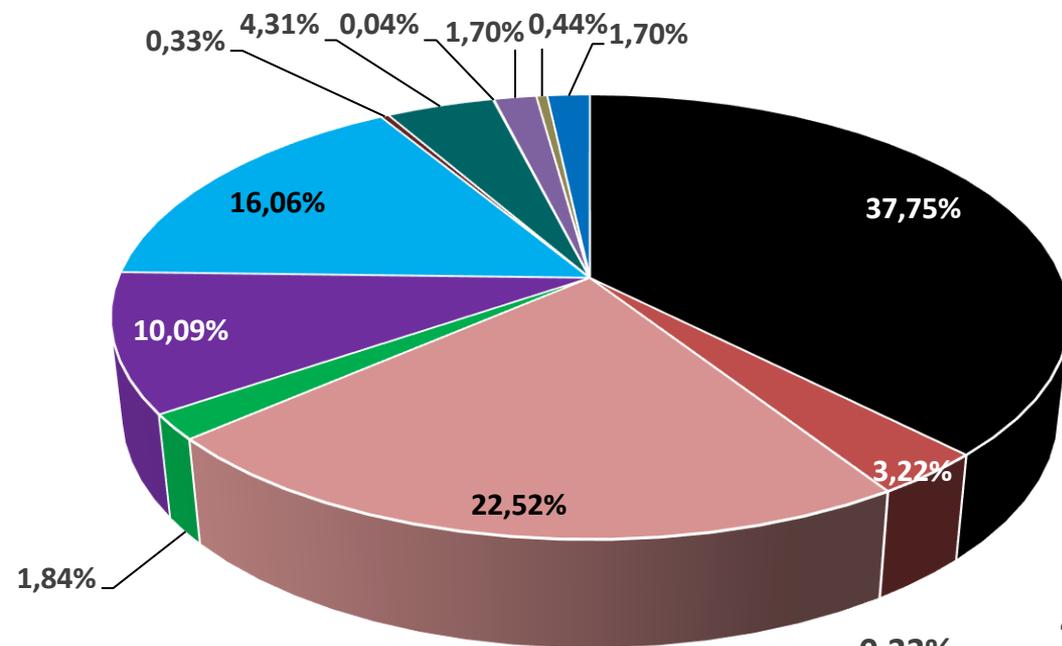
IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA 2019



- Coal
- Oil
- Natural gas
- Biofuels
- Waste
- Nuclear
- Hydro
- Geothermal
- Solar PV
- Solar thermal
- Wind
- Tide
- Other sources

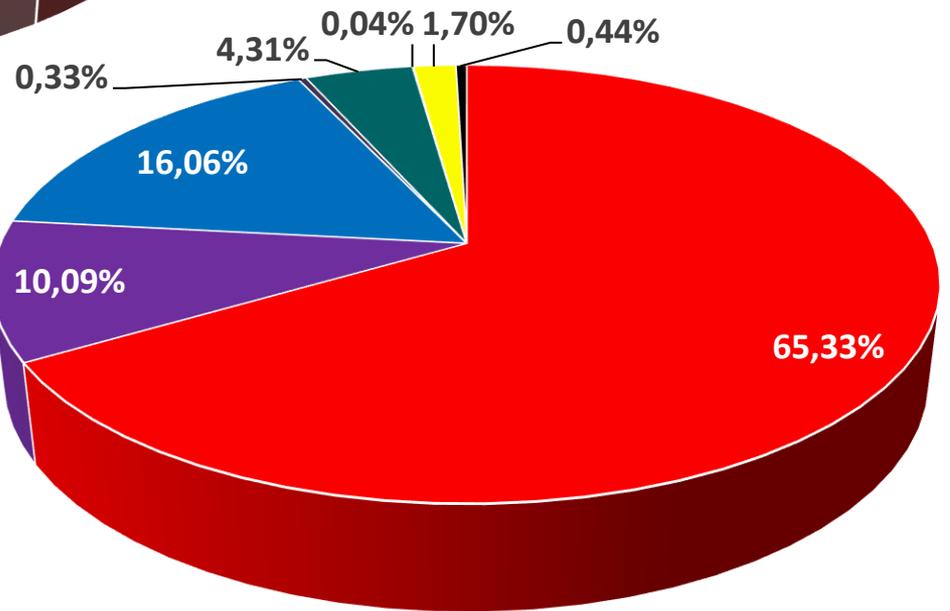
# WORLD 2019

## Datos 2017



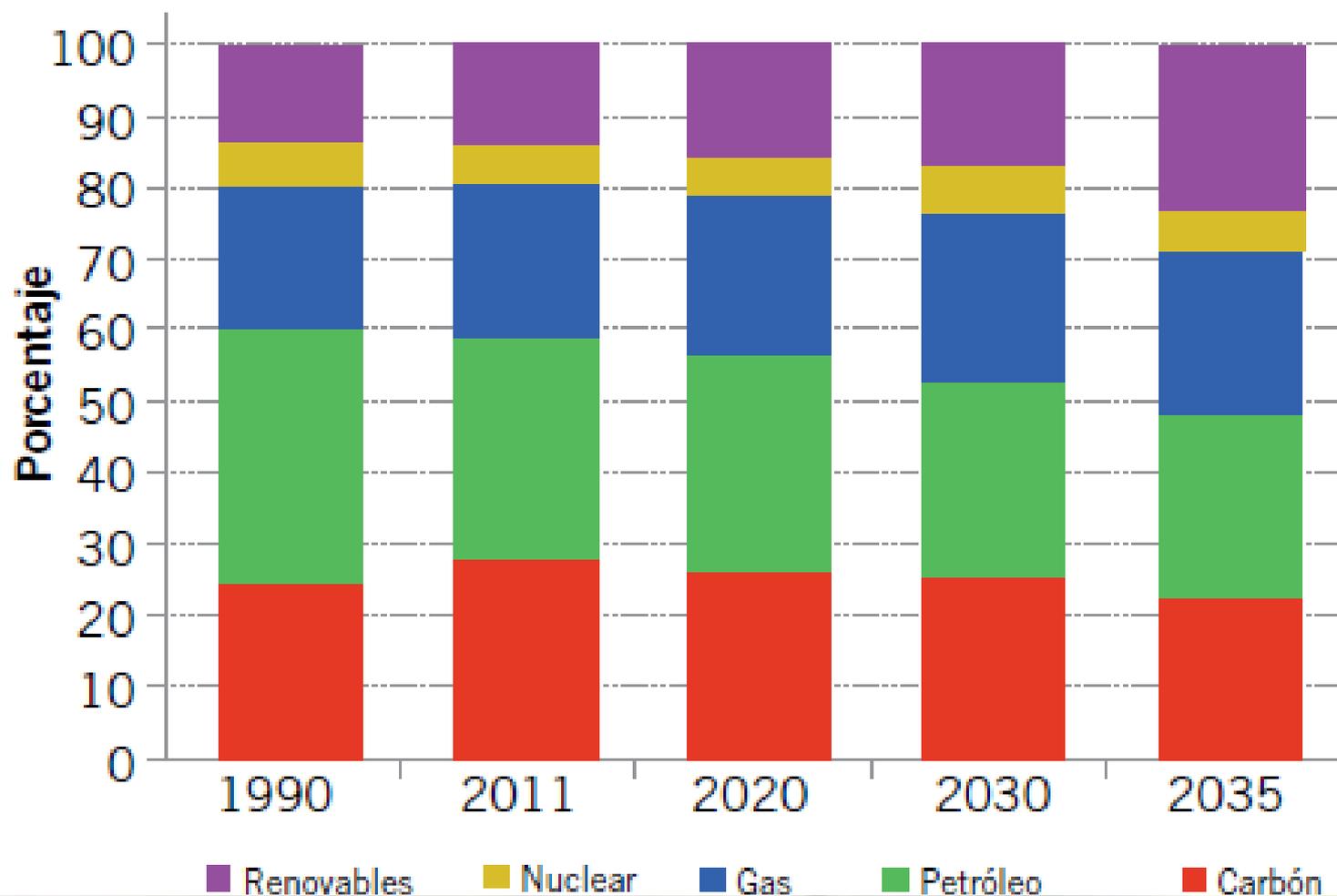
- carbon
- oil
- gas nat
- bio
- nuclear
- hidro
- geothermal
- viento
- termo solar
- solar FV

carbón	37,75%
oil	3,22%
gas nat	22,52%
bio	1,84%
nuclear	10,09%
hidro	16,06%
geothermal	0,33%
viento	4,31%
termo solar	0,04%
solar FV	1,70%
residuos	0,44%
maretomotriz	1,70%



- termica
- nuclear
- hidro
- geothermal
- viento
- termo solar
- solar FV
- residuos

## Proyección de la demanda mundial de energía por fuentes



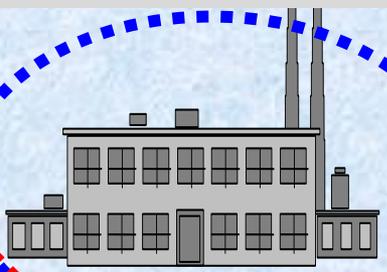
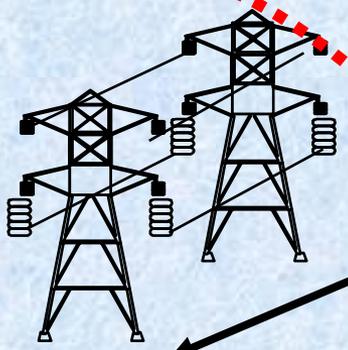
Perspectivas analizadas en la edición 2013 de *World Energy Outlook (WEO)*, publicado por *International Energy Agency (IEA)*.



**COMO SE CONSTITUYE Y OPERA  
UN SISTEMA ELECTRICO DE  
POTENCIA**

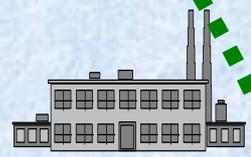
# GENERACION

G  
3~



# DISTRIBUCION

M  
3~



M  
1~



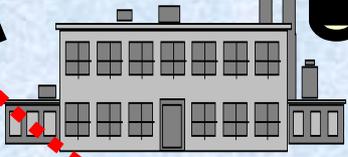
EAT Y AT  
500/330/220/132 KV  
TRANSMISION

MT  
66/33 KV

MT 13,2KV BT 380/220 V



M  
3~



GD  
3~



M  
3~

# SUBTRANSMISION

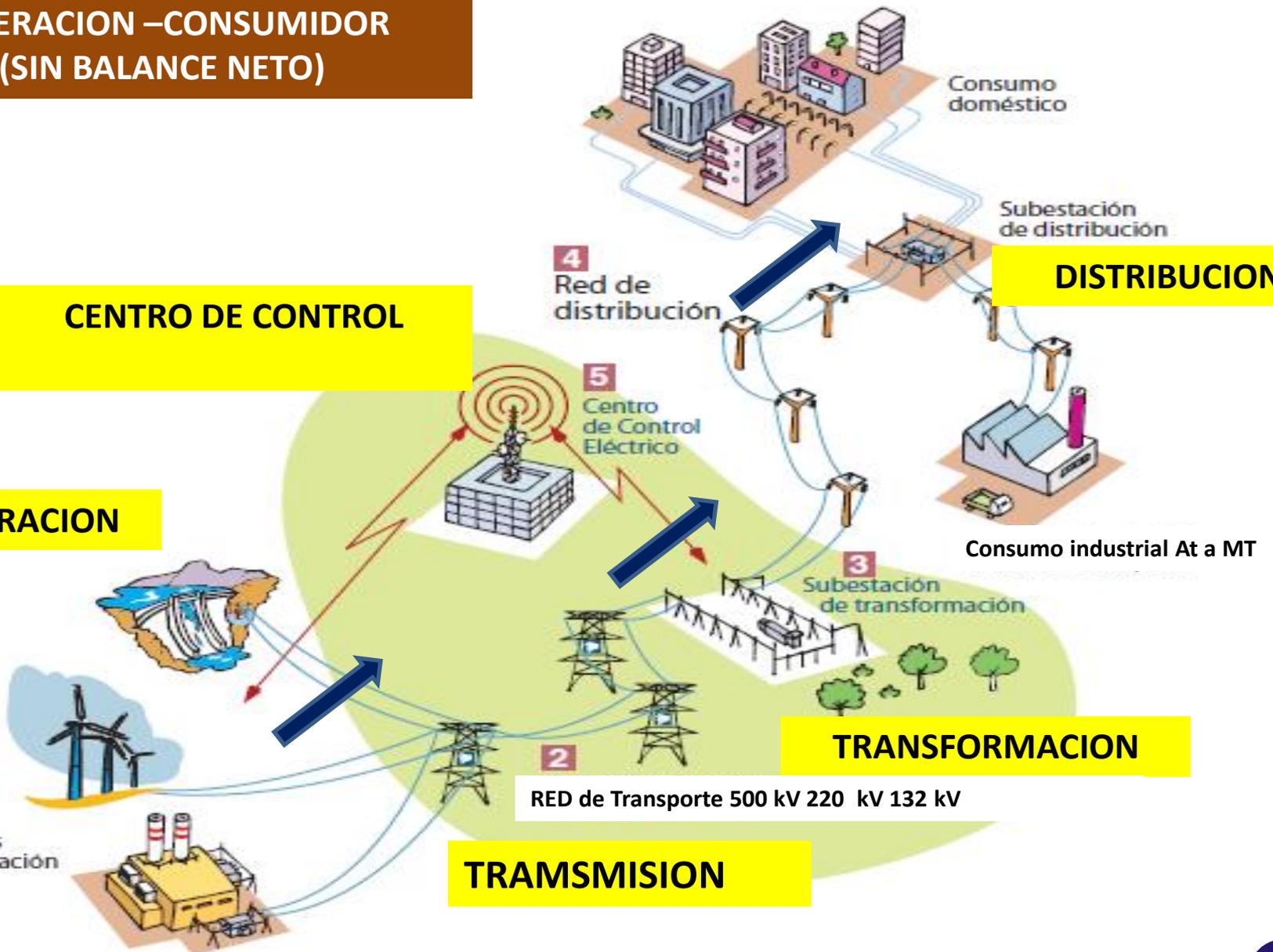


**FLUJO DE POTENCIA UNIDIRECCIONAL  
GENERACION –CONSUMIDOR  
(SIN BALANCE NETO)**

**CENTRO DE CONTROL**

**GENERACION**

**1**  
Centrales de generación



# Planificación de la Operación

Diagrama ordenado de carga  
o denominada curva monótona 365 días

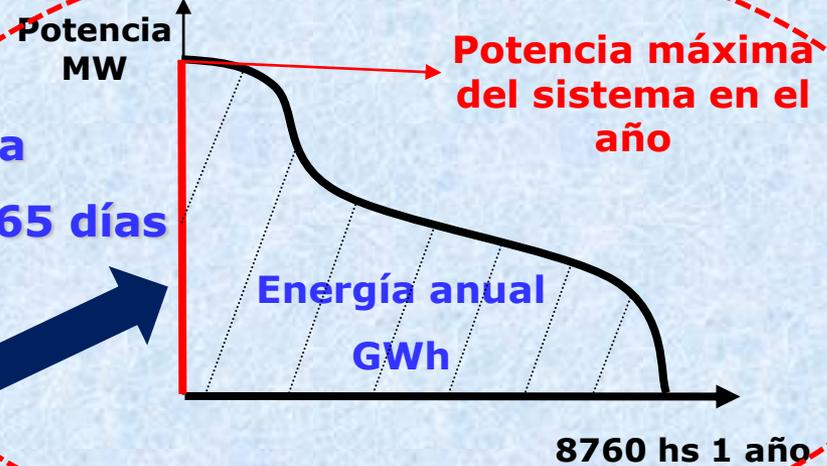


Diagrama carga de diario

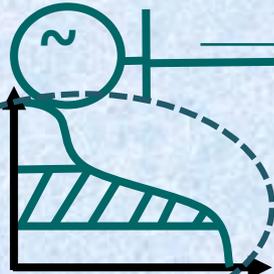


## Central 3 Pico

Turbinas de Gas, Hidráulica, Diesel, Resto

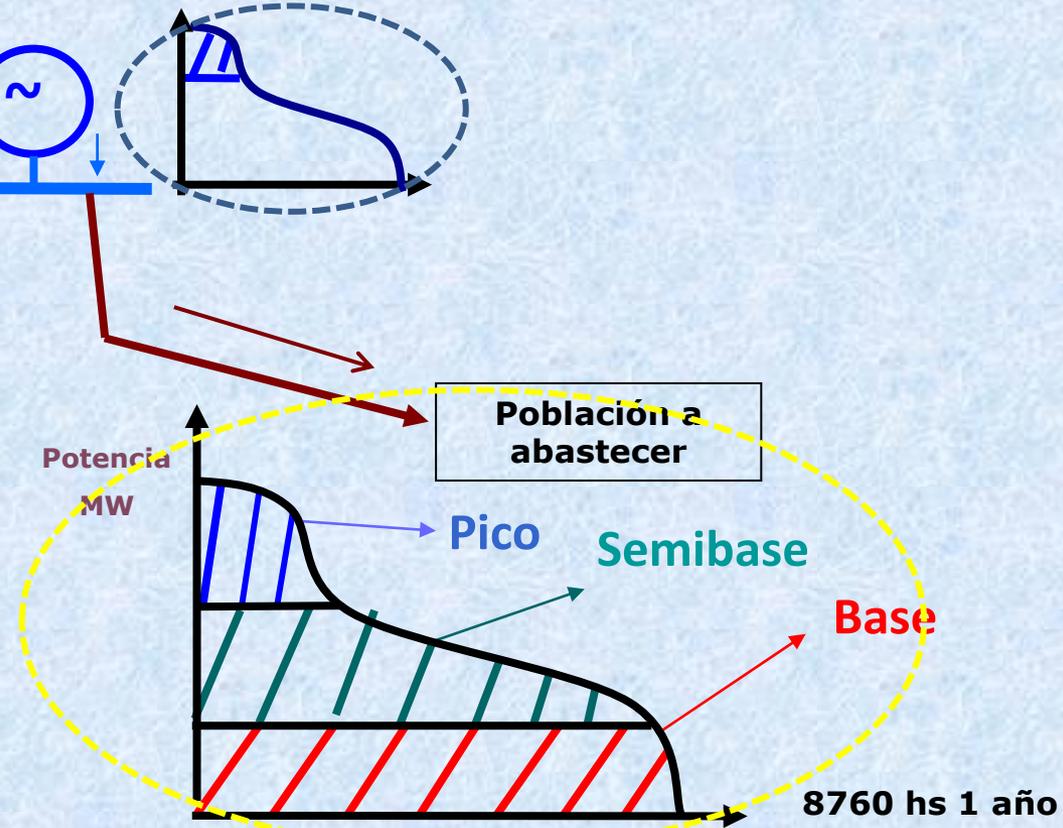
## Central 2 Semi base

Hidráulica, Ciclo Combinado



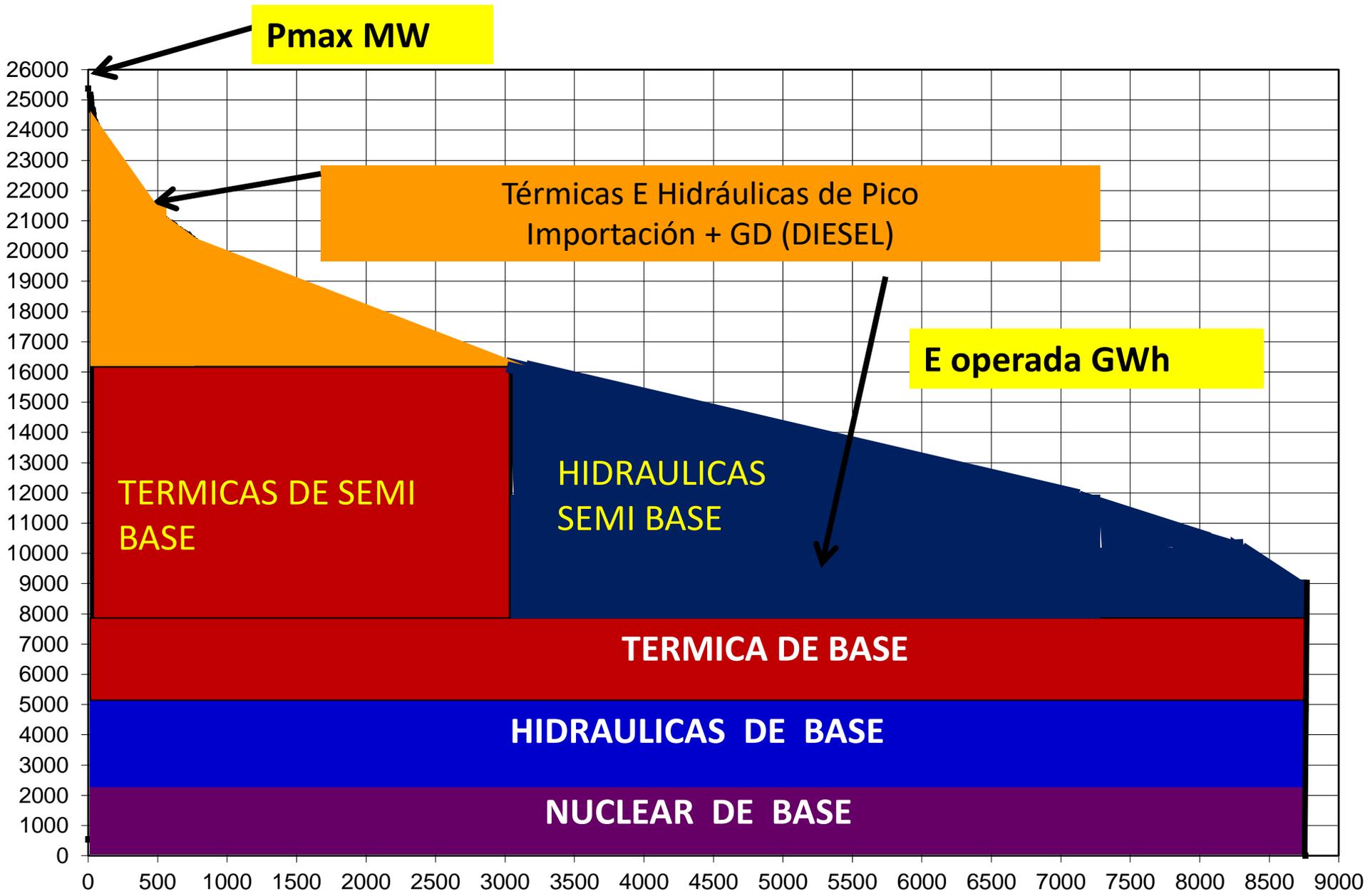
## Central 1 de base

Nuclear, Térmica Vapor,  
Hidráulica. Ciclo Combinado.



El área rayada en los 3 colores, y bajo la curva es la energía total consumida por la población en un año Y medida en GWh  
Es la : Energía activa





**Pmax MW**

Térmicas E Hidráulicas de Pico  
Importación + GD (DIESEL)

**E operada GWh**

TERMICAS DE SEMI  
BASE

HIDRAULICAS  
SEMI BASE

TERMICA DE BASE

HIDRAULICAS DE BASE

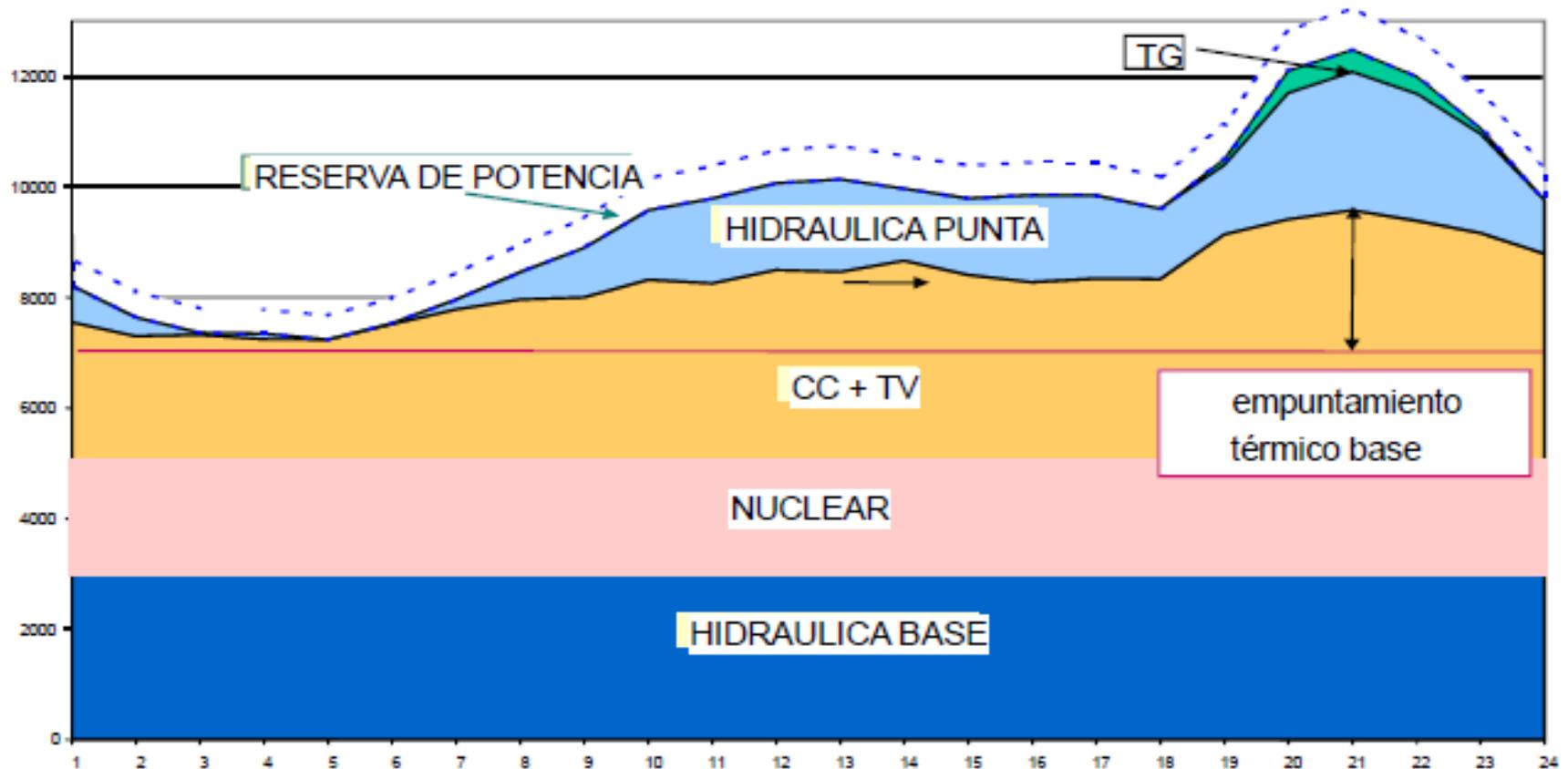
NUCLEAR DE BASE



# Cubrimiento de la Demanda

## Requisitos de Empuntamiento

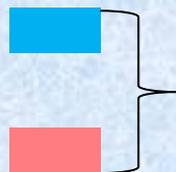
### DESPACHO HORARIO



- el parque TV y CC debe modular para tomar la punta

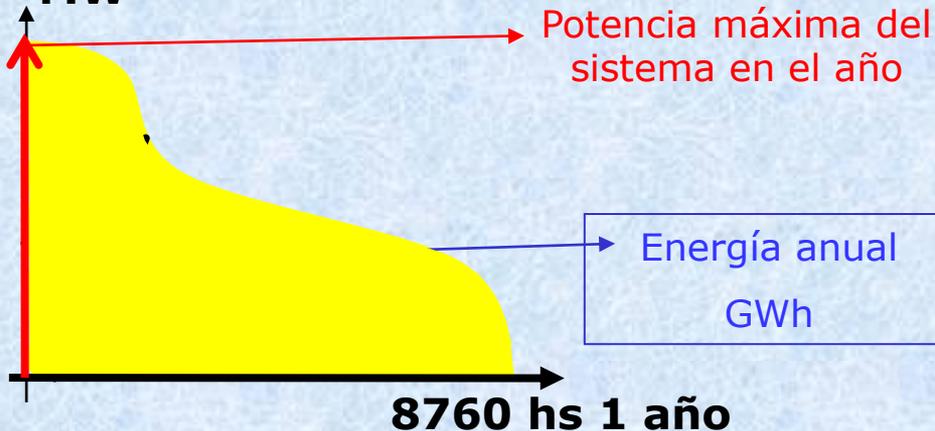
# Planificación de la Operación

Pot media, Factor de Carga FC y de Utilización  
FU



Las dos áreas son iguales  
Dependen de  
la fuente de  
generacion

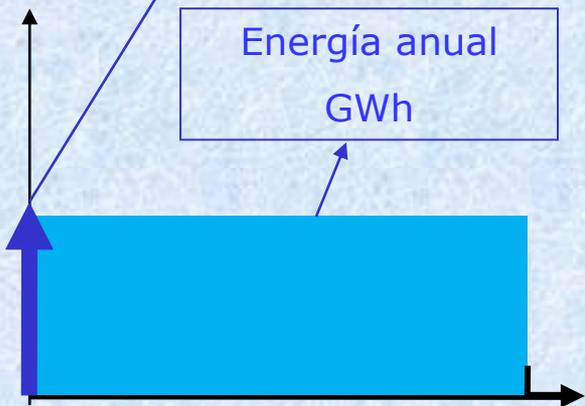
Potencia  
MW



Potencia  
MW

$P_{med}$

Energía anual  
GWh



Potencia máxima del sistema en el año

$F_u: T_u/8760 \text{ hs}$

$T_u$

8760 hs 1 año

8760 hs 1 año





**Centro de Control de un despacho de Cargas**



**DEMANDAS**

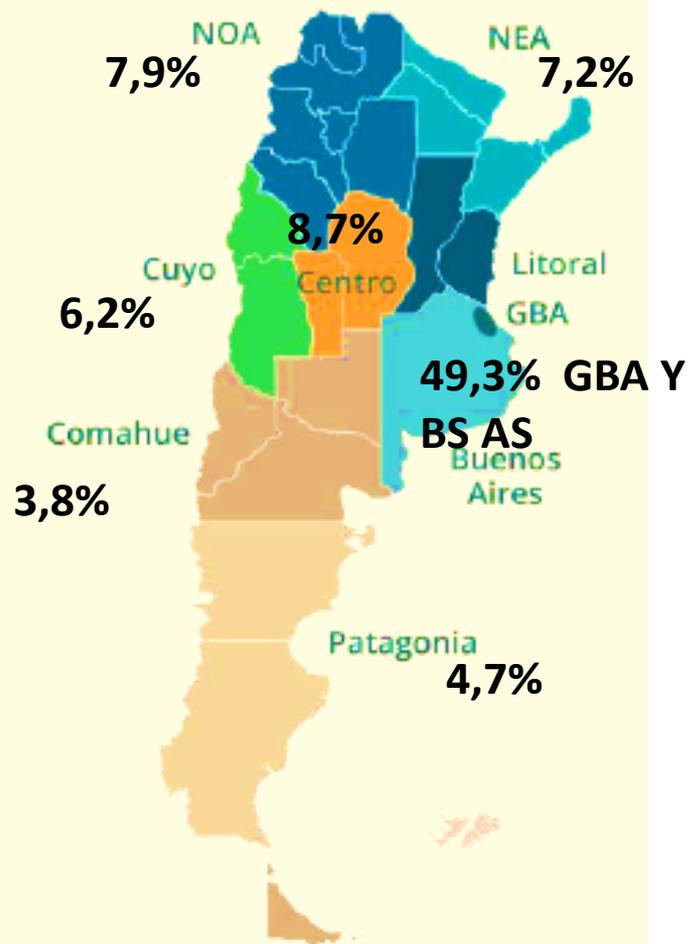
**ENERGIA Y POTENCIA**

**POTENCIA INSTALADA**

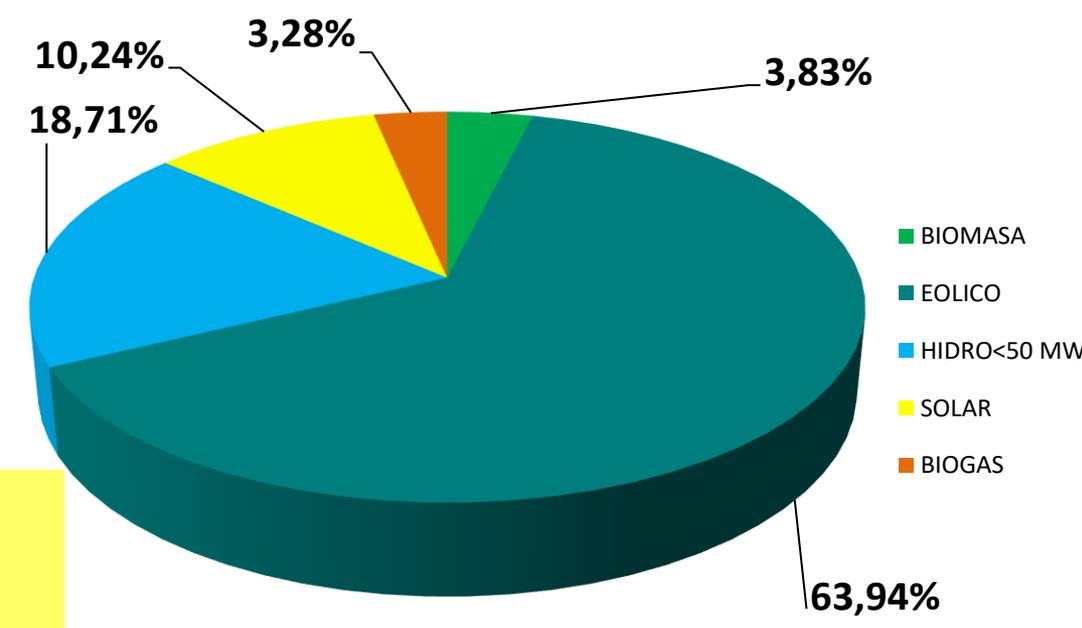
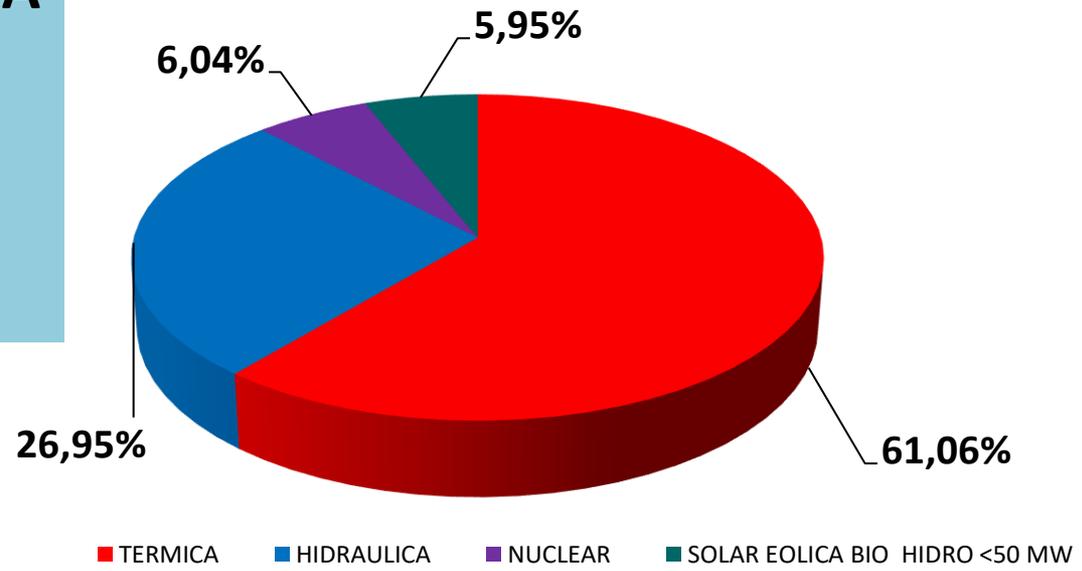


## Demanda de Energía

Principales Variables MEM	Unidades	ENE-DIC 2019	% PARTICIPACIÓN
DEMANDA TOTAL	GWh	128,905	100.0%
GRAN BS.AS.	GWh	48,553	37.7%
LITORAL	GWh	15,638	12.1%
BUENOS AIRES	GWh	14,903	11.6%
CENTRO	GWh	11,240	8.7%
NOROESTE	GWh	10,206	7.9%
NORESTE	GWh	9,294	7.2%
CUYO	GWh	8,050	6.2%
PATAGONICA	GWh	6,078	4.7%
COMAHUE	GWh	4,943	3.8%

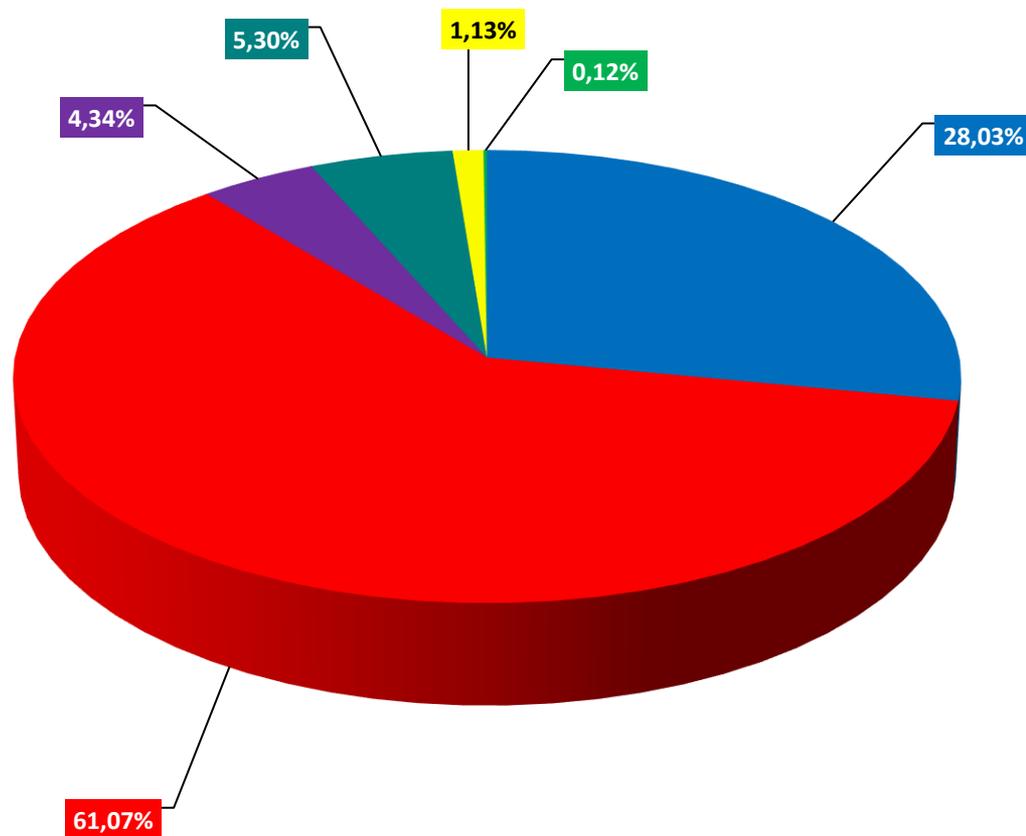


**AÑO 2019 ENERGIA GENERADA**  
**TOTAL 131.246 GWh**  
**Pmax 26.113 MW**  
**INDISPONIBILIDAD 16,9%**



**AÑO 2019 ENERGIA GENERADA**  
**RENOVABLE NO CONVENCIONAL**  
**TOTAL 7.813 GWh (5,95% DEL TOTAL)**

# POTENCIA INSTALADA JULIO 2020 EN MW



■ HIDRAULICA

■ TERMICA

■ NUCLEAR

■ EOLICA

■ SOLAR FV

■ BIO GAS BIO MASA

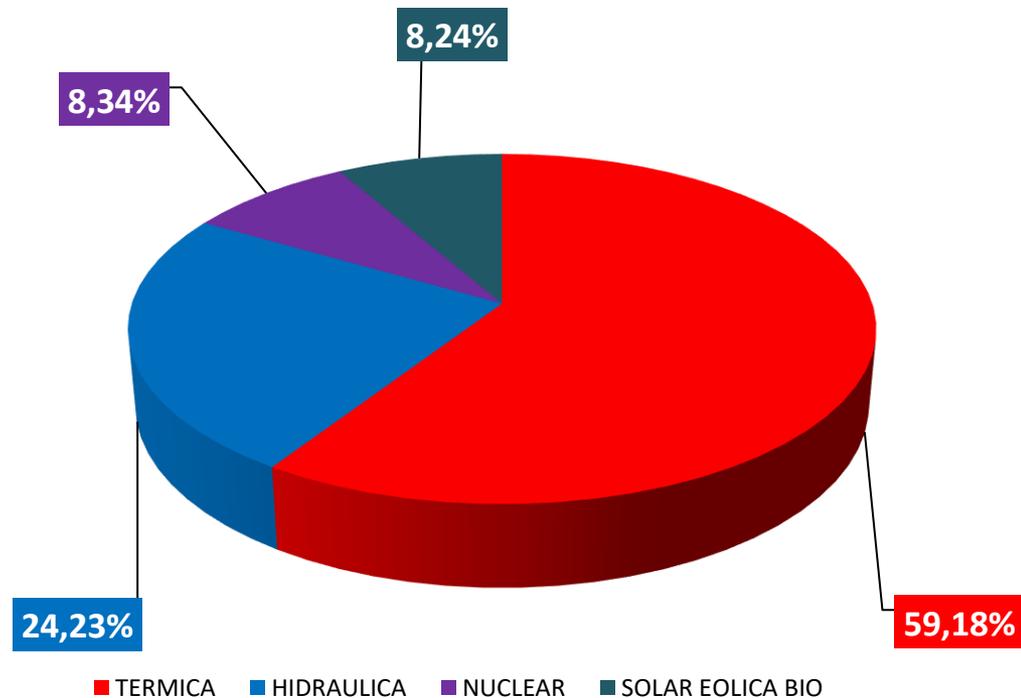
TIPO	JULIO 2020
Hidráulica	10834
Ciclos Combinados	12185
Turbina a gas	6612
Turbovapor	4251
Nuclear	1755
Motor Diesel	1655
Eólica	2144
Biogas	48
Biomasa	3
Solar	459
Hidráulica <50 MW	506
<b>Total</b>	<b>40452MW</b>



# JULIO DE 2020 GENERACION 12.214 MWh

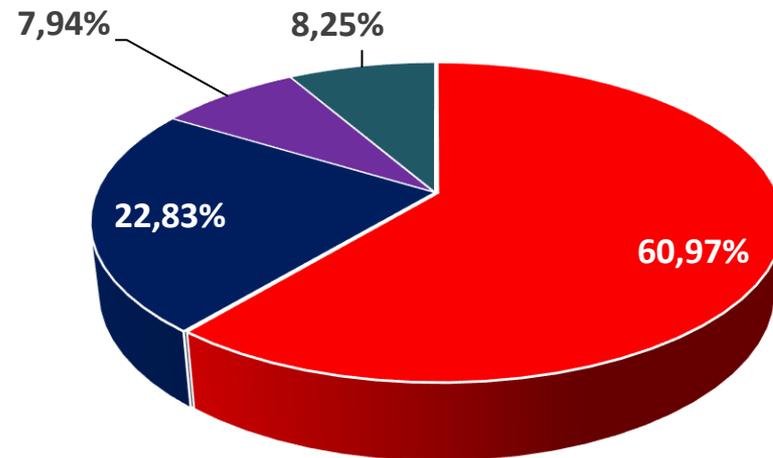
TIPO

TERMICA	59,18%
HIDRAULICA	24,23%
NUCLEAR	8,34%
SOLAR EOLICA BIO HIDRO < 50 MW	8,24%



# ACUMULADA 2020 ENERGIA GENERACION 77.740 MWh

Térmica	60,97%
Hidráulica	22,83%
Nuclear	7,94%
RNCint	8,25%



■ Térmica ■ Hidráulica ■ Nuclear ■ RNCint

**GENERACION RENOVABLE NO  
CONVENCIONAL E  
INTERMITENTE**

**EOLICA Y SOLAR**

# GENERACION RENOVABLE-PARTICIPACION EN EL ABASTECIMIENTO- CONTEXTO ACTUAL Y PERSPECTIVA DE LOS PROXIMOS AÑOS

VARIABILIDAD DEL RECURSO EOLICO Y SOLAR

PRONOSTICO DE CORTO PLAZO Y SU INTEGRACION CON EL DESPACHO

IMPACTO DE LA GENERACION RENOVABLE VARIABLE -> **CONCEPTO**  
**DEMANDA NETA** ADECUACION DE REGULACION DE  
FRECUENCIA.FLEXIBILIZACION DEL SISTEMA

INCORPORACION DE OPERADOR DE ENERGIAS RENOVABLES EN EL COC

**RESULTADOS RONDA 1**  
**+2+AUTOGENERADORES+SPOT**  
**6.296 MW**

**+ Renovar 3, 260 MW**

**Total 6.557 MW**

# Ley N° 27.191 → 12% energía renovable en 2020 y 20% en 2025



# RenovAr/MATER

## GENERACION ADJUDICADA Y AUTORIZADA

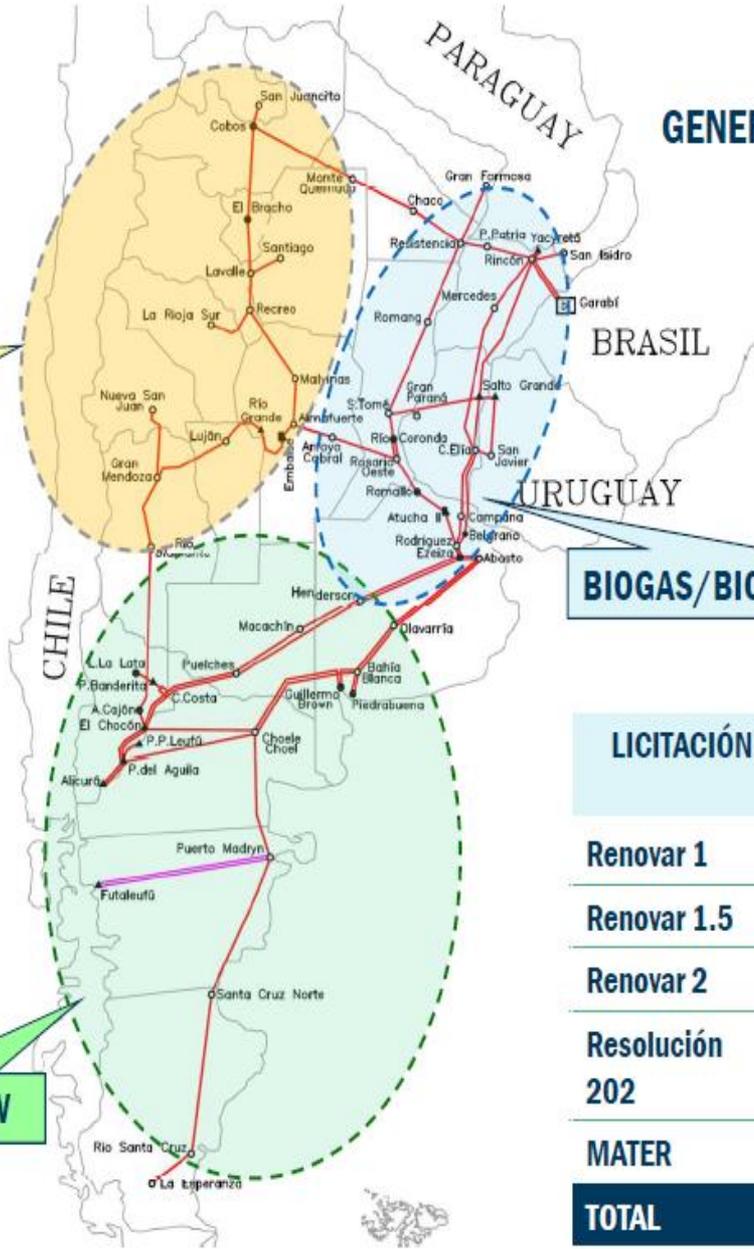
### A ingresar hasta 2020

**SOLAR (algo de EOLICA) : 2580 MW**

**TOTAL= 6050 MW**  
**EN 2021 LA PARTICIPACIÓN DE RENOVABLES ALCANZARÍA ~ 12% DE LA ENERGÍA TOTAL DEL SADI**

**EOLICA: 3350 MW**

**BIOGAS/BIOMASA: 120 MW**



LICITACIÓN	POTENCIA TOTAL	PROYECTOS
Renovar 1	1142	29
Renovar 1.5	1246	30
Renovar 2	2007	88
Resolución 202	500	10
MATER	1155	49
<b>TOTAL</b>	<b>6050</b>	<b>206</b>

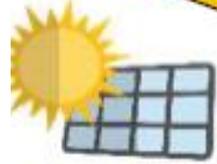


**CAMMESA JUNIO 2019 6.050 MW**  
**CAMMESA JUNIO 2020 6.557 MW**

Biomasa Biogás

FOTOVOLTAICOS

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE RENOVABLES A INGRESAR



EOLICOS



**Referencias**

Proyectos

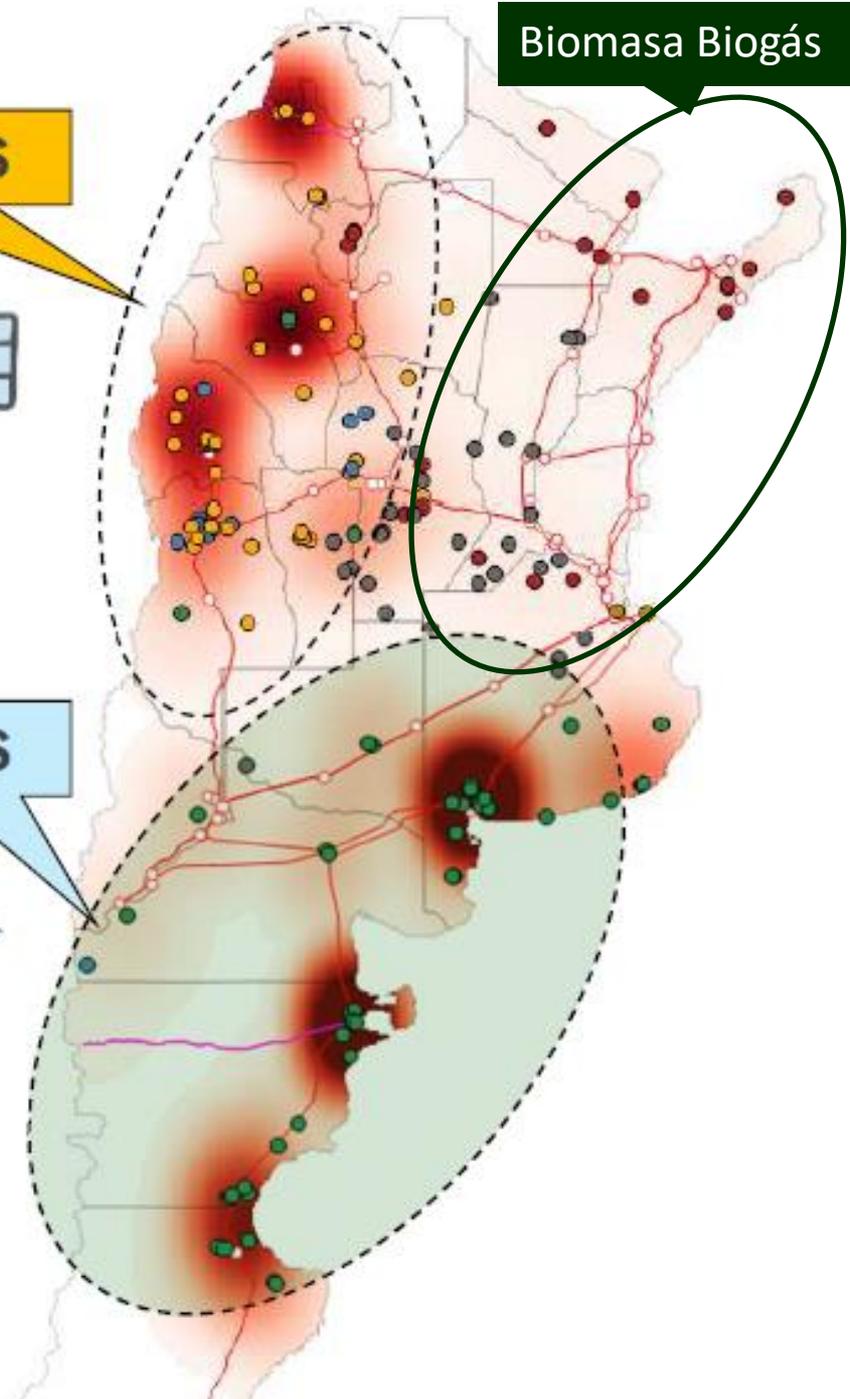
- Biogas
- Biomasa
- Biogas R.Sanit.
- Eolico
- P.A. Hidráulicos
- Fotovoltaico

Líneas

- 500 kV
- 345 - 330 kV

Densidad de potencias

- 0 MW
- 126 MW
- 252 MW
- 378 MW
- 505 MW



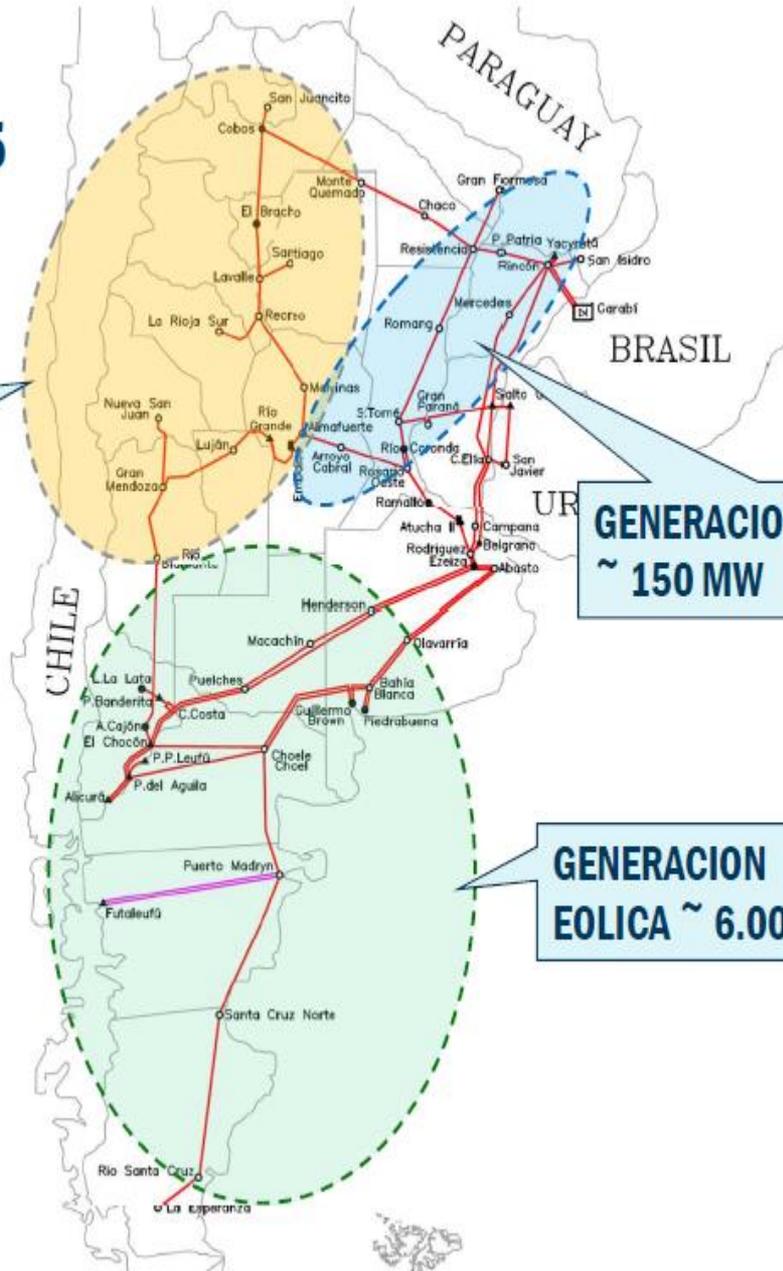
# POSIBLE INGRESO DE GENERACION RENOVABLE EN 2025 (10.000 MW)

GENERACION SOLAR ~ 4.000 MW

PARA ALCANZAR LA PARTICIPACIÓN DE 20% DE LA ENERGÍA CON RENOVABLES, SE REQUIERE LA INSTALACION DE ~ 10.000 MW

GENERACION BIOMASA ~ 150 MW

GENERACION EOLICA ~ 6.000 MW



# MAPA GEOGRAFICO SISTEMA INTERCONECTADO EUROPEO





## SISTEMA ARGENTINO COMPARADO CON EUROPA

Por ser un sistema tan largo tiene mayores implicancias en cuestiones asociadas a transmisión en largas distancias:

- Protecciones especiales (DAG)
- Capacitores serie
- Resistores de frenado
- Reactores de líneas
- Recierres monofásicos

**PRACTICAMENTE MISMA SUPERFICIE**

- DEMANDA DE EUROPA: 500 GW
- DEMANDA ARGENTINA: 25 GW

# CORREDORES ACTUALES CON ALTOS NIVELES DE TRANSMISIÓN

**CORREDOR NOA-CENTRO**

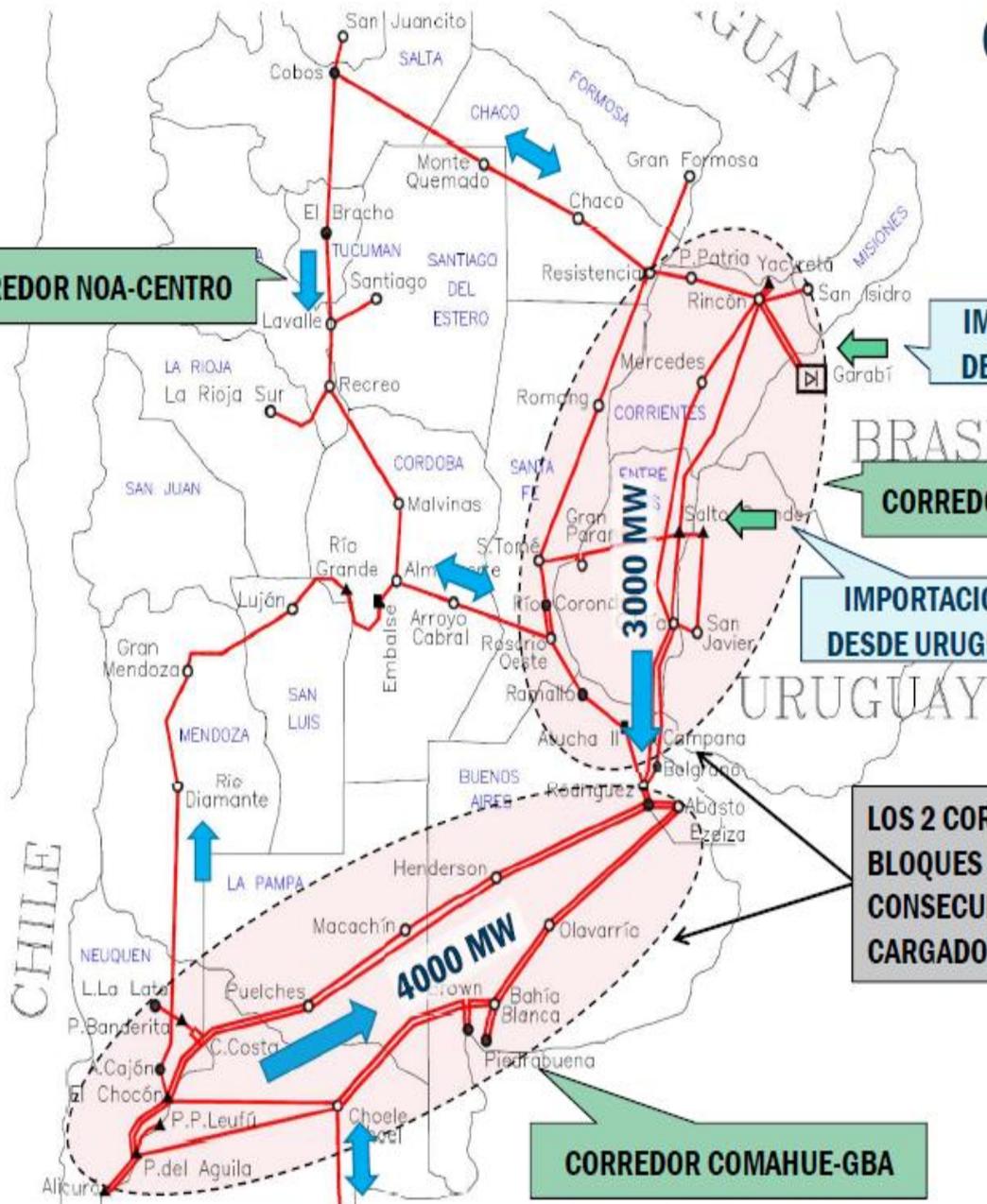
**IMPORTACION DESDE BRASIL**

**CORREDOR NEA-GBA**

**IMPORTACION DESDE URUGUAY**

**LOS 2 CORREDORES POSEEN GRANDES BLOQUES DE GENERACIÓN Y, EN CONSECUENCIA, SON LOS MÁS CARGADOS**

**CORREDOR COMAHUE-GBA**



# FUTURAS INTERCONEXIONES POR INGRESO DE RENOVABLES

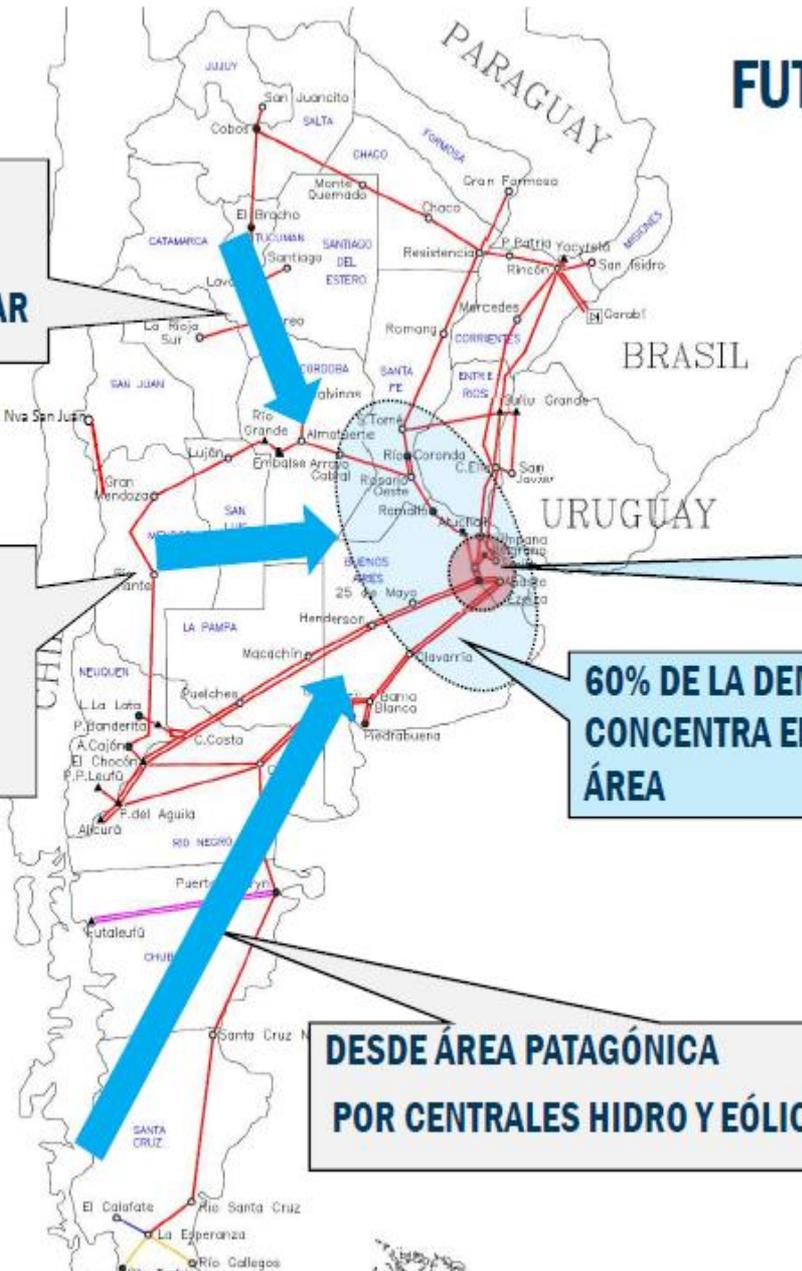
**DESDE AREA NOA  
POR CENTRALES  
FOTOVOLTAICAS A INSTALAR**

**AREA CUYO Y COMAHUE  
POR CENTRALES  
FOTOVOLTAICAS E HIDRO A  
INSTALAR**

**38% DE LA DEMANDA  
CONCENTRADA EN ESTA  
AREA**

**60% DE LA DEMANDA SE  
CONCENTRA EN ESTE  
ÁREA**

**DESDE ÁREA PATAGÓNICA  
POR CENTRALES HIDRO Y EÓLICAS A INSTALAR**



## AMPLIACIONES EN EJECUCION

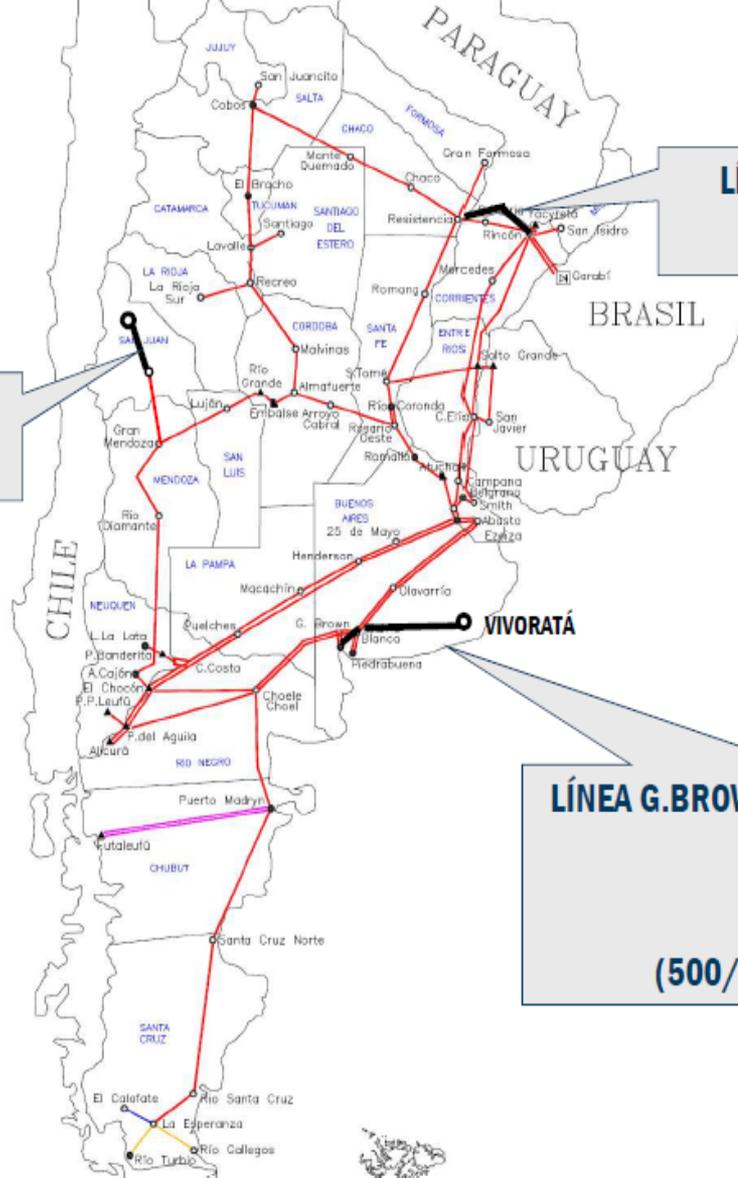
LÍNEA NUEVA SAN JUAN-RODEO  
(200 KM)

LÍNEA RINCÓN-RESISTENCIA  
(270 KM)

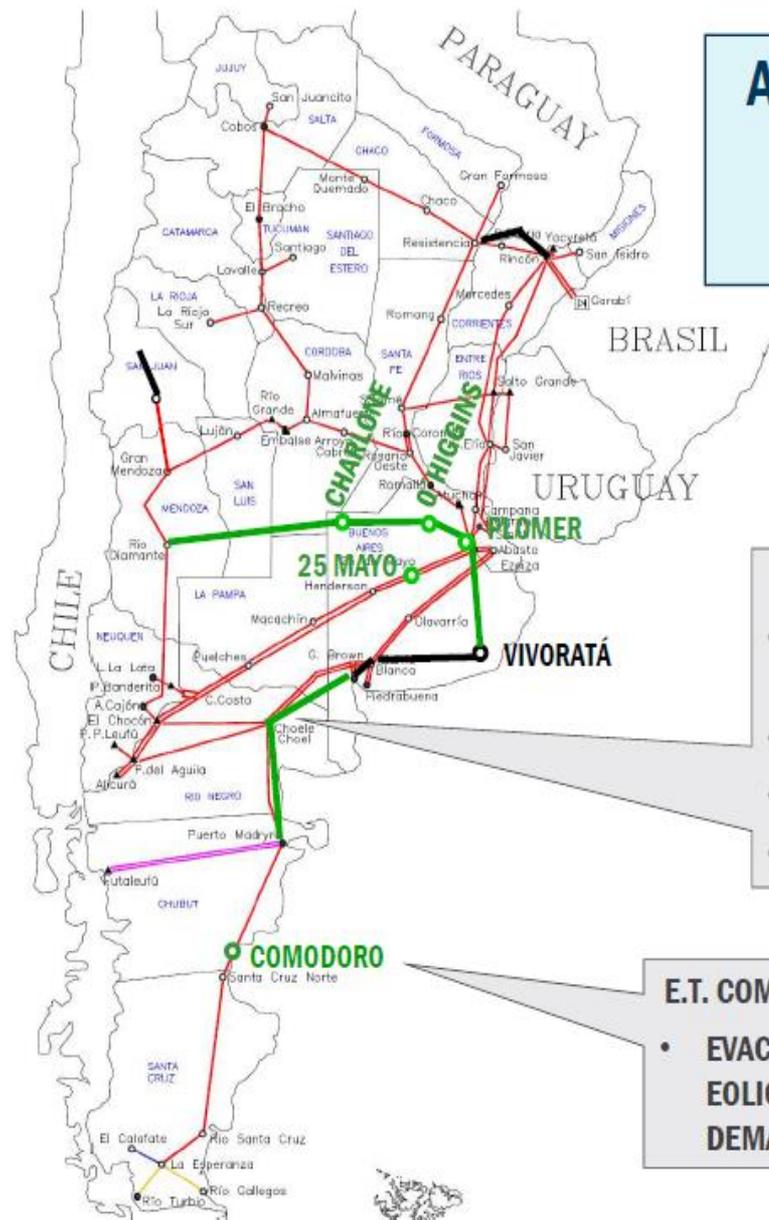
LÍNEA G.BROWN-BAHÍA BLANCA-VIVORATÁ  
(445 KM).  
+ E.T. VIVORATÁ  
(500/132 KV - 2X450 MVA)

### REFERENCIAS

- EXISTENTES
- EN CONSTRUCCION



# AMPLIACIONES DE LA RED DE 500 KV PREVISTAS (CORTO PLAZO)



- CORREDOR PUERTO MADRYN-GBA**
- EVACUACIÓN GENERACION EOLICA DE PATAGONIA Y BAHIA BLANCA
  - 1450 Km
  - 4 LINEAS CON CAPACITORES SERIE
  - 1 NUEVA ESTACION 500 KV

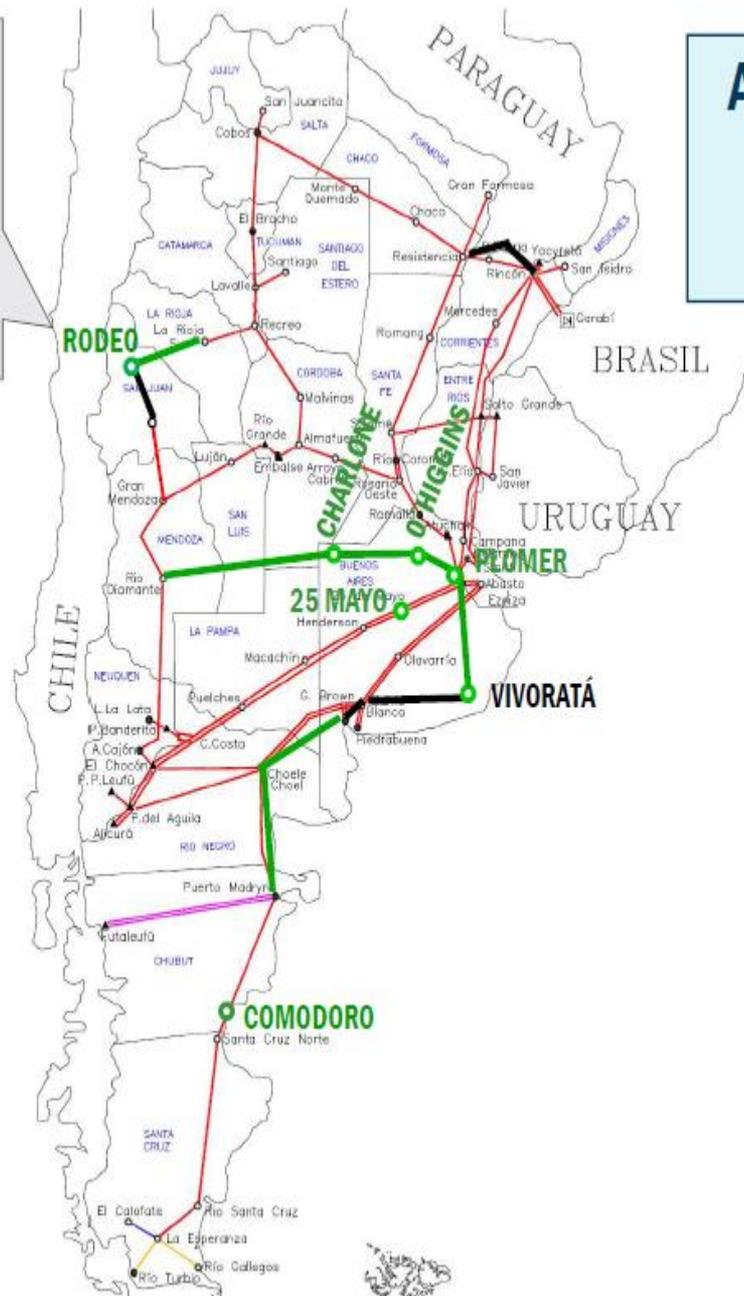
- E.T. COMODORO OESTE 500/132 KV**
- EVACUACIÓN GENERACION EOLICA y ABASTECIMIENTO A LA DEMANDA

REFERENCIAS	
<span style="color: red;">—</span>	EXISTENTES
<span style="color: green;">—</span>	NUEVAS
<span style="color: black;">—</span>	EN CONSTRUCCION

## CORREDOR NOA-CUYO

- EVACUACIÓN GENERACION SOLAR DE CUYO Y NOA
- CONFIABILIDAD AREA CUYO/NOA
- 500 Km DE LINEA
- 1 NUEVA ESTACION 500 KV

## AMPLIACIONES DE LA RED DE 500 KV PREVISTAS (CORTO PLAZO)

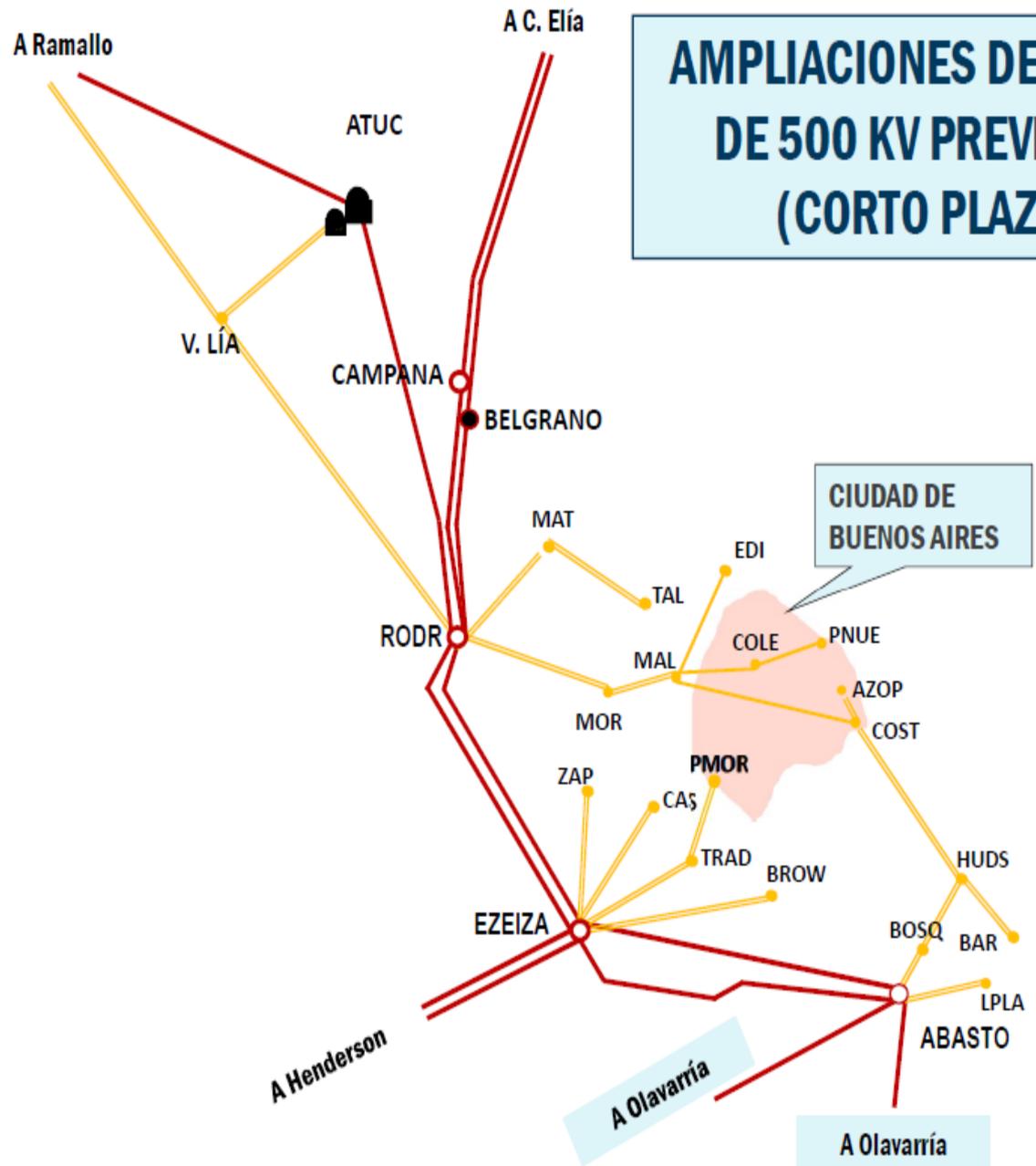


### REFERENCIAS

- █ EXISTENTES
- █ NUEVAS
- █ EN CONSTRUCCION

# AREA GBA RED 500 Y 220 KV ACTUAL

# AMPLIACIONES DE LA RED DE 500 KV PREVISTAS (CORTO PLAZO)



## REFERENCIAS

 INSTALACIONES EXISTENTES

 RED DE 220 KV

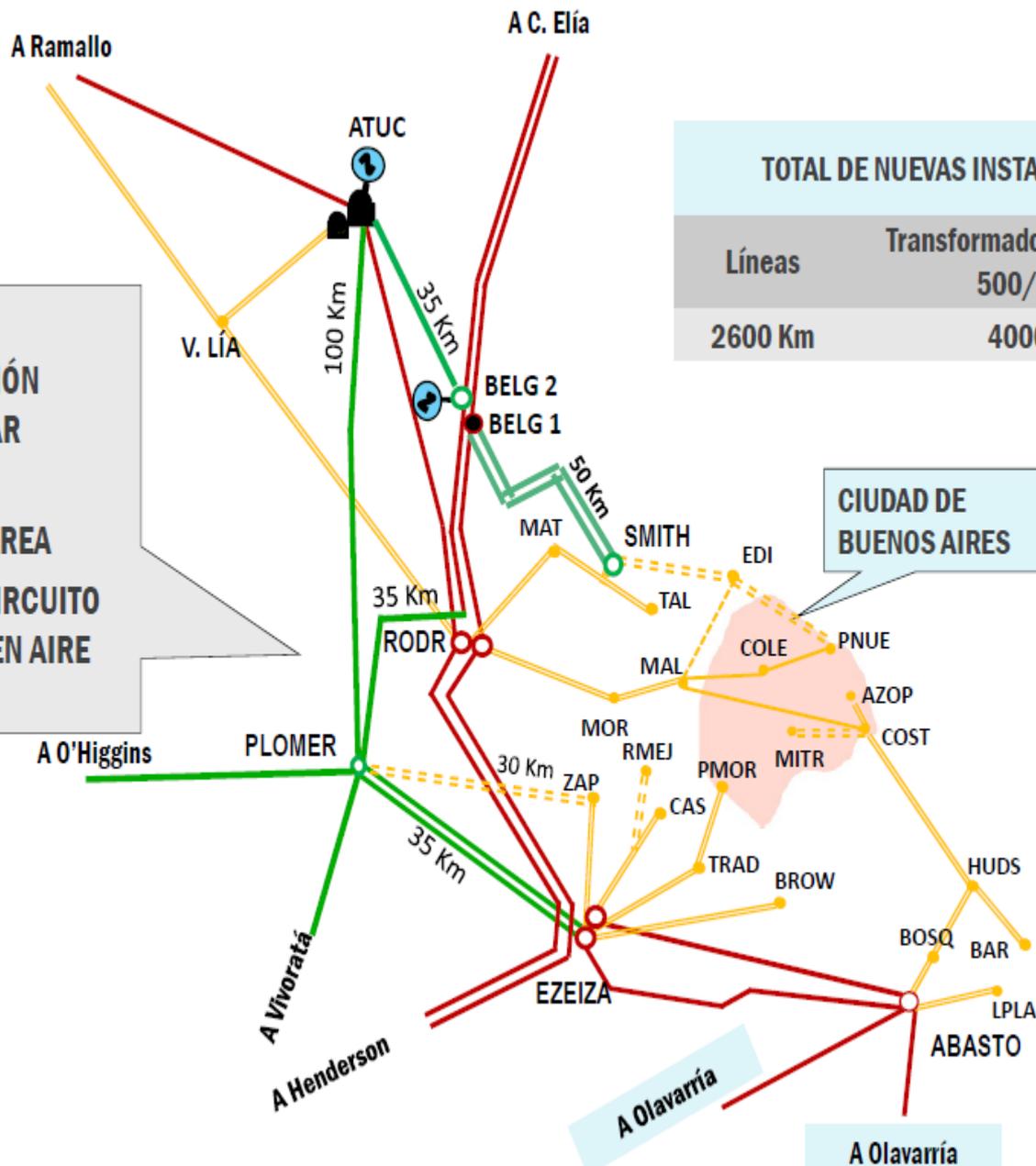
# ACCESOS A AREA GBA

## FUNCION:

- PERMITIRAN INGRESAR GENERACIÓN TÉRMICA (BELGRANO 2) Y NUCLEAR (ATUCHA 3)
  - MANTENER ABASTECIMIENTO AL AREA
- AUMENTO DE POTENCIA DE CORTOCIRCUITO OBLIGARÁ A INSTALAR REACTORES EN AIRE EN E.T. BELGRANO Y RODRÍGUEZ

## REFERENCIAS

- INSTALACIONES NUEVAS
- INSTALACIONES EXISTENTES
- RED DE 220 KV



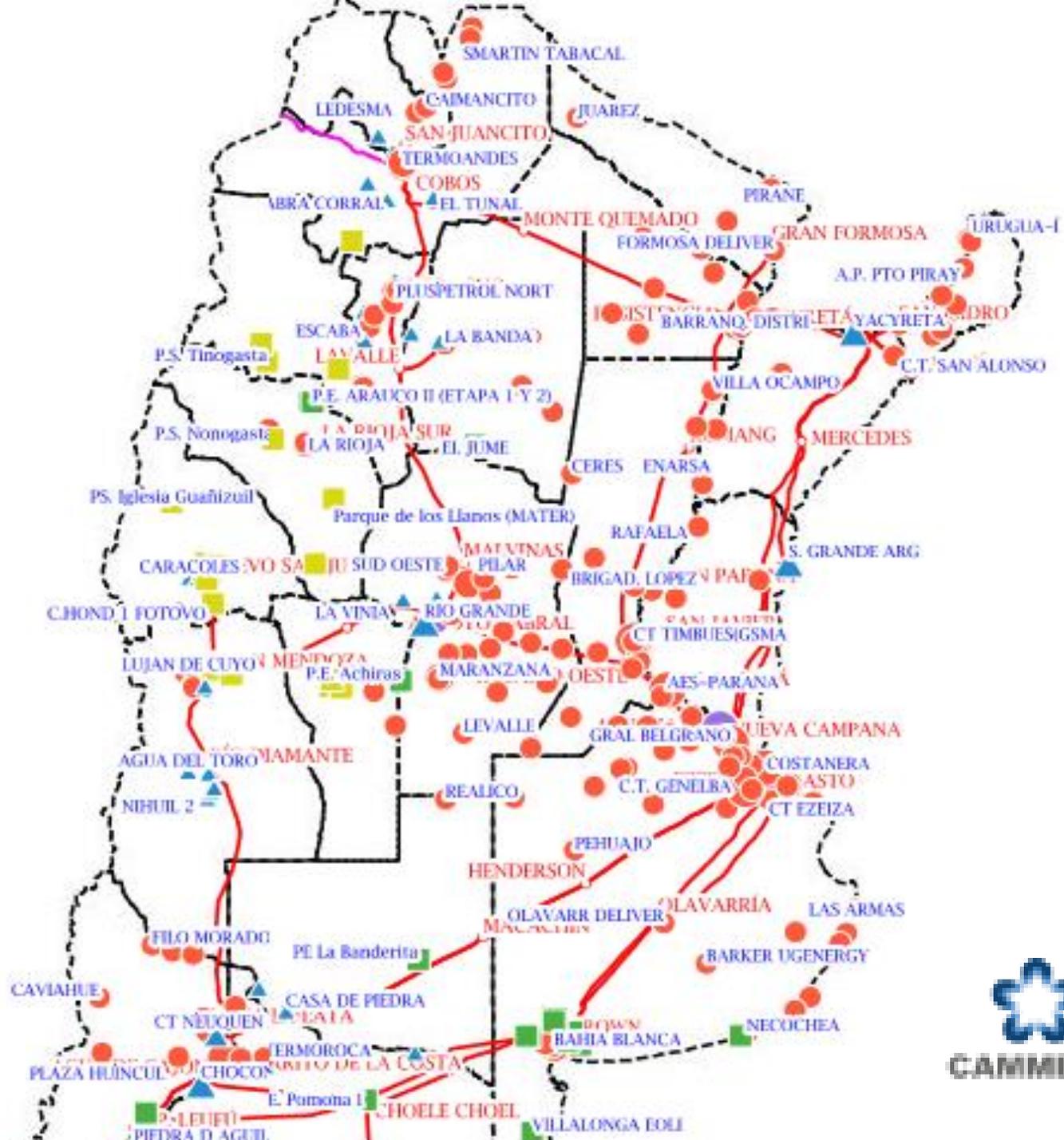
## TOTAL DE NUEVAS INSTALACIONES

Líneas	Transformadores 500/220 y 500/132 kV
2600 Km	4000 MVA

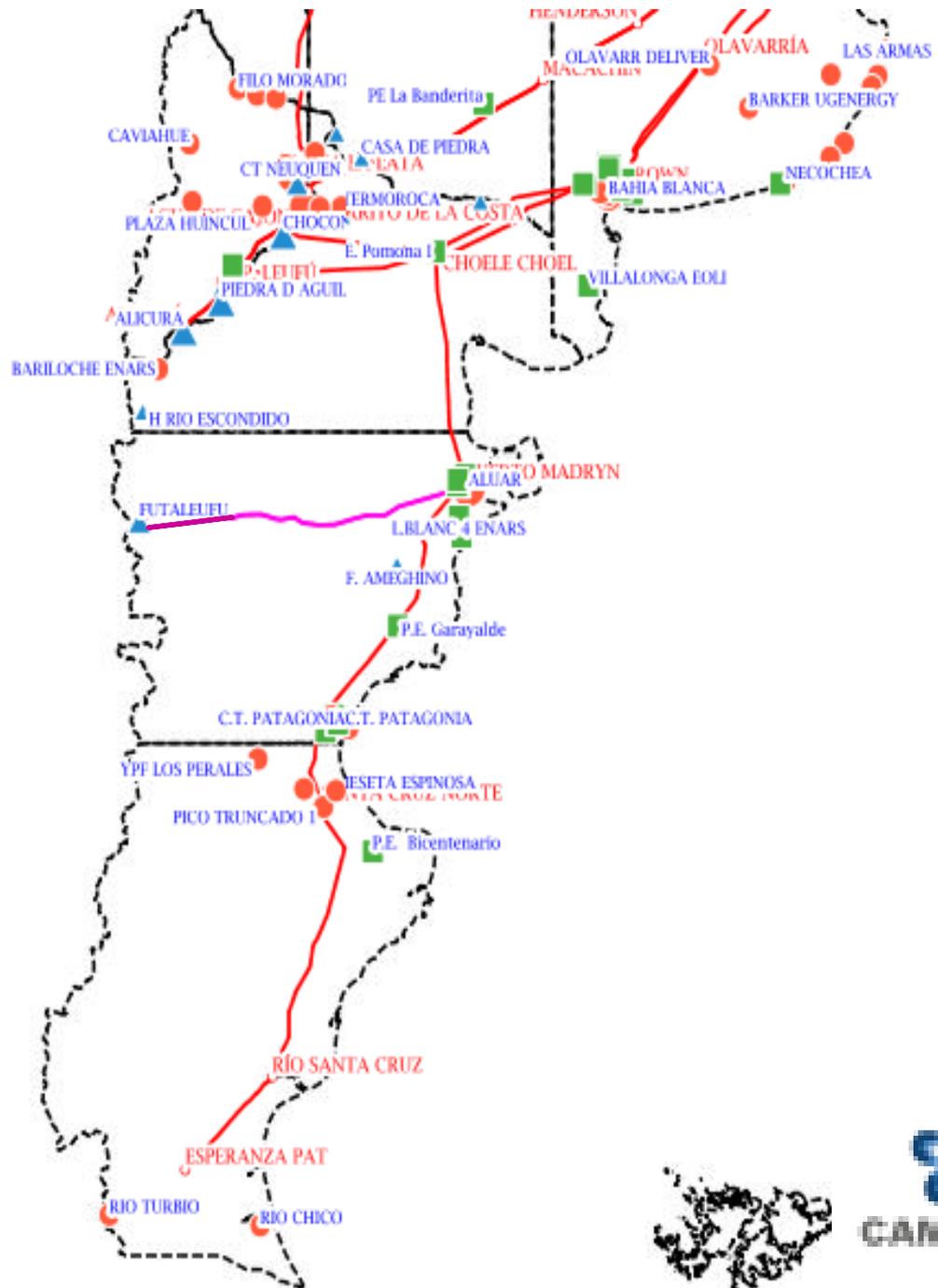
# CENTRALES

-  TERMICO
-  HIDRAULICO
-  NUCLEAR
-  SOLAR
-  EOLICO

- TERMICO
- HIDRAULICO
- NUCLEAR
- SOLAR
- EOLICO



-  TERMICO
-  HIDRAULICO
-  NUCLEAR
-  SOLAR
-  EOLICO



# EVOLUCION INGRESOS REAL Y PROYECTADA



CAMMESA

# Evolución Ingresos Real y Proyectada

Potencia Acumulada - Próximos Ingresos [MW]

MW

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

2018

850 [MW]

+721 MW  
durante  
2018

2019

1571 [MW]

+1130 MW  
durante  
2019

2020

2701 [MW]

Previsto

01/2021

4761 [MW]

Habilitado

6500 MW

5.200 MW

ACUMULADO BM Y BG

ACUMULADO PCH

ACUMULADO SOLAR

ACUMULADO EOLICO

3270 [MW]  
(20/07/2020)

EFFECTO PASO

EFFECTO COVID

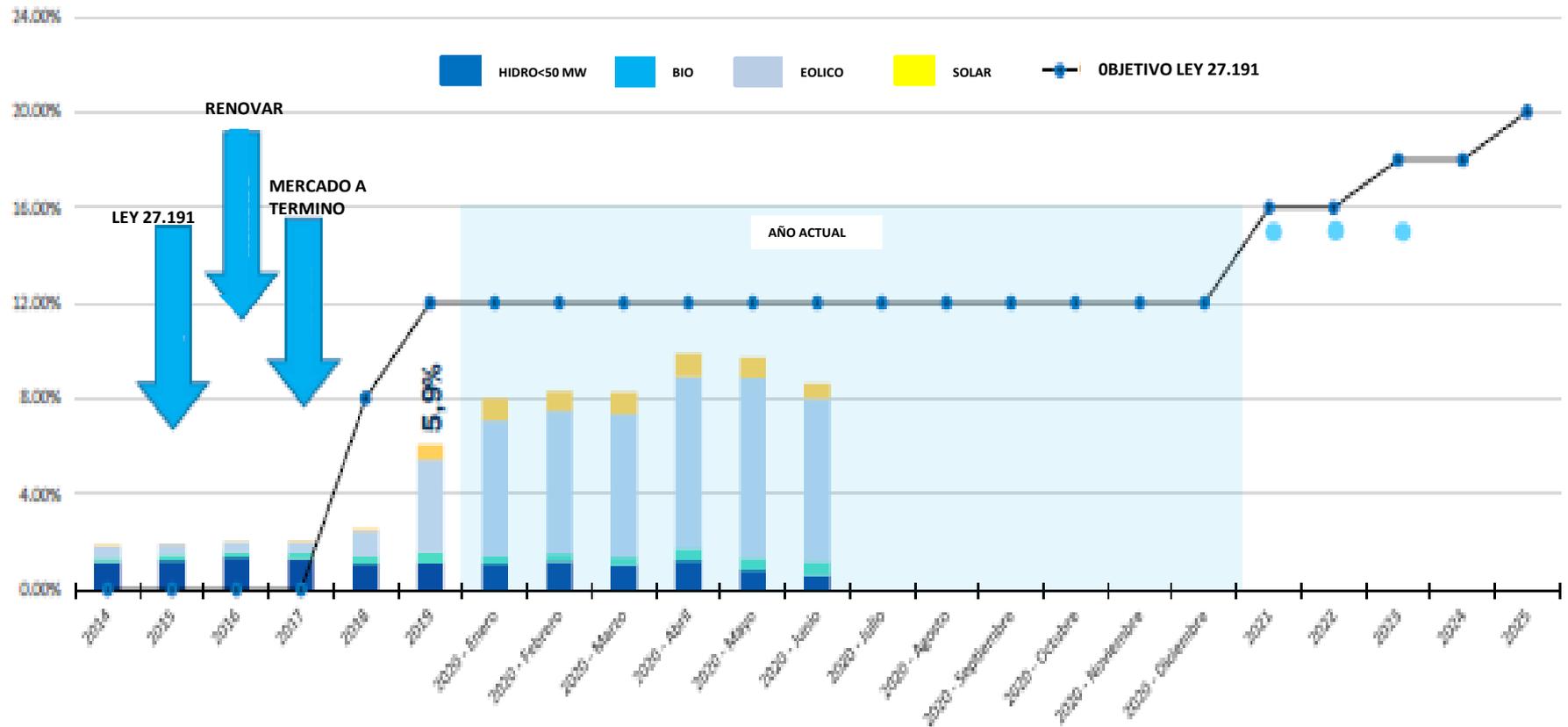
enero-17 febrero-17 marzo-17 abril-17 mayo-17 junio-17 julio-17 agosto-17 septiembre-17 octubre-17 noviembre-17 diciembre-17 enero-18 febrero-18 marzo-18 abril-18 mayo-18 junio-18 julio-18 agosto-18 septiembre-18 octubre-18 noviembre-18 diciembre-18 enero-19 febrero-19 marzo-19 abril-19 mayo-19 junio-19 julio-19 agosto-19 septiembre-19 octubre-19 noviembre-19 diciembre-19 enero-20 febrero-20 marzo-20 abril-20 mayo-20 junio-20 julio-20 agosto-20 septiembre-20 octubre-20 noviembre-20 diciembre-20 enero-21 febrero-21 marzo-21 abril-21 mayo-21 junio-21 julio-21 agosto-21 septiembre-21 octubre-21 noviembre-21 diciembre-21

JUNIO 2020

JUNIO 2021

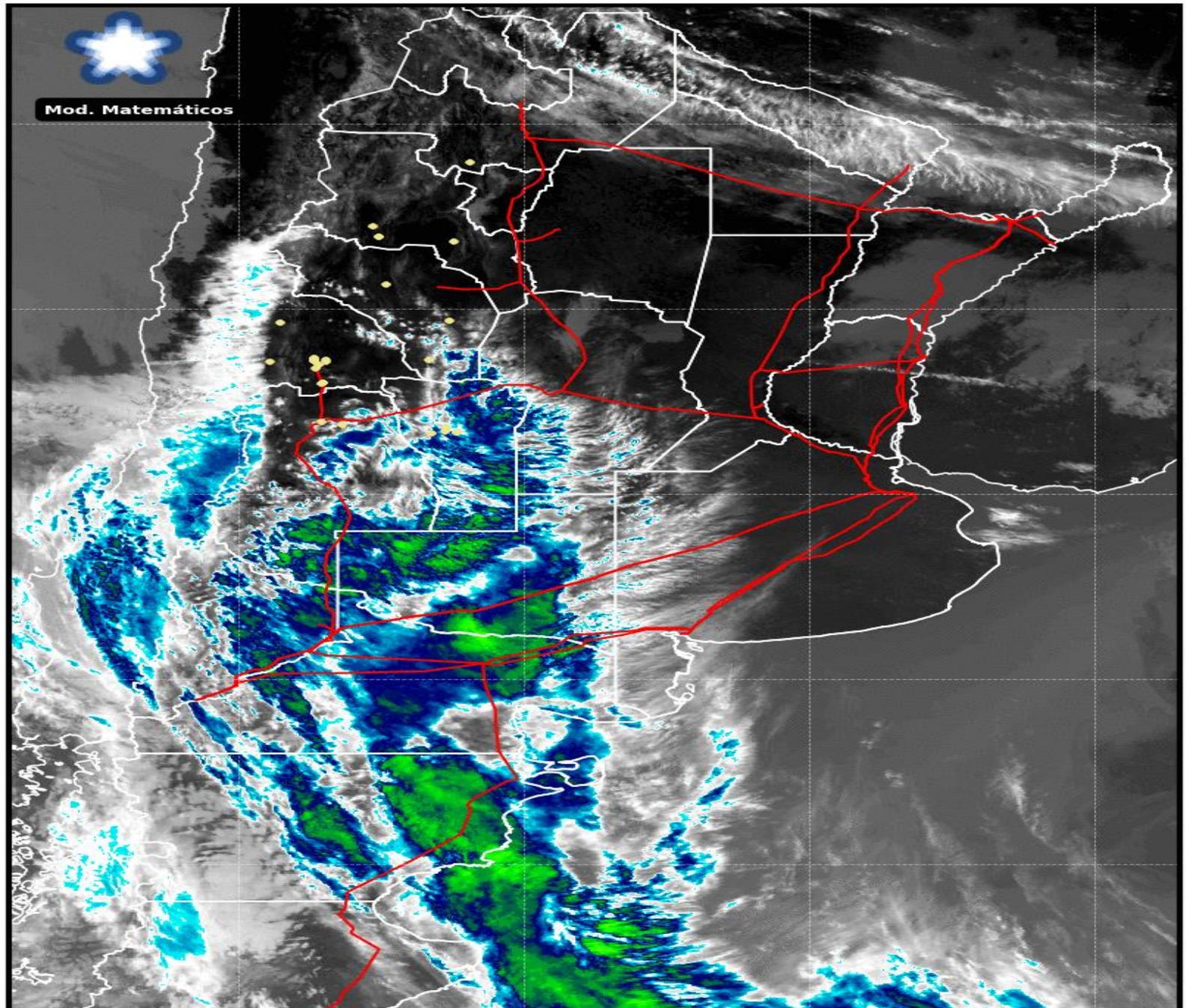


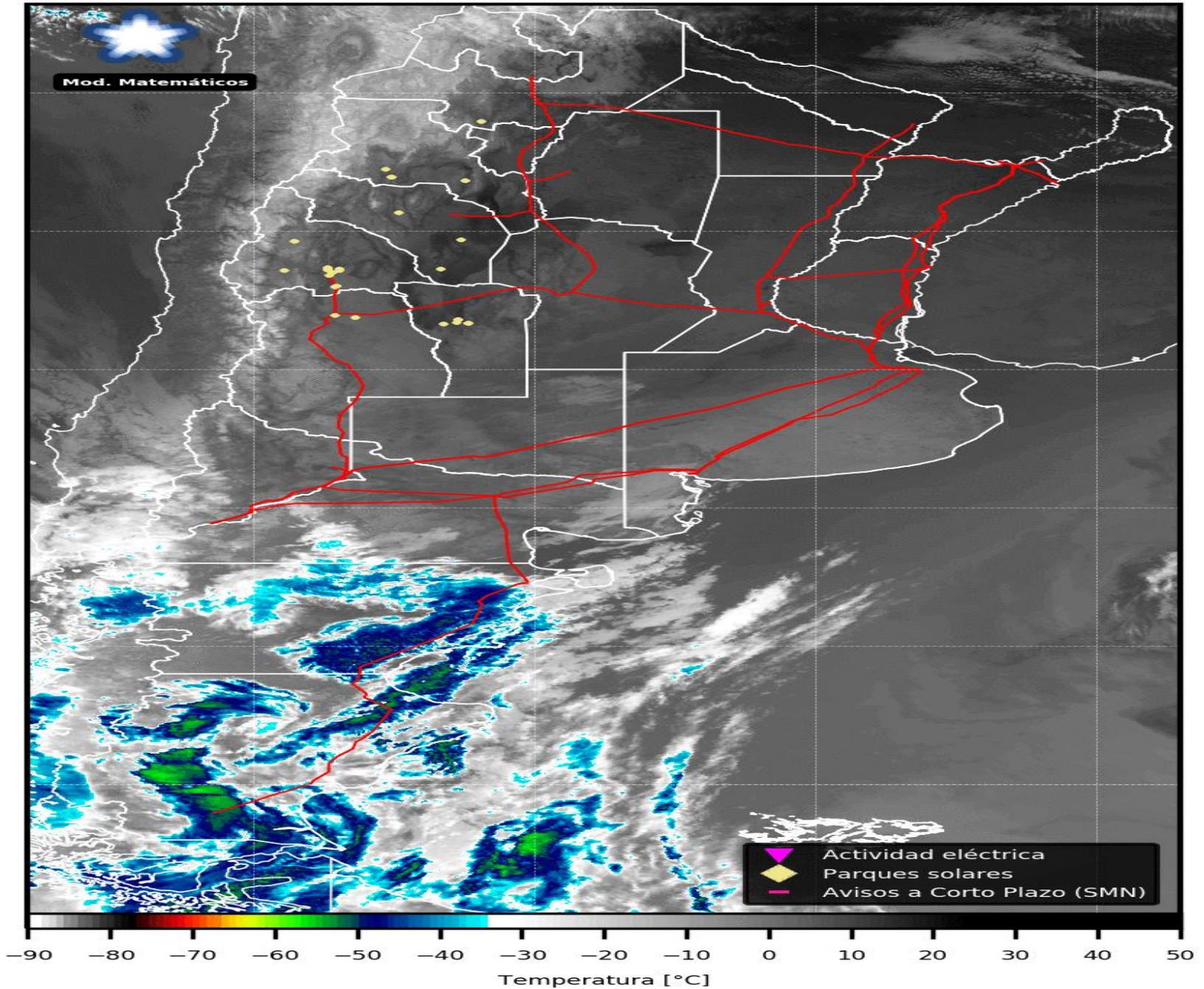
# OBJETIVO LEY N°27.191(2015) → energía renovable en 2020 y 20% en 2025



Para llegar al **20% en 2025** necesitamos alcanzar los **10.000 MW** de potencia instalada







Características de la  
generación renovable no  
convencional e intermitente  
GRNCel (Solar y Eólica)



# VARIABLE

no puede adecuarse siguiendo la curva de demanda



# NO GESTIONABLE

se utiliza o se pierde

# AUMENTO DE GENERACION "NO FIRME" (Autodespachable)

DESPLAZA del DESPACHO a la GENERACION "FIRME" aumento de  
incertidumbre



## FLUCTUACIONES DE POTENCIA

- Aumento de variaciones de los flujos de potencia.
- Variaciones de tensión en nodos débiles (reducida Scc Potencia de Cortocircuito).
- Mayor frecuencia de maniobras de Tap's de transformadores y equipos de compensación shunt (reactores y capacitores)
- Efecto adverso sobre la regulación de frecuencia

**OBLIGACIÓN DE TODA NUEVA GENERACIÓN QUE SE CONECTA AL SADI**



**PRESERVAR LA CALIDAD y SEGURIDAD DEL SERVICIO**



# GENERACION "FIRME" vs GRNCeI

IMPACTO EN EL SADI	GEN "FIRME"	GRI
Aumento de Potencia de Cortocircuito	SI	NO
Control de tensión	SI	SI
Previsibilidad	ALTA	BAJA
Regula frecuencia	SI	NO
Requiere aumento porcentual de reservas	NO	SI
Introducen armónicos o flicker	NO	SI
Generación "despachable"	SI	NO





**PARA LIMITAR / MINIMIZAR:**

- ✓ EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO
- ✓ EL IMPACTO EN LA TENSION DEBIDO A LAS VARIACIONES FRECUENTES DE POTENCIA
- ✓ LA OPERACIÓN DE EQUIPOS DE LA RED
- ✓ EL AUMENTO DE LAS RESERVAS DE POTENCIA



**Las variaciones de Potencia activa de la GRN Cel en MW afectan la frecuencia del Sadi.**

**Las variaciones de Potencia Reactiva de la GRN Cel en MVAR afectan localmente los niveles de tensión en KV y en menor medida la frecuencia.**

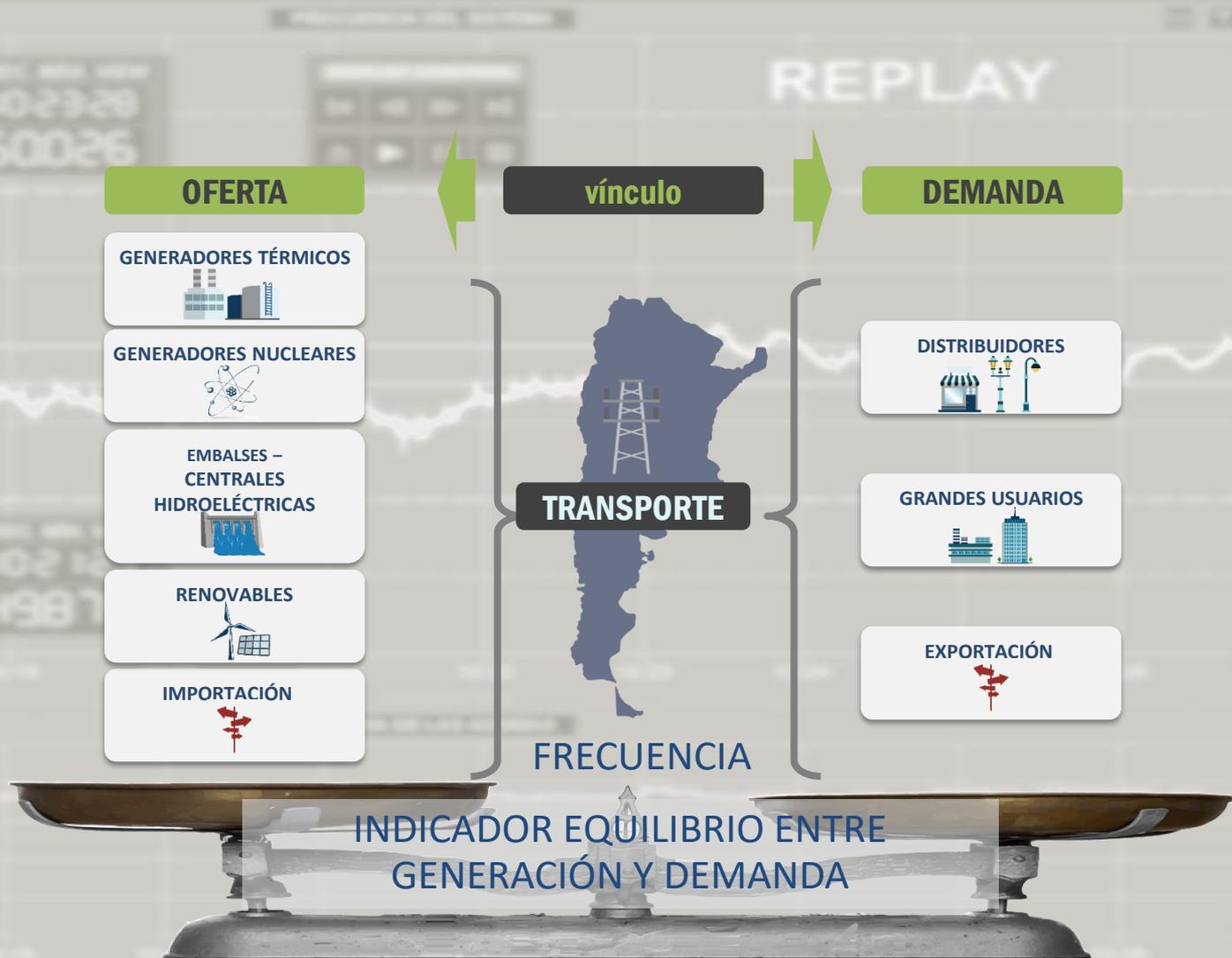
**Las variaciones de Potencia debido a las intermitencia de la GEN Cel debe ser compensada por la generación convencional con reserva rotante operativa y rápida respuesta**

**POR NORMATIVA LA GRN Cel TIENEN QUE REGULAR TENSION Y SUMINISTRAR ENERGIA REACTIVA**



# Funcionamiento Básico del Sistema Eléctrico Argentino

## ENERGIA OPERADA

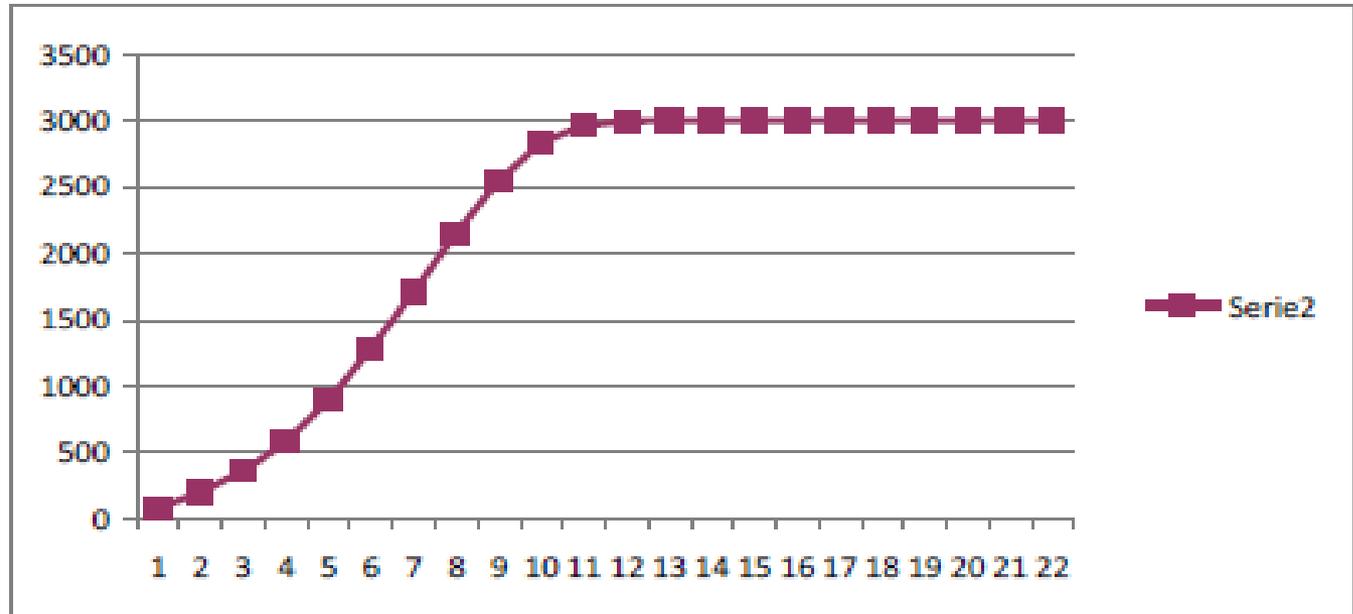


# COMPORTAMIENTO DE LA GENERACION EOLICA



# Vestas 3 MW Turbine

Power output kW



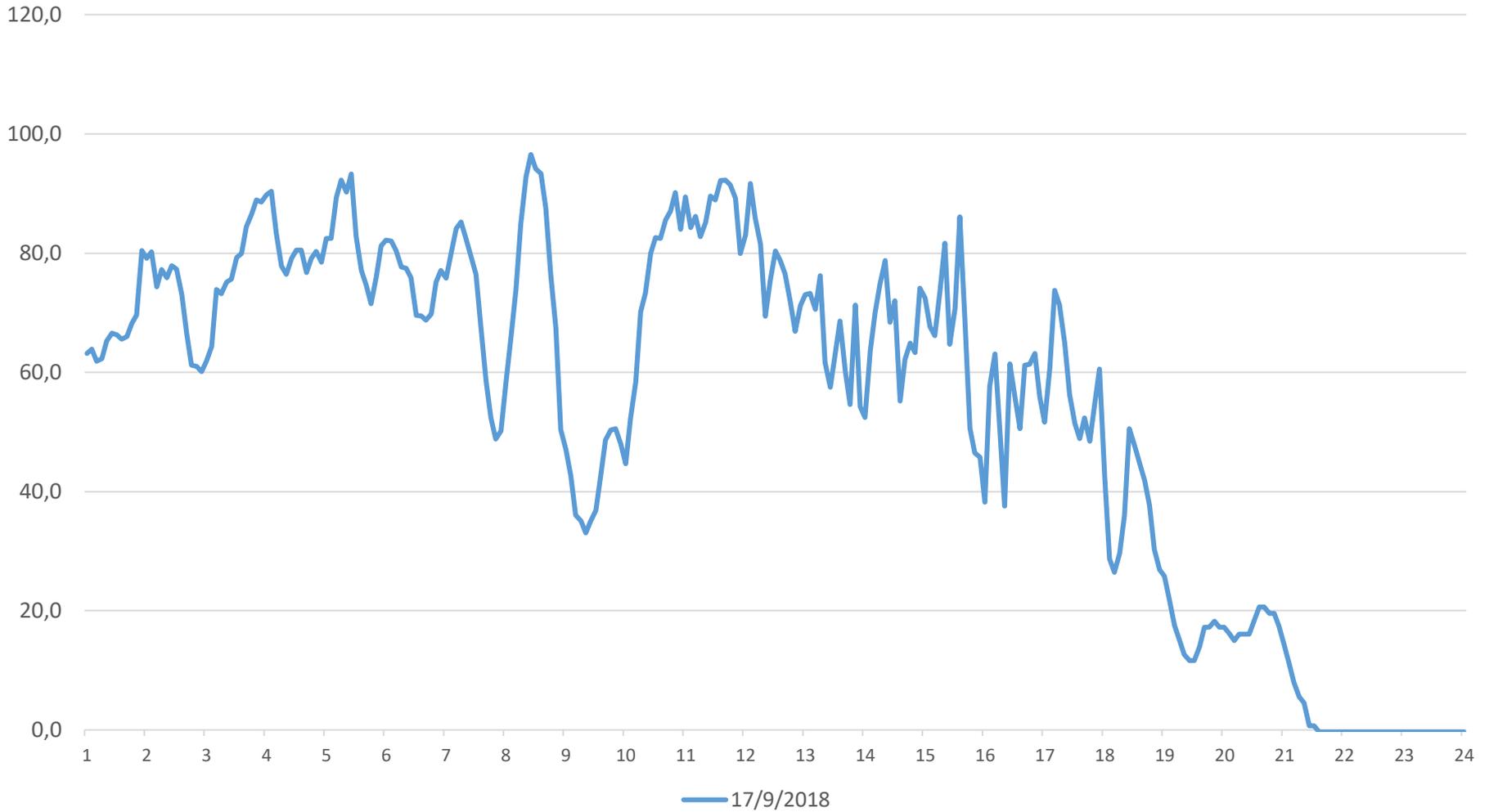
V90 3.0MW	
m/s	kW
4	77
5	190
6	353
7	581
8	886
9	1273
10	1710
11	2145
12	2544
13	2837
14	2965
15	2995
16	3000
17	3000
18	3000
19	3000
20	3000
21	3000
22	3000
23	3000
24	3000
25	3000

Wind velocity [m/s]



# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

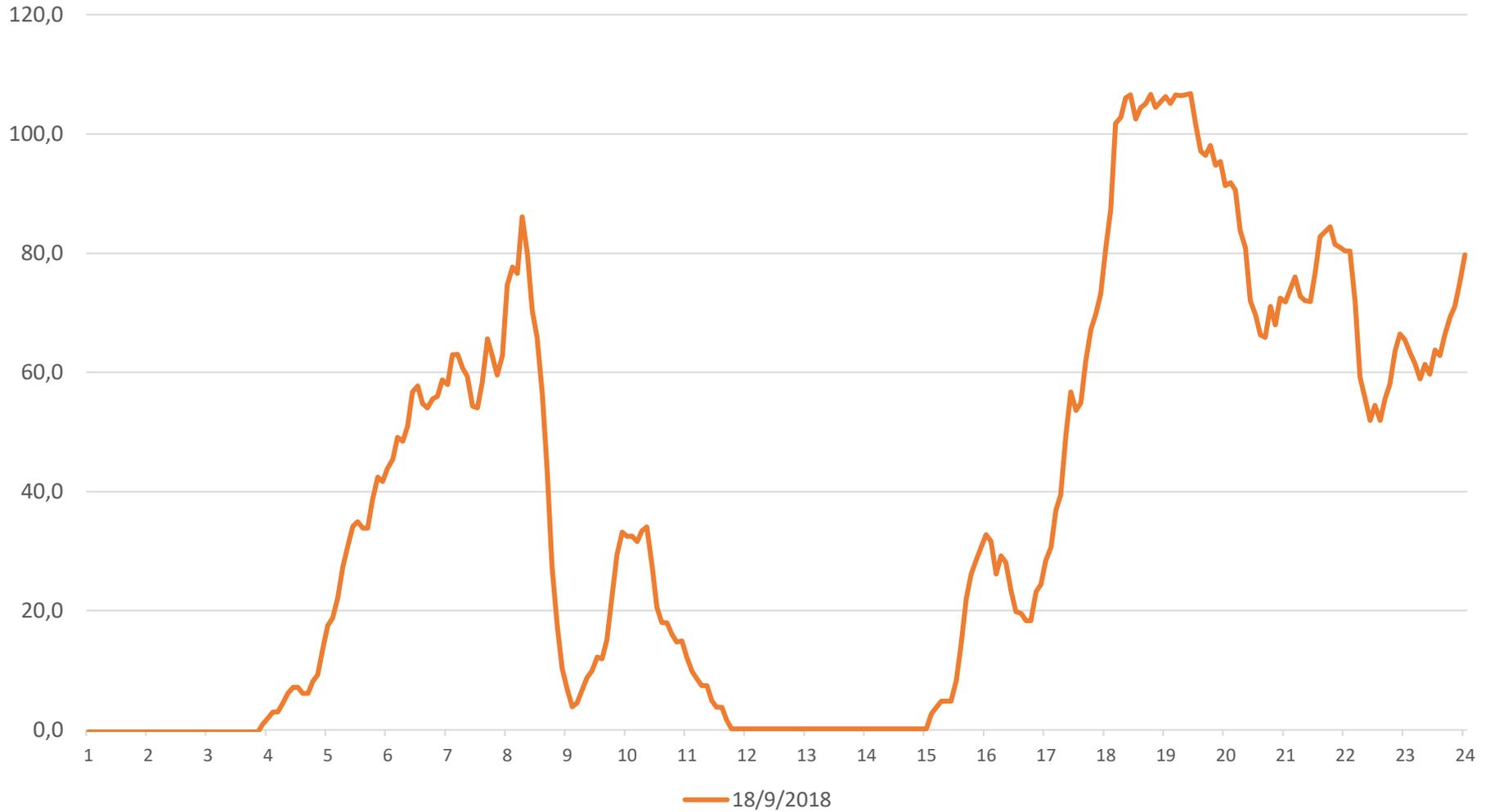
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

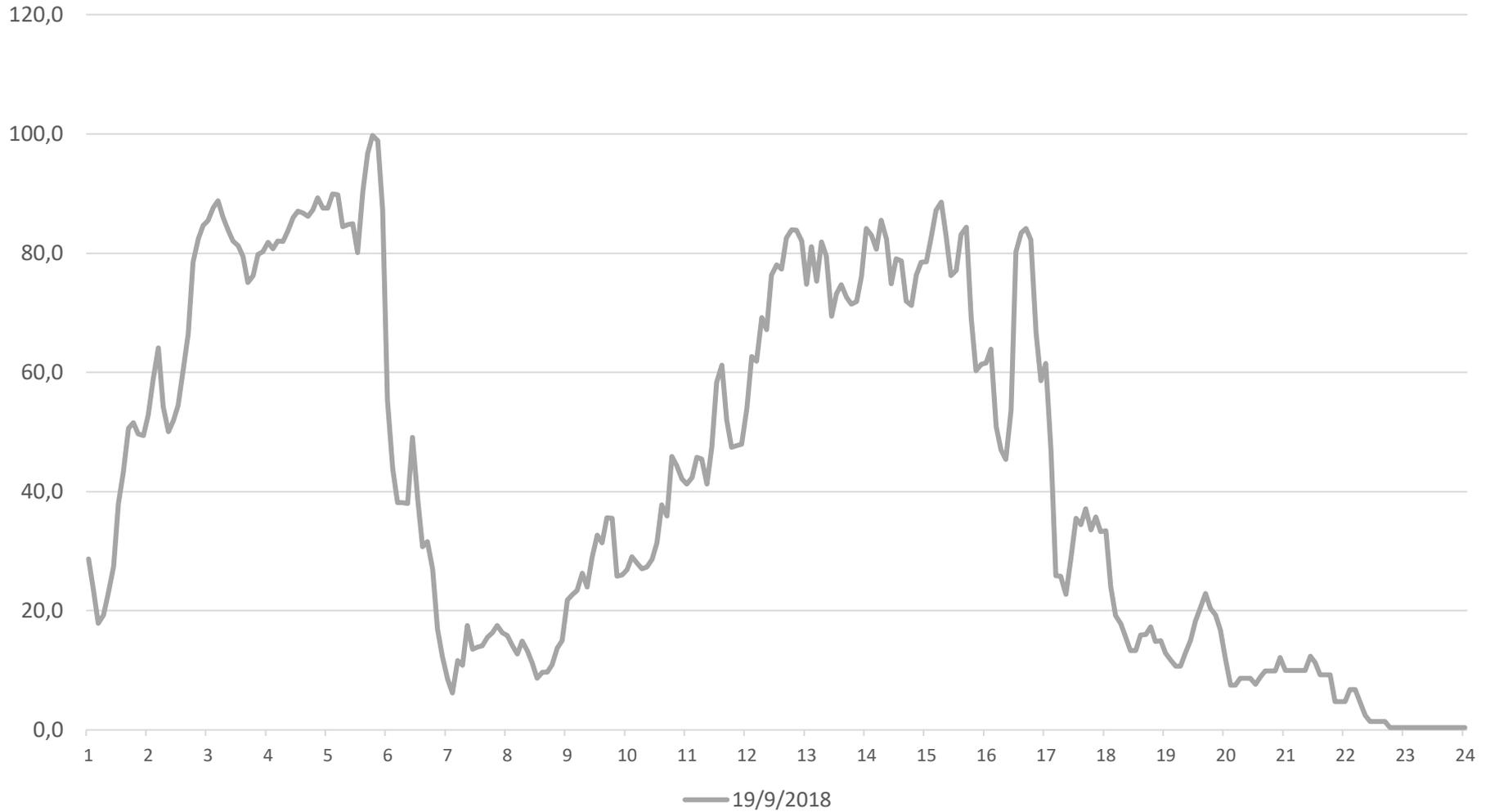
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

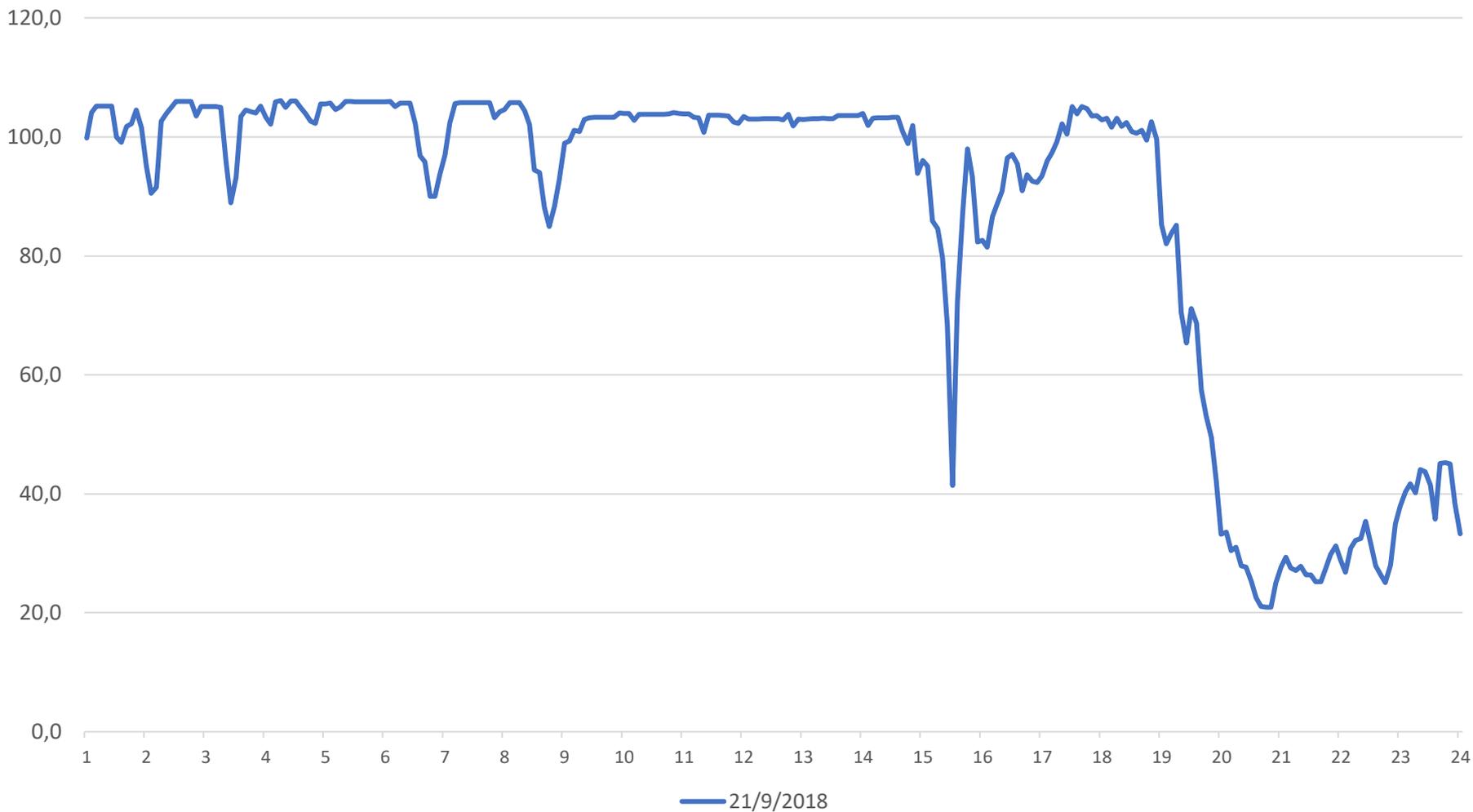
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

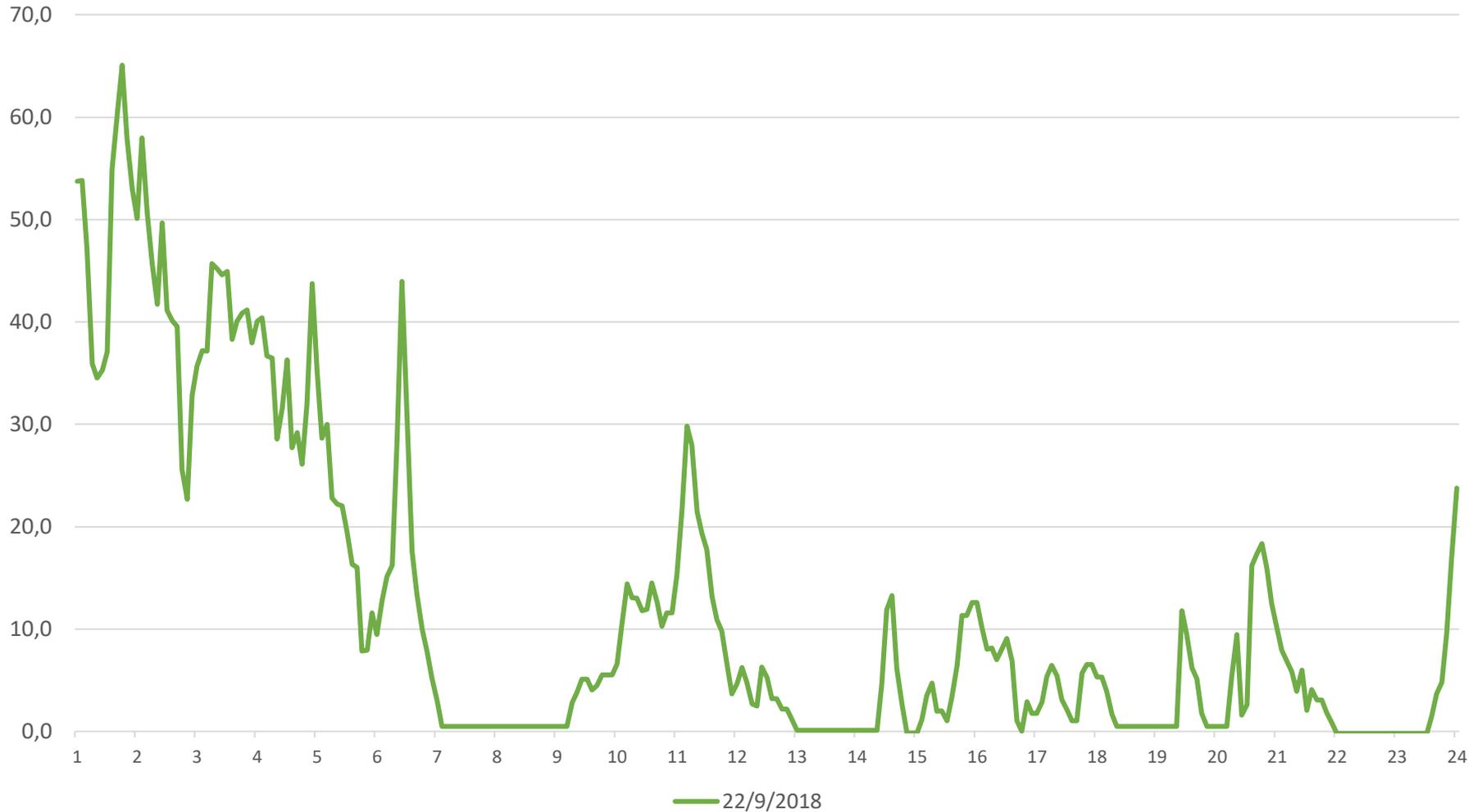
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

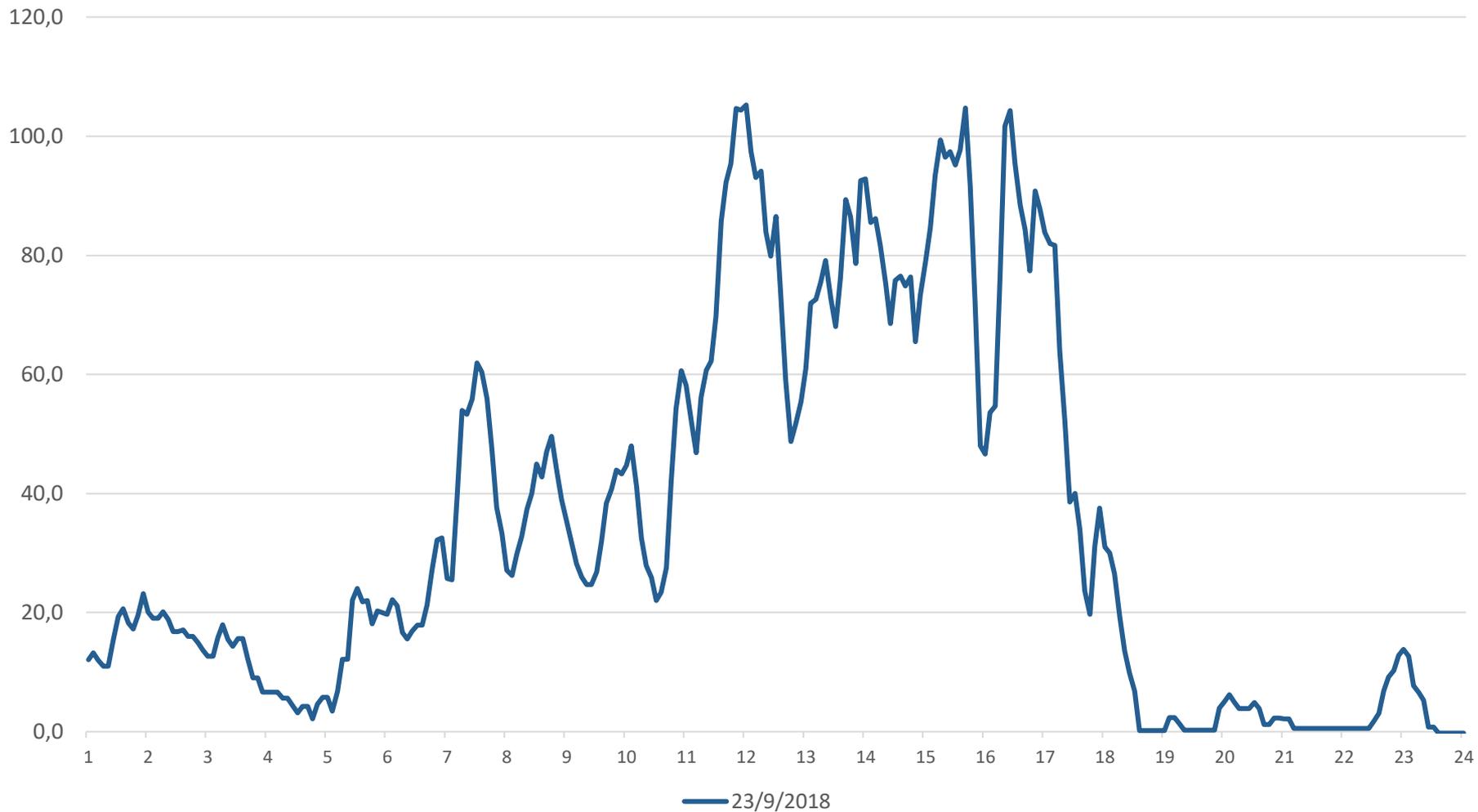
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

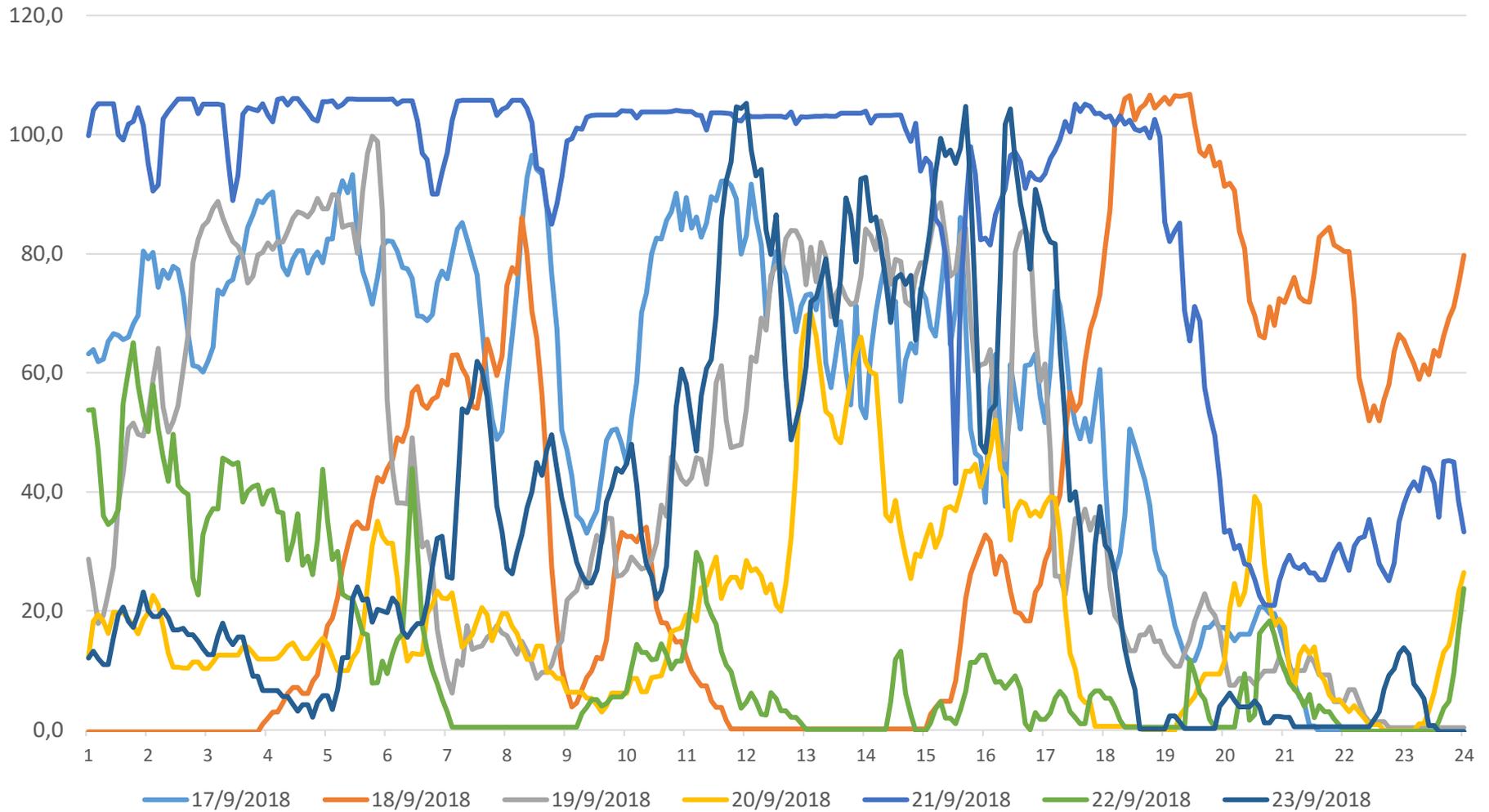
Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018





# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN EÓLICA PARQUE EÓLICO RAWSON

Generación Rawson - 17/09/2018 -> 23/09/2018



Variaciones Diarias de Generación Eólica [MW]

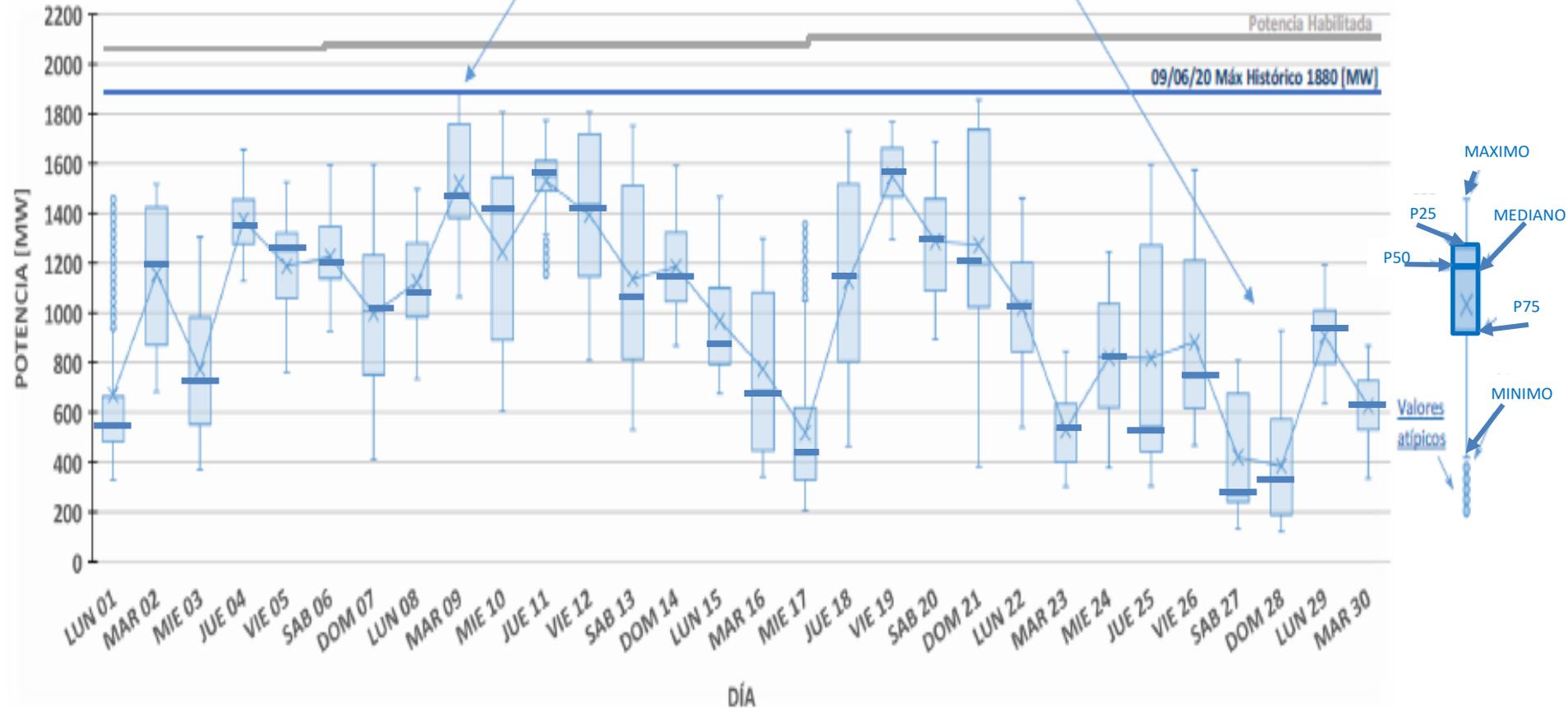
Junio 2020

Máx Mensual  
1880 [MW]  
09/06/20

Min Mensual  
120 [MW]  
28/06/20

Potencia Habilitada

09/06/20 Máx Histórico 1880 [MW]



1879 MW

Máxima Generación Eólica  
Histórica  
12/07/2020 - 12:50

# COMPORTAMIENTO DE LA GENERACION SOLAR

## INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN SOLAR

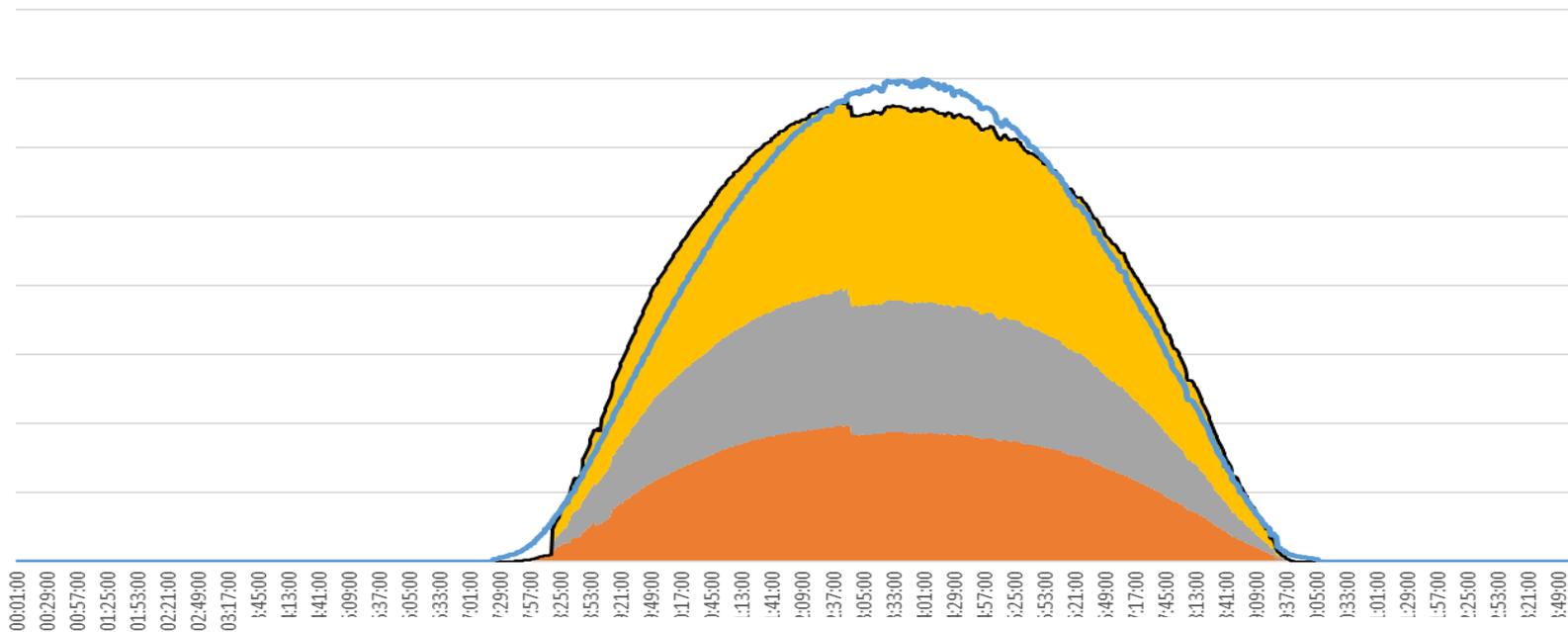




# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN SOLAR

## P.S.F.V. Cañada Honda

SAN JUAN 9 MW



**PSFV CUMBRERAS** PSFV CAÑADAHONDA 1 **PSFV CAÑANDA ONDA 2**

A diferencia de la generación eólica, la generación solar tiene un **patrón diario** claramente definido

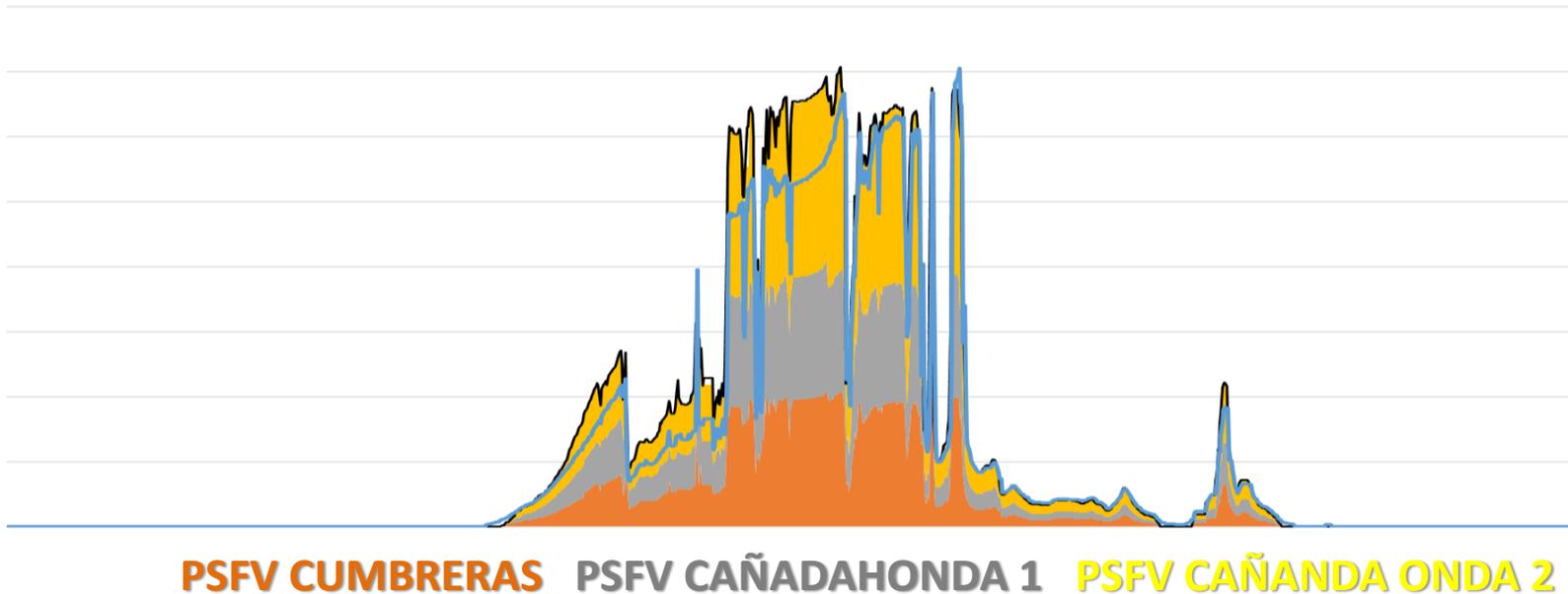




# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN SOLAR

## P.S.F.V. Cañada Honda

A diferencia de la generación eólica, la generación solar tiene un **patrón diario** claramente definido



Sin embargo, dependiendo de las **condiciones de nubosidad** existentes, también pueden presentarse **diferencias significativas** dentro de un mismo día, o entre un día y otro



# INTERMITENCIA DE LA GENERACIÓN SOLAR

## P.S.F.V Cañada Honda



Domingo

Lunes

Martes

Miércoles

Jueves

Viernes

Sábado

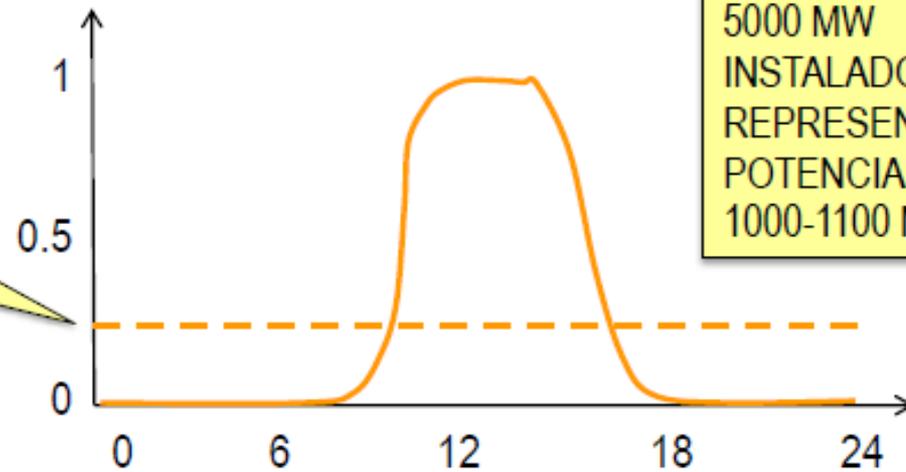
UN MES ENTERO EN CAÑADA HONDA



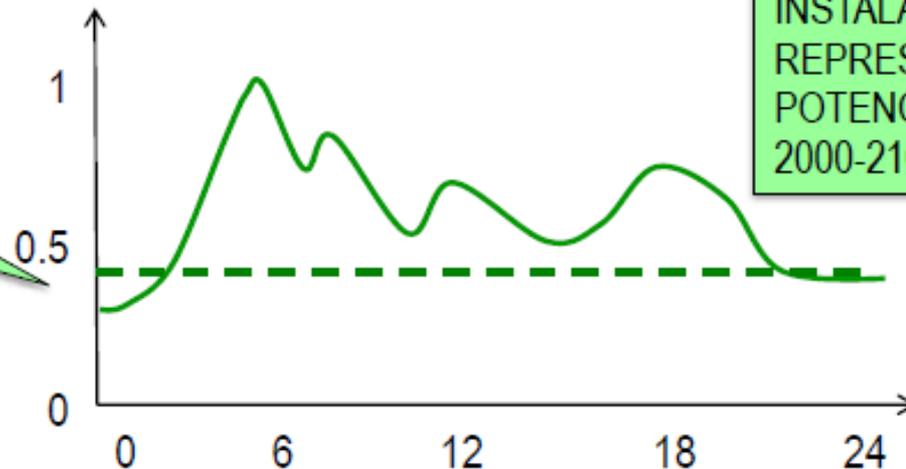
No abundan los días "perfectos"...

# CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACION EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

FACTOR DE EFICIENCIA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA ACTUALMENTE INSTALADA ~ 20-22%



FACTOR DE EFICIENCIA DE GENERACIÓN EÓLICA ACTUALMENTE INSTALADA ~ 40-42%



# UBICACIÓN DE ENERGIA RENOVABLE NO CONVENCIONAL

**JUJUY** Solar / RENOVAR 1 / CAUCHARI I, II y III / 300MW / Generación: 215 GWh Es el parque fotovoltaico más grande de America Latina y el más

alto del mundo: 4.000 metros a nivel del mar. En carpeta / Desarrollo 2do parque solar más grande del mundo / SUSQUES / 300 MW Otro: Jujuy mó un acuerdo de entendimiento para ofertar 1000 MW más a partir del Sol y 400 MW de fuentes hidroeléctricas

**SALTA** Solar / RENOVAR 2 / LOS PATOS / 100MW

- Solar / RENOVAR 2 / CAFAYATE / 80MW
- Solar / RENOVAR 2 / ALTIPLANO I / 100MW
- Solar / RENOVAR 1 / LA PUNA / 100MW Otros: Ley de Balance Neto. / Ofertaron en Renovar 1 por 829MW.

**TUCUMÁN** Biogas / RENOVAR 2 / CITRUSVIL / 3 MW

- Biomasa / RENOVAR 2 / COGENERACION INGENIO LEALES / 2MW
- Otros: Inversiones Familia Rocchia Ferro en Bioenergía.

**LA RIOJA** Eólica / RENOVAR 2 / ARAUCO Etapa V+VI / 100MW

- Eólica / RENOVAR 1.5 / ARAUCO Etapa III+IV / 95MW
- Eólica / RENOVAR 1 / ARAUCO Etapa I+II / 100MW Solar / RENOVAR 2 / NONOGASTA SOLAR II / 20MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / NONOGASTA SOLAR / 35MW
- Otros: El proyecto de la provincia es producir 1700 megas entre energía solar y eólica. En Aimogasta / 300MW, con un potencial de 800MW + el potencial de Punta de los Llanos

**CATAMARCA** Solar / RENOVAR 2 / FIAMBALA / 11MW

- Solar / RENOVAR 2 / SAUJIL II / 20MW (proyecto 23MW)
- Solar / RENOVAR 2 / TINOGASTA II / 7MW (proyecto 15MW)
- Solar / RENOVAR 2 / LA PIRQA / 100MW



**CORRIENTES** Biomasa / RENOVAR 2 / GENERACION VIRASORO / 3MW

- Biomasa / RENOVAR 2 / SANTO TOME / 12,92 MW
- Biomasa / RENOVAR 2 / SAN ALFONSO / 37MW

**MISIONES** Biomasa / RENOVAR 2 / PINDO / 2MW

- Biomasa / RENOVAR 2 / BM MM BIOENERGIA / 3MW
- Otros: La propuesta internacional para radicarse en el Parque Industrial de Posadas, donde producirían turbinas eólicas de 5, 7 y 10 kilovatios, para uso residencial.

**FORMOSA** Biomasa/ RENOVAR 2 / FORMOSA/ 6MW

- Biomasa / RENOVAR 2 / LAS LOMITAS / 10MW

**CHACO** Biomasa / RENOVAR 2 / BIOMASA UNITAN / 6,6MW

- Biomasa / RENOVAR 2 / LA ESCONDIDA / 10MW

## **SANTA FE**

- Biogas / RENOVAR 2 / BOMBAL BIOGAS / 1,2MW
- Biogas / RENOVAR 2 / DEL REY / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / RECREO / 2.4MW
- Biogas / RENOVAR 2 / BELLA ITALIA / 2,4MW
- Biogas / RENOVAR 2 / AVELLANEDA / 6 MW
- Biogas / RENOVAR 2 / DON NICANOR / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / RICARDONE II / 3,12MW
- Biogas / RENOVAR 1 / RICARDONE / 1,2MW

## **SANTIAGO DEL ESTERO**

- Solar / RENOVAR 2 / AÑATUYA / 6MW
- Otro: En el 2015 el Parque EL JUME, fue el primer parque eólico del norte del país con 4 aerogeneradores de 2MW cada uno

## **CÓRDOBA**

- Eólica / RENOVAR 1.5 / ACHIRAS / 48MW
- Solar / RENOVAR 2 / MARIA DEL RIO SECO / 20MW
- Solar / RENOVAR 2 / VILLA DOLORES / 26,85MW
- Solar / RENOVAR 2 / ARROYO DEL CABRAL / 40MW
- Solar / RENOVAR 2 / CURA BROCHERO / 17MW
- PH / RENOVAR 2 / CRUZ DEL EJE / 0,5MW
- PH / RENOVAR 2 / PICHANAS / 0,5MW
- PH/ RENOVAR 2 / BOCA DEL RIO / 0,5MW
- Biogas / RENOVAR 2 / JAMES CRAIK / 2,4MW
- Biogas / RENOVAR 2 / SAN FRANCISCO / 2,4MW
- Biogas / RENOVAR 2 / POLLOS SAN MATEO / 2,4 MW
- Biogas / RENOVAR 2 / JIGENA I / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / EL ALEGRE BIO / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / VILLA DEL ROSARIO / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / AMPLIACION BIOELECTRICA II / 1,2MW
- Biomasa / RENOVAR 2 / GENERACION LAS JUNTURAS / 0,5MW
- Biomasa / RENOVAR 2 / PRODEMAN BIONERGIA / 9MW
- Biomasa / RENOVAR 2 / TICINO BIOMASA / 3MW

## MENDOZA

- Eólica / RENOVAR 1.5 / EL SOSNEADO / 50MW
- Solar / RENOVAR 2 / VERANO CAPITAL SOLAR ONE / 100MW.
- Solar / RENOVAR 1.5 / ANCHORIS / 90MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / GRAL ALVEAR / 18MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / LA PAZ / 14MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / LAVALLE / 18MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / LUJAN DE CUYO / 22MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / PASIP / 1MWPH / RENOVAR 2 / LUNLUNTA / 6,34MW
- PH / RENOVAR 2 / SALTO 7 / 1,2MW
- PH / RENOVAR 2 / SALTO 11 / 0,51MW
- PH / RENOVAR 2 / SALTO 40 / 0,52 MW
- PH / RENOVAR 2 / LAS TUNAS / 10MW

## SAN LUIS

- Biogas / RENOVAR 2 / BIO JUSTO DARACT / 1MW
- Biogas / RENOVAR 2 / DON ROBERTO BIO / 1 MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / CALDENES DEL OESTE / 25MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / LA CUMBRE / 22MW

## SAN JUAN

- Solar / RENOVAR 2 / ULLUM X / 100MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / IGLESIA GAÑIZULI / 80MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / LAS LOMITAS / 2MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / SARMIENTO / 35MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / ULLUM 4 / 14MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / ULLUM 1 / 25MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / ULLUM 2 / 25MW
- Solar / RENOVAR 1.5 / ULLUM 3 / 32MW
- PH / RENOVAR / SALTO DE LA LOMA / 0,7MW
- Otros: Hasta 2015 en el país había cuatro parques solares con 8,2 megavatios (MW) de potencia instalada co-nectados al sistema en total, todos ellos en San Juan: los parques Cañada Honda 1 y 2 (5 MW), la planta fotovoltaica Ullum (1,2 MW), y La Chimbera (2 MW).

## LA PAMPA

- Eólica / RENOVAR 2 / GRAL. ACHA/ 60MW
- Eólica / RENOVAR 1.5 / LA BANDERITA / 37MW

## RÍO NEGRO

- Eólica / RENOVAR 1.5 / POMONA I / 100MW
- Eólica / RENOVAR 1 / CERRO ALTO / 50MW
- Eólica / RENOVAR 1 / LOS MEANDROS / 75MW

## SANTA CRUZ

- Eólica / RENOVAR 2 / CAÑADA LEON / 99MW
- Eólica / RENOVAR 1 / VIENTOS LOS HERCULES / 97MW
- Eólica / RENOVAR 1.5 / DEL BICENTENARIO / 100MW

## CHUBUT

- Eólica / RENOVAR 2 /IV / 82,8MW
- Eólica / RENOVAR 2 / CHUBUT III / 57,6MW
- Eólica / RENOVAR 1 / GARAYALDE / 24MW
- Eólica / RENOVAR 1 / KOSTEN / 24MW
- Eólica / RENOVAR 1 / CHUBUT NORTE / 28 MW
- Eólica / RENOVAR 1.5 / LOMA BLANCA VI / 100MW

## TIERRA DEL FUEGO

- Otro: Proyecto Nacional de transformar el Polo Industrial en un Polo de Energías Renovables.



## Una Semana de Generación Renovable

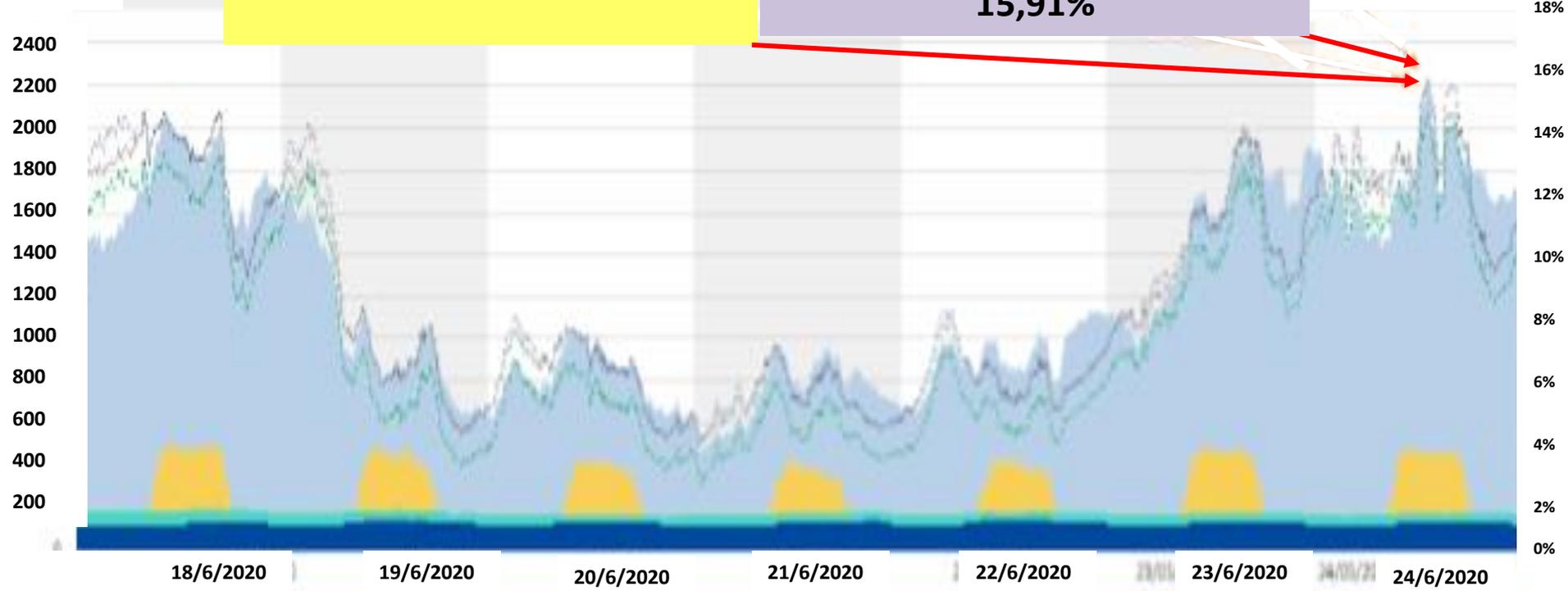


# EVOLUCION GENERACION RENOVABLE 18 DE JUNIO 2020 AL 24 DE JUNIO 2020

**MAXIMO APORTE DIA 24 DE JUNIO DE 2020  
2196,3 MW**

**MAXIMA PARTICIPACION DE ENERGIA ERNCeI 24 DE JUNIO DE 2020  
15,91%**

**MW**



**2384 MW** máxima generación renovable histórica  
11 julio 2020

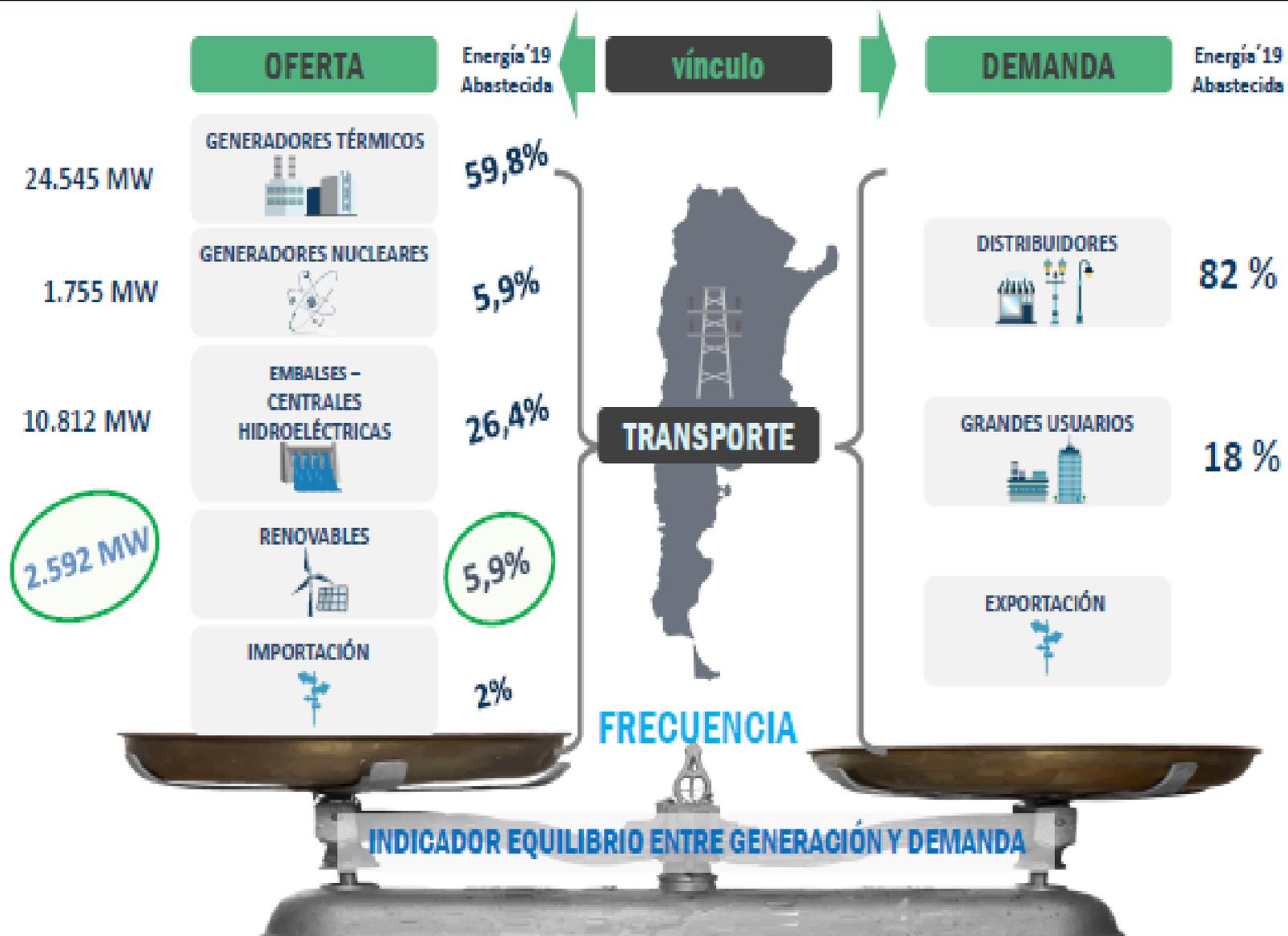
**18,6%** máxima participación histórica renovable histórica  
11 abril 2020

**2146 MW** máxima generación Eólica y solar histórica  
11 julio 2020



# FUNCIONAMIENTO BASICO DEL SISTEMA ELECTRICO ARGENTINO AÑO 2019

## ENERGIA OPERADA



- **SI HAY MAS DEMANDA DE ENERGIA QUE DE OFERTA LA FRECUENCIA CAE**
- **SI HAY MAS OFERTA DE ENERGIA QUE DE DEMANDA LA FRECUENCIA AUMENTA**

# PREGUNTAS

- **CUANTO ES EL GRADO DE INSERCIÓN DE LA POTENCIA MÁX DE SOLAR Y EÓLICA RELATIVO A LA DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA DEL SADI.**
- **CUANTO SERÁ EL INCREMENTO DE POTENCIA DE RESERVA DE GENERACIÓN CONVENCIONAL SÍNCRONA.**
- **CUANDO SERÁ OBLIGATORIA LA INERCIA VIRTUAL EN LOS GENERADORES EÓLICOS.**
- **CUANDO SERÁ POSIBLE LA COLOCACIÓN DE BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO PARA LOS CAMPOS SOLARES**

# CONCEPTO DE DEMANDA NETA



CAMMESA

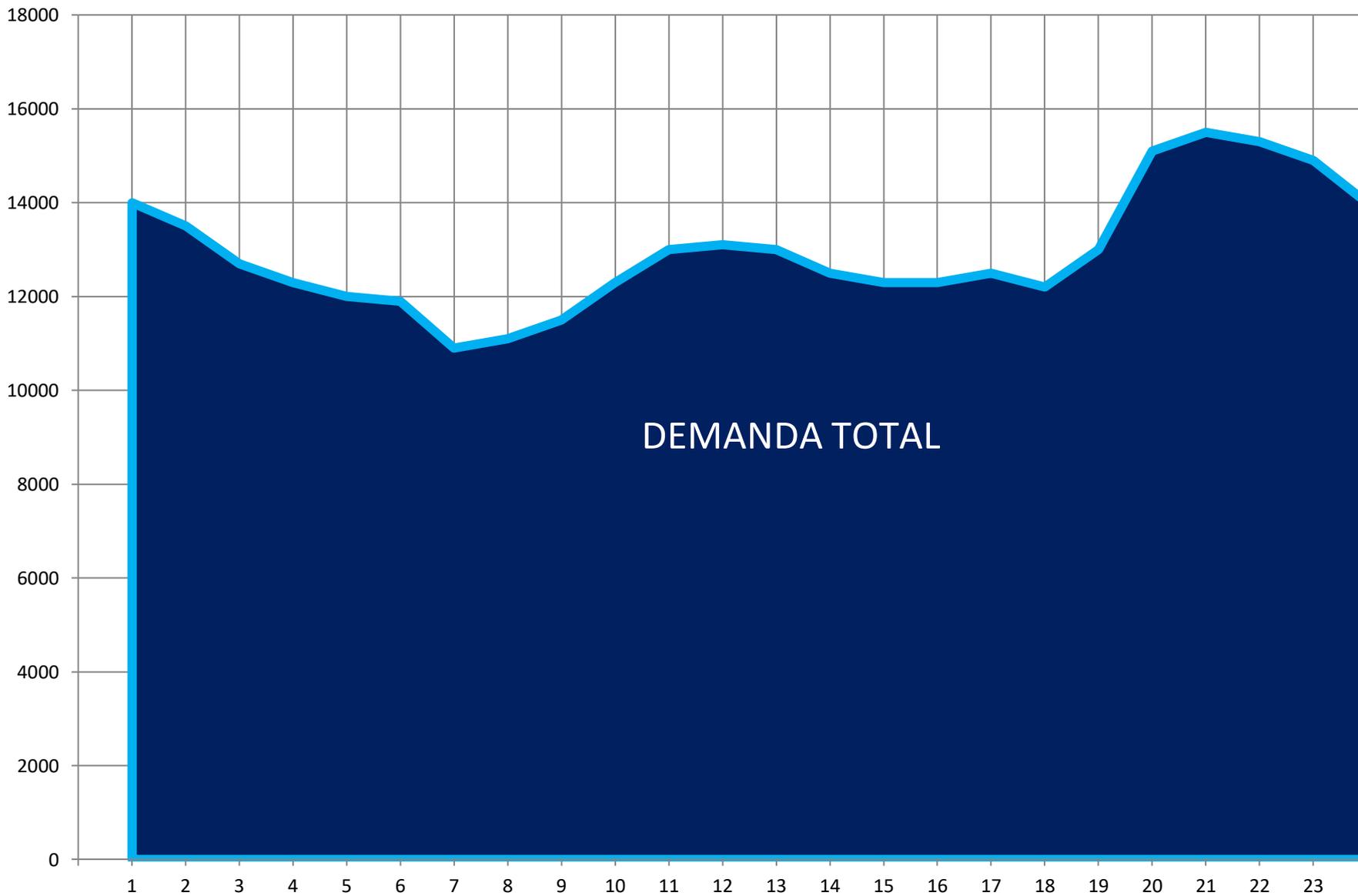
# CASO 1

## GENERACION ENERGIA EOLICA SUPERIOR A LA ENERGIA SOLAR



CAMMESA

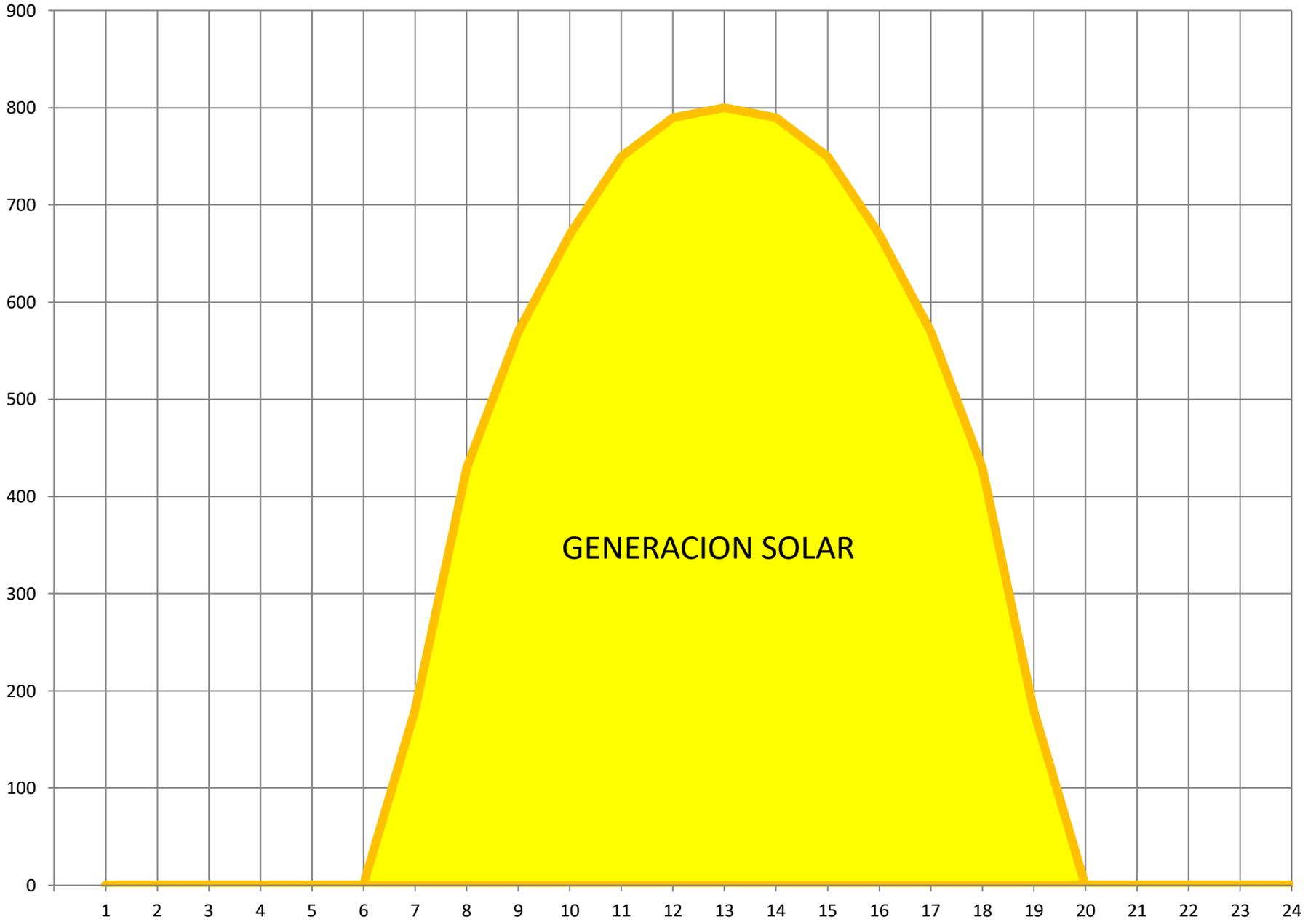
# MW DEMANDA DIARIA DE POTENCIA SADI DIA TIPICO DE PRIMAVERA



DEMANDA TOTAL

MW

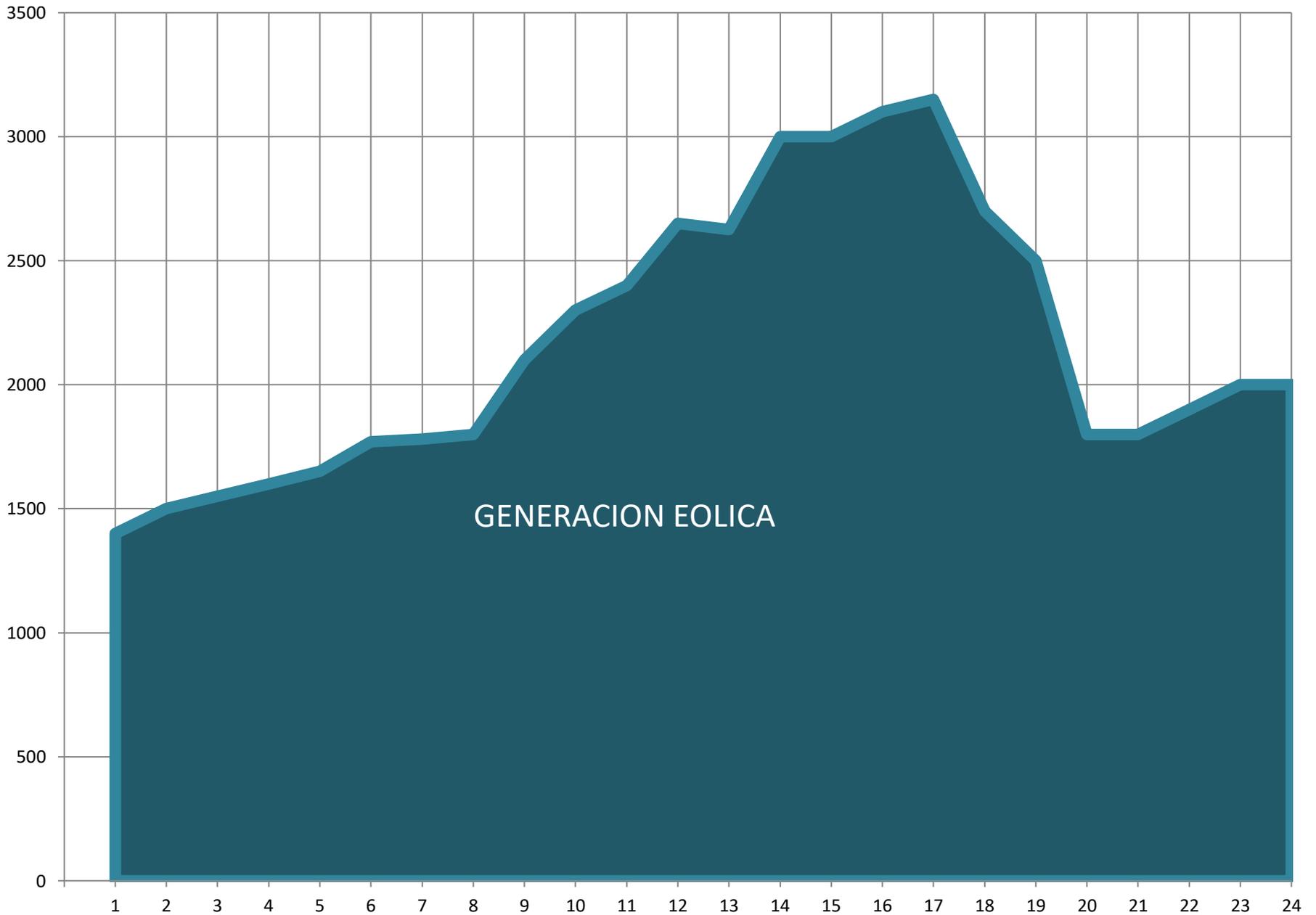
# GENERACION SOLAR



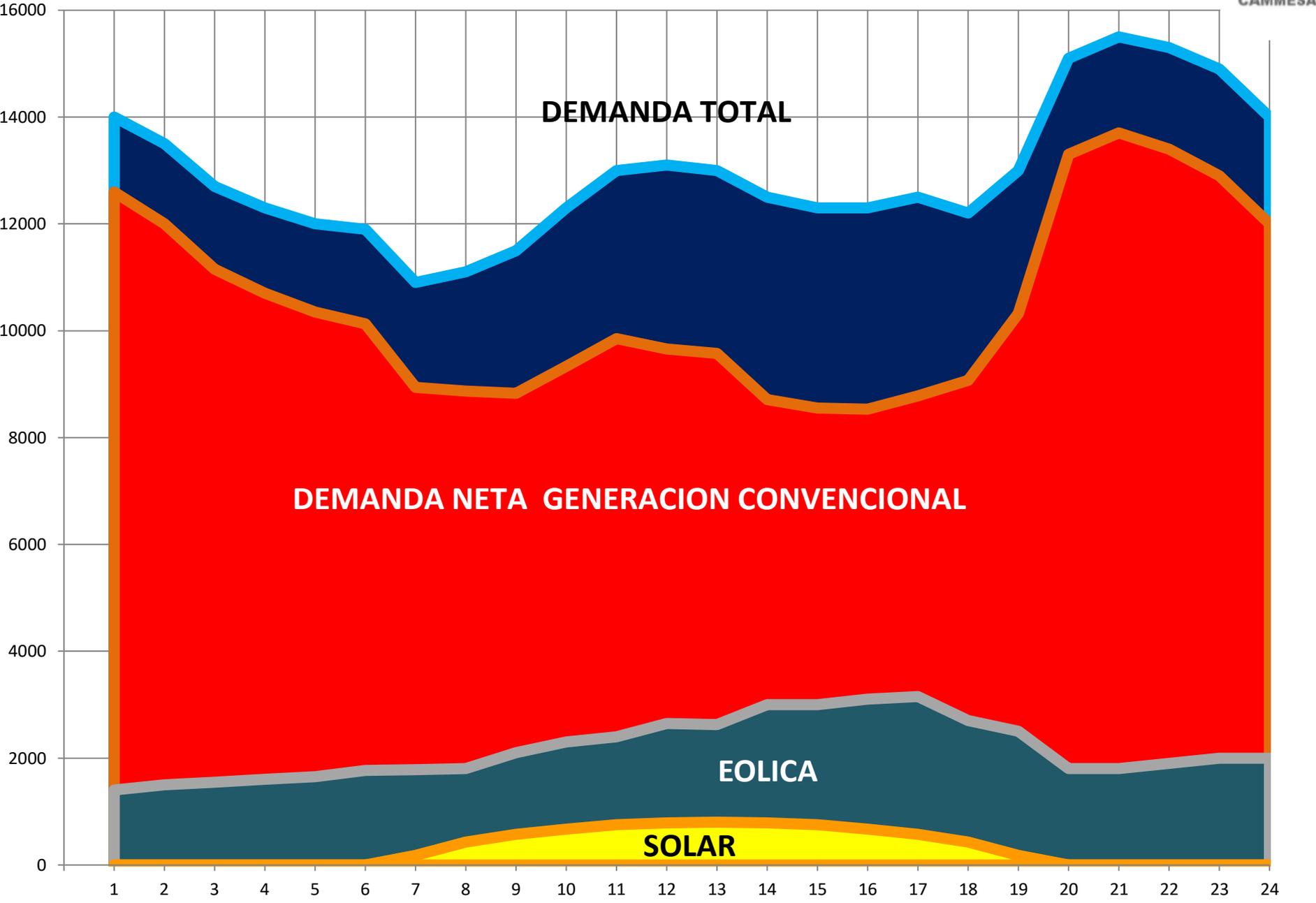
GENERACION SOLAR

MW

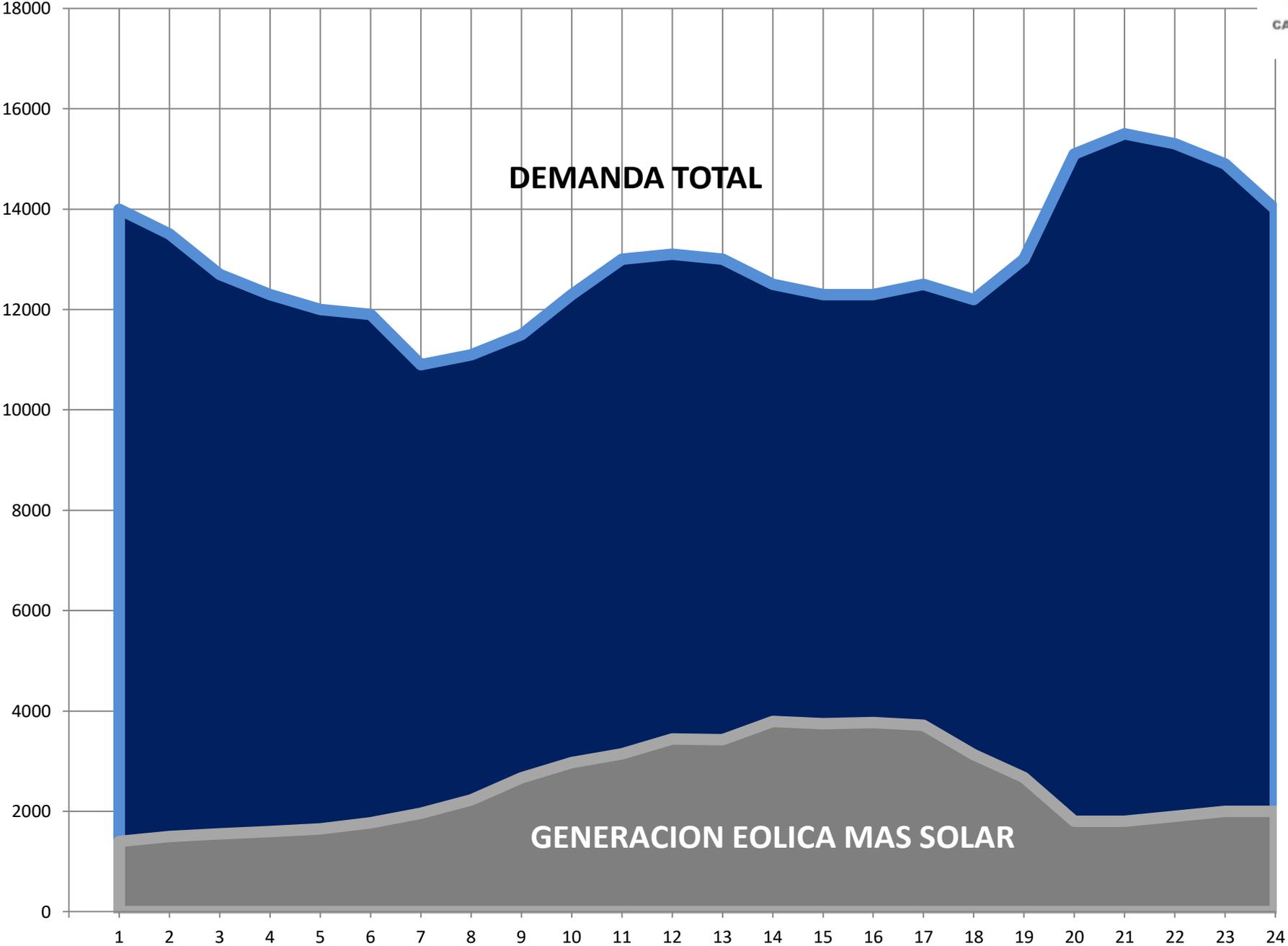
# GENERACION EOLICA



MW



MW



**MW**

18000

16000

14000

12000

10000

8000

6000

4000

2000

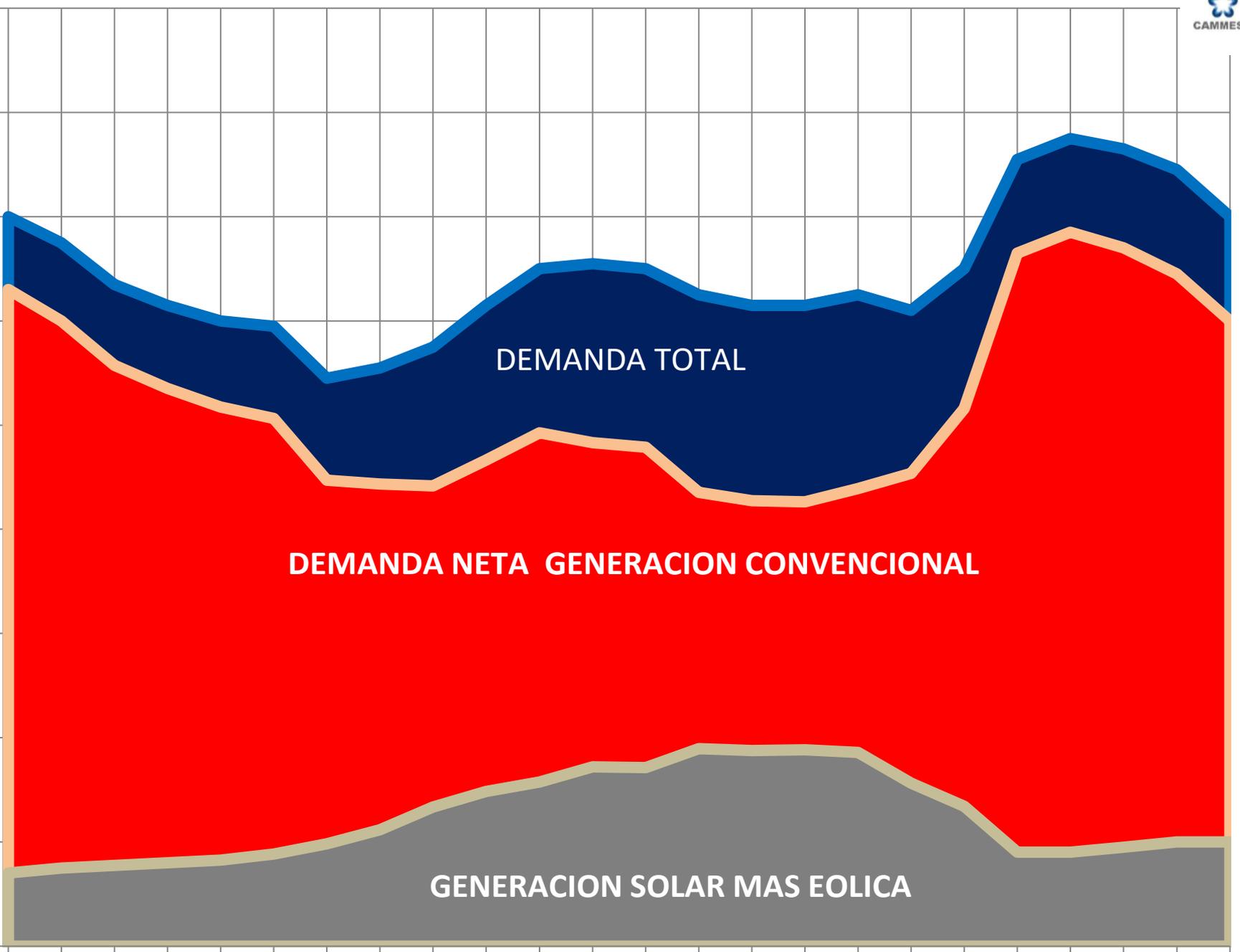
0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

DEMANDA TOTAL

DEMANDA NETA GENERACION CONVENCIONAL

GENERACION SOLAR MAS EOLICA



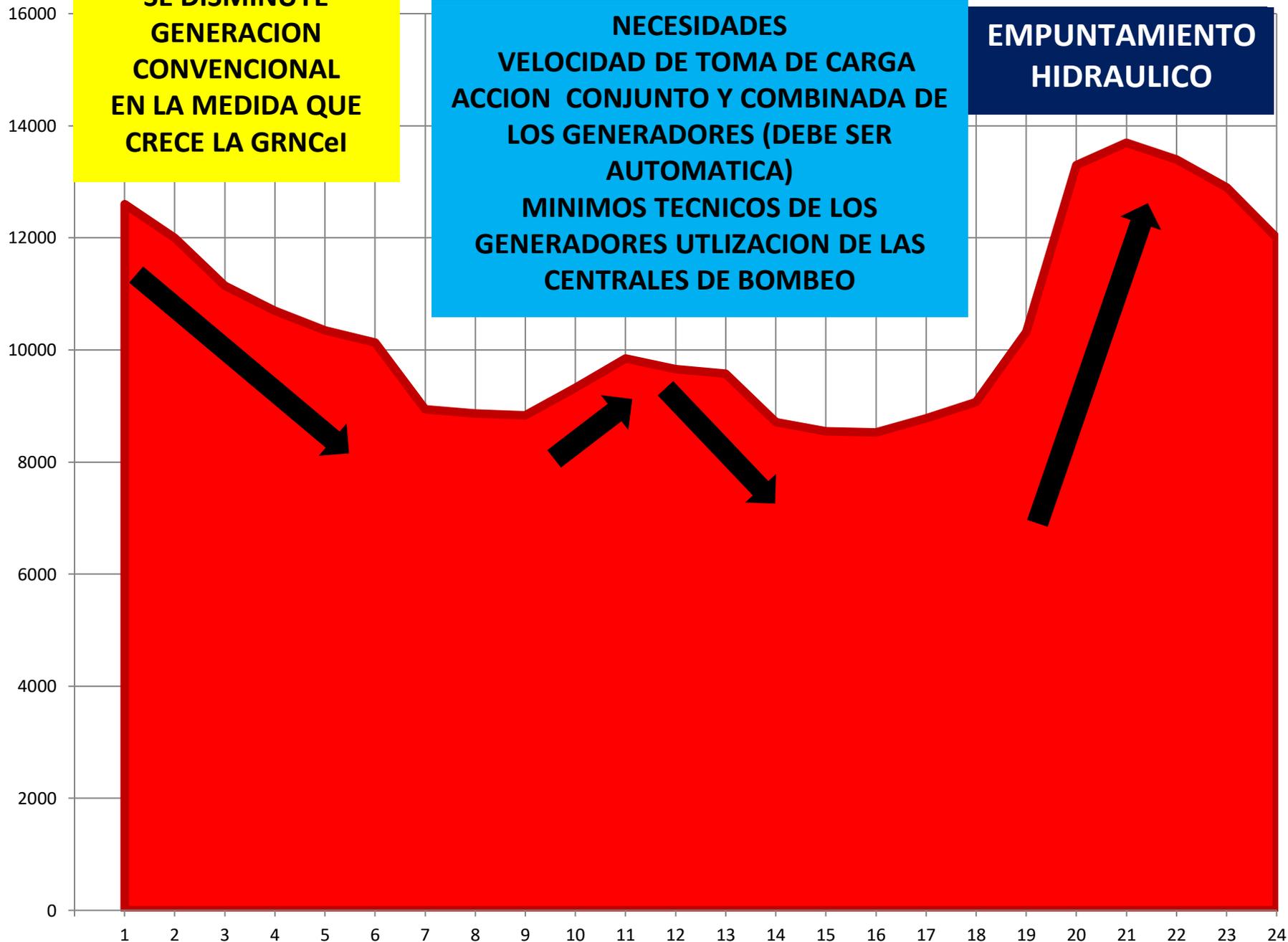
MW

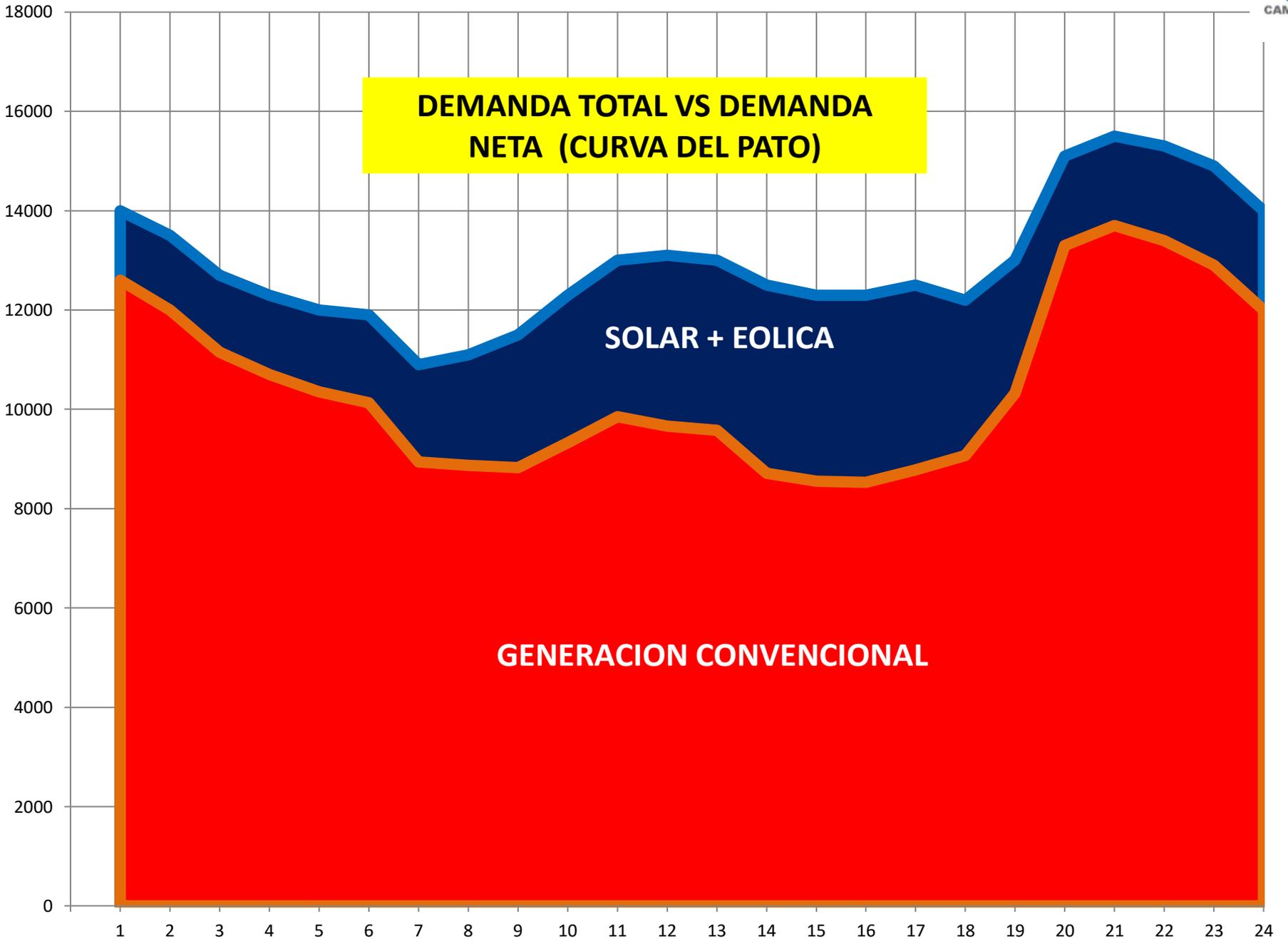
# DEMANDA NETA

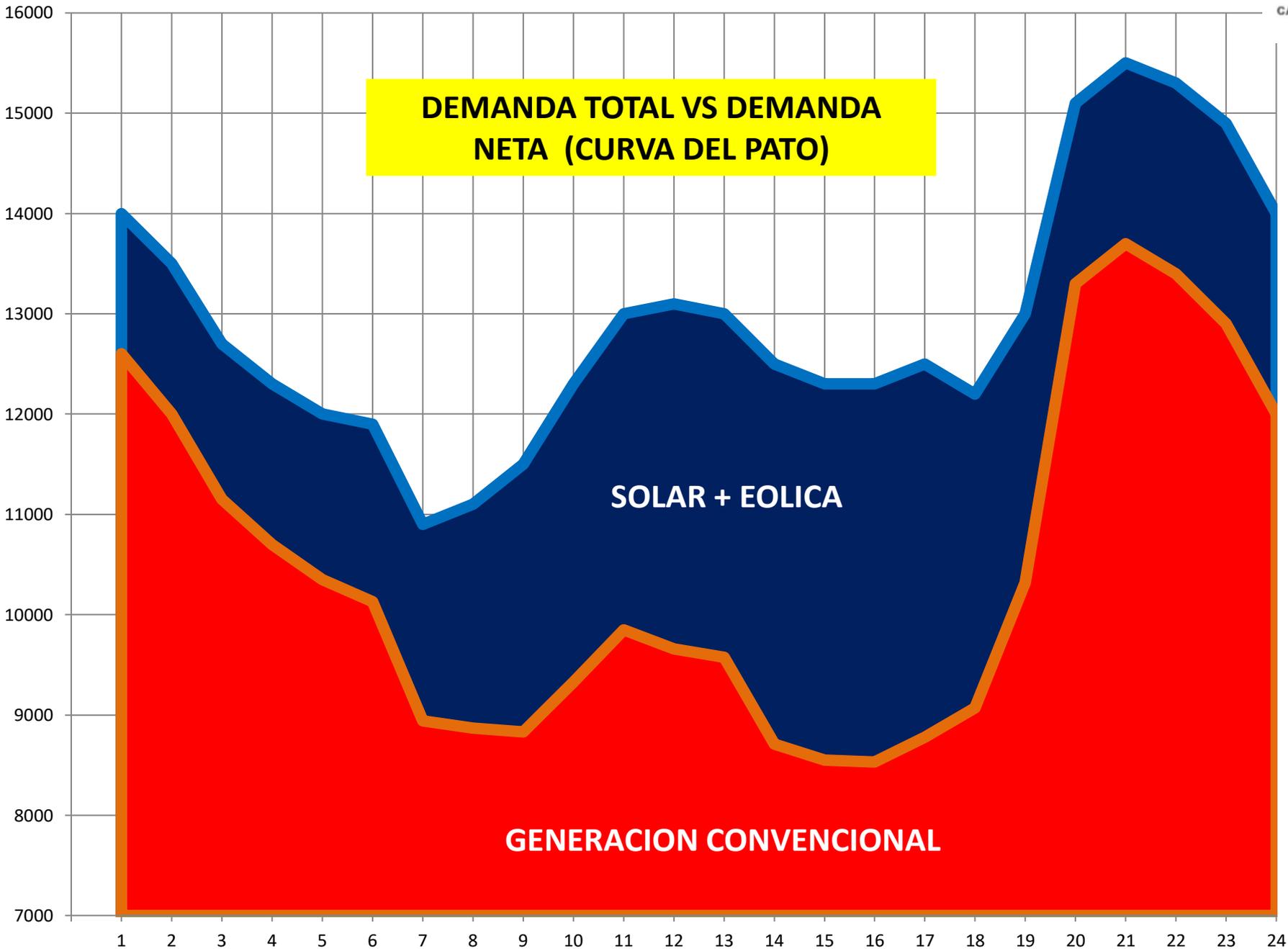
**SE DISMINUYE  
GENERACION  
CONVENCIONAL  
EN LA MEDIDA QUE  
CRECE LA GRNCeI**

**NECESIDADES  
VELOCIDAD DE TOMA DE CARGA  
ACCION CONJUNTO Y COMBINADA DE  
LOS GENERADORES (DEBE SER  
AUTOMATICA)  
MINIMOS TECNICOS DE LOS  
GENERADORES UTILIZACION DE LAS  
CENTRALES DE BOMBEO**

**EMPUNTAMIENTO  
HIDRAULICO**



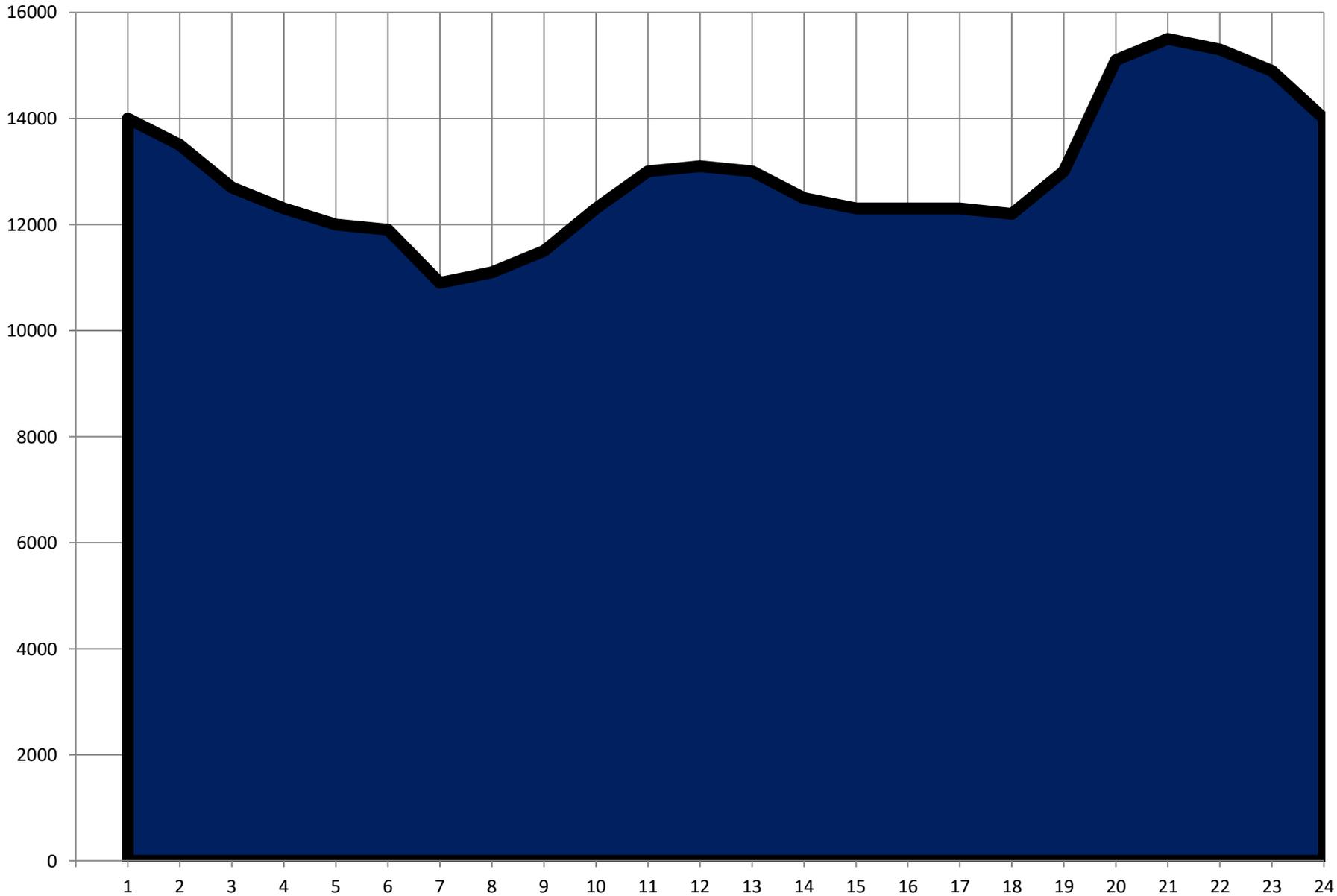




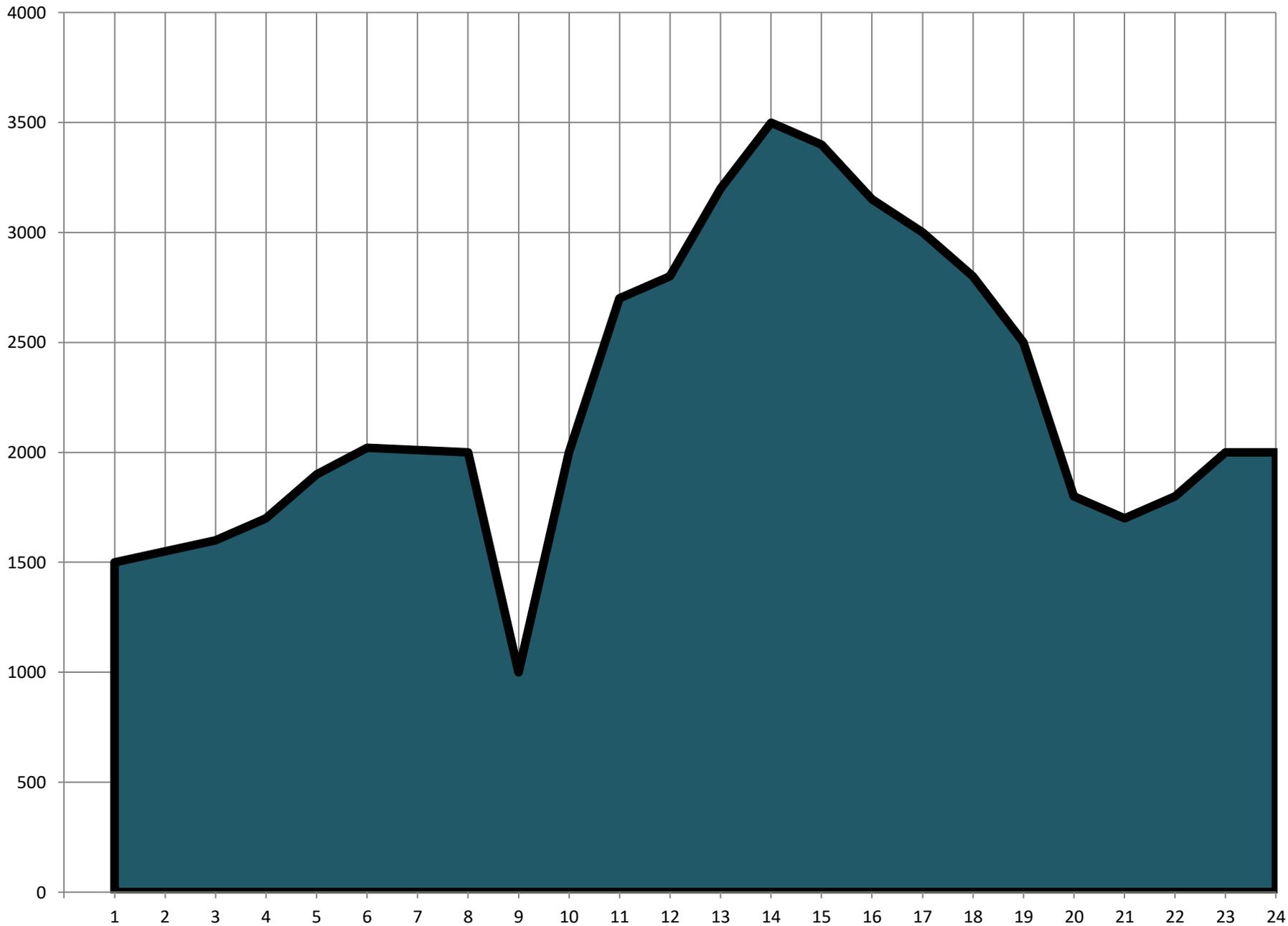
# CASO 2

## GENERACION ENERGIA SOLAR SUPERIOR A LA ENERGIA EOLICA

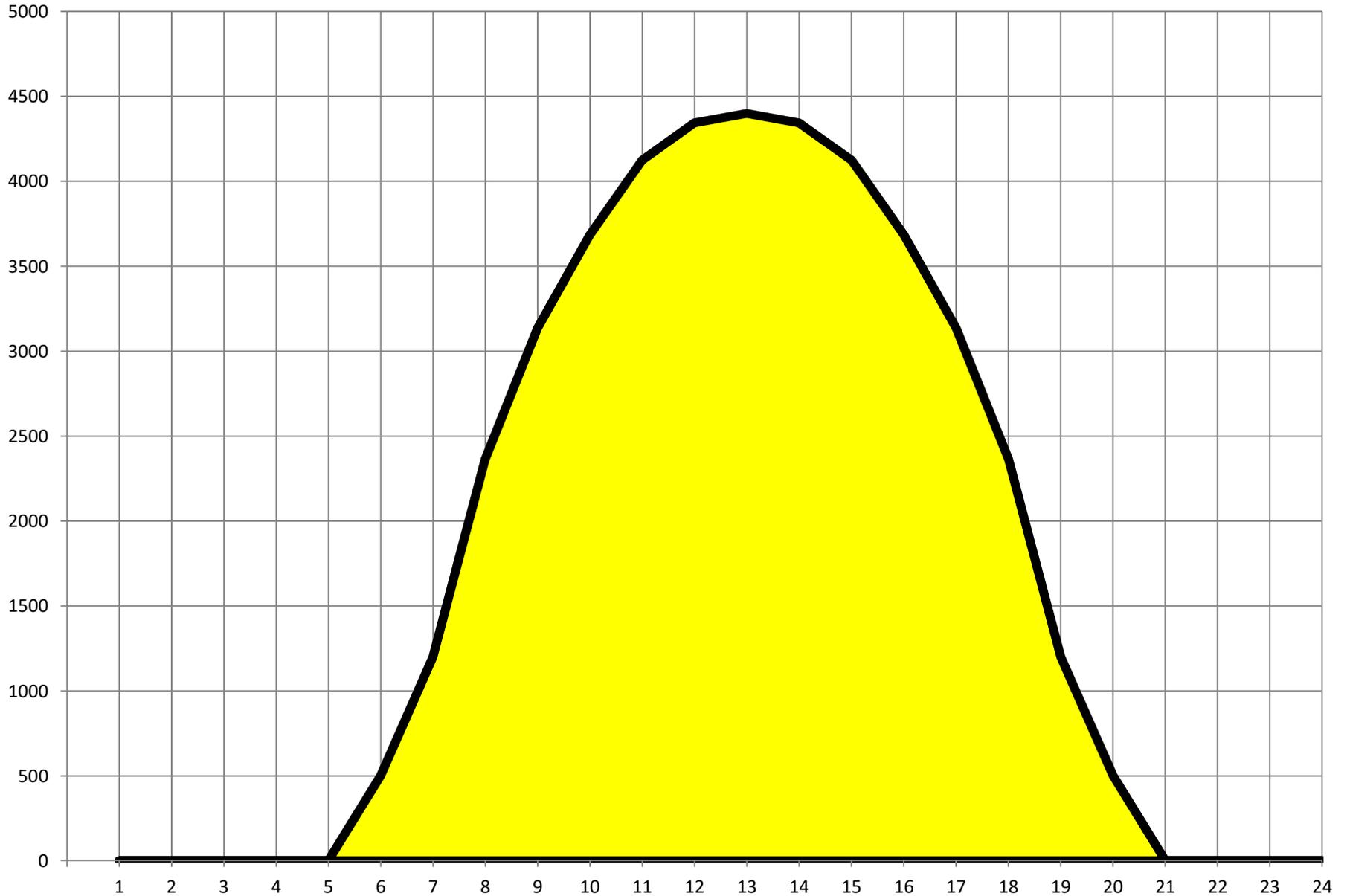
# DEMANDA DIARIA DE POTENCIA EN MW AREA DEBAJO DE LA CURVA DE POTENCIA ENERGIA EN GWH

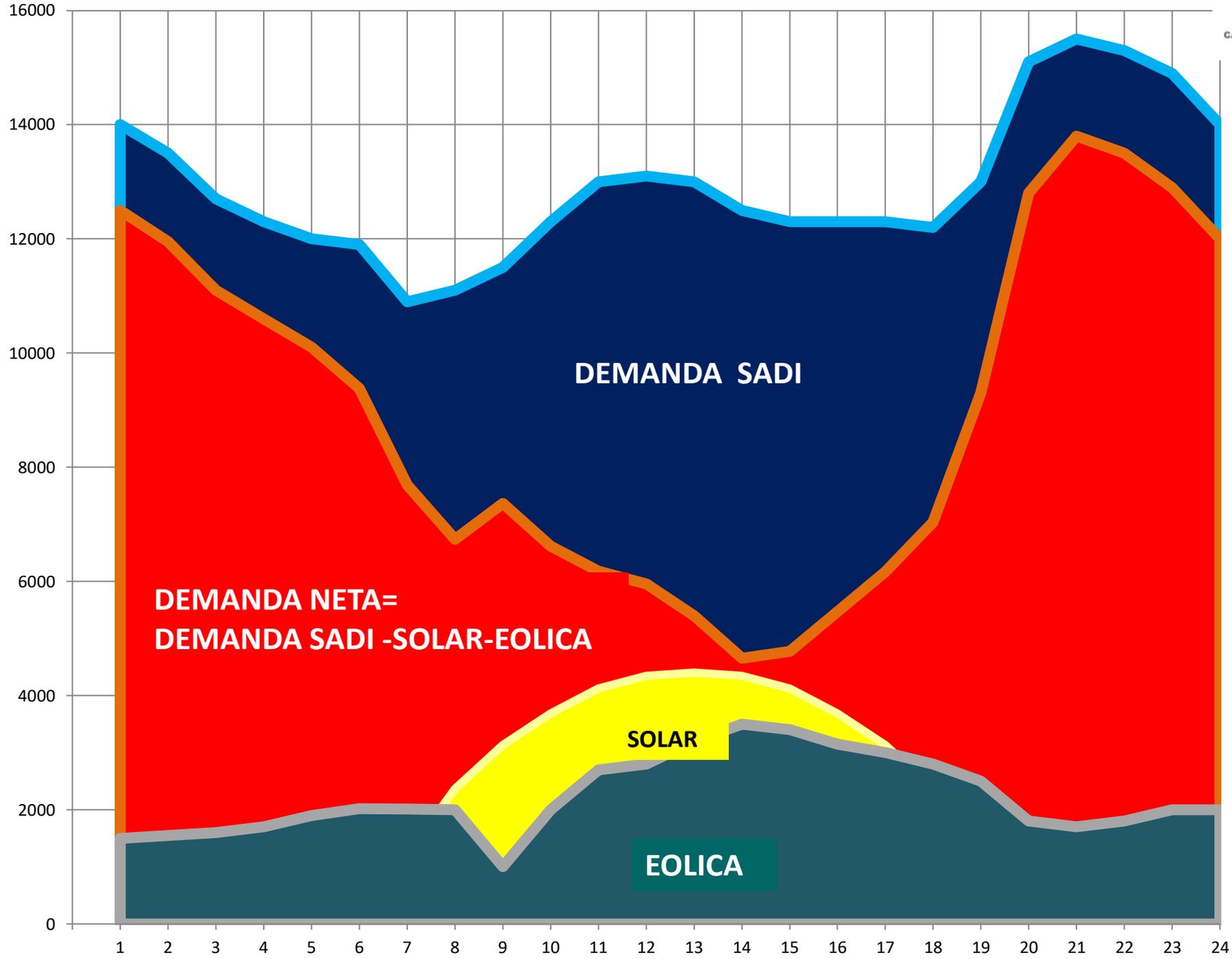


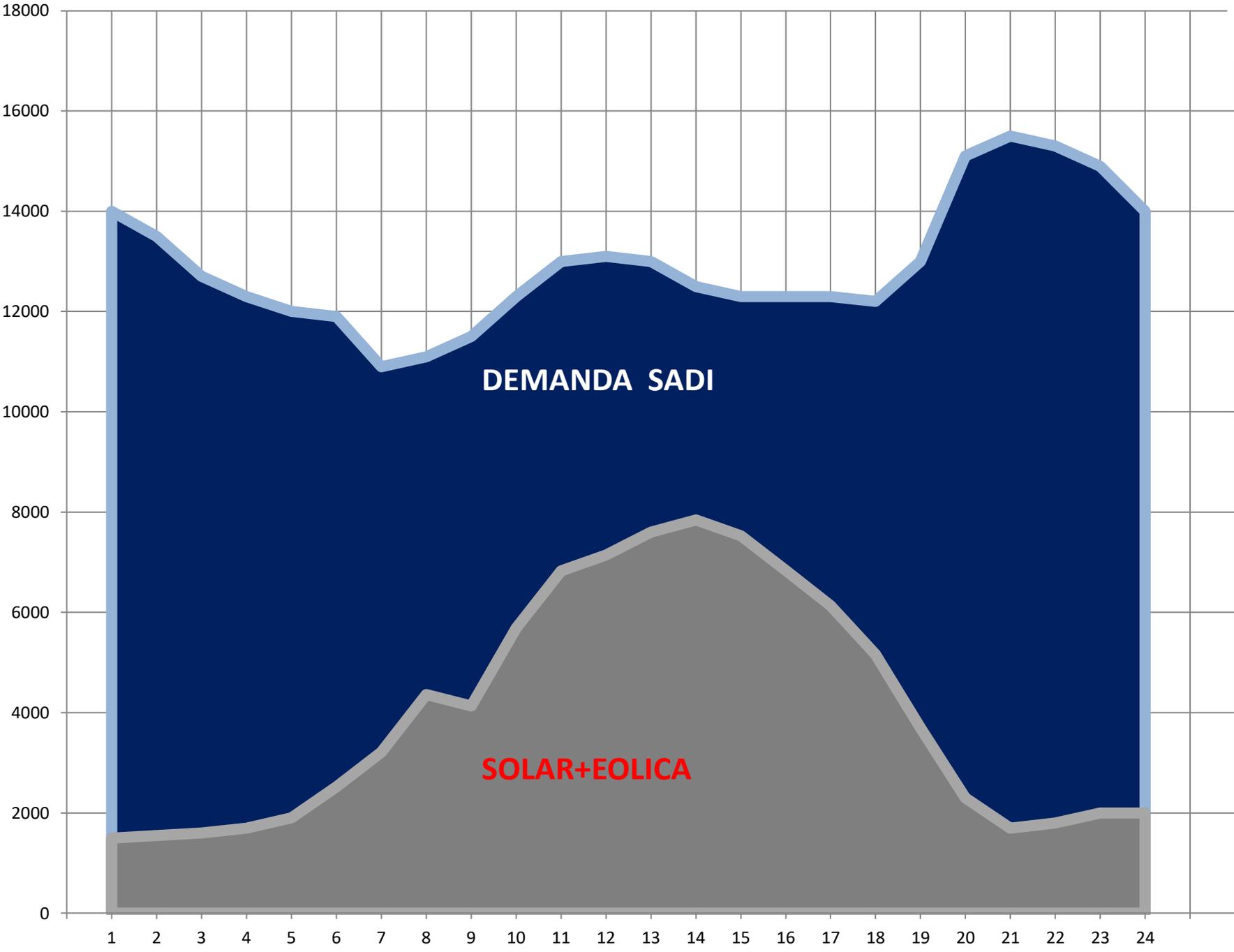
# GENERACION EOLICA EN MW

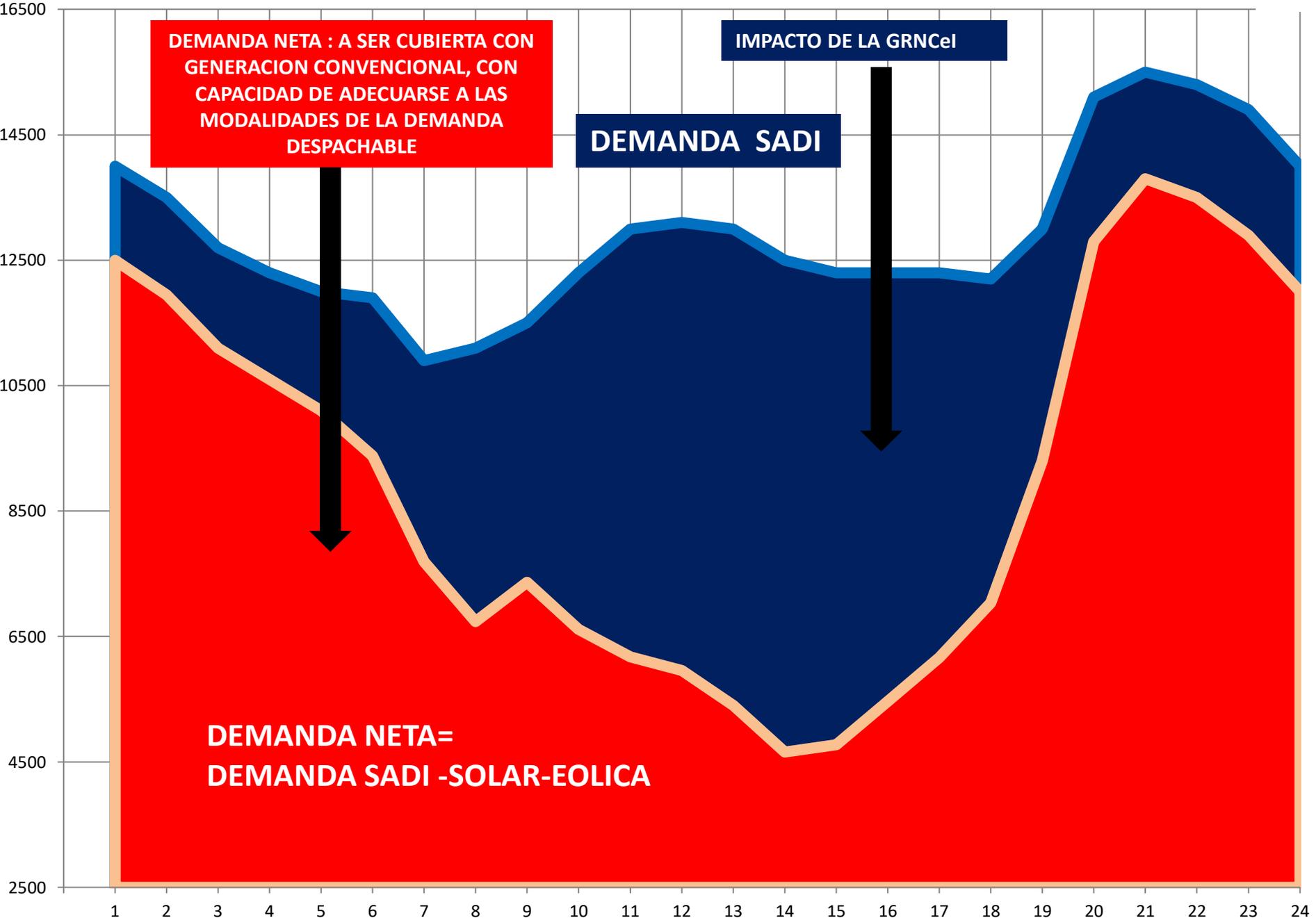


# GENERACION SOLAR MW

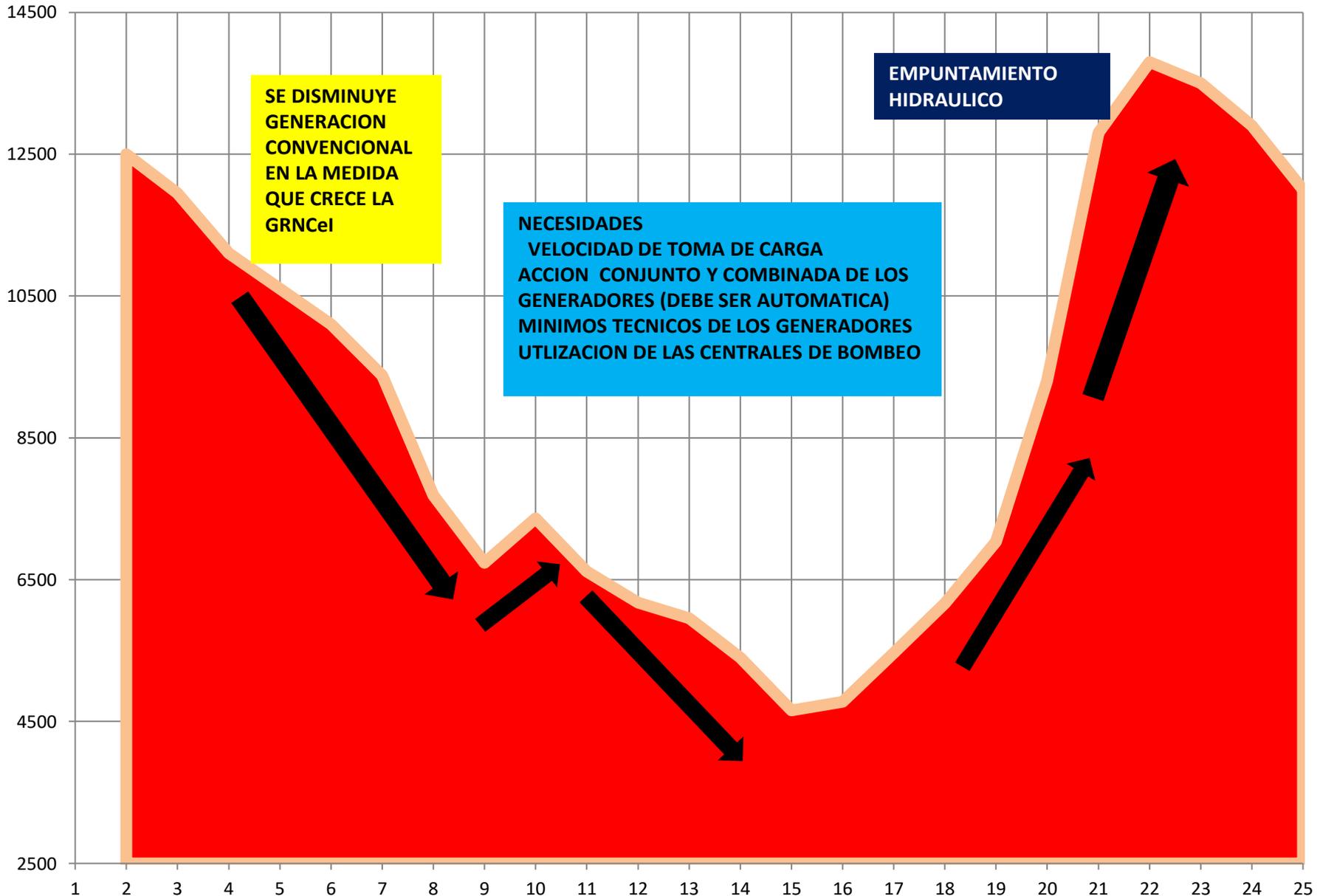




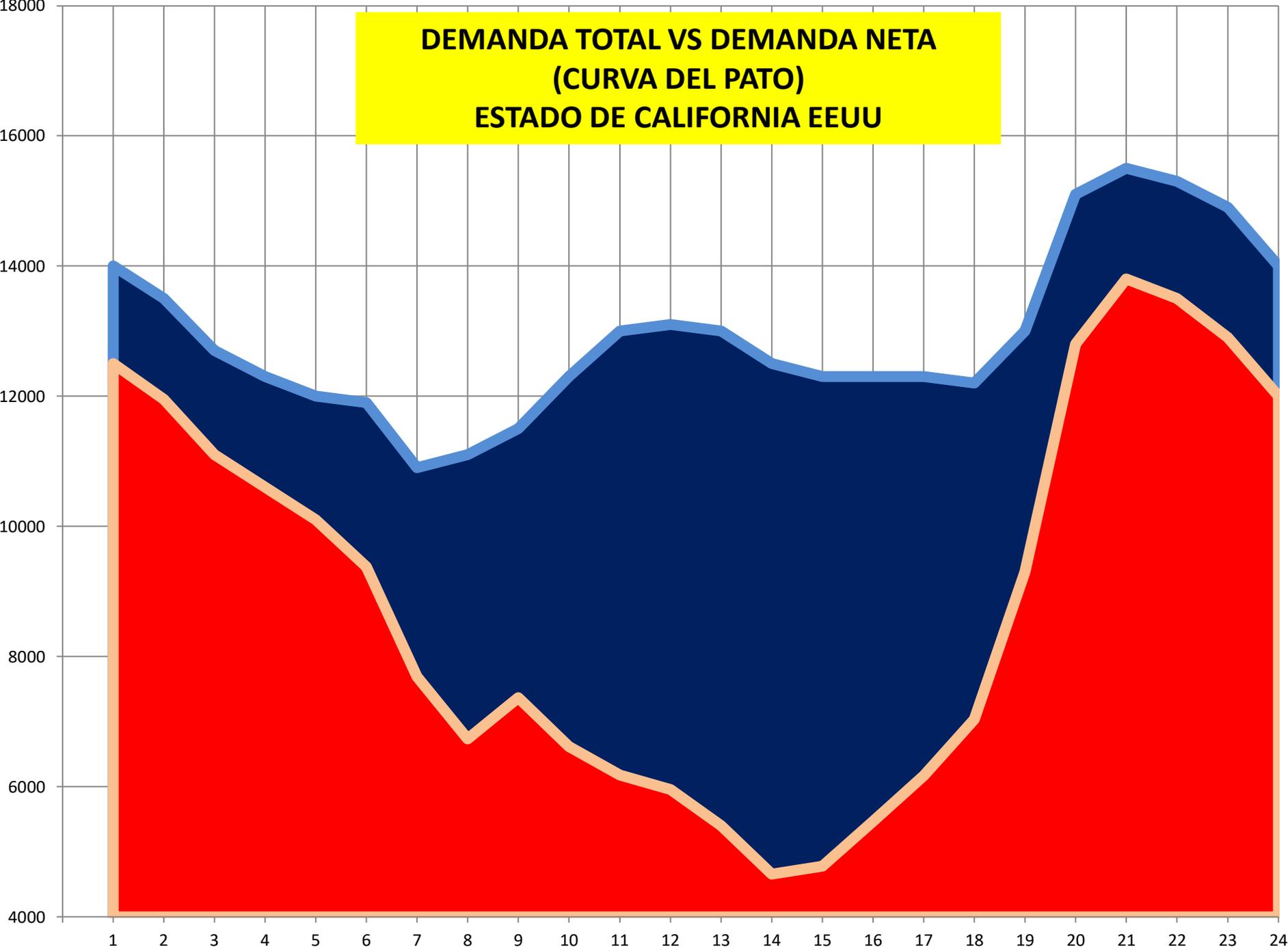




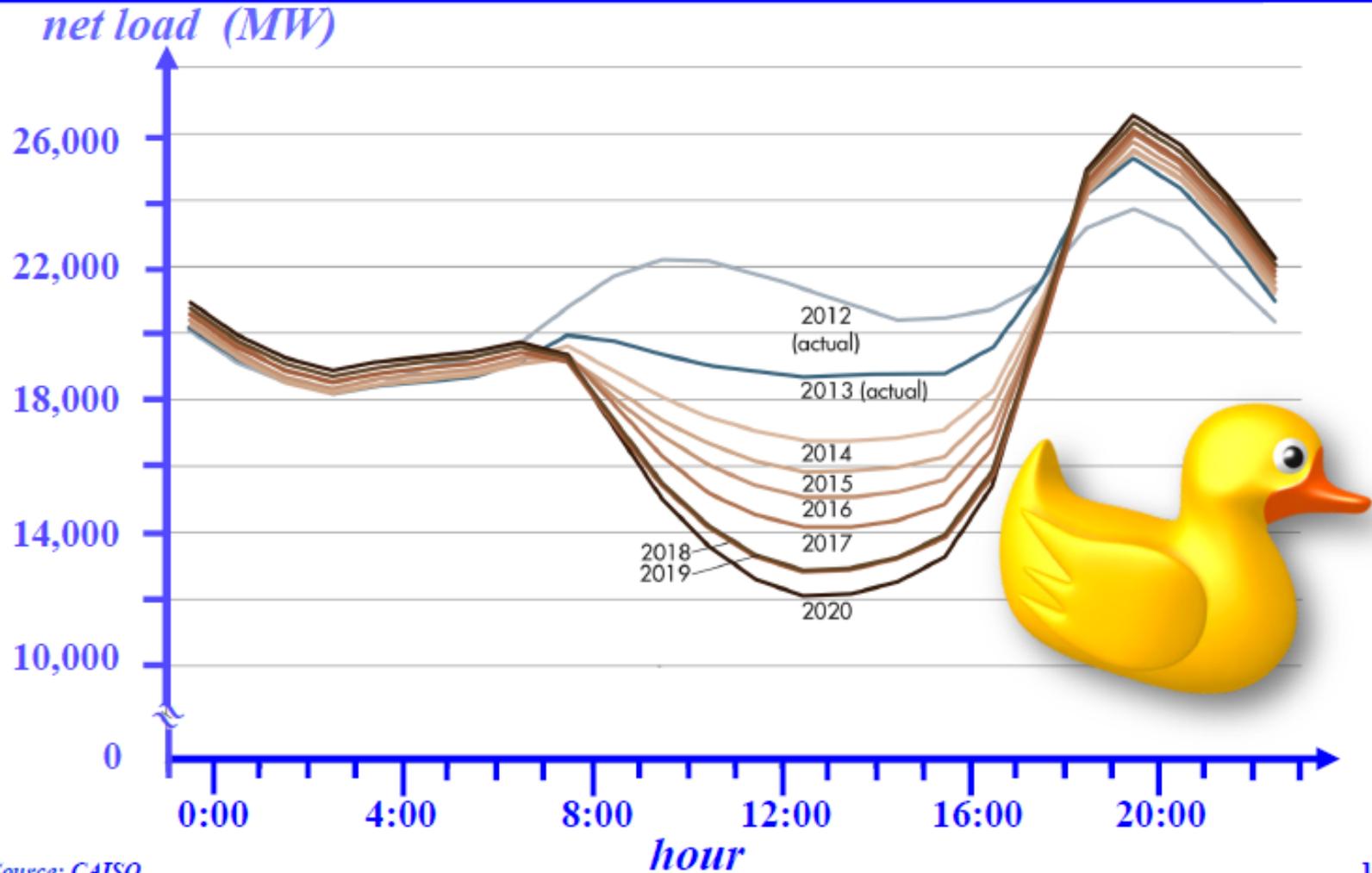
# DEMANDA NETA FLEXIBILIZACION DEL DESPACHO DE CARGAS IMPACTO DE LA GRNCel



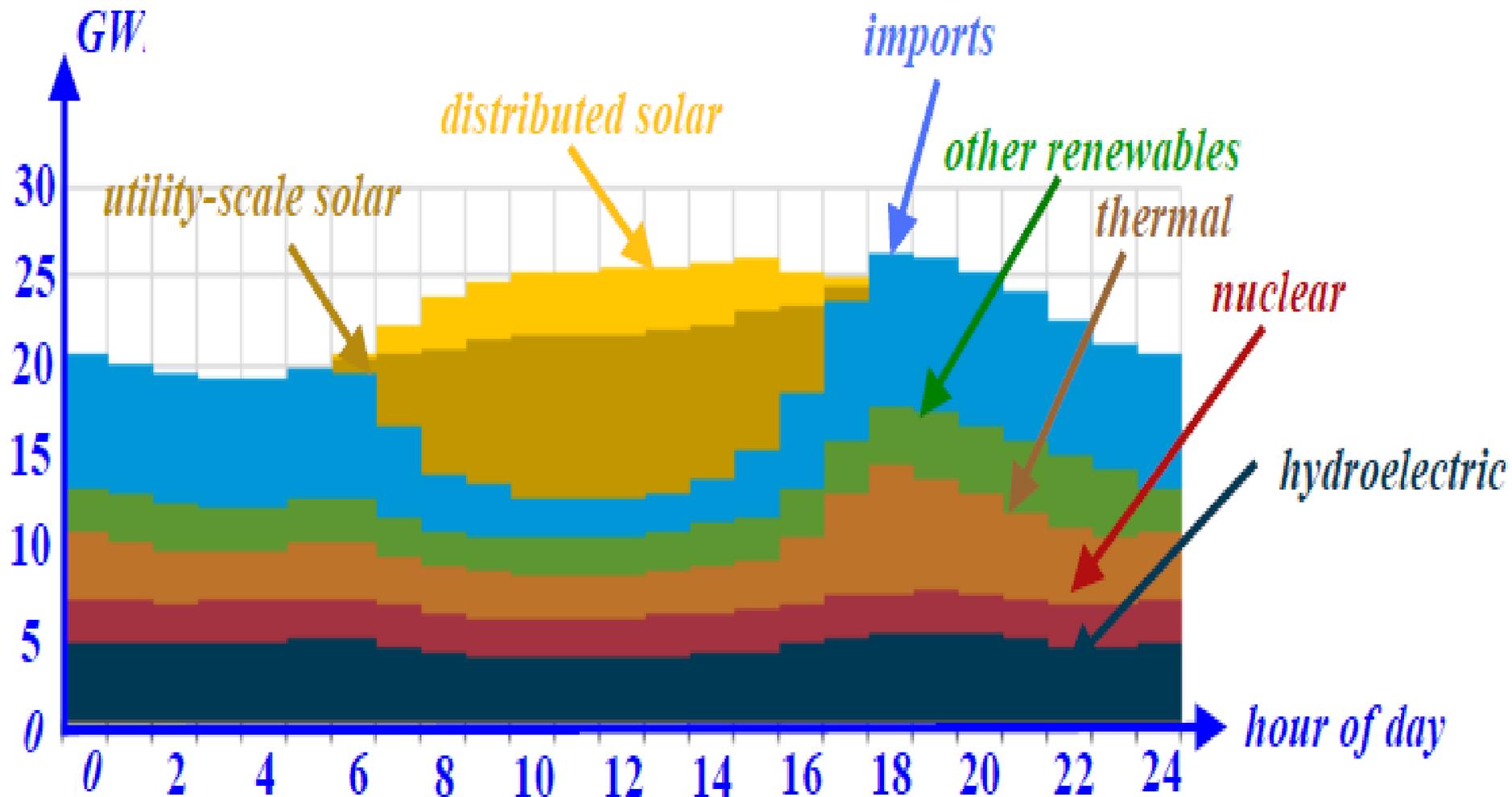
**DEMANDA TOTAL VS DEMANDA NETA  
(CURVA DEL PATO)  
ESTADO DE CALIFORNIA EEUU**



# CAISO DAILY NET LOAD CURVE UNDER DEEPENING PENETRATION



# CALIFORNIA ROOFTOP SOLAR IMPACTS: MARCH 11, 2017



# INCIDENCIA DE LA GENERACION RENOVABLE NO CONVENCIONAL E INTERMITENTE EN EL SADI. GRNCeI

## CONSIDERACIONES

Ante la decisión de potenciar el Sistema Argentino de Interconexión SADI, con una gran componente de generación renovable no convencional y fundamentalmente de característica intermitente, como la Solar Foto Voltaica y la Eólica, en la cual se prevé el 20% de potencia total instalada al año 2025 y el 25% al año 2030, (que serán de esa característica), debemos poner especial atención a los eventos que se van a enumerar a continuación para poder evaluar el grado de inconvenientes y eventuales problemas en su implementación.



**En primer** lugar, sobre la base informes realizados por la Compañía Argentina del Mercado Mayorista Eléctrico SA (CAMMESA) ya que todo lo que se está implementado, implica un cambio importante en la Matriz energética Nacional, lo cual por lo que se deduce de toda la bibliografía consultada dichas modificaciones aparentemente la planificación de largo plazo no fue realizada con los debidos estudios eléctricos correspondientes que se deben realizar con la suficiente antelación antes de tomar una decisión de esa envergadura; considérese **un PLAN ENERGETICO NACIONAL**; por esa razón CAMMESA ante esta situación está tratando de adaptarse, adquiriendo equipamiento, formación de recursos humanos y generando normativas mucho más estrictas.

Unas de las modificaciones que esta realizando CAMMESA es el reemplazo del **Sistema de operación en tiempo Real SOTR** ya que la generación Eólica como Solar tiene comportamientos inesperados y es solo relativamente pronosticable.

Para optimizar la utilización del SOTR se requiere la utilización del **control automático de generación, AGC**, aplicación que CAMMESA no poseía.

La implicancia es para aquellos generadores que participen en la regulación secundaria de frecuencia RSF ( que son los generadores convencionales tanto Térmicos como Hidráulicos) para poder tener respuesta rápida ante las oscilaciones de potencia de la GRNCEI.

Se prevé que el nuevo sistema estará operativo en el 2020



**En segundo** lugar el sistema eléctrico Argentino por su topología, grandes distancias, generaciones muy alejadas de los centros de consumo no es comparable con el sistema eléctrico de Europa occidental, que presenta mucha generación de potencia firme, energía de base y reguladoras de frecuencia, por lo tanto lo que se deduce que no esta claro ni especificado en Argentina el grado de inserción de la GRNCeI (por lo general se lo toma como el gran ejemplo a Europa en relación a la EOLICA y a la SFV) .

Al respecto no es válida la comparación de la inserción de eólica en Dinamarca o la Eólica y la Solar Foto Voltaica en España ya que el sistema europeo occidental está totalmente mallado en extra alta tensión con muchísimas centrales convencionales (Térmicas, Nucleares, Hidráulicas) que son reguladoras de frecuencia y las que apuntalan y sostienen el grado de inserción de las GRNCeI.

Además la GRNCeI es autodespachable ya que nosotros no manejamos ni el viento y sol



**En tercer** lugar el hecho de ser una generación intermitente la GRNCeI, y a pesar de los pronósticos meteorológicos de corto plazo y excelente precisión, la generación convencional que es la que realiza el seguimiento de la demanda manteniendo el equilibrio entre Oferta y Demanda en tiempo real ( considerando actualmente que se necesita un 3% de reserva rotante operativa, 3% de reserva fría de 10 minutos y 2% de reserva fría de 20 Minutos , o sea un total de un 8 %), ahora también tiene que sumar reserva rotante para contemplar las variaciones de generación de la GRNCeI que pueden llegar a ser algo severas. Se esta planteando un 7% de reserva rotante operativa.

**En cuarto** lugar, la lógica es instalar la GRNCeI en los nodos energéticos por ejemplo Hidráulicos de tal manera de sostener los niveles de los embalses en momentos de pico o de baja hidraulicidad, constituyéndose en una energía complementaria y no como una generación alternativa.

**En quinto** lugar CAMMESA está abocado en adaptar la generación convencional (tanto existente como a ingresar) para tener respuestas rápidas ante las variaciones de la potencia intermitente y tanto de la SFV como de la EOLICA.



**En sexto** lugar en el NOA que tiene una presencia muy elevada de Generación térmica 3090 MW de las cuales 263 MW son TV y 1472 MW son CC y 992 MW TG, 220 MW Hidráulica , SFV 173 MW y EOLICA 58 MW con una participación en pico del SADI del 8% unos 2000 MW; por lo tanto no está bien determinado como van a operar las GRNCeI especialmente con el concepto de ser una alternativa, respecto a las turbinas de vapor con sus calderas que no pueden ser puestas en servicio con la celeridad que se necesita ante las variaciones de la generación intermitente, y ante el reemplazo de dicha generación convencional por la generación SFV; lo cual la dependencia será exclusivamente de las turbinas de gas y las TG de las centrales de los Ciclos combinados para compensar las variaciones de carga y de la GRNCeI.

Hay que considerar que el Pico de potencia por lo general se origina en horas de la noche y cuando los parques SFV no están en servicio.

También hay que recordar que una CC tiene un rendimiento mayor al 60% pero cuando las TG están a ciclo abierto su rendimiento es muy bajo.



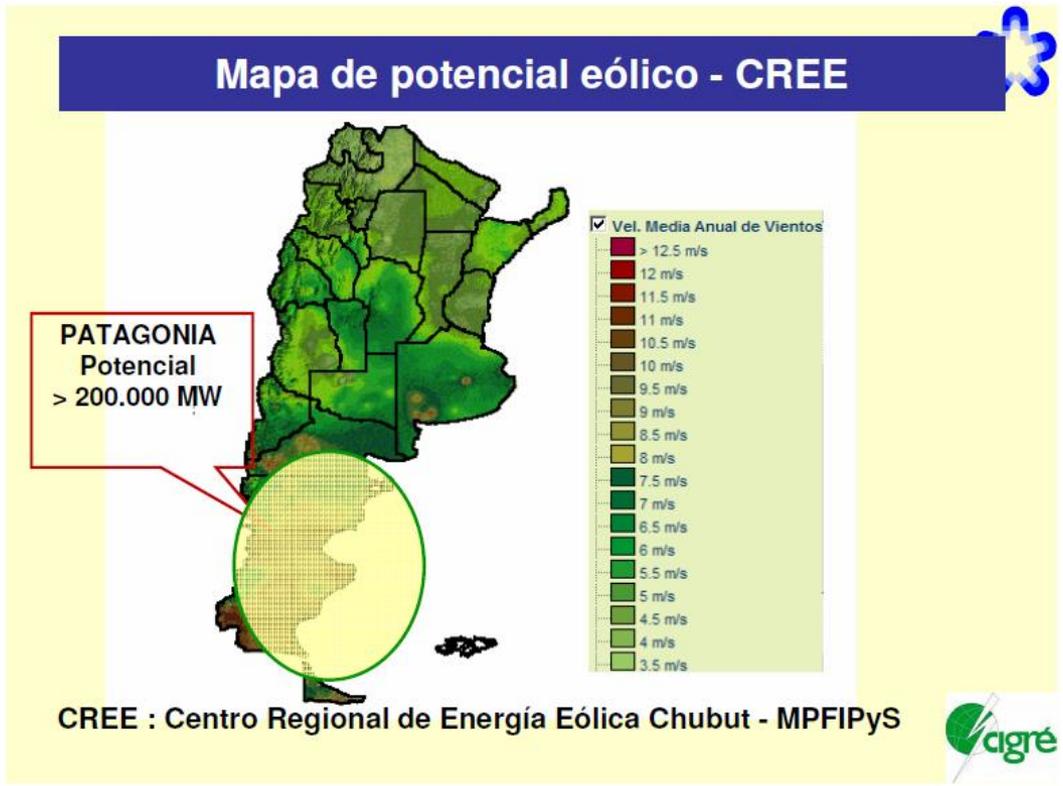
**En séptimo** lugar y es una advertencia de la empresa ICONO que tiene amplia experiencia en el Nodo energético de Bahía Blanca (Parques Eólicos) relativo a la electrónica de potencia puesta en juego y que debe ser muy bien estudiada y analizada antes de ingresar en servicio los campos eólicos (valido el tema para la SFV) y a que pueden generar serios problemas como la introducción de corrientes y tensiones sub-armónicas, Inter-armónicas y armónicas, generando distorsiones inadmisibles en el sistema de transporte, de control y protecciones.

**En octavo** lugar CAMMESA esta generando normativas muy estrictas ante el advenimiento de la GRNCeI en gran escala.

**En noveno** hay que considerar que hay que seguir instalando generación convencional de gran porte con respuesta rápida para compensar las variaciones de GRNCeI y adaptando la existente para tener potencia de reserva y respuesta inmediata también para poder compensar las variaciones de la generación renovable no convencional e intermitente. Además cuanto mas generación Hidráulica de porte se inserte, debido a su flexibilidad y rápida respuesta mas generación GRNReI se puede insertar.



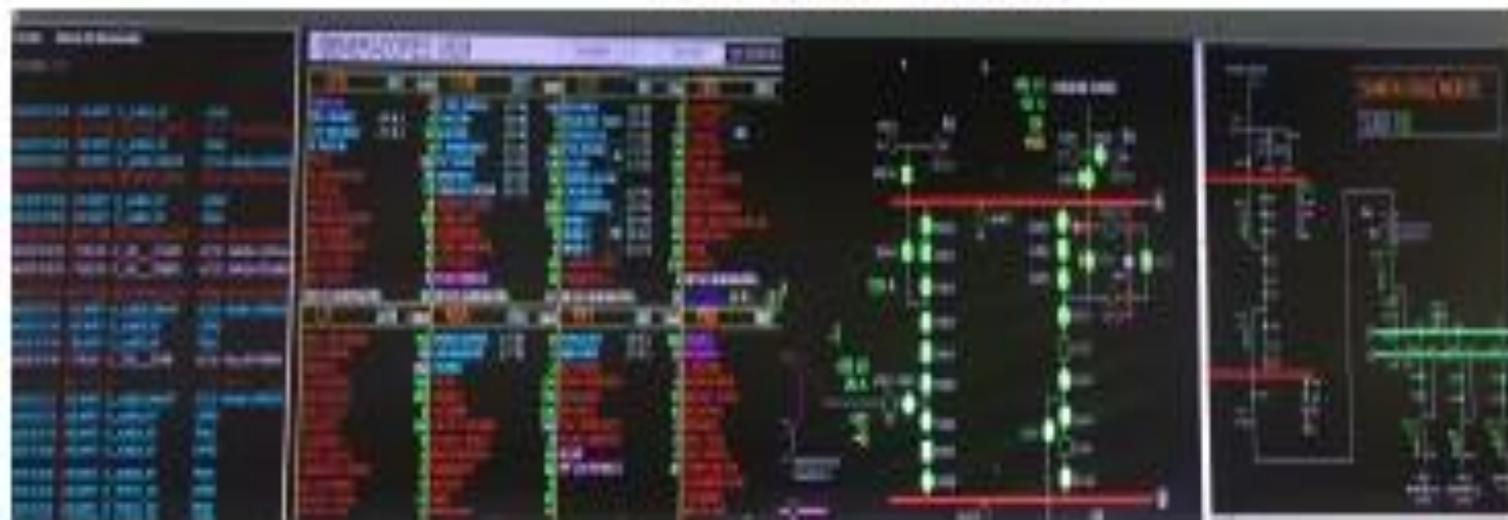
**En decimo** lugar hay que considerar que la región Patagónica representa en los picos de potencia un 4% del pico total del SADI, unos 1.050 MW con una capacidad instalada de 271 MW de TG 301 MW de CC 562 MW de Hidráulica 567 MW de Eólica , haciendo un total de potencia instalada de 1.700 MW , hay que destacar que la incorporación masiva de eólica en su mayoría deberá ser transportada a los centros de mayor consumo del país que son la CABA y el GBA y por los niveles de potencia a transmitir tenemos que hablar en redes de EAT en Corriente Continua y ahí también entran a jugar los grados de inserción de la EOLICA.



**En décimo primer** lugar hay que considerar que solo la energía convencional presenta un grado de inercia para sostener la frecuencia del SADI ya que si la GRNCeI es muy elevada frente a la convencional ante cualquier problema de fuera de servicio de un corredor que está conectada con una central convencional gran porte o algún problema en dicha central que la deje fuera de servicio, la frecuencia no se puede sostener y por supuesto actuaran los DAG de los generadores y los DAC de las transportistas y los distribuidores produciéndose colapso energético. Este es un punto extremadamente importante para tener en cuenta y no pasarlo por alto.



# ADAPTACIÓN DEL COC



**Operador  
de Transmisión**



**Jefe de Turno**



**Despachante  
de Generación**



**Operador  
De Renovables**

**Estructura y disposición actual del COC**

***La GRNCeI no debe y no puede ser considerada como una energía alternativa y debe ser considerada como una energía complementaria de las centrales convencionales. (Térmicas, Hidráulicas y Nucleares), conociendo de manera primordial con qué grados de penetración de GRNCeI nos estamos manejando***

***La consideración se basa en que no constituyen centrales de potencia firme, de energía de base ,reguladoras de frecuencia y despachables de acuerdo a la demanda instantánea.***

***Hay que tener en cuenta que en la medida que se incrementa la GRNCeI se deberá incrementar la generación convencional para compensar las oscilaciones de potencia y sostener la frecuencia del SADI***



**FUENTE CAMMESA**

**COMPANIA ADMINISTRADORA  
ARGENTINA MERCADO MAYORISTA  
ELECTRICO SA**



ING EDUARDO SORACCO  
MP 2330

**Consejo Profesional de Ingeniería  
de Misiones (CPAIM)**

***AGRADECEN SU ATENCION***