

# Planificación de la Expansión de la Generación de Sistemas Eléctricos

Primer Clase: 5 de agosto de 2024



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

 Mis Cursos ▾

 Este curso ▾

 EVA Facultad de Ingeniería ▾

     eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=1612     

 FACULTAD DE INGENIERÍA  
UDELAR Enlaces de interés ▾ Cursos ▾  En este momento está usando el acceso para invitados Acceder



Institutos / Ingeniería Eléctrica / Cursos del 2do semestre de 2024 / PEGSE

# PLANIFICACIÓN DE LA EXPANSIÓN DE LA GENERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

## Información general

**Fecha de inicio y finalización:** 5 de agosto - 4 de noviembre de 2024

**Horario:** lunes y miércoles de 18 a 20 h. (GMT-3) en formato virtual vía Zoom.

**Docentes:** Dr. Ing. Gonzalo Casaravilla, MSc. Ing. Ruben Chaer e Ing. Ximena Caporalle

**GEE**  
GRUPO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA

[https://en.wikipedia.org/wiki/Generation\\_expansion\\_planning](https://en.wikipedia.org/wiki/Generation_expansion_planning)

# Quiénes somos

- Docentes
  - Ximena Caporale, Ruben Chaer y Gonzalo Casaravilla



# Cronograma 2024

## PEGSE: CRONOGRAMA 2024



### Planificación de la Expansión de la Generación de Sistemas Eléctricos

| Semana | Día       | Fecha   | Clase | Comentario                                |
|--------|-----------|---------|-------|-------------------------------------------|
| 1      | Lunes     | 05-ago. | 1     |                                           |
|        | Miércoles | 07-ago. | 2     |                                           |
| 2      | Lunes     | 12-ago. | 3     |                                           |
|        | Miércoles | 14-ago. | 4     |                                           |
| 3      | Lunes     | 19-ago. | 5     |                                           |
|        | Miércoles | 21-ago. | 6     |                                           |
| 4      | Lunes     | 26-ago. | 7     |                                           |
|        | Miércoles | 28-ago. | 8     |                                           |
| 5      | Lunes     | 02-set. | 9     |                                           |
|        | Miércoles | 04-set. | 10    |                                           |
| 6      | Lunes     | 09-set. | 11    |                                           |
|        | Miércoles | 11-set. | 12    |                                           |
| 7      | Lunes     | 16-set. | 13    |                                           |
|        | Miércoles | 18-set. | 14    |                                           |
| 8      | Lunes     | 23-set. | 15    |                                           |
|        | Miércoles | 25-set. |       | Recuperación de eventual clase suspendida |
| 9      | Lunes     | 30-set. | I     | Clases de consulta                        |
|        | Miércoles | 02-oct. |       |                                           |
| 10     | Lunes     | 07-oct. | II    | Clases de consulta                        |
|        | Miércoles | 09-oct. |       |                                           |
| 11     | Lunes     | 14-oct. | III   | Clases de consulta                        |
|        | Miércoles | 16-oct. |       |                                           |
| 12     | Lunes     | 21-oct. | IV    | Clases de consulta                        |
|        | Miércoles | 23-oct. |       |                                           |
| 13     | Lunes     | 28-oct. | V     | Clases de consulta                        |
|        | Miércoles | 30-oct. |       | ENTREGA TRABAJO FINAL                     |
| 14     | Lunes     | 04-nov. |       | Defensa oral y pública del trabajo        |
|        | Miércoles | 06-nov. |       |                                           |

# Objetivos del Curso

- **Generales:** Al aprobar el curso el estudiante habrá adquirido conocimientos básicos y fundamentales sobre la planificación de las expansiones de la generación en los sistemas eléctricos.
- **Específicos:** Al aprobar el curso, el estudiante deberá estar capacitado para:
  - a) Comprender el funcionamiento óptimo de un Sistema de Generación.
  - b) Modelar diferentes tecnologías de generación y sus costos a los efectos de evaluar expansiones de generación.
  - c) Plantear hipótesis y comparar alternativas y/o sensibilidades a las mismas de las diferentes expansiones óptimas de generación obtenidas.
  - d) Utilizar como usuario no experto la plataforma SimSEE.

# Aprobación del Curso

- Elaboración de un Informe Técnico o Monografía
  - Los informe serán sobre alguno de los Ejercicios de PEG realizados durante el curso y se deberá elaborar un determinado estudio de sensibilidad acordado con los docentes del curso respecto a alguna de las hipótesis realizadas.
  - Grupos de no más de tres participantes.
  - No más de 6000 palabras sobre un caso específico y su presentación en un seminario.

Durante el curso se propondrán Ejercicios con el objetivo de mejorar el proceso de aprendizaje. En algunos casos se harán en clase y en otros casos se dejarán para que cada cual, en forma opcional, lo realice por su cuenta. En todos los casos se verá la solución en la siguiente clase.

La realización de los ejercicios no será parte de la evaluación de la asignatura.

# Temario (1)

- Introducción al problema de la PEG. Principios del buen Planificador.
- Presentación de la herramienta de simulación SimSEE. Actores, Fuentes, Fichas, Capas y Escenarios.
- Costos fijos y variables. Valor Esperado, Valor de Riesgo y Valor Condicionado de Riesgo. Figuras de Riesgo.
- Despacho económico. Postes horarios. Valor del agua Embalsada. Costo de Falla. Costos marginales y spot. Beneficio por sustitución. Gradientes de Inversión. Optimización del Costo de Abastecimiento.
- Modelo Simple de optimización de un Sistema Hidrotérmico con ERNC.
- Costos constantes, corrientes, tasas, actualizadores. Comparación de proyectos o alternativas. Costos Nivelados de la Energía (LCOE).
- Evaluación de proyectos de inversión. Rentabilidad, sostenibilidad e impacto social.
- Sistemas dinámicos. Determinación del valor del agua embalsada. Costos Futuros. Optimización de la Política de Operación. Simulación del Despacho. Modelado en SimSEE.
- Modelado estocástico de las incertidumbres. Herramienta CEGH. Importancia de la conservación de las correlaciones entre los recursos, la demanda y la temperatura.
- Mercados de ocasión y contratos. Modelo de intercambio regional.

# Temario (2)

- Recurso Eólico y Solar. Costos de inversión, operación y mantenimiento. Costos Nivelados. Pagos por disponibilidad o por energía. Costos con o sin Subsidios. Modelos de subsidios. Modelado de la reducción temporal de costos. Modelado en SimSEE.
- Recurso Hidráulico. Costos fijos. Pagos por disponibilidad. Modelado en SimSEE.
- Recurso Térmico. TV, TG, CC. Generación despachada o auto despachada. Generación de Base o Flexible. Costos variables y fijos. Pagos por disponibilidad. Modelado en SimSEE.
- Costos de los combustibles fósiles. Modelo tendencial y estocástico. Modelado en SimSEE.
- Optimización de funciones de alto costo de evaluación. Herramienta OddFace.
- Incertidumbre de los valores obtenidos con un simulador. Semillas aleatorias. Validez de la comparación de alternativas.
- PEG 1 y 2: Expansión Térmica e Hidrotérmica.
- PEG 3 y 4: Expansión Eólica, Solar y Térmica.
- PEG 5 y 6. Expansión Eólica, Solar y Térmica de UY con escenarios de Demanda.
- Estudio de Costos de Arrepentimiento.
- PEG 7 y 8. Expansiones con ampliación de Hidroeléctrica y con Nuevo Proyecto Industrial de gran porte (Hidrolizador)
- Análisis conjunto de las Expansiones y Conclusiones.



Abrir índice del curso

[Institutos](#) / [Ingeniería Eléctrica](#) / [Cursos del 1er semestre de 2024](#) / [SimSEE](#) / [General](#)

# Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica

General

SimSEE: Instalación y Manuales

Otros archivos

Presentaciones año 2024

Salas

Tarea Final



# SimSEE

- Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica -

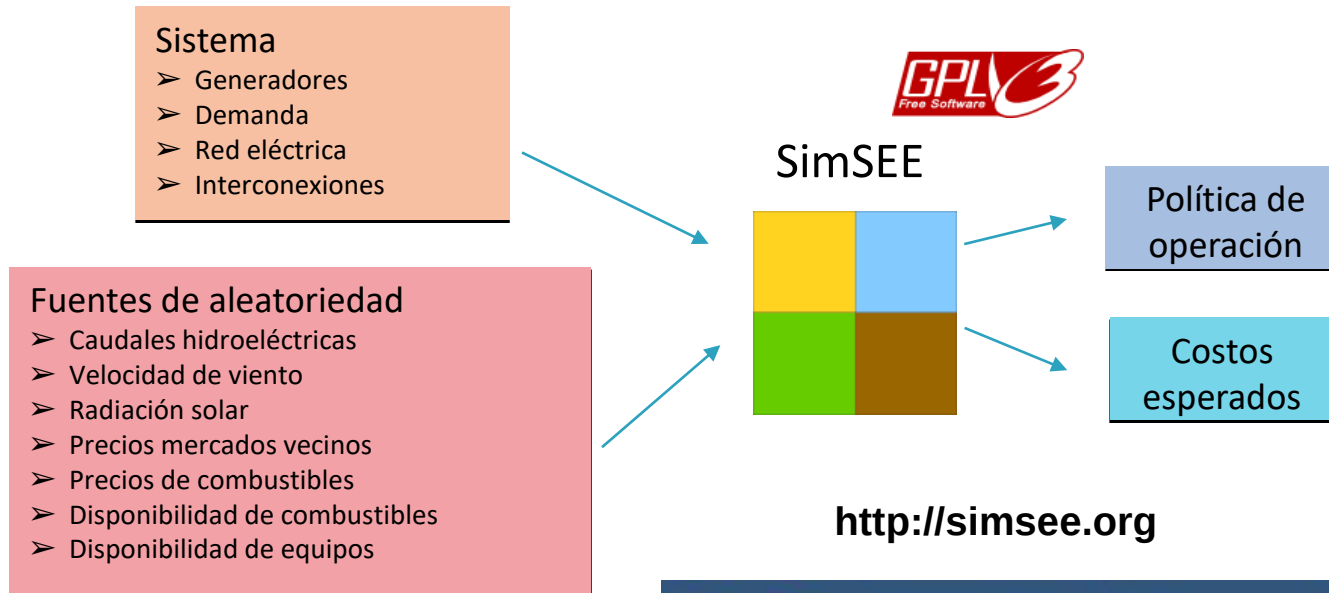
Curso de Actualización Profesional y Posgrado - Edición 2024 ( VIRTUAL )

**Fecha de inicio y finalización:** del 7 de Marzo al 2 de Mayo de 2024

**Horario:** Martes y Jueves de 9 a 12



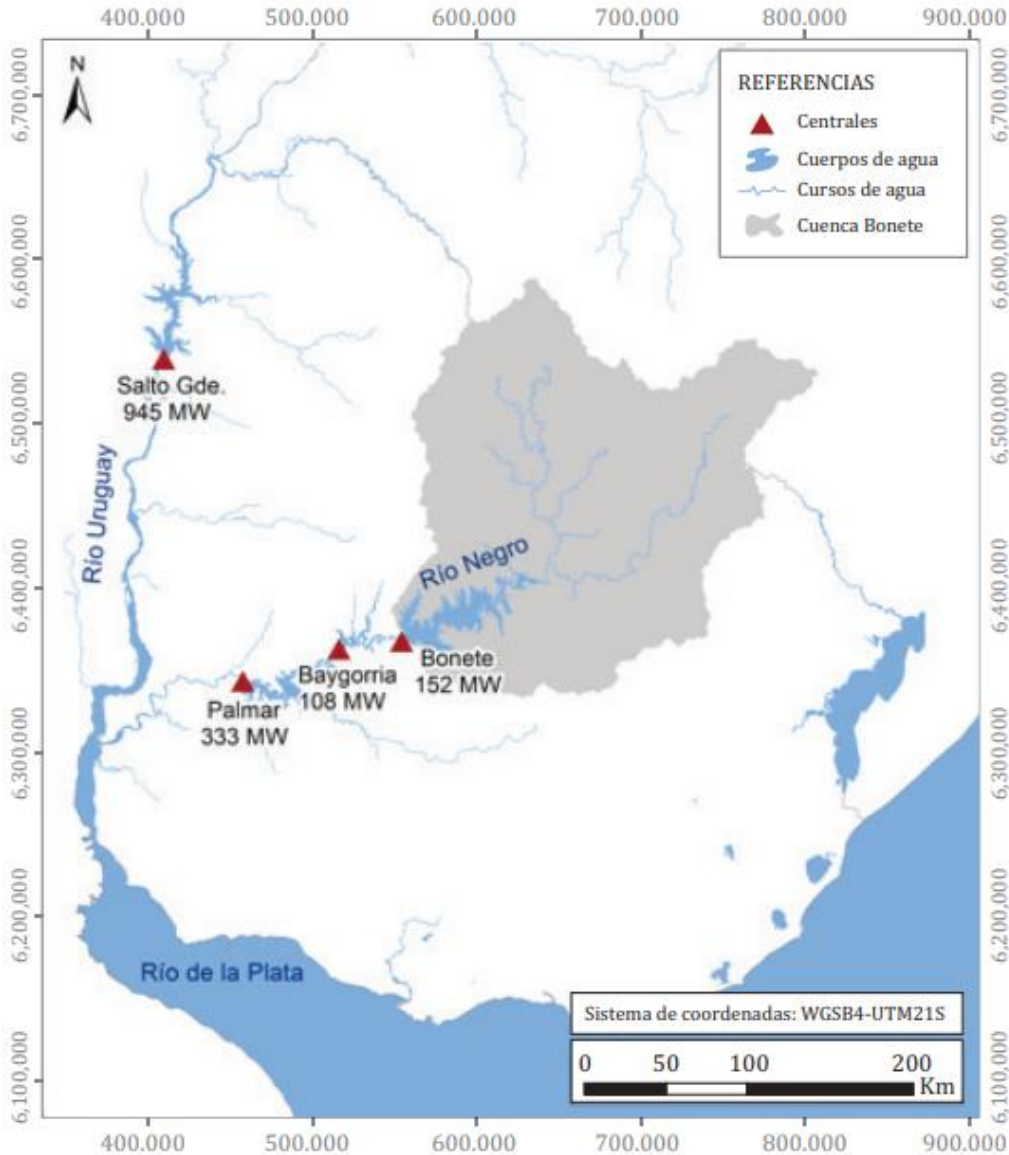
# Plataforma de Simulación de la Operación y Planificación Óptimas de Sistemas Electro-Energéticos



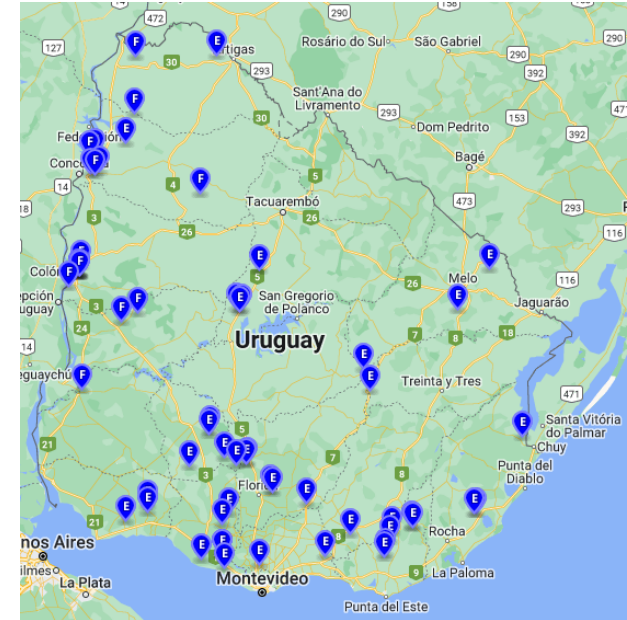
[SimSEE : Simulador de Sistemas de Energía Eléctrica. Proyecto PDT 47/12](#)

Gonzalo Casaravilla, Ruben Chaer, Pablo Alfaro. Technical. Report 7, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería. Instituto de Ingeniería Eléctrica, Number 7 - Dec. 2008

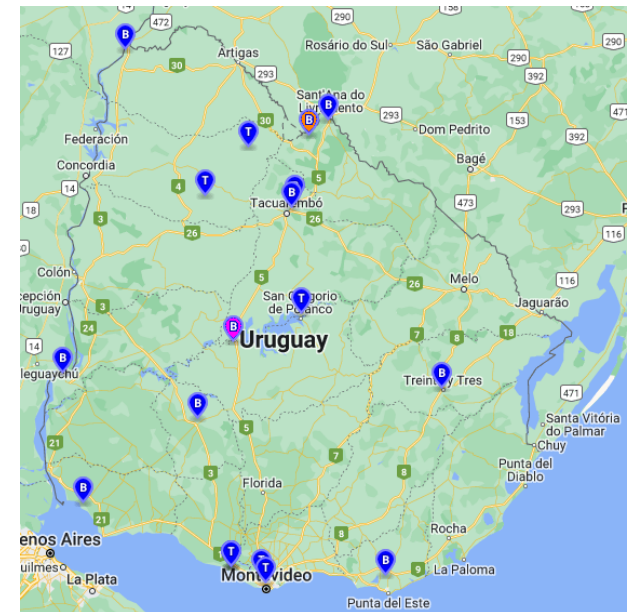
# Sala SimSEE del curso PEGSE (1)



INTEGRACIÓN DE ENSAMBLES DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS A LAS HERRAMIENTAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN URUGUAY. Alejandra de Vera 1, Guillermo Flieller 2, Magdalena Crisci, Ruben Chaer, Rafael Terra. Revista ENERLAC, OLADE, Volumen IV. Número 1. Junio, 2020 ISSN 2602-8042 impreso / 2631-2522 digital. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000764.pdf>



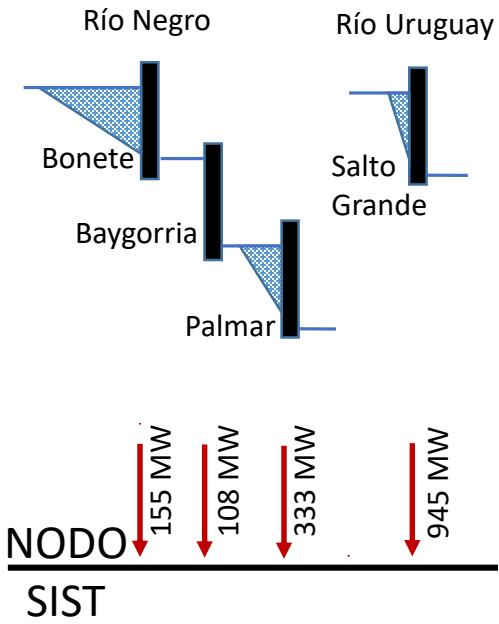
Eólica y Solar



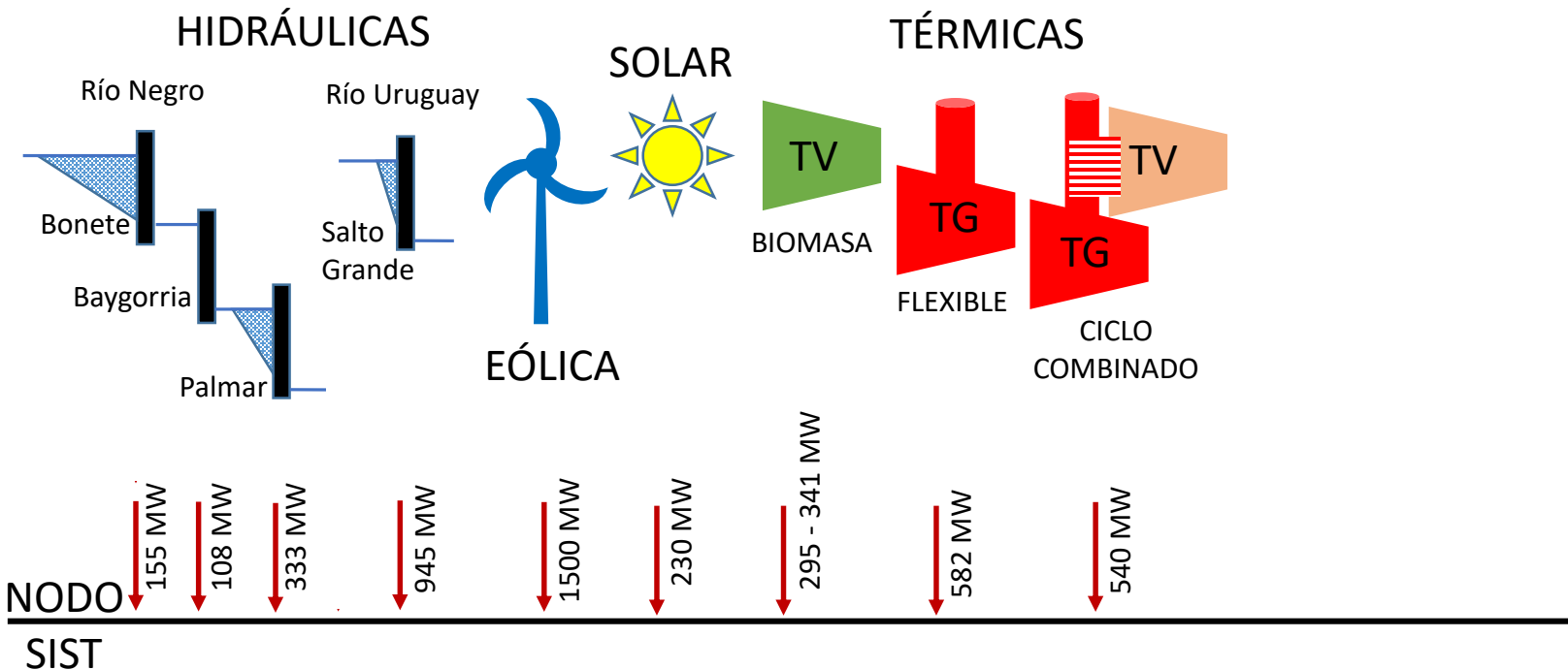
Térmicas y Biomasa

# Sala SimSEE del curso PEGSE (2)

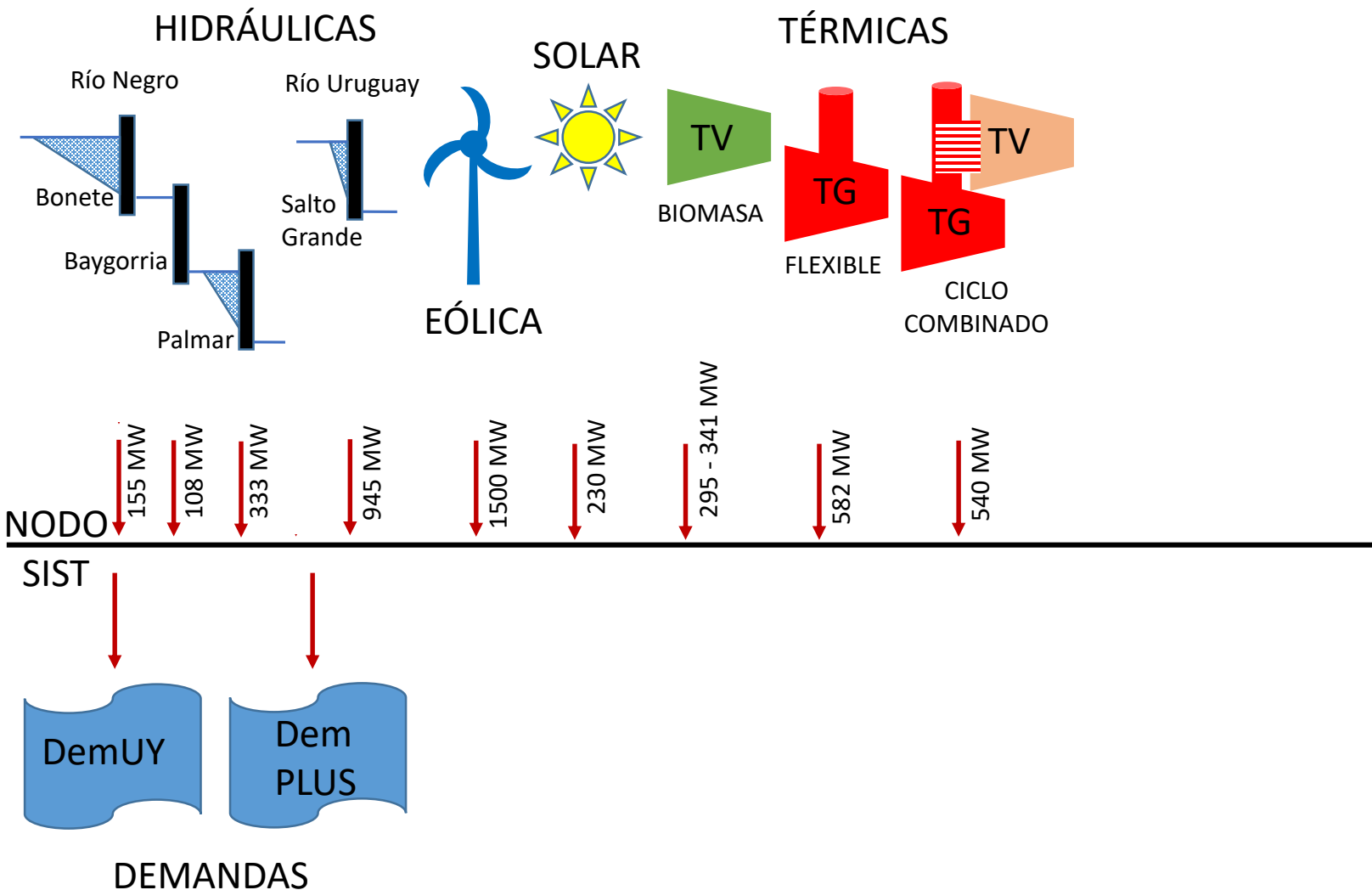
## HIDRÁULICAS



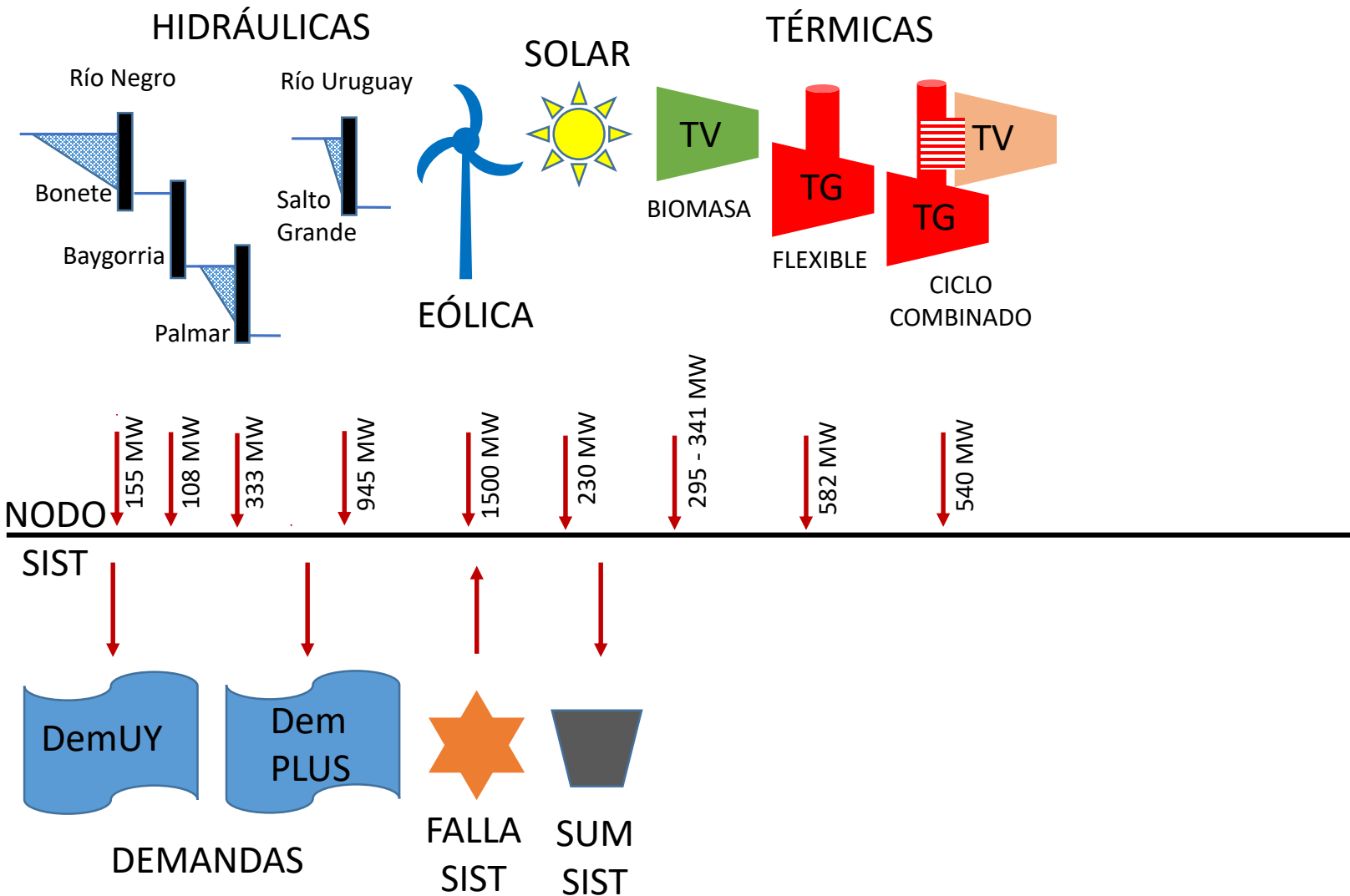
# Sala SimSEE del curso PEGSE (3)



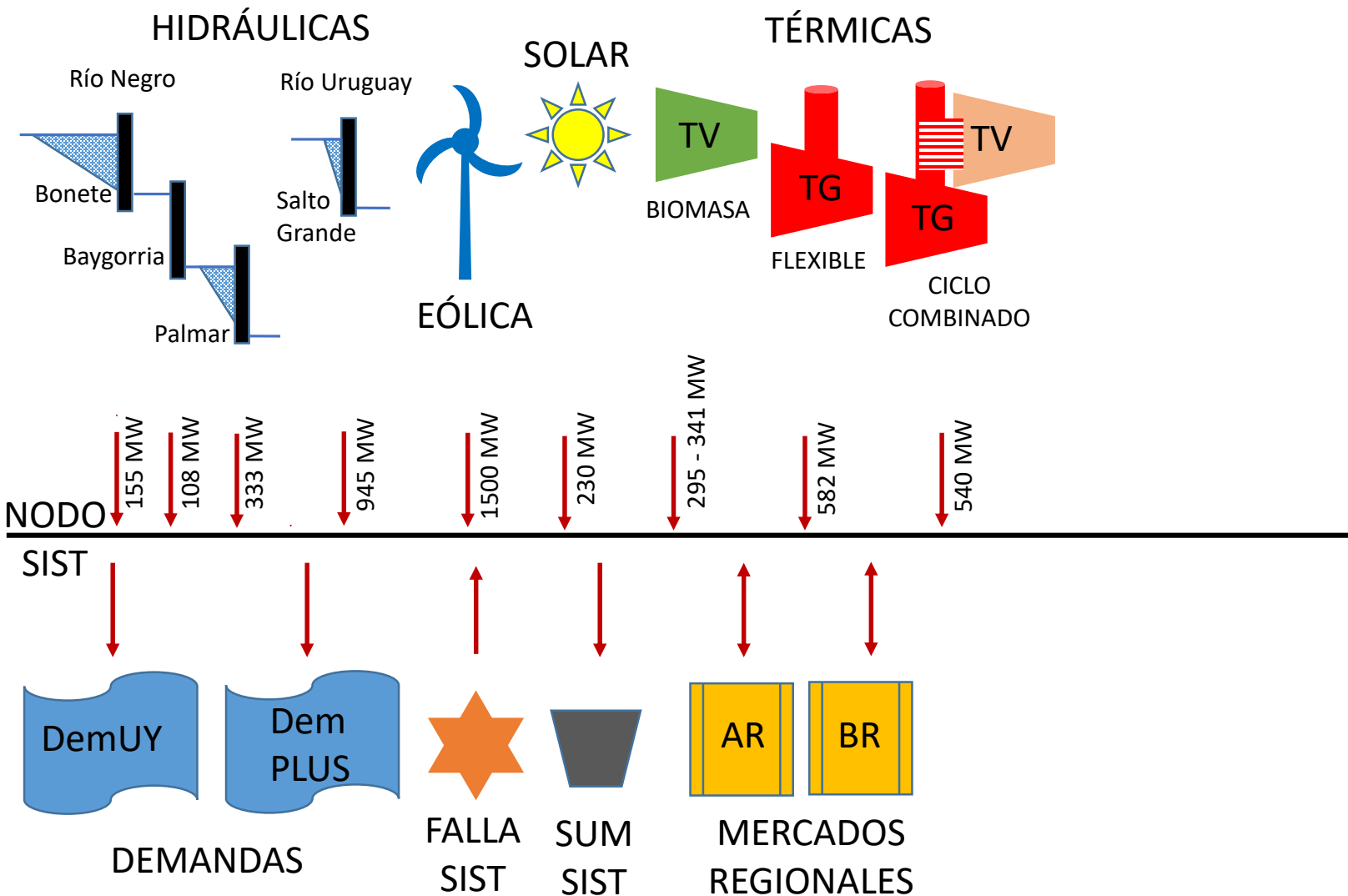
# Sala SimSEE del curso PEGSE (4)



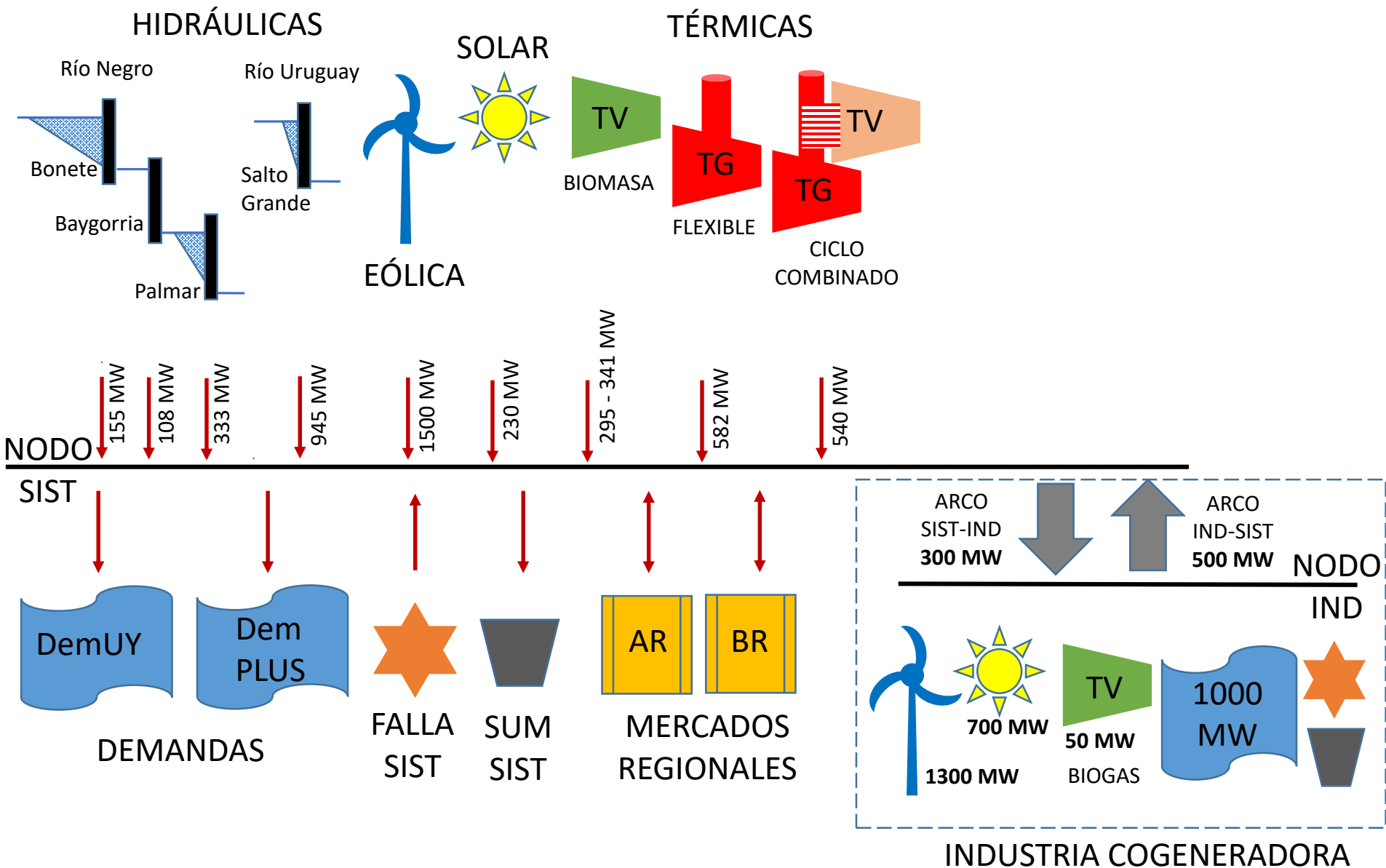
# Sala SimSEE del curso PEGSE (5)



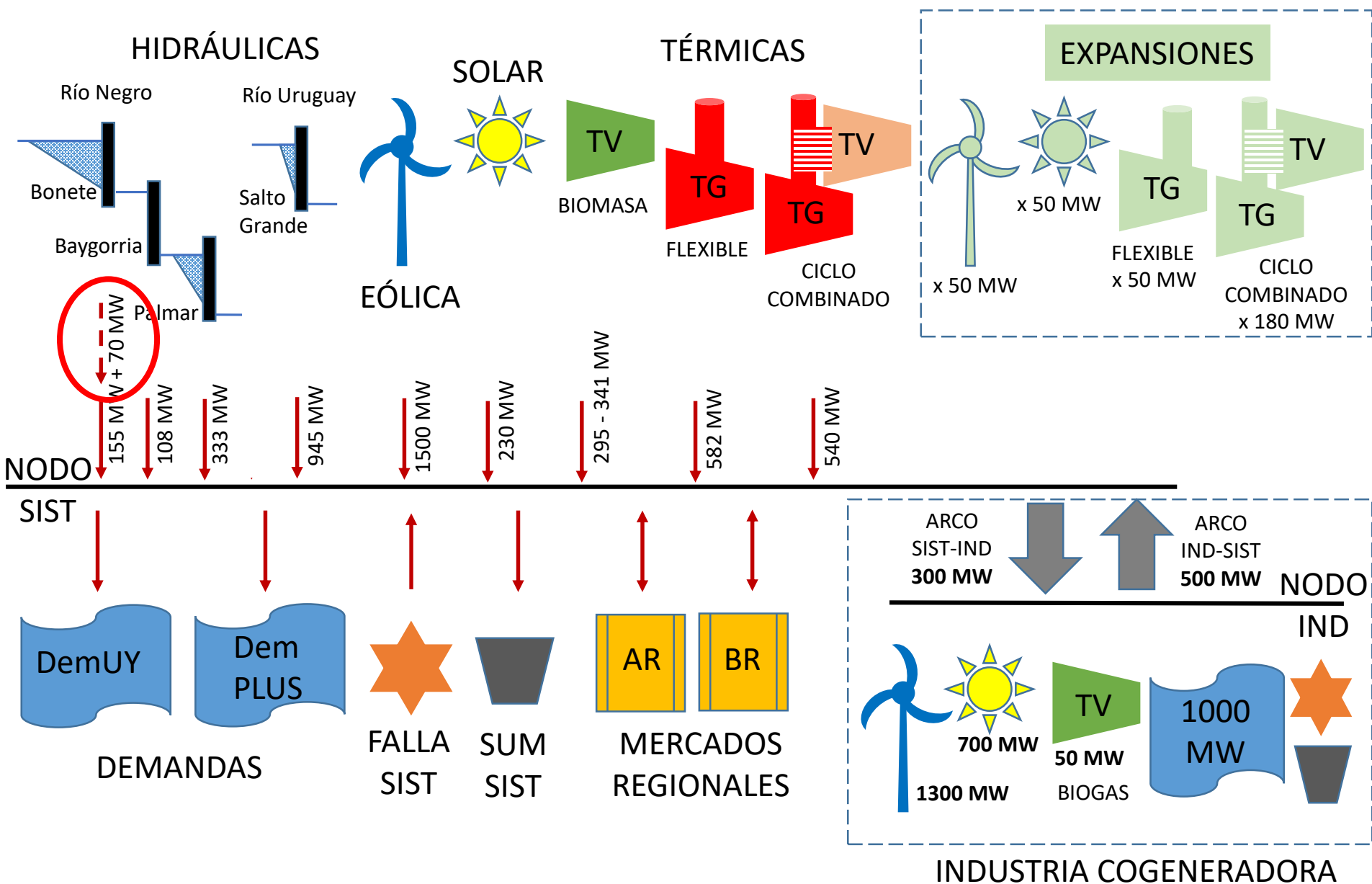
# Sala SimSEE del curso PEGSE (6)



# Sala SimSEE del curso PEGSE (7)



# Sala SimSEE del curso PEGSE (8)



# Mapa de PEGs del Curso 2024

## Tecnologías de Expansión

Los números (xyz) indican el NID del Problema OddFace

| Escenario           | S             | E              | T             | TES            | Descripción del Escenario                                                                                                     |
|---------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BaseB               | EJ-8<br>(867) | -              | -             | PEG5<br>(872)  | Hidráulica, Eólica, Solar, Térmicas y Biomásas de UY 2023 (SG, Bon, Bay, Pal, CC, TGs, Bio, UPM2, etc.). Sin la demanda Plus. |
| BaseA               | -             | -              | -             | PEG6<br>(856)  | BaseB + Demanda Plus.                                                                                                         |
| BaseBsinTESuy       | -             | -              | PEG2<br>(873) | PEG3<br>(870)  | BaseB sacando las Térmicas, Eólica y Solares de UY 2023. En suma solo las Hidráulicas de UY 2023 (SG, Bon, Bay, Pal).         |
| BaseBsinTESuysinPal | -             | -              | PEG1<br>(869) | -              | BaseBsinTESuy + sacando Palmar.                                                                                               |
| BaseAsinTESuy       | -             | -              | -             | PEG4<br>(871)  | Solo las Hidráulicas de UY 2023 (SG, Bon, Bay, Pal). Con la demanda Plus.                                                     |
| BaseAsinESuy        | -             | PEG11<br>(866) | -             | -              | Hidráulicas y Térmicas de UY 2023. Con la demanda Plus.                                                                       |
| BaseABon            | -             | -              | -             | PEG7<br>(857)  | BaseA + ampliación de Bonete en el 2028                                                                                       |
| BaseBInd40          | -             | -              | -             | PEG8<br>(868)  | BaseB + Proyecto Industrial.                                                                                                  |
| BaseAInd40          |               |                |               |                | BaseA + Proyecto Industrial.                                                                                                  |
| BaseA81             | -             | -              | -             | PEG9<br>(862)  | BaseA y se sube la cota de penalización de Bonete a 81 m.                                                                     |
| BaseAOdd            | -             | -              | -             | PEG10<br>(889) | BaseA con PP de Eólica y Solar de Exp en el OddFace bajando 3% por año.                                                       |

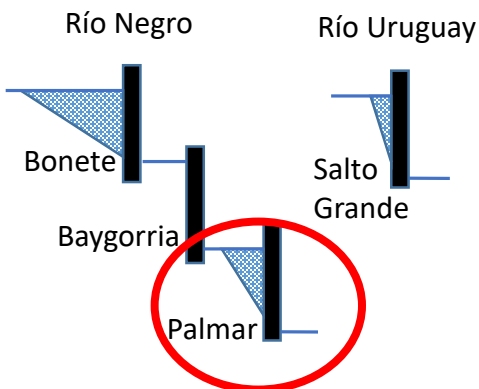
<https://iie.fing.edu.uy/~gcp/PEGs2024/>

**\*En el link se puede bajar la sala, los CF de los escenarios sin expandir y sus planillas simcosto.xlt**

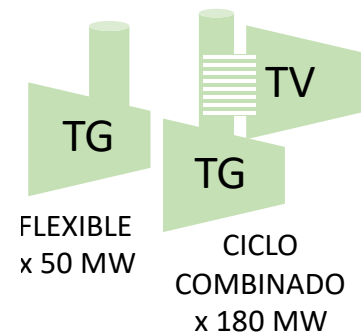
# PEG 1 y 2: Térmica e Hidrotérmica SimSEE

CON/SIN Palmar

## HIDRÁULICAS



## EXPANSIONES



DEMANDAS



FALLA  
SIST



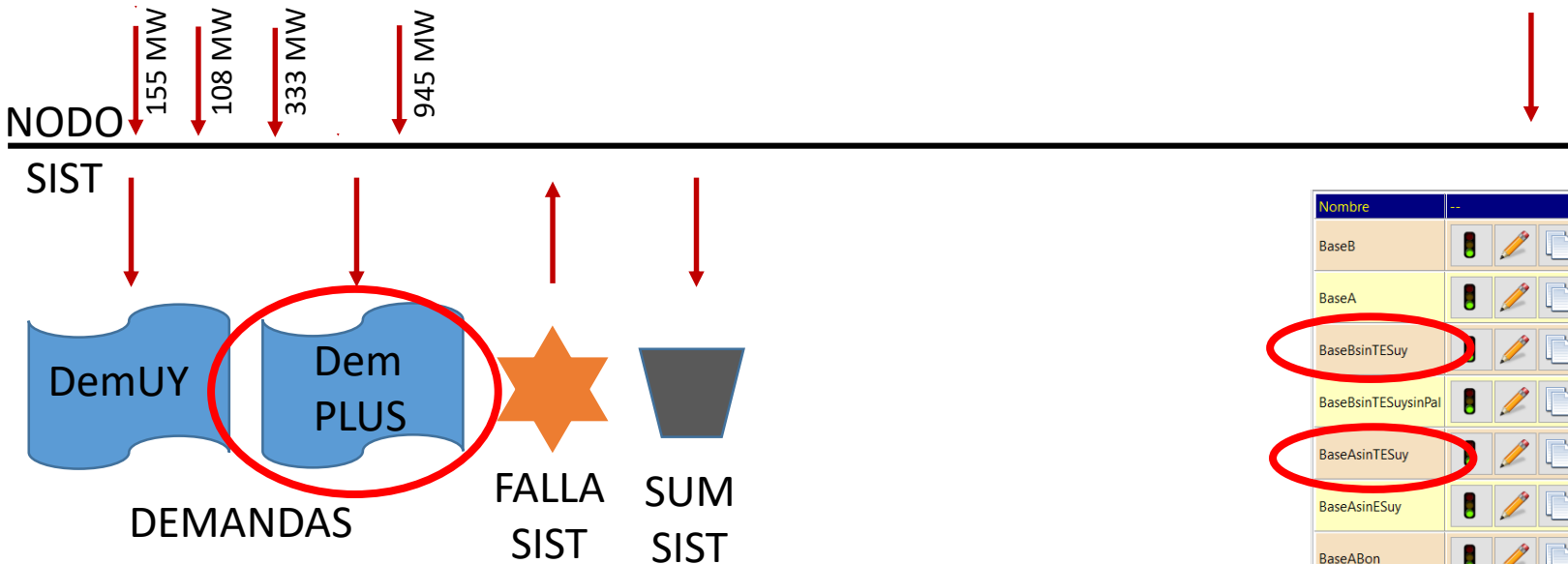
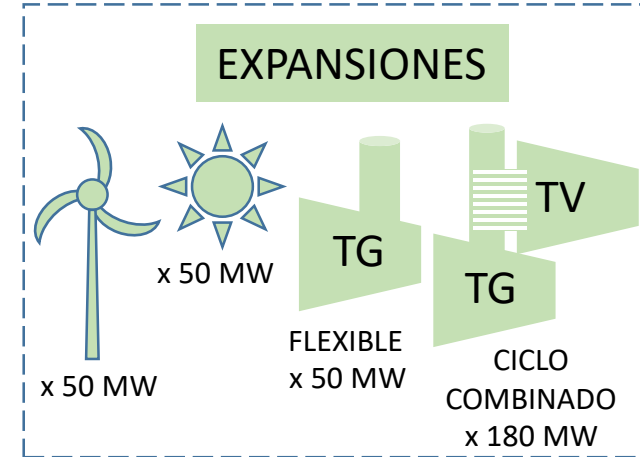
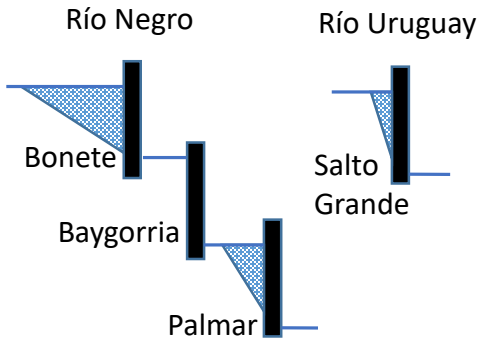
SUM  
SIST

| Nombre              |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|
| BaseB               |  |  |  |  |  |  |
| BaseA               |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuysinPal |  |  |  |  |  |  |
| BaseAinTESuy        |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinESuy        |  |  |  |  |  |  |
| BaseABon            |  |  |  |  |  |  |
| BaseAInd            |  |  |  |  |  |  |
| BaseBInd            |  |  |  |  |  |  |

# PEG 3 y 4: Eólica, Solar y Térmica

CON/SIN la DemPlus

## HIDRÁULICAS

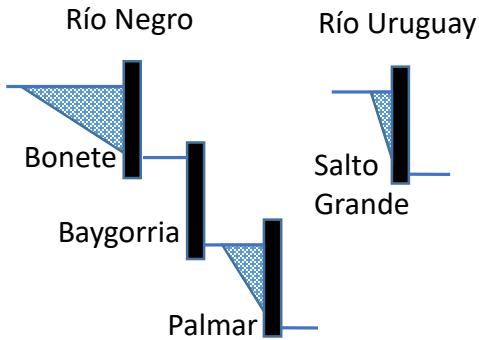


| Nombre              | --                                                                                    |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| BaseB               |    |    |    |    |    |    |    |
| BaseA               |   |   |   |   |   |   |   |
| BaseBsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuysinPal |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinESuy        |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseABon            |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAInd            |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBInd            |  |  |  |  |  |  |  |

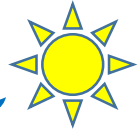
# PEG 5 y 6: Eólica, Solar y Térmica

CON/SIN la DemPlus

## HIDRÁULICAS



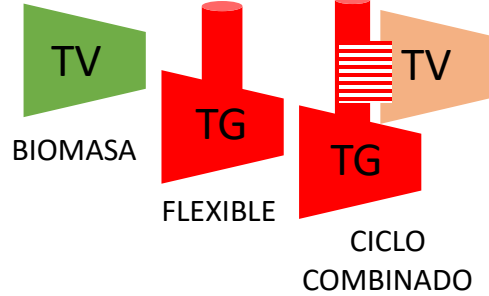
## SOLAR



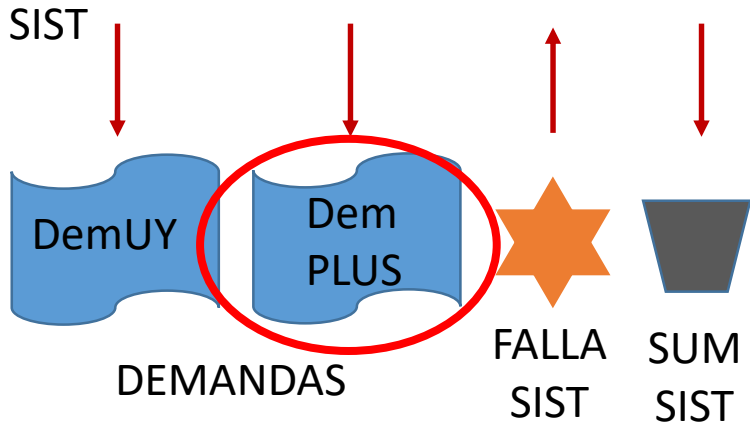
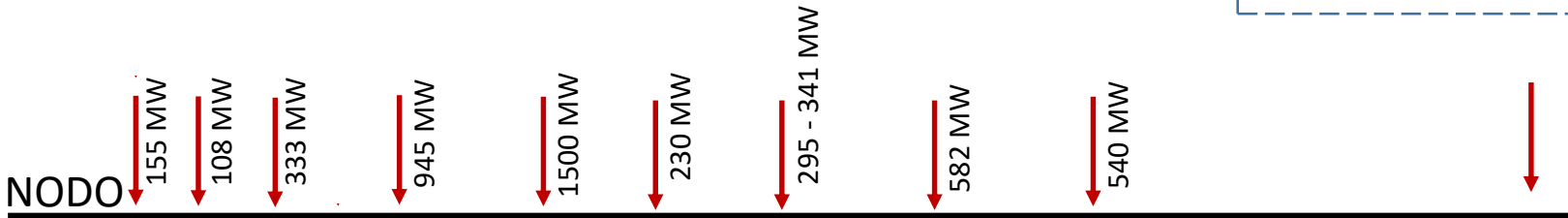
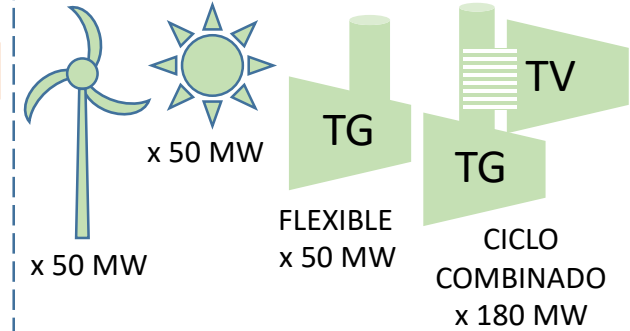
## EÓLICA



## TÉRMICAS



## EXPANSIONES



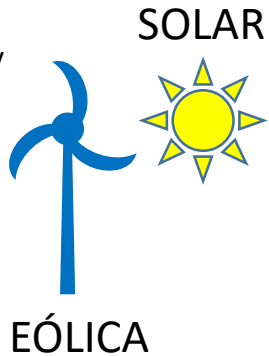
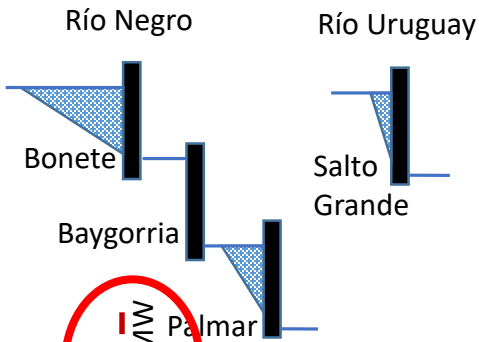
Estudio de  
Costos de  
Arrepentimiento

| Nombre              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| BaseB               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseA               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuysinPal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinESuy        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseABon            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAInd            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBInd            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

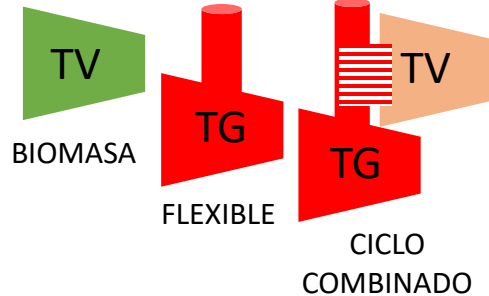
# PEG 7: Eólica, Solar y Térmica

Ampliación Bonete

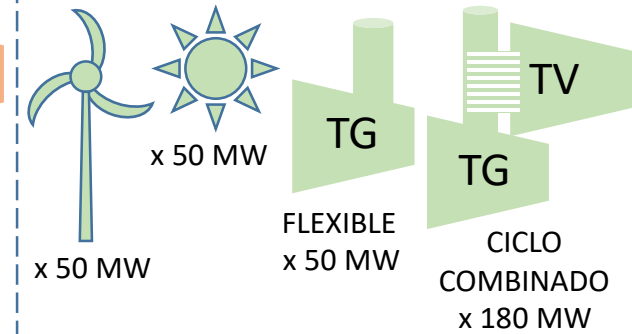
HIDRÁULICAS



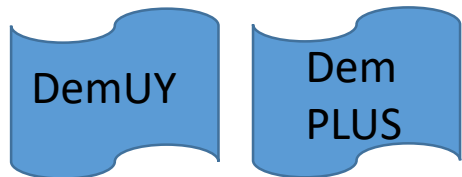
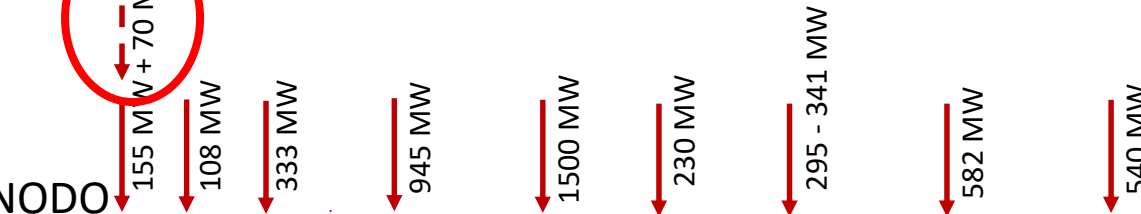
TÉRMICAS



EXPANSIONES



NODO  
SIST



DEMANDAS



FALLA  
SIST

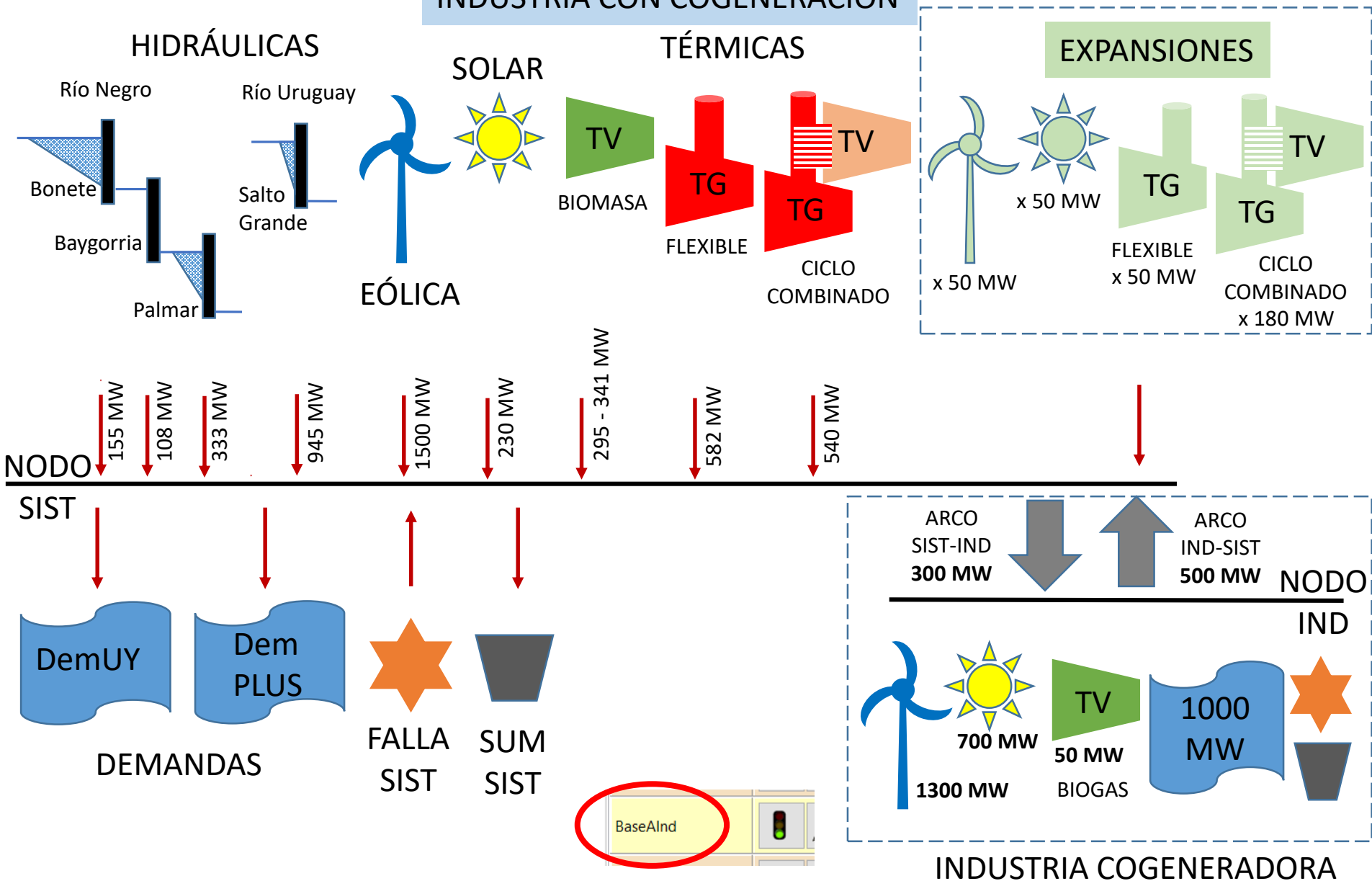


SUM  
SIST

| Nombre              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| BaseB               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseA               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBsinTESuysinPal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAsinTESuy       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseABon            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseAInd            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BaseBInd            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

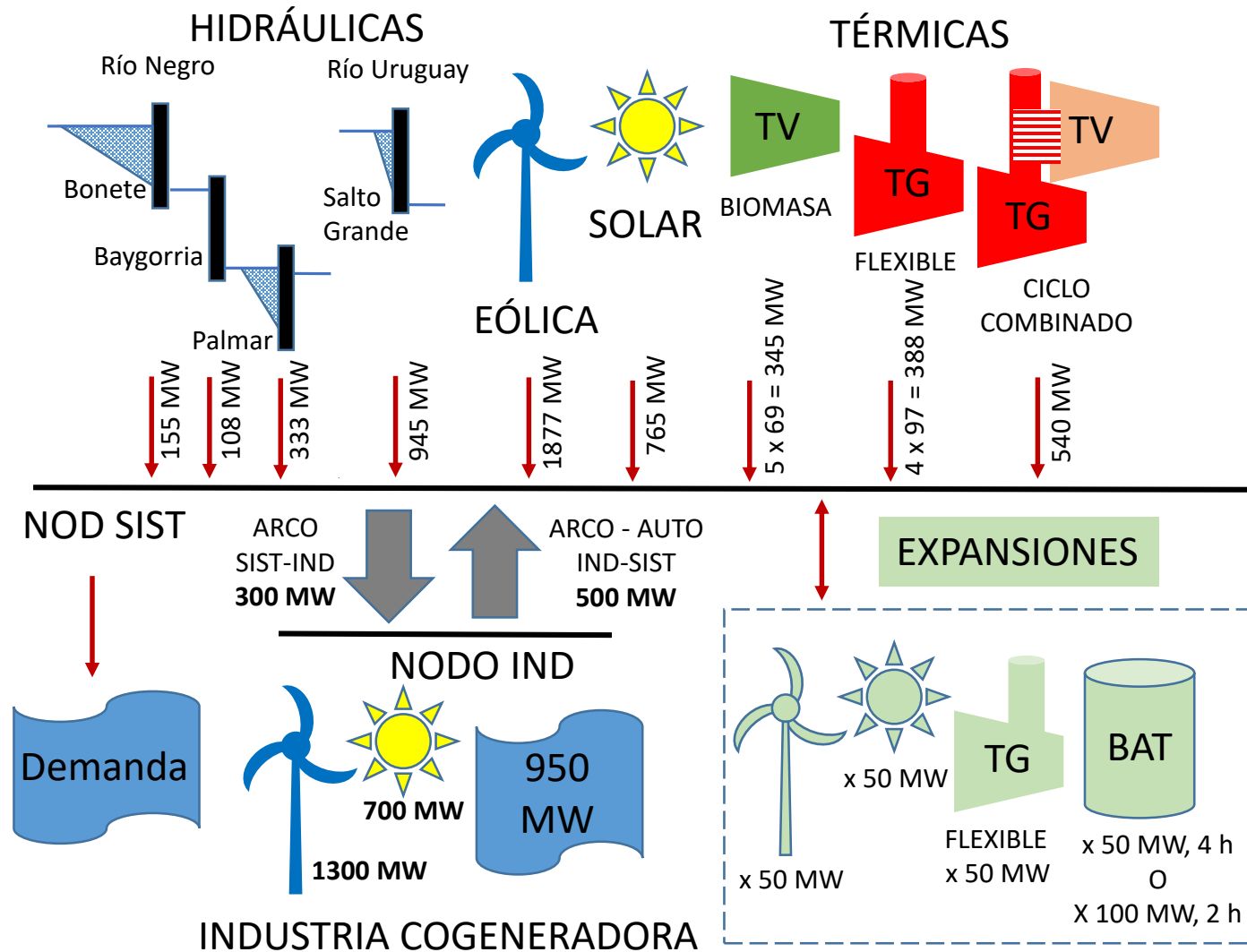
# PEG 8: Eólica, Solar y Térmica

## INDUSTRIA CON COGENERACIÓN



# Sala SimSEE (+ Baterías)

PEGSE2024.es

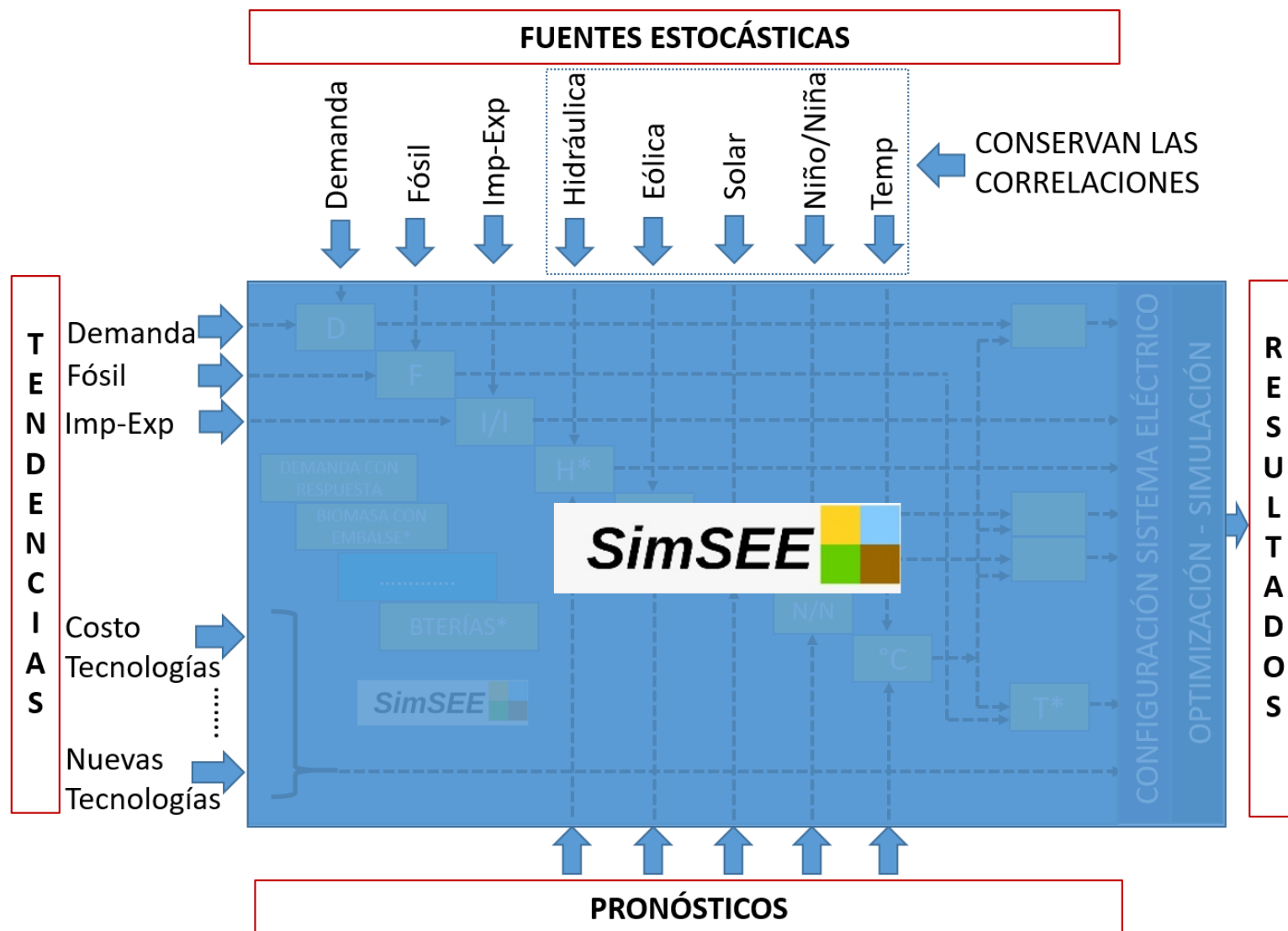


# Plataforma de Optimización Distribuida de Funciones de Alto Costo de Evaluación: OddFace

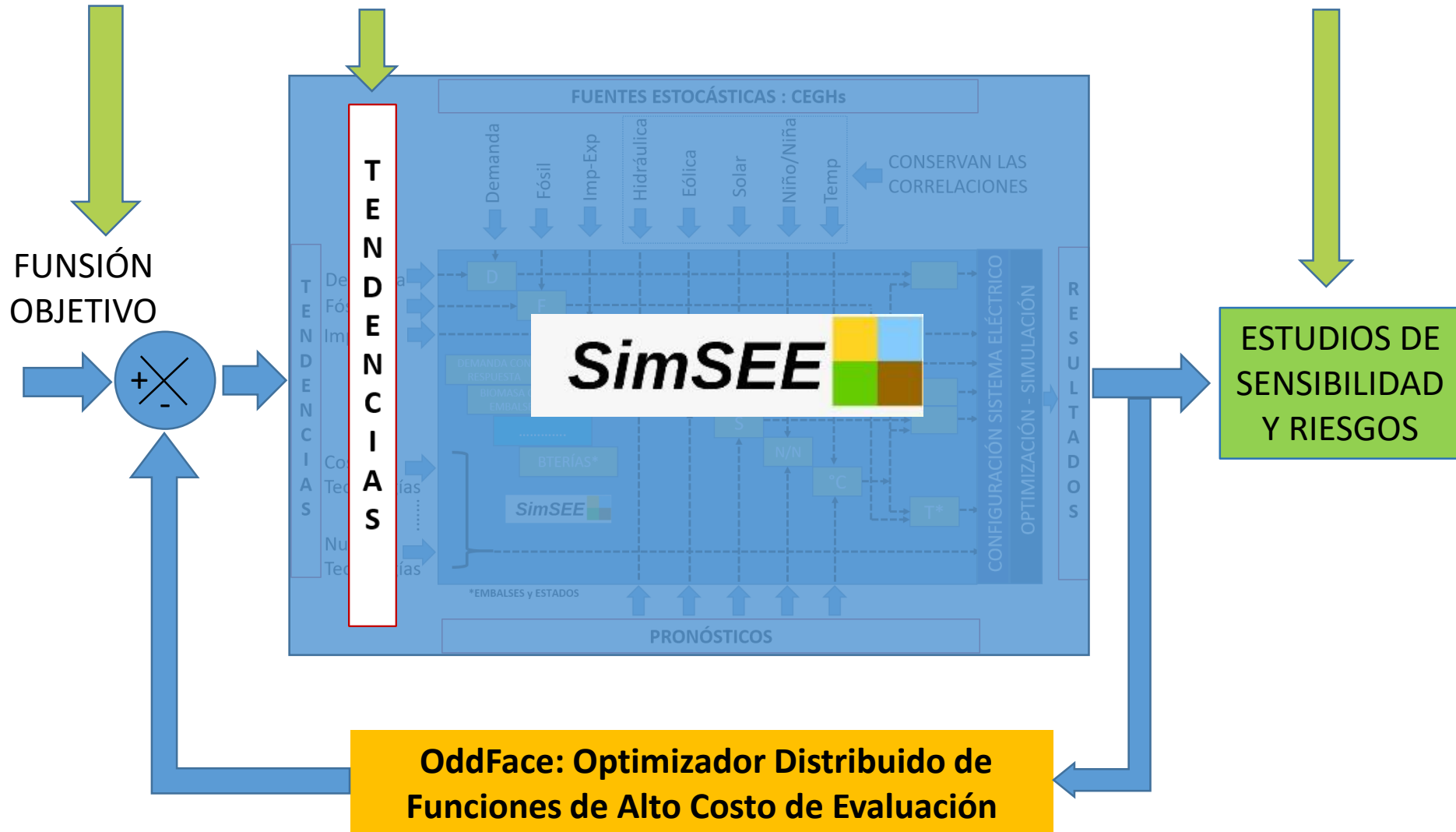


The screenshot shows the SimSEE website interface. The browser address bar displays `simsee.org`. The top navigation bar includes links for **Inicio**, **SimSEE**, **Investigación**, **Descargas**, and **Contacto**. A language selector in the top right corner indicates the **English version**. The main header features the SimSEE logo. Below the header is a large banner image of a dam with water cascading over its spillways. A left and right arrow navigation system is present on the banner. A dropdown menu is open under the **SimSEE** navigation item, listing the following options: **Introducción**, **Usos**, **Capacitación**, and **Documentación**. The **Documentación** option is selected, revealing a sub-menu with the following items: **Volume 1. Manual del Editor**, **Volume 2. Fuentes**, **Volume 3. Actores**, **Volume 4. SimRes3**, **Volume 5. AnalisisSerial**, **Volume 6. OddFace** (highlighted in black), **Registro de cambios**, and **Biblioteca**. Below the banner, the text states: "SimSEE es una plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica. a medida de un sistema de generación, para su aplicación tanto en el largo como en el corto plazo (Operación del Sistema y Simulación del Mercado)." and "SimSEE permite a los diferentes participantes del mercado (o Sistema Eléctrico) realizar distintos tipos de pronósticos, como ser generación". A URL is visible at the bottom left: `https://simsee.org/simsee/verdoc/vol6.php`.

# La “Calculadora”



# PEGSE



# Introducción al problema de la PEG y Principios del buen Planificador

# Resumen

- Potencia y Energía
- Qué es y qué no es la PEG
- Herramientas del curso
- Ejemplo de PEG: Caso Uruguay

# Potencia y Energía (1)

$$V \times A = W$$

## POTENCIA

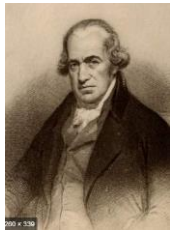
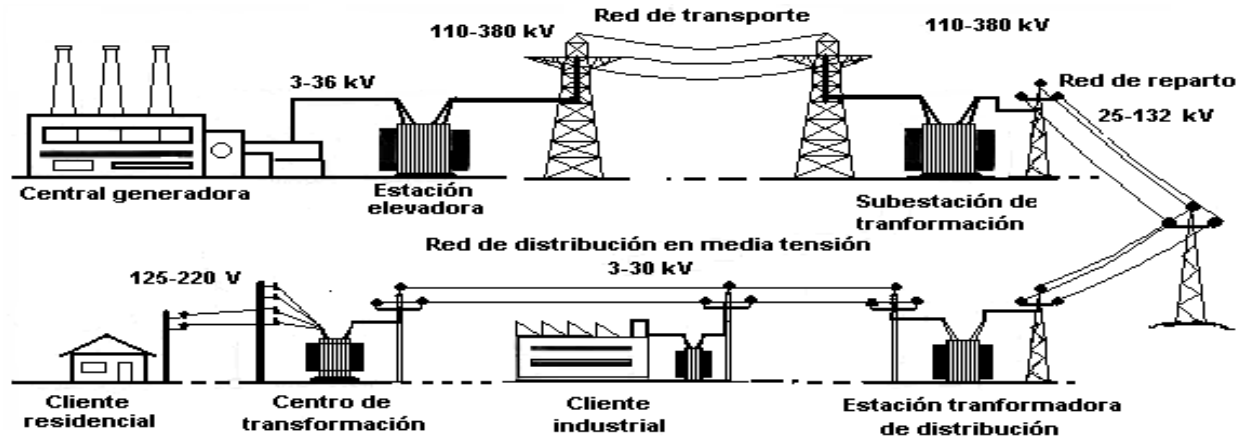
Voltios x Amperios = Watts (Vatios)



Alessandro Volta  
1745-1827



André-Marie Ampère  
1775 – 1836



James Watt  
1736-1819

$$W \times h = Wh$$

## ENERGÍA

Watts x horas = Vatios hora

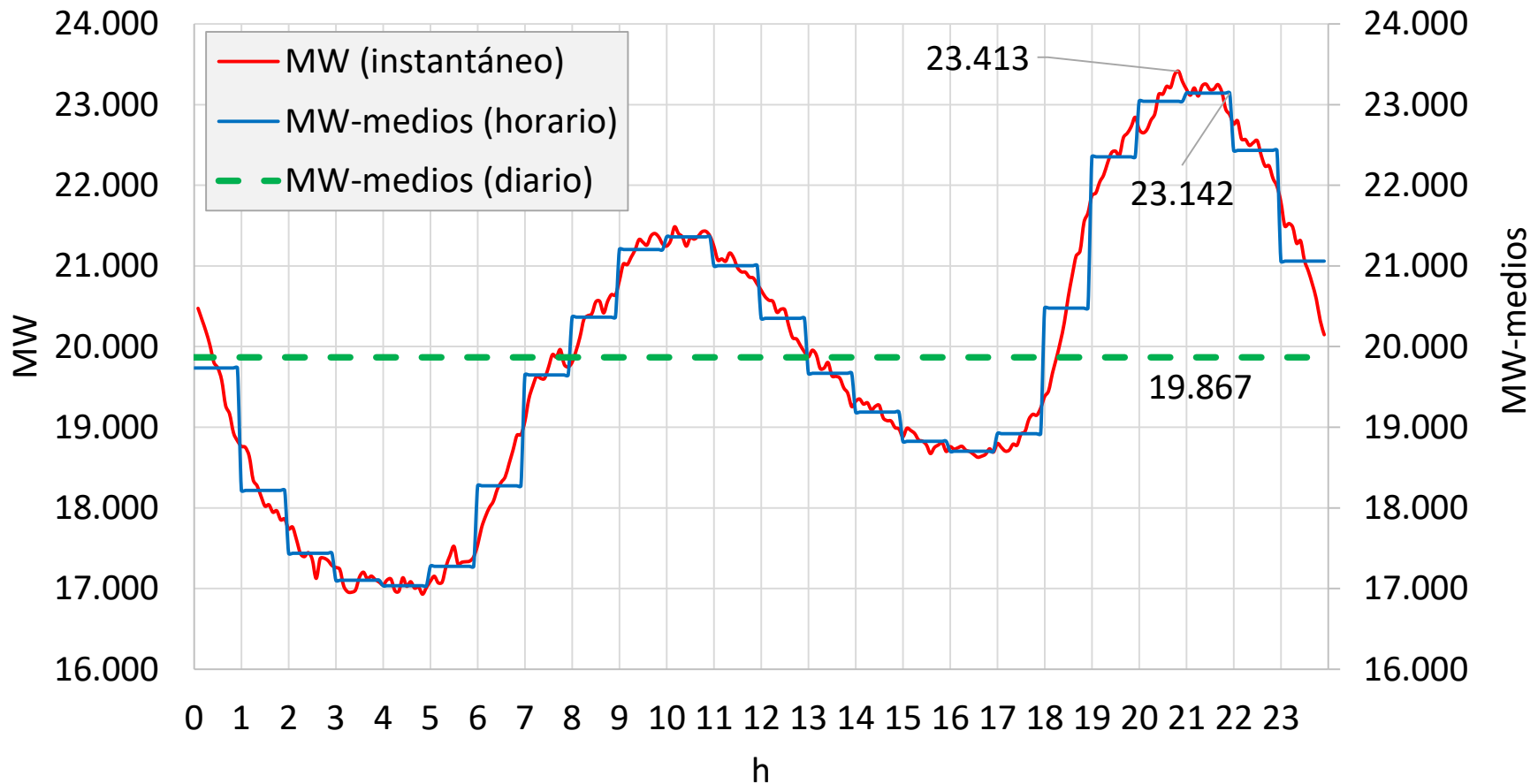


# Potencia y Energía (2)

| Nº de Factura                     | Fecha de Emisión | Próx. Vencimiento | Detalle de Facturación                   |                 |
|-----------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------------|-----------------|
| B 1412300                         | 29/03/2022       | 11/05/2022        | CONCEPTO                                 | IMPORTE         |
| Titular de la Cuenta              |                  |                   | CARGO FIJO                               | 431,50          |
| Dirección del Servicio            |                  |                   | CARGO POTENCIA CONTRATADA                |                 |
| Acuerdo de Servicio               |                  |                   | 8,000 kW x \$74,00                       | 592,00          |
| Período de Consumo Eléctrico      |                  |                   | CARGO ENERGÍA MENSUAL                    |                 |
| Tarifa Aplicada                   |                  |                   | Punta días hábiles 15,00 kWh x \$10,3    | 155,25          |
| Residencial Doble Horario         |                  |                   | Punta NO hábiles 6,00 kWh x \$4,147      | 24,88           |
| Tipo de Zona Eléctrica            |                  |                   | Fuera de Punta 109,000 kWh x \$4,147     | 452,02          |
| Potencia Contratada (kW)          |                  |                   | Energía Reactiva: -10,35% x \$180,13     | -18,64          |
| Consumo Activo (kWh)              |                  |                   | Bonificación envío de factura por e-mail | -23,00          |
| ADT 1 - Urbana                    |                  |                   |                                          |                 |
| densidad alta                     |                  |                   |                                          |                 |
| 8                                 |                  |                   |                                          |                 |
| 130                               |                  |                   |                                          |                 |
| Información de Medidores          |                  |                   |                                          |                 |
| Tipo de Energía                   | Lectura Anterior | Lectura Actual    | Consumo (kWh)                            | Tipo de Lectura |
| Med 810794347                     |                  |                   |                                          |                 |
| Punta                             | 2133             | 2154              | 21                                       | Regular         |
| Fuera de Punta                    | 25028            | 25137             | 109                                      | Regular         |
| Reactiva                          | 10285            | 10303             | 18                                       | Regular         |
| Información de Interés            |                  |                   |                                          |                 |
| Factura en Sistema de Débito BROU |                  |                   |                                          |                 |
| SUBTOTALES                        |                  |                   |                                          |                 |
| Importe No Gravado                |                  |                   |                                          | 408,50          |
| Importe Gravado 22%               |                  |                   |                                          | 1.205,51        |
| IVA Tasa Básica 22%               |                  |                   |                                          | 265,21          |
| Redondeo                          |                  |                   |                                          | -0,22           |
| Total                             |                  |                   |                                          | 1.879,00        |
| TOTAL CARGOS DEL MES              |                  |                   |                                          | 1.879,00        |
| DEUDA ANTERIOR                    |                  |                   |                                          | 0,00            |
| IMPORTE TOTAL                     |                  |                   |                                          | \$1.879,00      |

# Potencia y Energía (3)

Demanda: Potencia instantánea y Potencias medias horaria o diaria

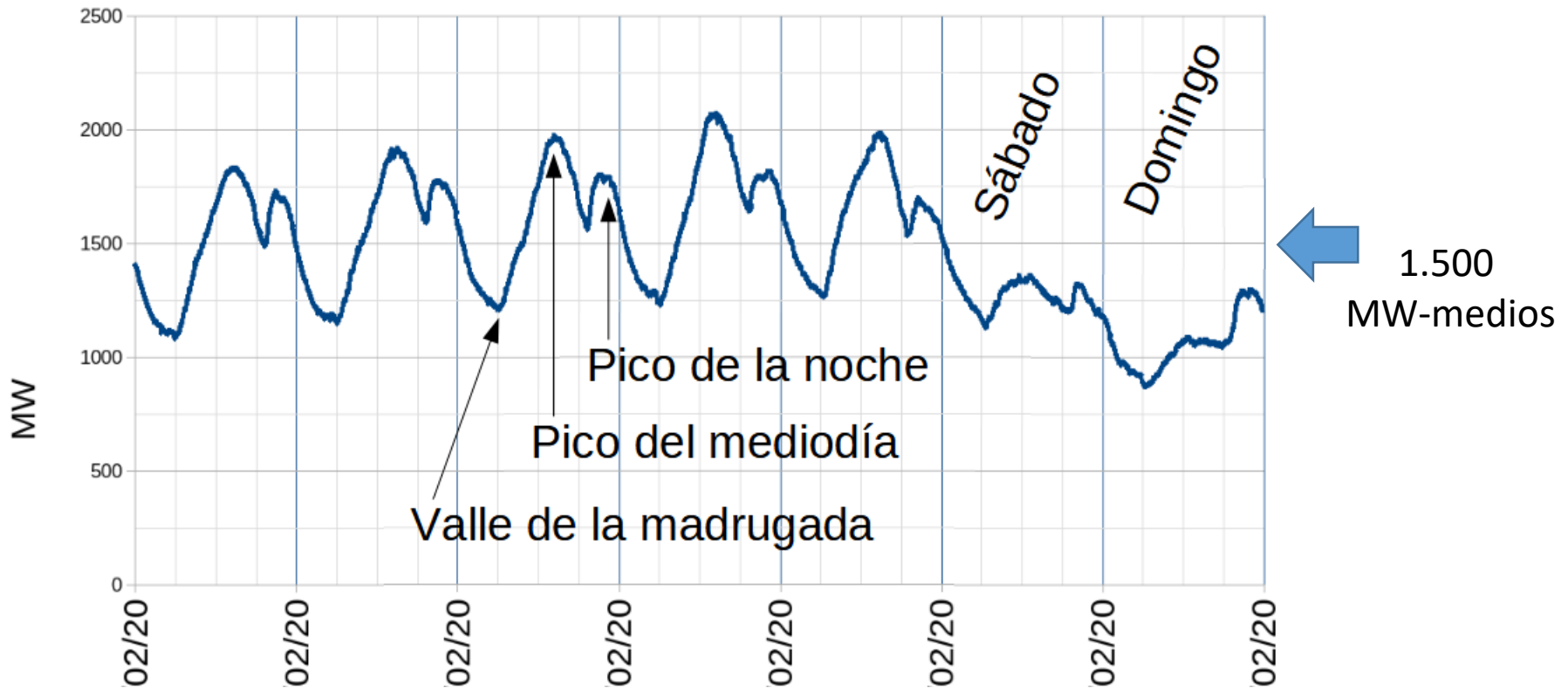


$$\text{MW-medios} \times \text{h/paso} = \text{MWh/paso de ENERGÍA}$$

Máxima ENERGÍA horaria -> 23.142 MW-medios x 1 h = 23.142 MWh = 23.1 GWh

ENERGÍA diaria -> 19.867 MW-medios x 24 h = 476.808 MWh = 476.8 GWh

# Potencia y Energía (4)



ENERGÍA anual  $\rightarrow$  MW-medios  $\times$  365 días/año  $\times$  24 h/día = MWh

1.500 MW-medios  $\times$  8.760 h/año = 13.140 MWh = 13.1 GWh

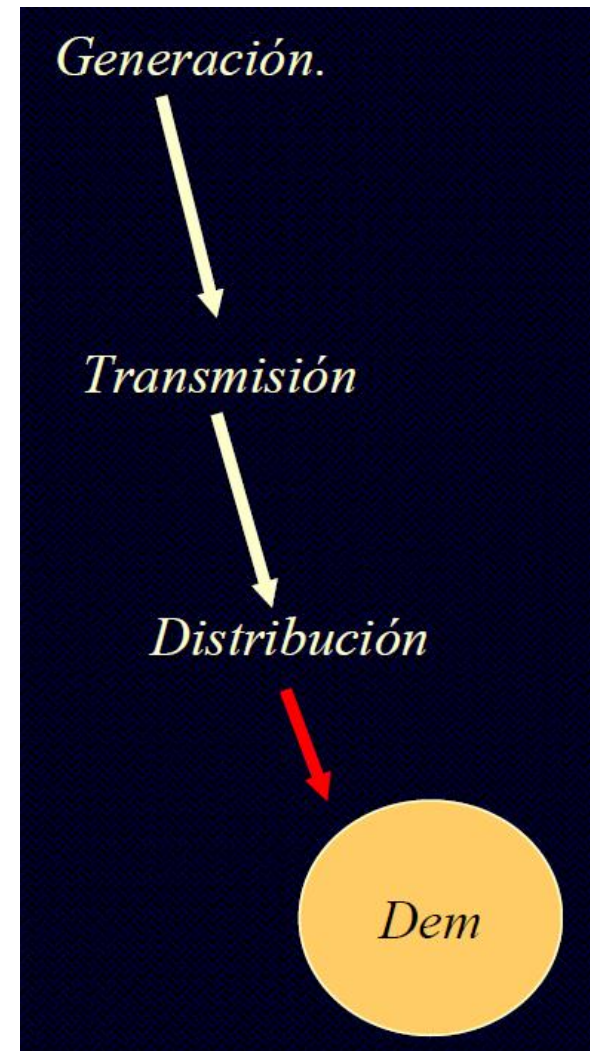
# Sistema de Energía Eléctrica



# Planificación de la Expansión de la Generación

## Objetivo:

Determinar **qué, cuánto y cuándo** instalar infraestructura de generación de energía eléctrica de tal forma de **abastecer los requerimientos** de energía y potencia de un Sistema Eléctrico, **al menor costo** posible, con suficiente **evaluación de los riesgos** y en condiciones de **calidad aceptable**.



# ¿Y la transmisión, y la, y el ....?

Uno de tantos ejemplos....

**State-of-the-art generation expansion planning: A review**

Nikolaos E. Koltsaklis\*, Athanasios S. Dagoumas.

Energy & Environmental Policy Laboratory, School of Economics, Business and International Studies, University of Piraeus, 18532 Piraeus, Greece

- Integration of generation and transmission power system, placing special emphasis on the role of electricity trade.
- Consideration of risk assessment in generation expansion planning.
- Integration of electric vehicles in power systems.
- Integration of long-term GEP with short-term power systems operation.
- Power and natural gas systems interdependence.
- Energy storage and demand-side impacts on GEP.
- Policy implications on power investments, highlighting the role of supply of security.



# Ejes principales de la PEG

- Hipótesis
- Recursos
- Modelar y Simular
- **Qué, cuánto y cuándo**
  - Riesgo
  - Costos de Arrepentimiento.

El **cómo** es **OTRA** dimensión  
que no debería cambiar la **EXPANSIÓN**

# Horizontes de tiempo y la PEG

- Reserva Operativa (2 % de la Demanda; < 10 minutos).
  - Reserva 10 minutos (2 % de la Demanda; 10 a 20 minutos).
  - Reserva Fría (3% de la Demanda; 20 minutos).
  - Seguimiento de la Demanda Horaria (MANUAL...AGC).
  - Planificación Semanal (Pronósticos de T, recursos, Inter...).
  - Programación Estacional (seis meses)(Pronósticos climáticos).
  - Garantía de Suministro (decenas de años)(reglamentación).
  - PEG (decenas de años).
- 
- } AUTOMÁTICO  
EN CENTRAL

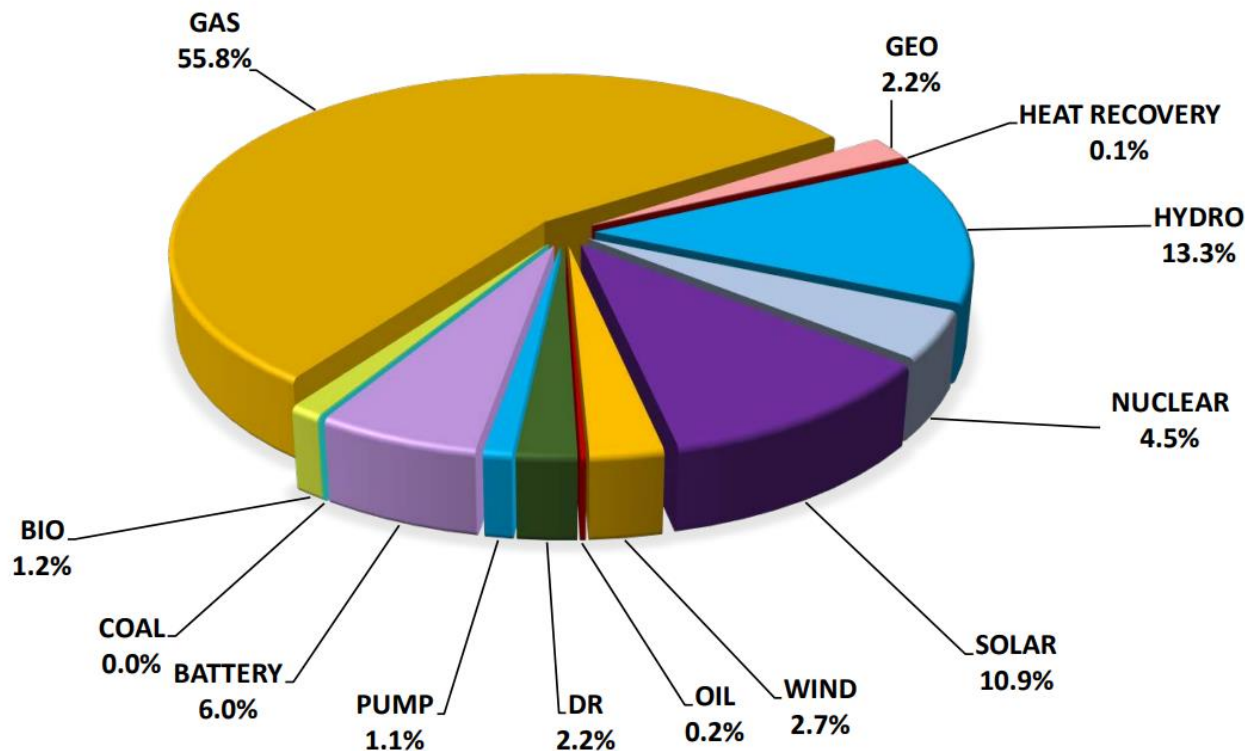
} OPERADOR EN  
DESPACHO  
CENTRALIZADO

} ESTUDIOS DE  
MEDIANO Y  
LARGO PLAZO

**PEG**

Esto no es exactamente PEG...pero hay que saberlo...y de hecho está en la “calculadora”

2022 CAISO Summer Maximum On-Peak Available Capacity

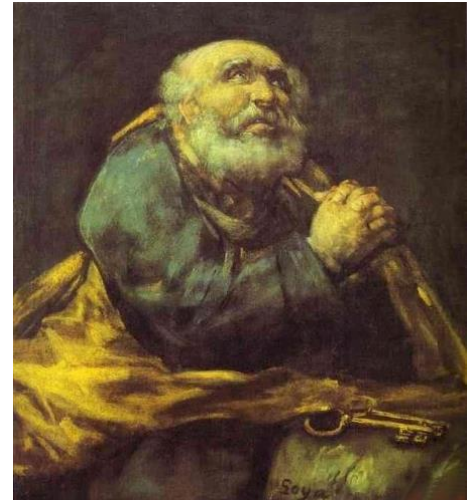


<http://www.caiso.com/Documents/2022-Summer-Loads-and-Resources-Assessment.pdf>

# Escenarios e Hipótesis

## Planificar = Hipótesis y más hipótesis...

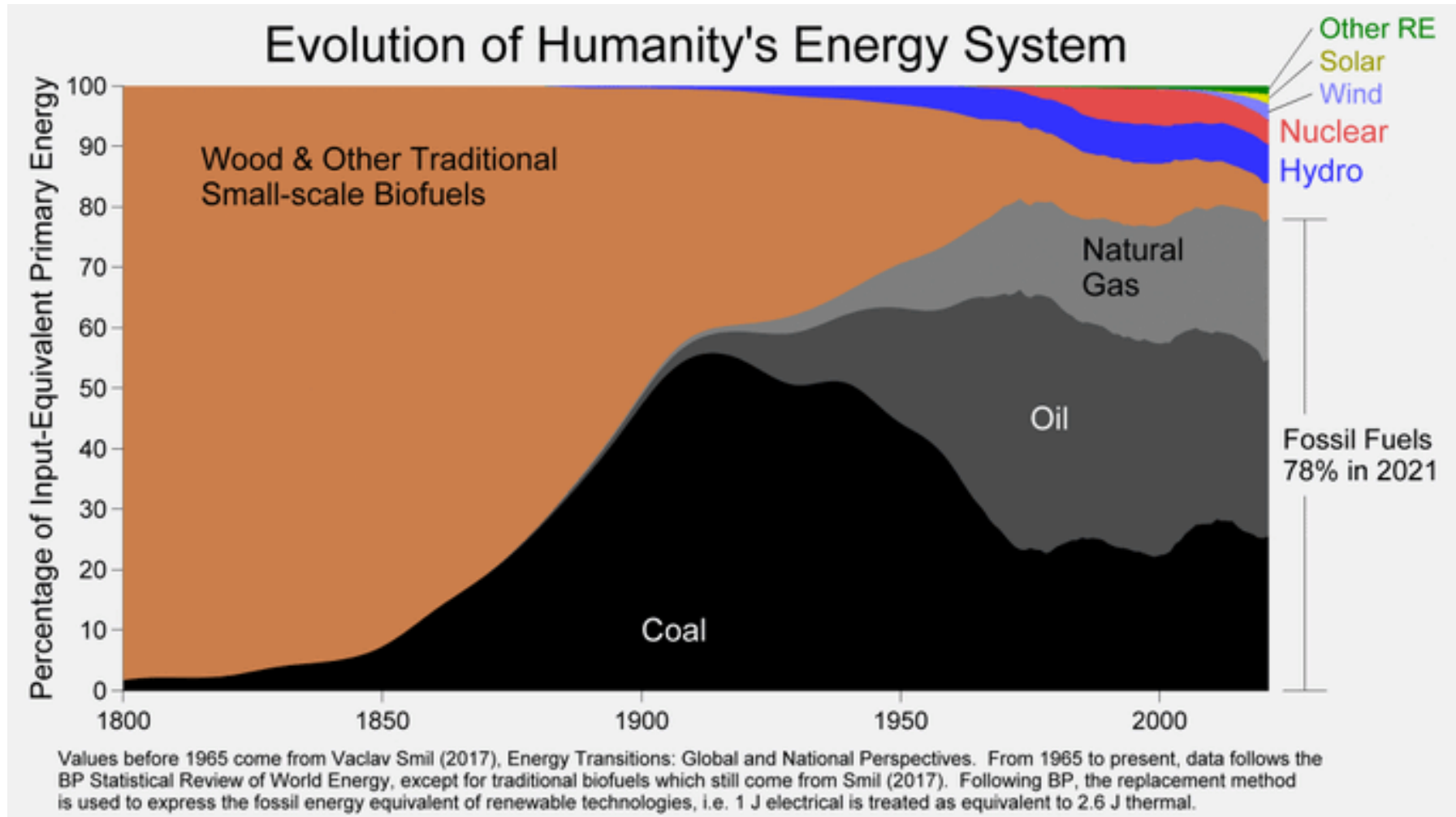
- Geopolítica de mediano y largo plazo.
- Intercambio regional de energía.
- Costo de los combustibles fósiles.
- Costos de las tecnologías.
- Crecimiento de la demanda.
- Eventos extraordinarios o poco frecuentes.
- Disrupciones tecnológicas.



PEG

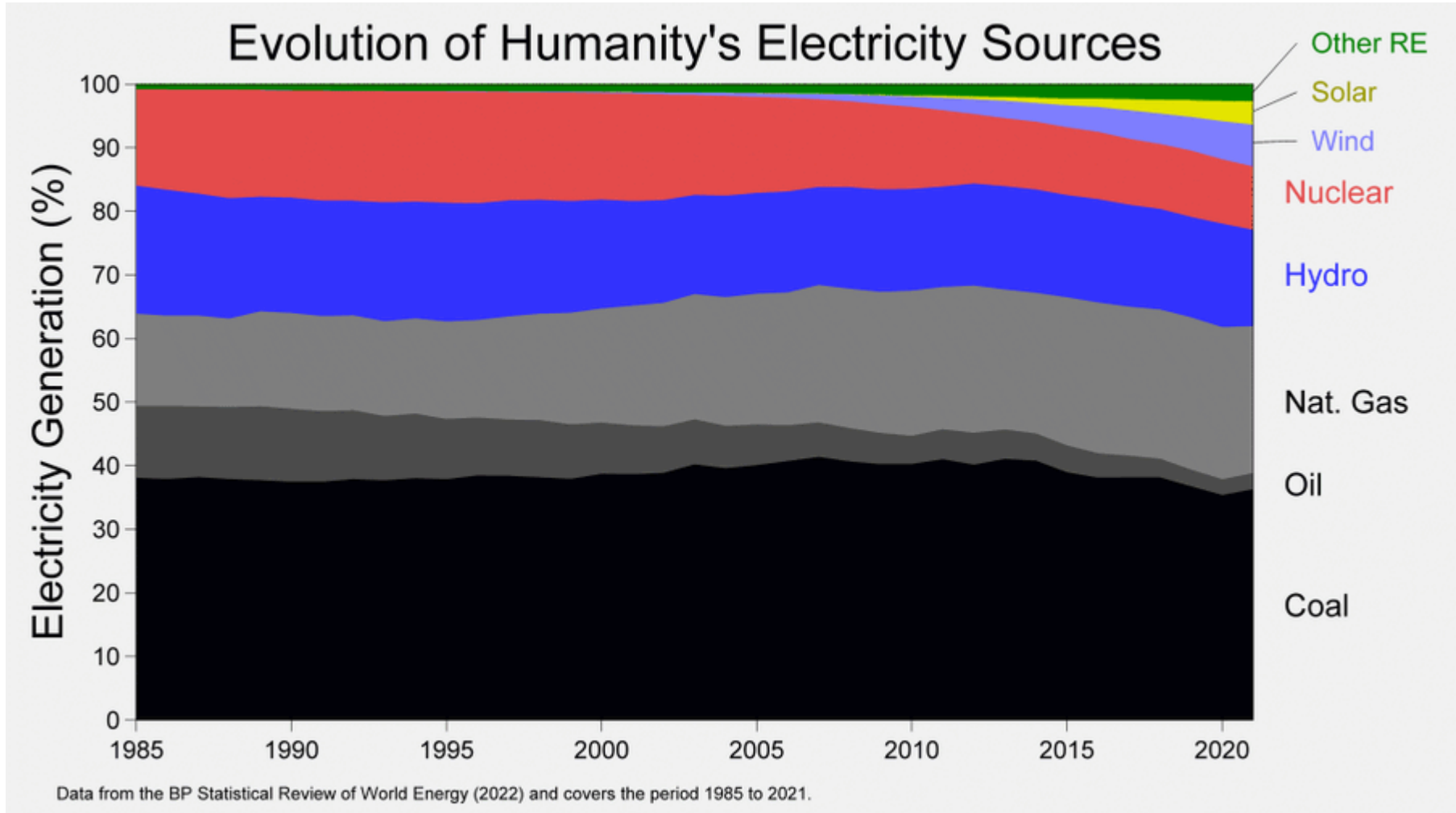
...y el diario del LUNES

# Perspectiva histórica: Recién empieza la Desarbonización...



<https://twitter.com/RARohde/status/1547181637326209024?t=jyzj13r4txdZB3MpWCxtjw&s=08>

# La Ansiedad es mala consejera: Cambios lentos, pero cambios al fin...



<https://twitter.com/RARohde/status/1547181637326209024?t=jyzjl3r4txdZB3MpWCXtjw&s=08>

# Ver el entorno: Demanda se estanca...

Total primary energy supply  
Mtoe

Europa



1950.57

↓ -6.89% from 1990

Electricity final consumption  
TWh



3837.89

↑ 25.97% from 1990

Total CO2 emissions  
Mt of CO2



3816.76

↓ -26.25% from 1990

CO2 emissions per capita  
t CO2/capita



5.49

↓ -32.72% from 1990

Norte América



2702.06

↑ 20.12% from 1990



5056.23

↑ 45.67% from 1990



5734.85

↑ 4.86% from 1990



11.66

↓ -22.21% from 1990

<https://www.iea.org/>

# Demanda Crece...

Total primary energy supply  
Mtoe

Asia Pacífico

6213.16

↑ 184.76% from 1990

Electricity final consumption  
TWh

11985.49

↑ 435.29% from 1990

Total CO2 emissions  
Mt of CO2

16550.39

↑ 238.19% from 1990

CO2 emissions per capita  
t CO2/capita

3.96

↑ 138.55% from 1990

Mediano Oriente

82849.6544

↑ 110.60% from 1990

1059.6

↑ 417.18% from 1990

1754.28

↑ 227.49% from 1990

7.22

↑ 71.50% from 1990

África

857.03

↑ 122.82% from 1990

732.39

↑ 155.63% from 1990

1262.86

↑ 140.00% from 1990

0.9657

↑ 15.10% from 1990

# Demanda Crece...

Total primary energy supply  
Mtoe

**Centro y Sud América**

645.42

↑ 89.66% from 1990

Electricity final consumption  
TWh

1109.47

↑ 154.82% from 1990

Total CO2 emissions  
Mt of CO2

1107.33

↑ 91.81% from 1990

CO2 emissions per capita  
t CO2/capita

2.14

↑ 32.92% from 1990

**Eurasia**

953.51

↓ -11.16% from 1990

1246.21

↑ 2.71% from 1990

2092.44

↓ -22.61% from 1990

8.91

↓ -29.57% from 1990

**Mundo**

14485.75

↑ 65.79% from 1990

25027.28

↑ 129.67% from 1990

33621.53

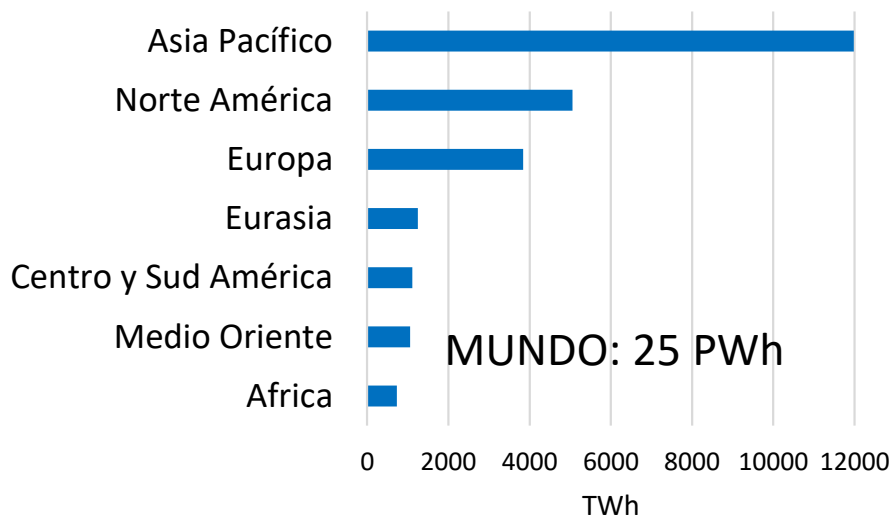
↑ 63.92% from 1990

4.39

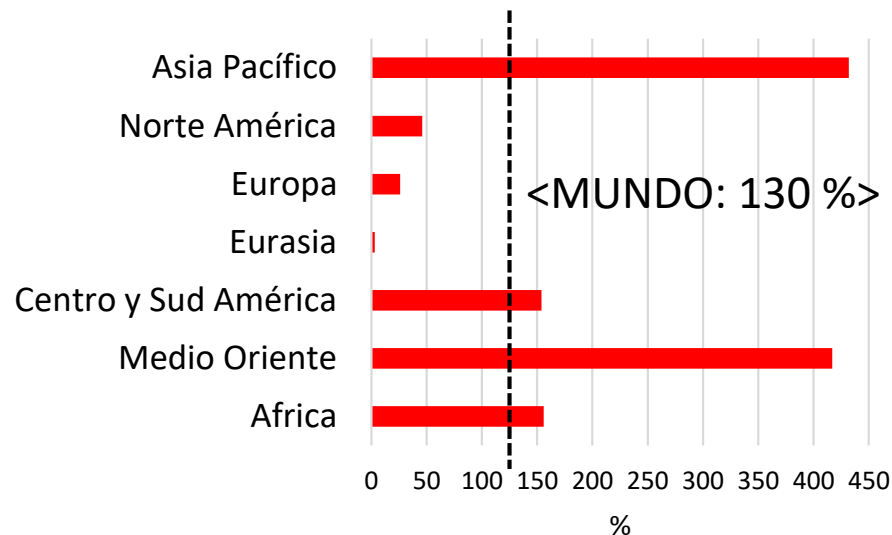
↑ 13.14% from 1990

# Quién es Quién

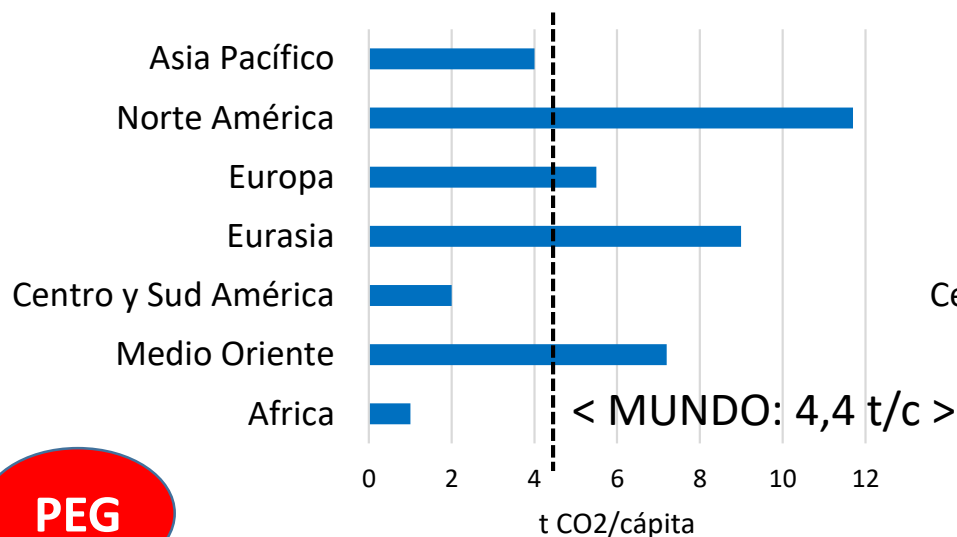
Consumo de energía eléctrica 2019



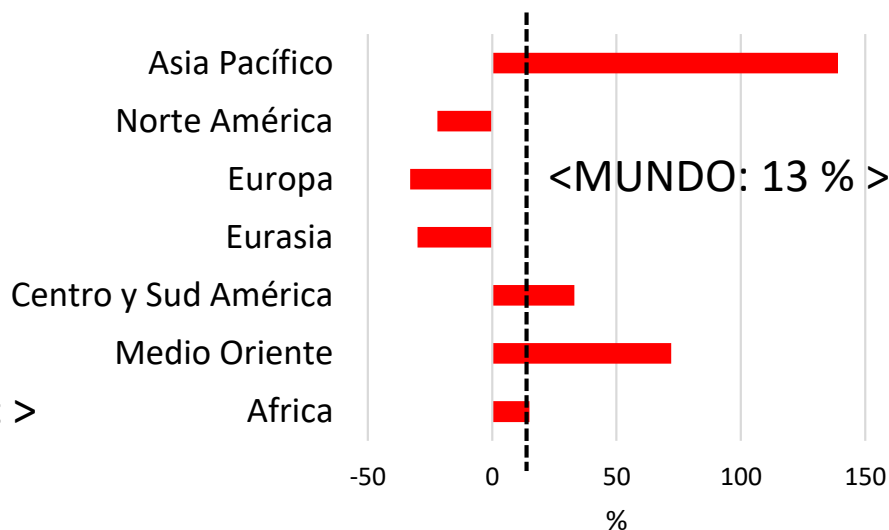
% de crecimiento desde 1990



Emisión de CO2 en 2019

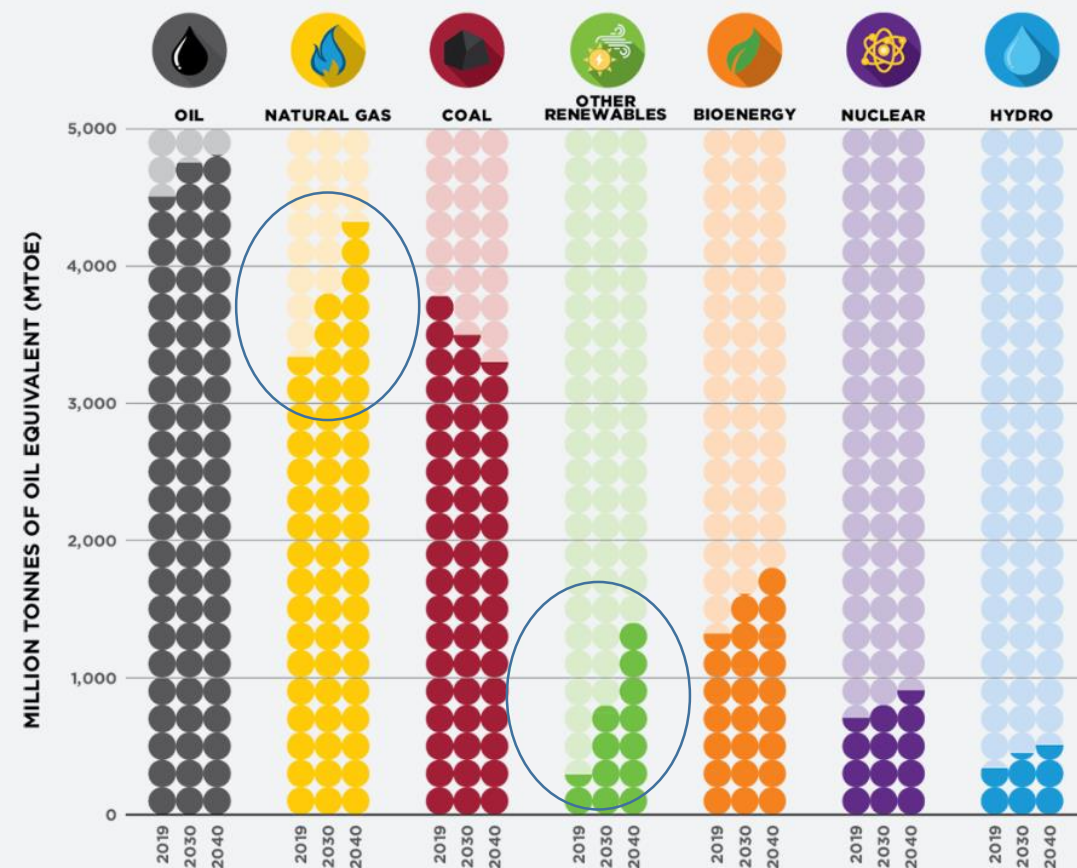


% de crecimiento desde 1990



PEG

# Al 2040...todo cambia...un poco



## Energy Consumption by the Numbers

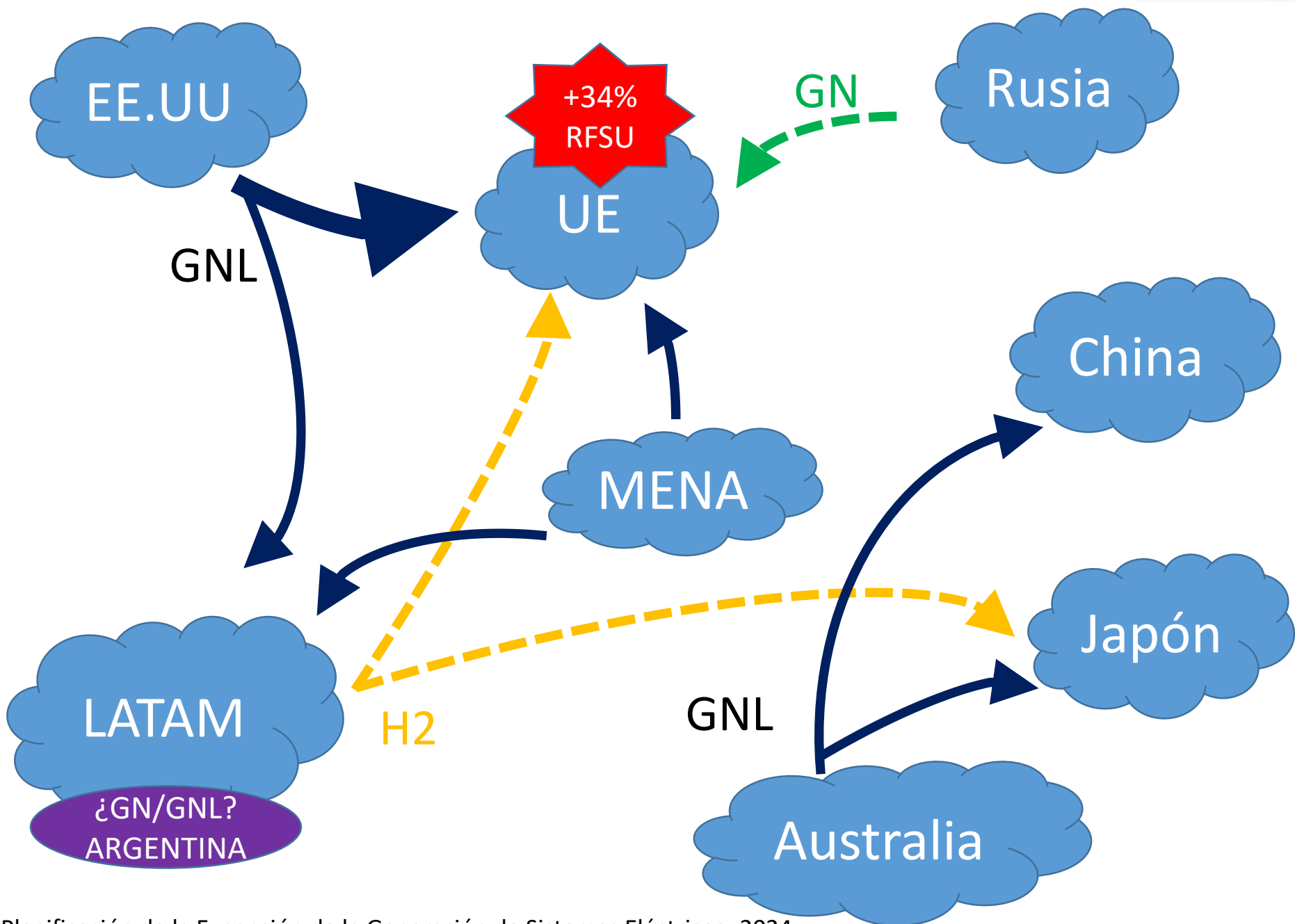
The IEA's annual projections indicate global energy demand will continue to increase as the world grows and reduces poverty. In its 2021 report, the IEA projects that by 2040:

- 8.5 billion: Global population is expected to grow an additional .5 billion; from 8 billion in 2020 to over 8.5 billion in 2030. Increased energy demand coming from emerging markets and developing economies.
- 21%: World energy supply is forecast to increase 21%
- 2 times more: The world would need twice as much energy as it produces today if it weren't for continuous improvements in energy efficiency.
- 22%: Natural gas demand up by 22%. Many nations are looking to natural gas for affordable and reliable electrical power generation that produces lower emissions than coal.
- 16%: Total oil demand increase. While use of oil for transportation will peak, growth in petrochemicals means more oil will be needed in the future.
- 52%: growth in global electricity generation. Currently 772 million people worldwide still live without access to electricity.

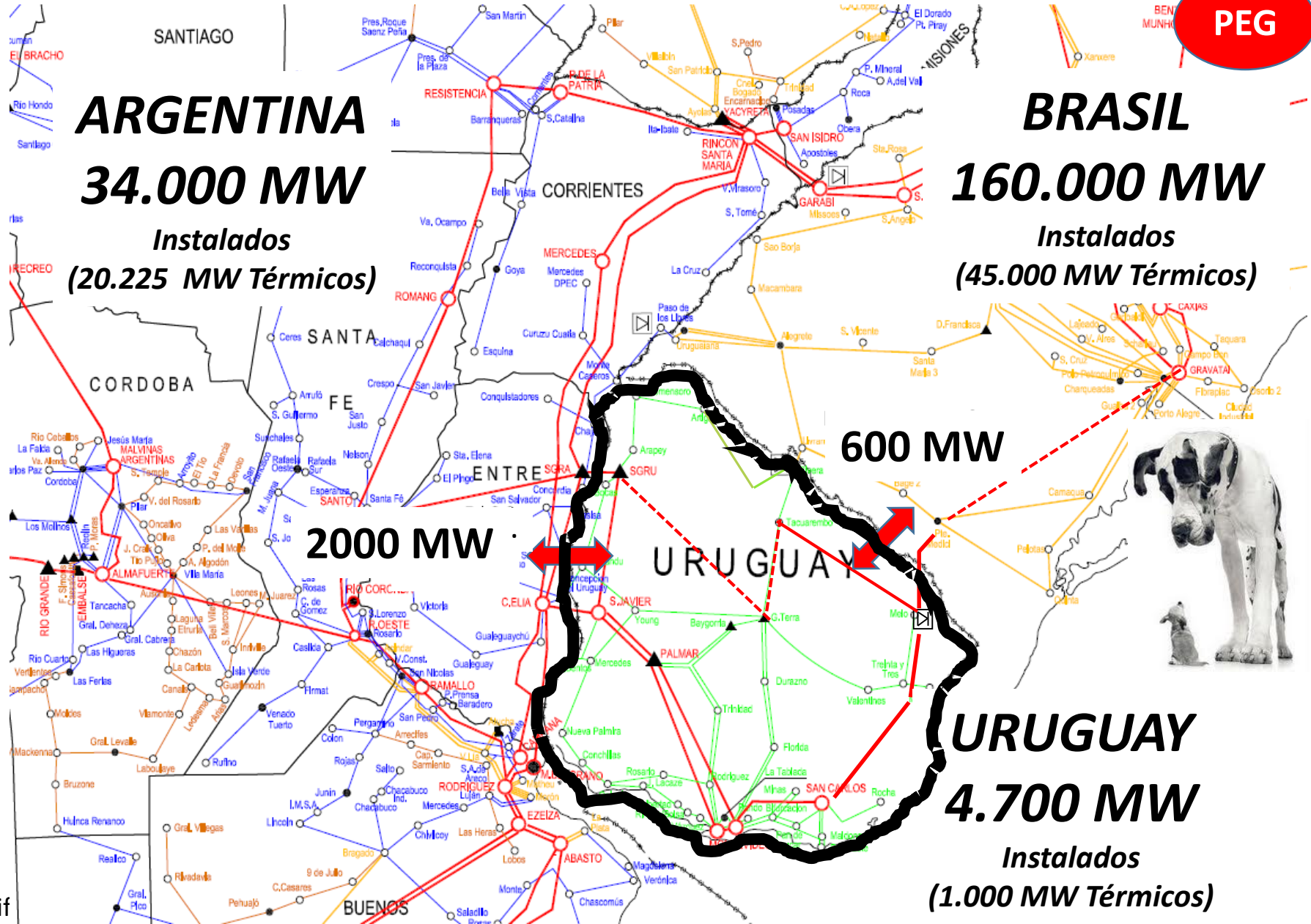
**¡Al 2040 52 % de aumento de la Generación Eléctrica!**

PEG

<https://www.capp.ca/energy/world-energy-needs/>



# Integración vs. Riesgo y Soberanía



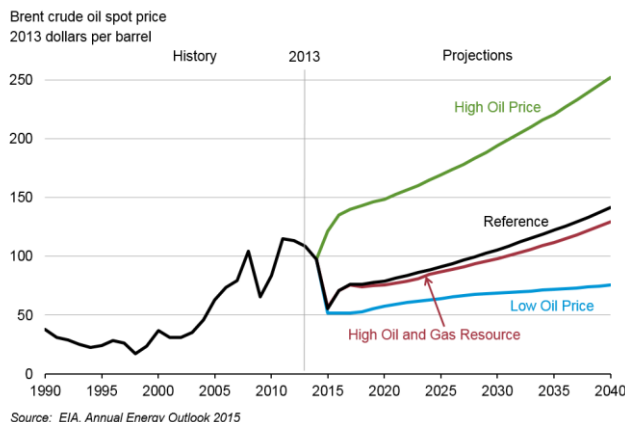
# Modelado del costo de los fósiles (1)

PEG

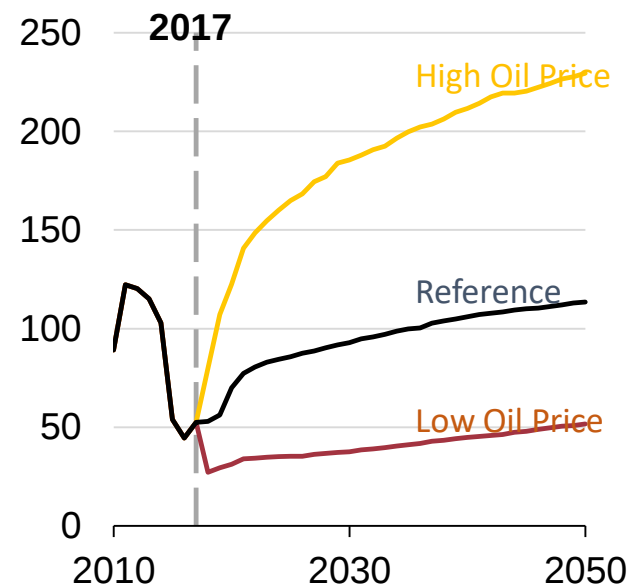
Figure 32. World oil prices in three cases, 1980-2035 (2008 dollars per barrel)



AEO2015 explores scenarios that encompass a wide range of future crude oil price paths



North Sea Brent oil price 2017 dollars per barrel



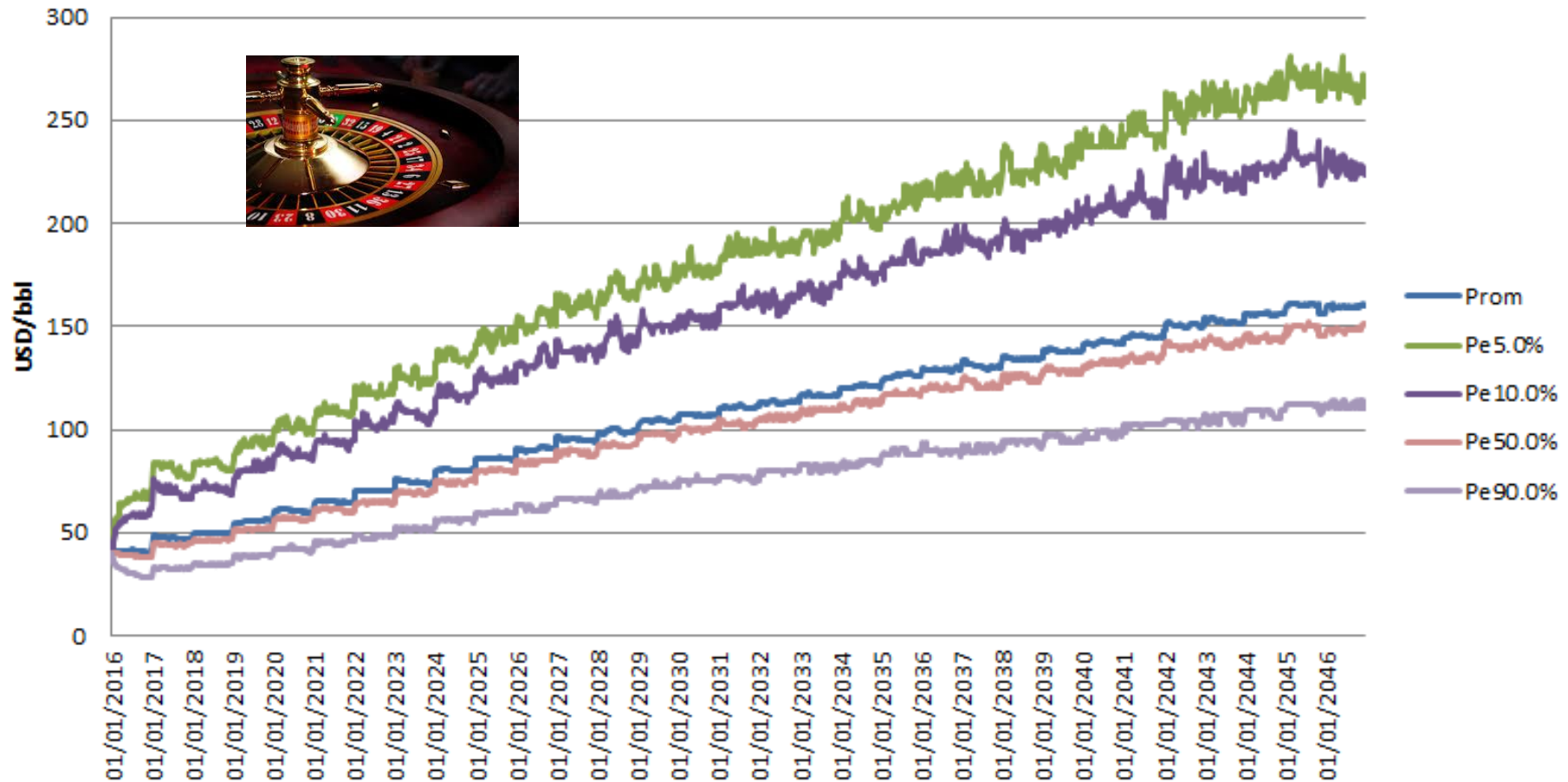
# Modelado del costo de los fósiles (2)



# El petróleo es una fuente aleatoria más...

PEG

## Variación del Precio del Petróleo - Caso Base



# Las fuerzas de cambio

Para el 2040, la población del mundo necesitará  
52% más energía eléctrica que hoy.

Cada región tiene contextos muy diferentes y compiten entre sí

China, India y Japón

Medio Oriente

África

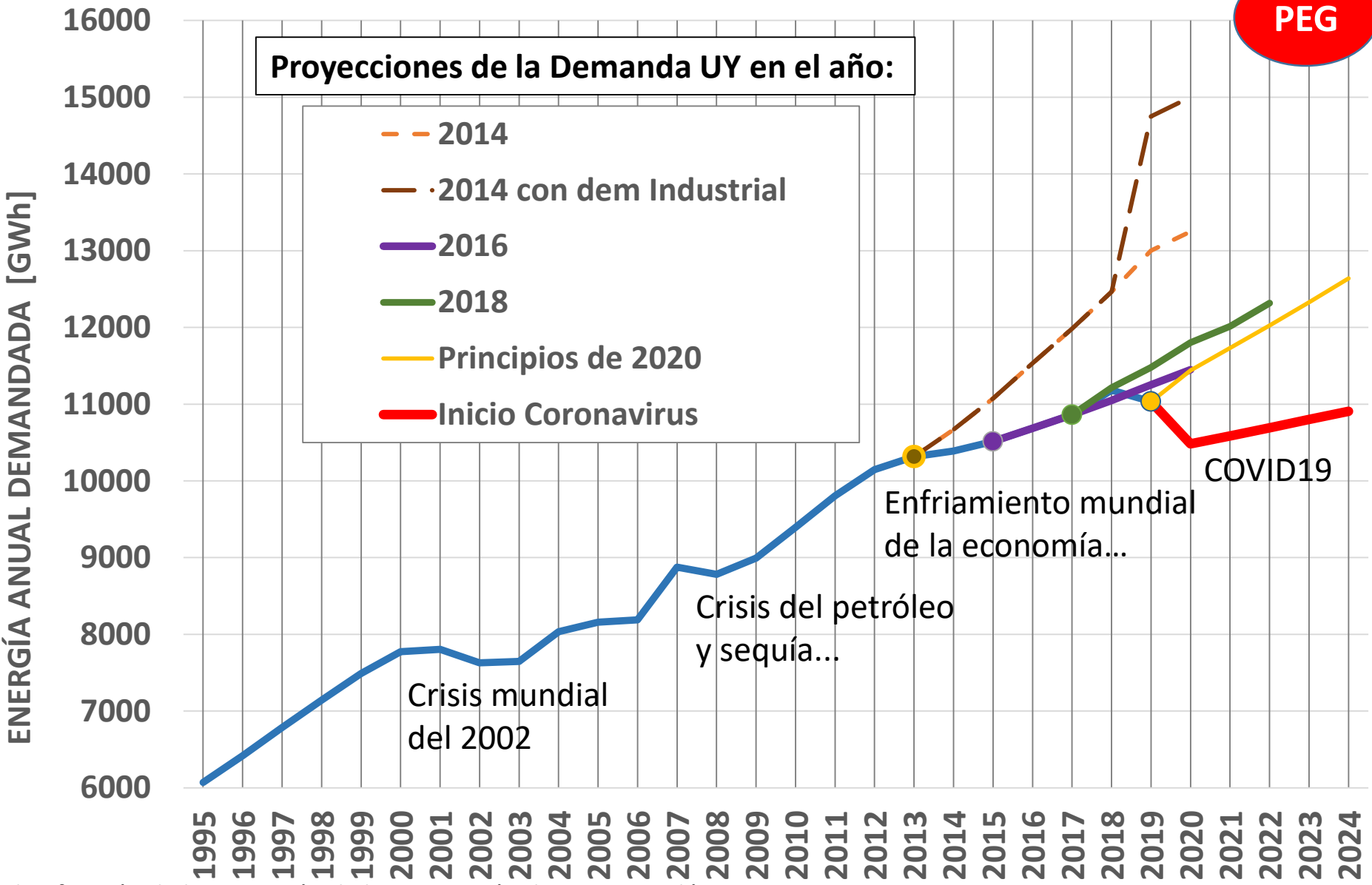
Latino América

América del Norte y Europa



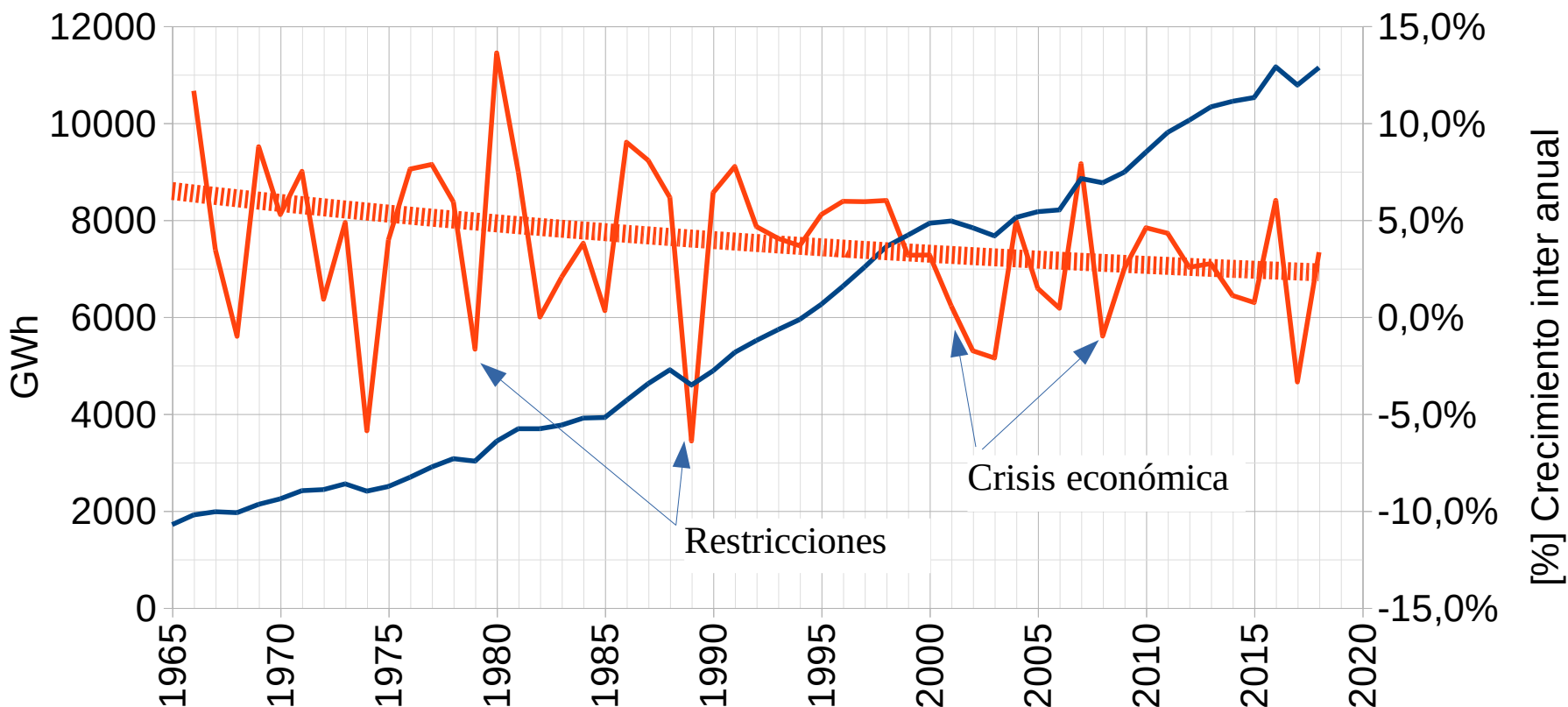
# La que *Manda* es la *Demanda*

PEG



# **Evolución de largo plazo.**

Demanda de energía eléctrica de Uruguay a nivel de generación.



Fuente: ADME

Planificación de la Expansión de la Generación de Sistemas Eléctricos- 2024

# Conocimiento de los Recursos

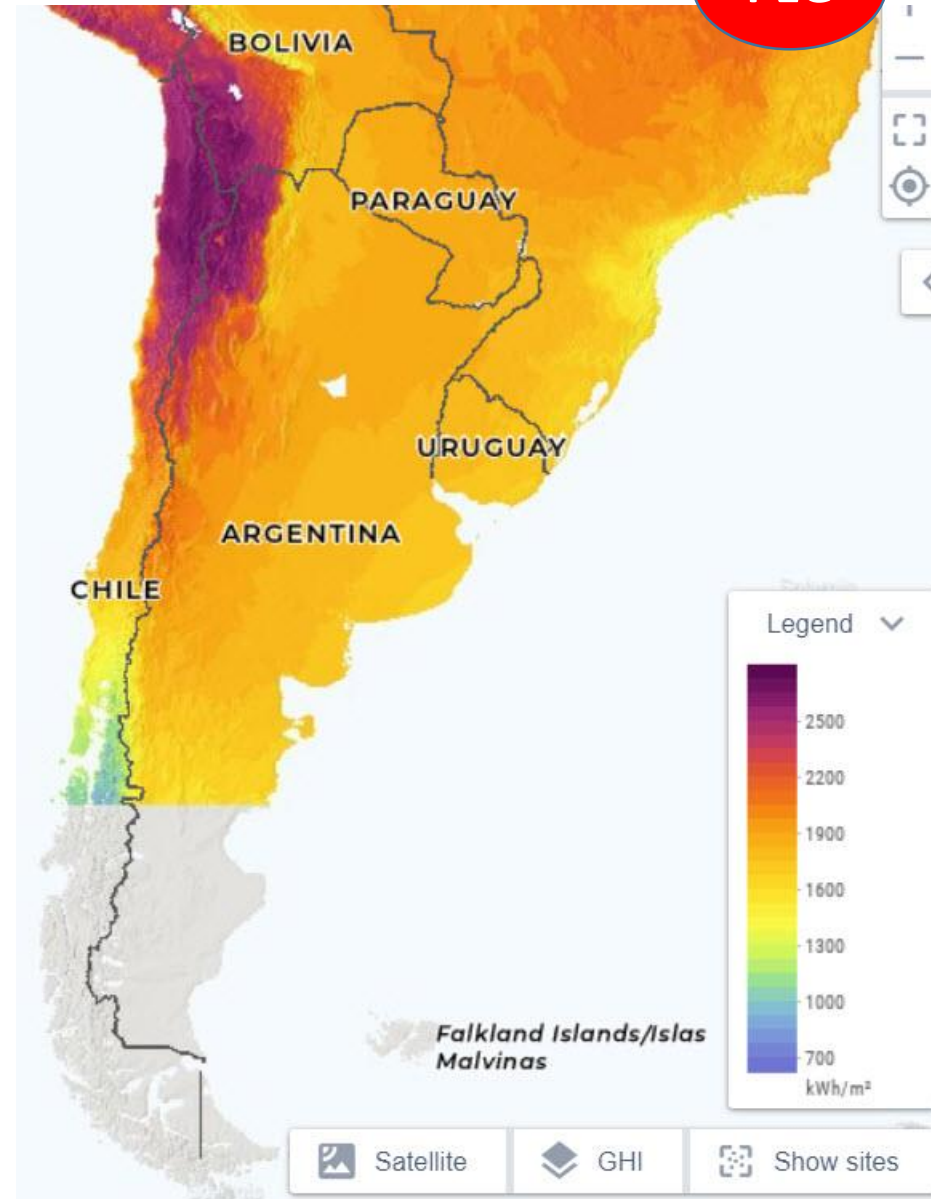
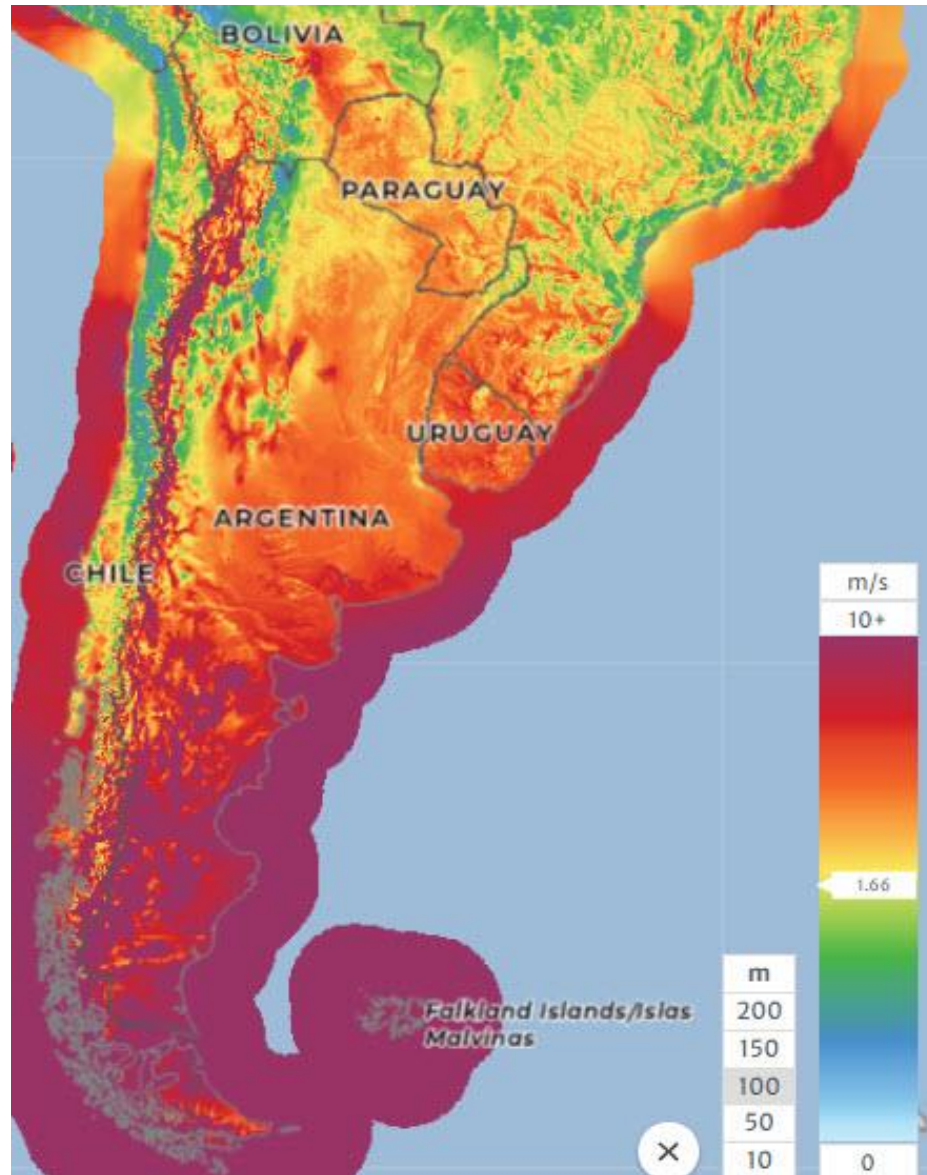
## Histórico de Generación Hidráulica de Uruguay



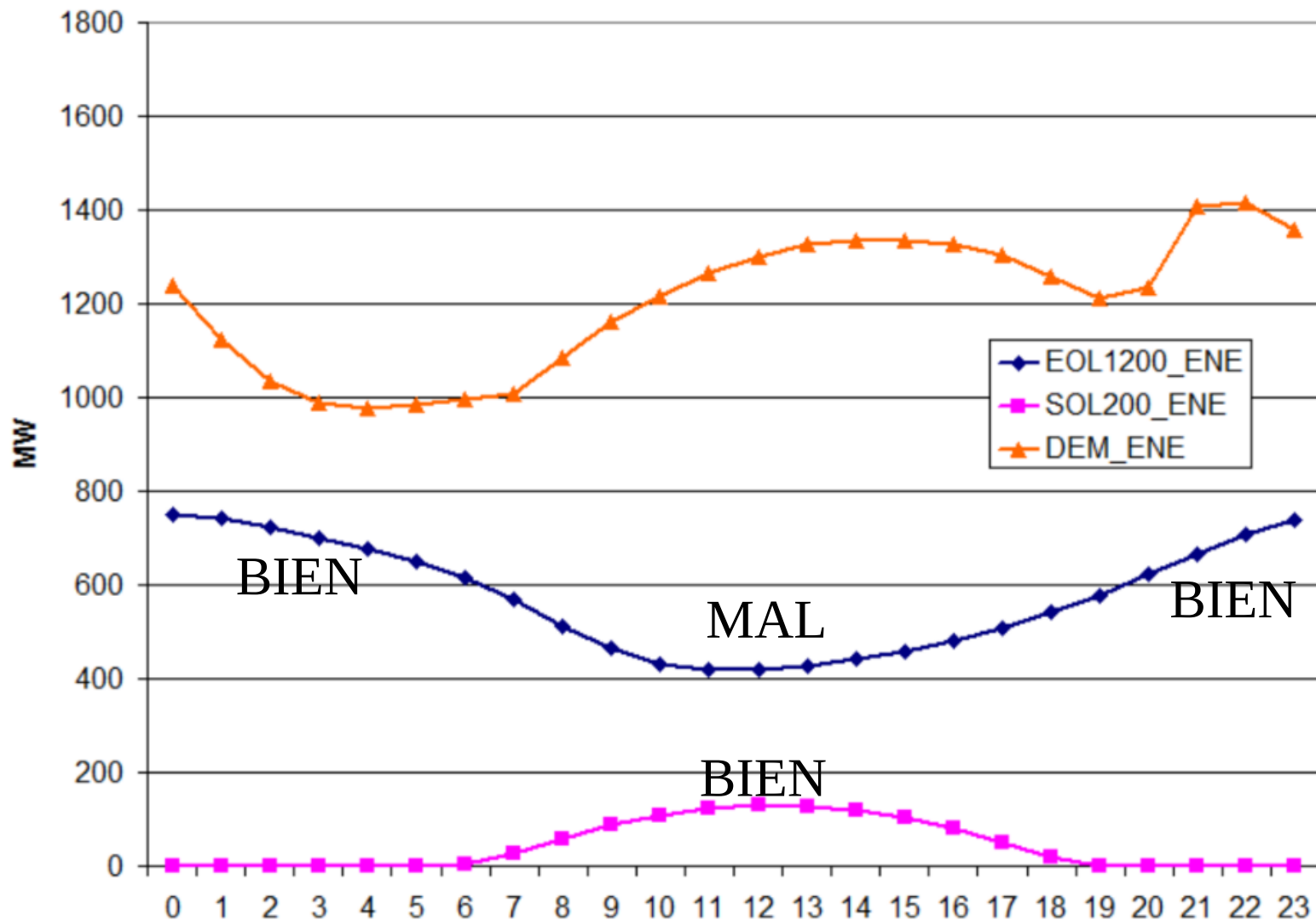
# Potencial Eólico y Solar

SimSEE

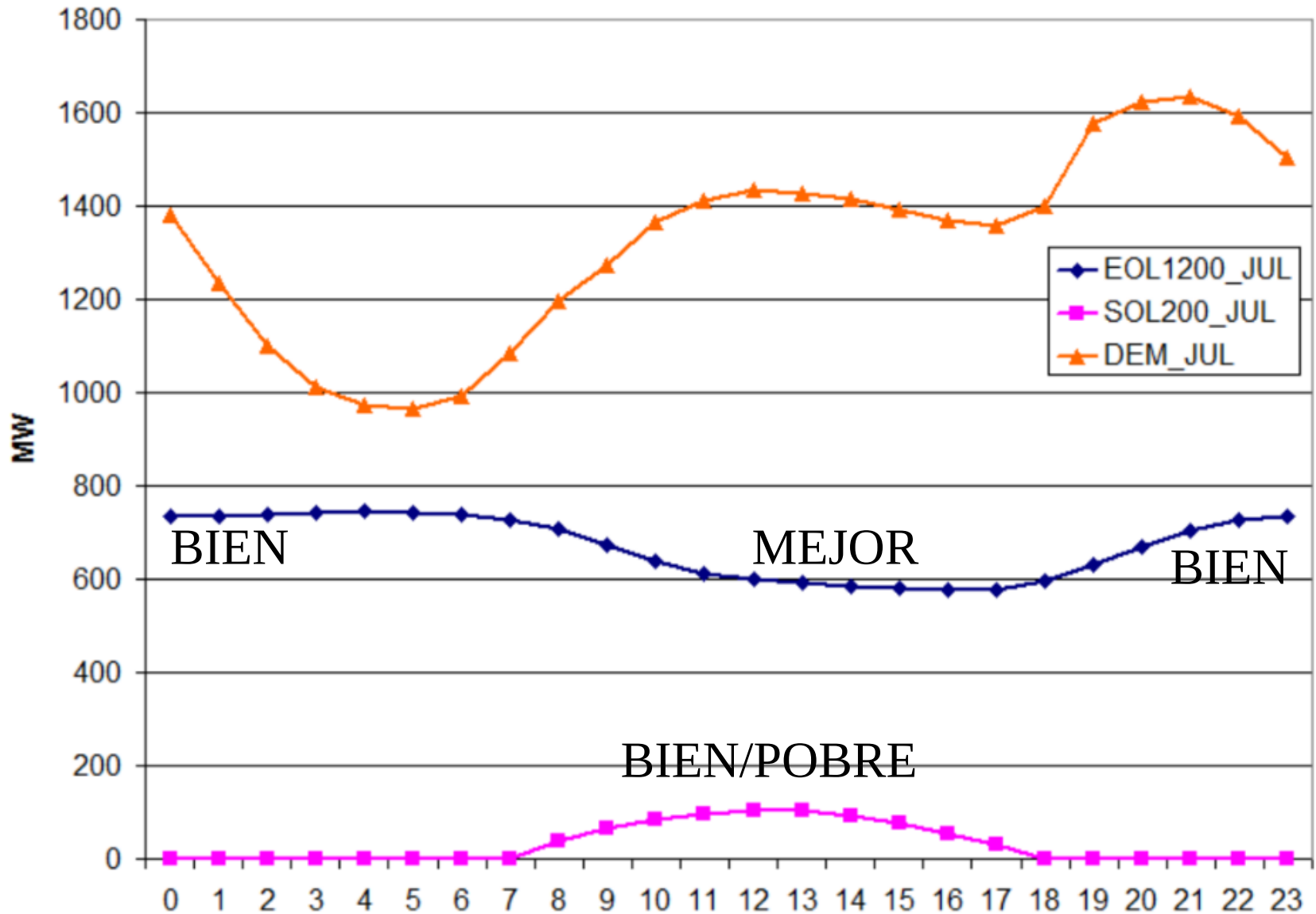
PEG



# Perfil diario Valor Esperado VERANO

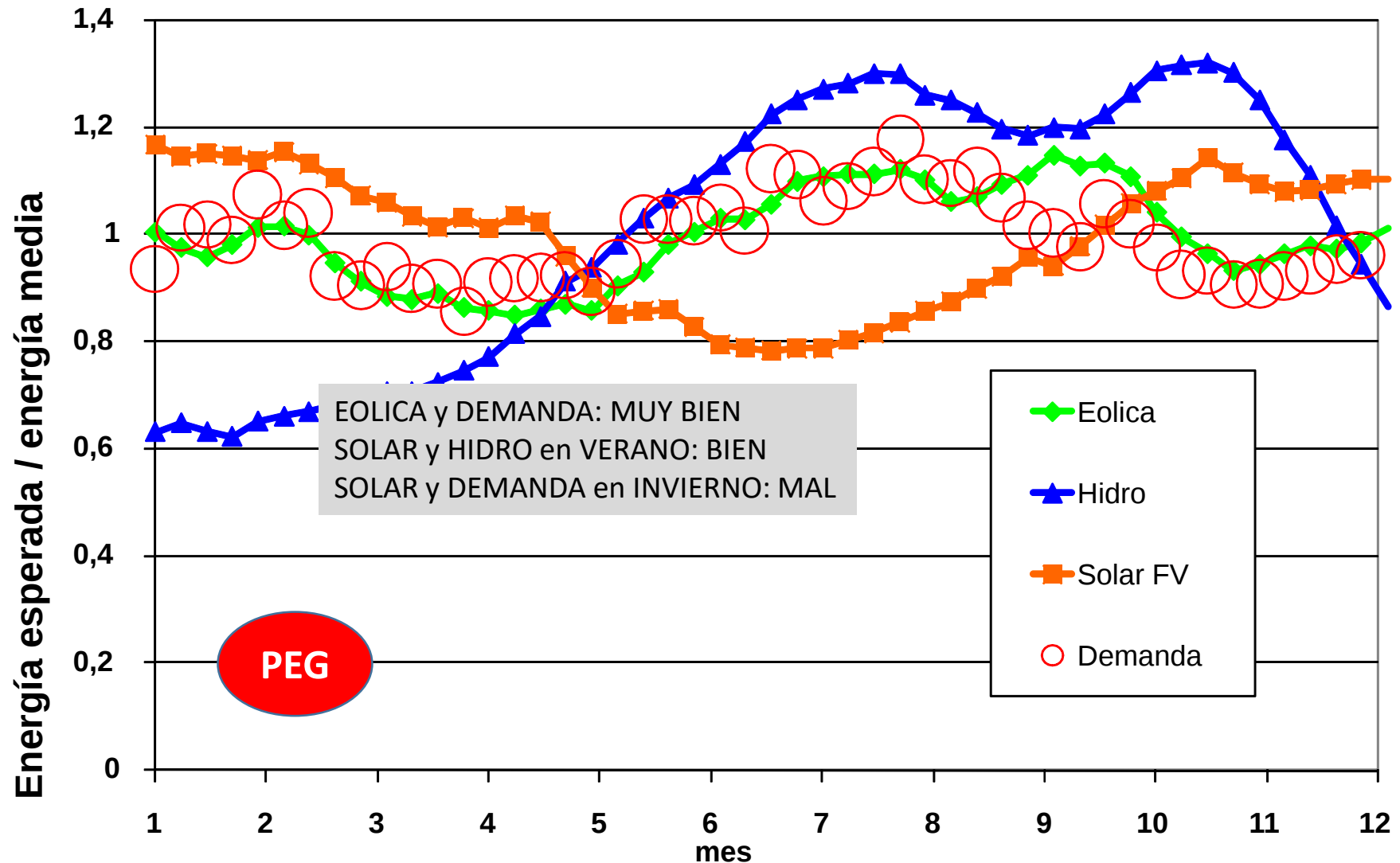


# Perfil diario Valor Esperado INVIERNO



# La importancia de las Correlaciones

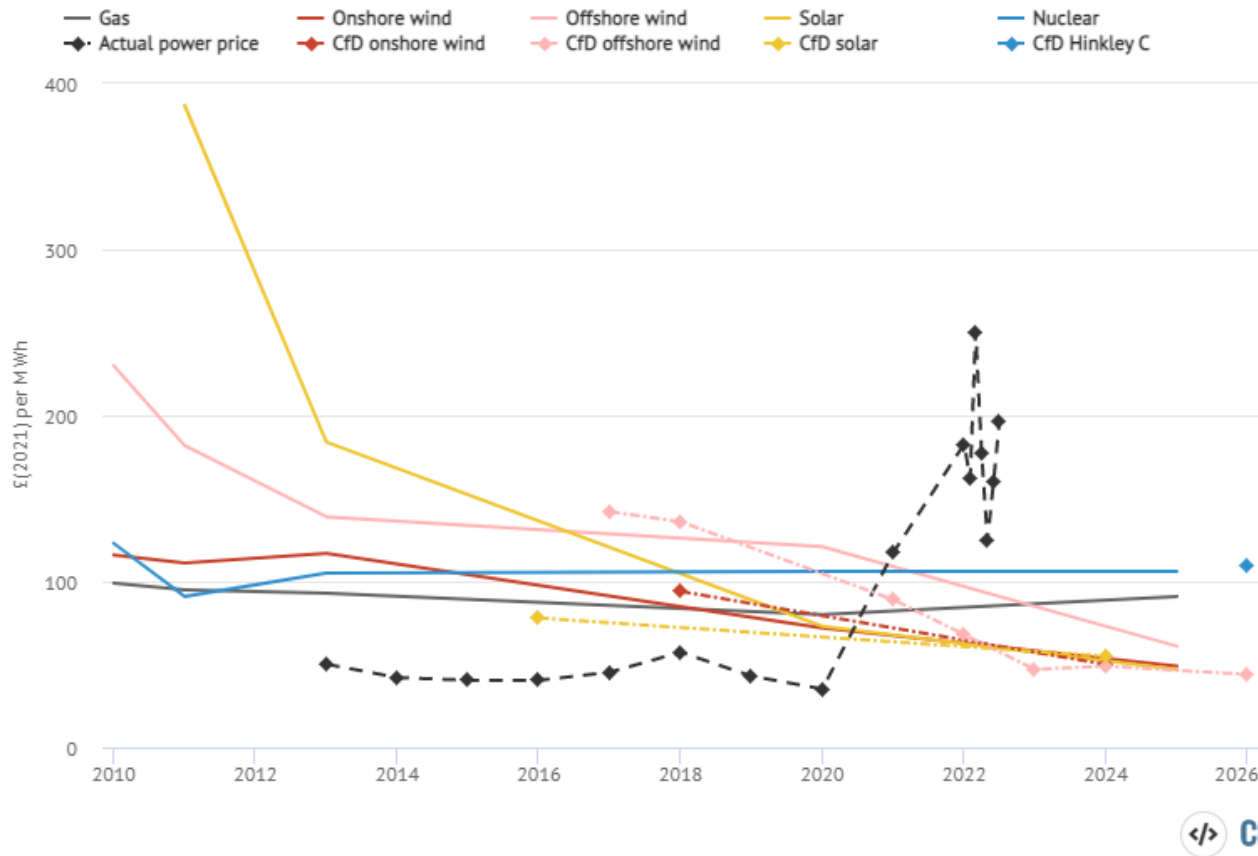
Por ejemplo en Uruguay Demanda y recursos están muy bien correlacionados



# Cada evento genera transitorios ...Fukushima, COVID 19, Ucrania, ...

UK renewable auction winners are four times cheaper than gas

Government cost estimates (LCOE, solid lines) vs CfD and actual power prices (dashed lines)

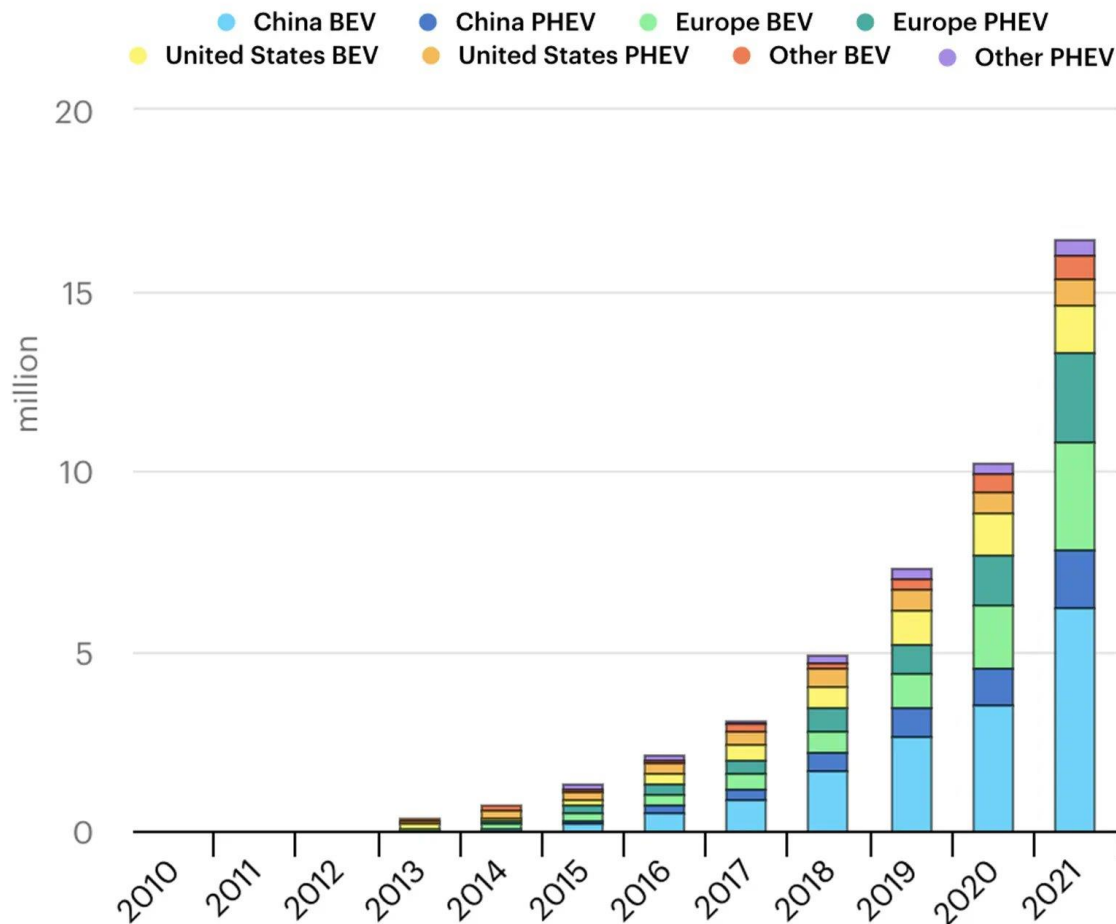


ESTABILIDAD  
DE LOS  
COSTOS DE LAS  
ALTERNATIVAS

<https://www.carbonbrief.org/analysis-record-low-price-for-uk-offshore-wind-is-four-times-cheaper-than-gas/>

# Electric car sales **reached record heights** in 2021 & have remained strong so far in 2022

Global electric car stock, 2010-2021



Note: BEV = battery electric vehicle; PHEV = plug-in hybrid electric vehicle

¿Qué pasa si todos los taxis, ómnibus urbanos y suburbanos de Uruguay se pasan a Eléctricos?

La demanda anual de energía aumentaría **499 GWh**

¿Qué pasa si el millón de vehículos que circulan hoy en Uruguay se pasan a eléctricos?

La demanda anual de energía aumentaría **2.700 GWh**

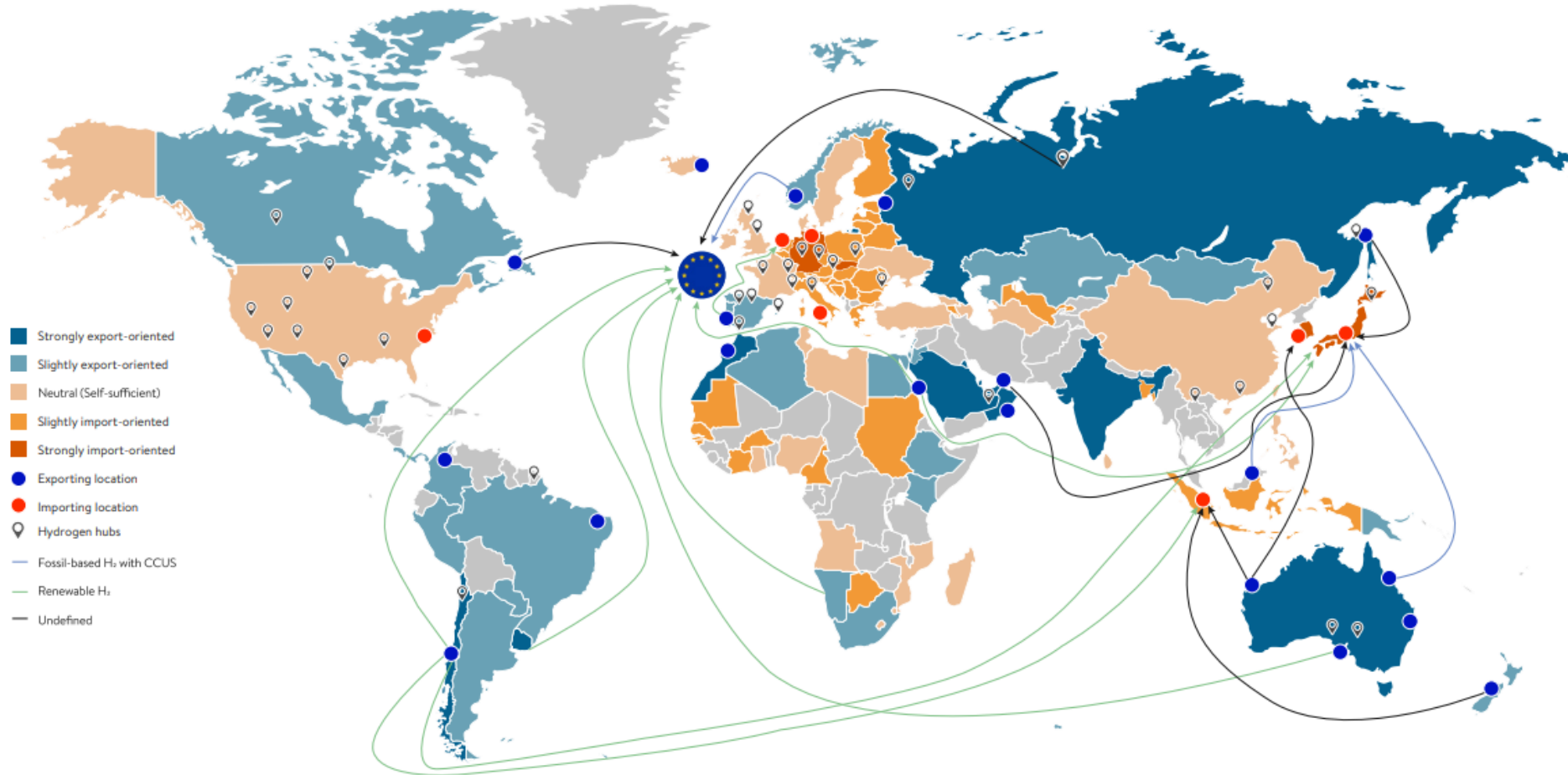


La demanda de Uruguay en 2032 sería de 14.000 GWh

Si todo pasara a eléctrico, sería un aumento de **20 %**

# ¿Y el hidrógeno?

**Figure 1. Map of potential low-carbon hydrogen import-export dynamics in 2040**

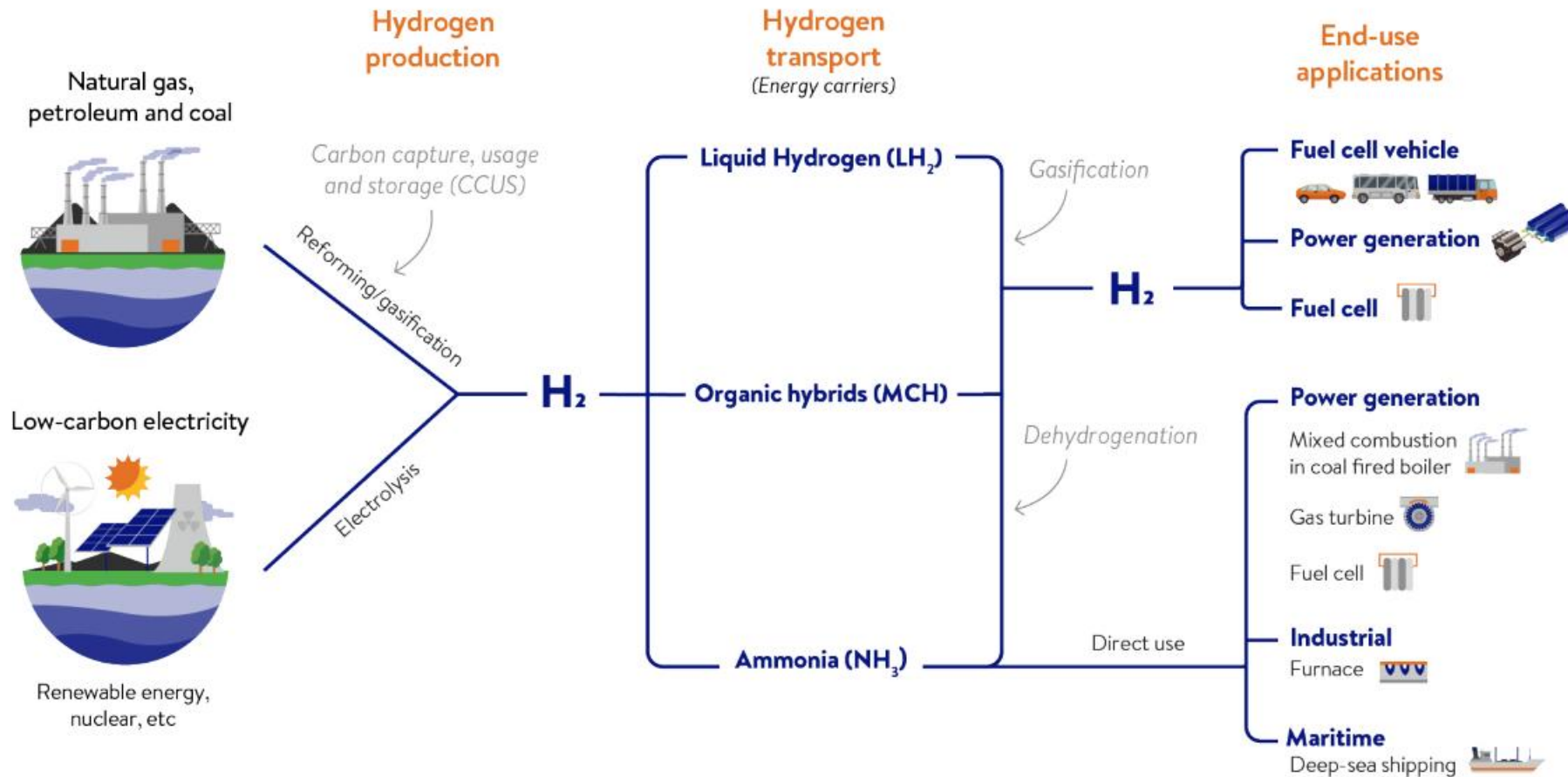


**Source: World Energy Council**

[https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World\\_Energy\\_Insights\\_Working\\_Paper\\_Regional\\_insights\\_into\\_low-carbon\\_hydrogen\\_scale\\_up.pdf](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Insights_Working_Paper_Regional_insights_into_low-carbon_hydrogen_scale_up.pdf)

# Para la PEG es un insumo más...

**Figure 10. Hydrogen supply chain**



Source: World Energy Council

# No todo sirve para todo



LAZARD

LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 14.0

## Energy Resources—Matrix of Applications

Despite convergence in the LCOE of certain renewable energy and conventional generation technologies, direct comparisons must take into account issues such as location (e.g., centralized vs. distributed) and dispatch characteristics (e.g., baseload and/or dispatchable intermediate capacity vs. those of peaking or intermittent technologies)

- This analysis does not take into account potential social and environmental externalities or reliability-related considerations

|                  |                         | Carbon Neutral/<br>REC<br>Potential | Location    |             | Geography                | Dispatch     |         |                            |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------|---------|----------------------------|
|                  |                         |                                     | Distributed | Centralized |                          | Intermittent | Peaking | Load-Following<br>Baseload |
| Renewable Energy | Solar PV <sup>(1)</sup> | ✓                                   | ✓           | ✓           | Universal <sup>(2)</sup> | ✓            | ✓       |                            |
|                  | Solar Thermal           | ✓                                   |             | ✓           | Rural                    | ✓            | ✓       | ✓                          |
|                  | Geothermal              | ✓                                   |             | ✓           | Varies                   |              |         | ✓                          |
|                  | Onshore Wind            | ✓                                   |             | ✓           | Rural                    | ✓            |         |                            |
| Conventional     | Gas Peaking             | ✗                                   | ✓           | ✓           | Universal                |              | ✓       | ✓                          |
|                  | Nuclear                 | ✓                                   |             | ✓           | Rural                    |              |         | ✓                          |
|                  | Coal                    | ✗                                   |             | ✓           | Co-located or rural      |              |         | ✓                          |
|                  | Gas Combined Cycle      | ✗                                   |             | ✓           | Universal                |              | ✓       | ✓                          |

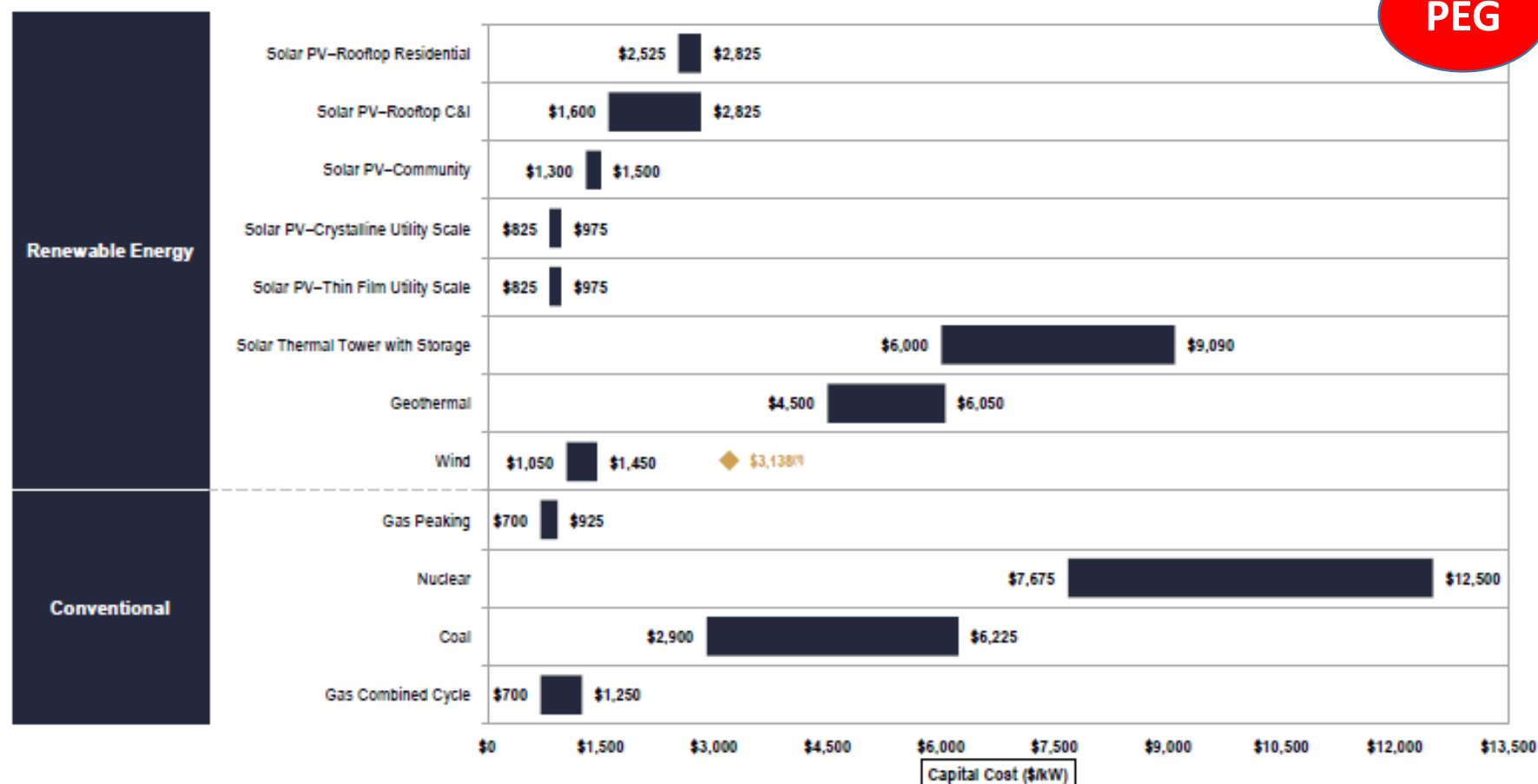
# Costo de Capital de las tecnologías

LAZARD

LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 14.0

## Capital Cost Comparison

In some instances, the capital costs of renewable energy generation technologies have converged with those of certain conventional generation technologies, which coupled with improvements in operational efficiency for renewable energy technologies, have led to a convergence in LCOE between the respective technologies



PEG

# Esperamos o lo hacemos ahora...

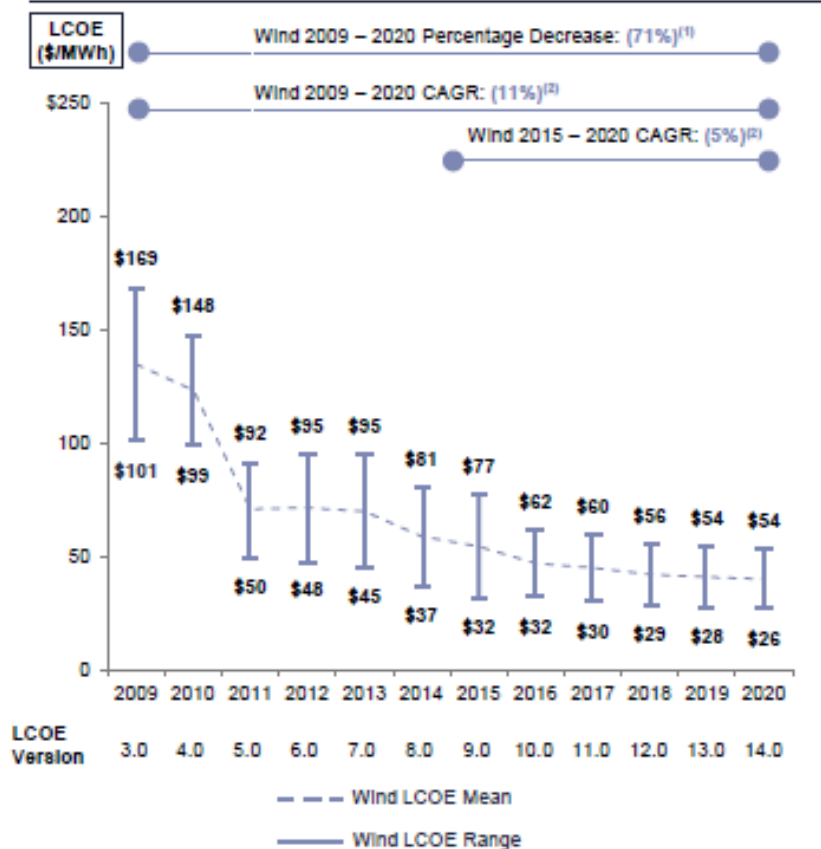
LAZARD

LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 14.0

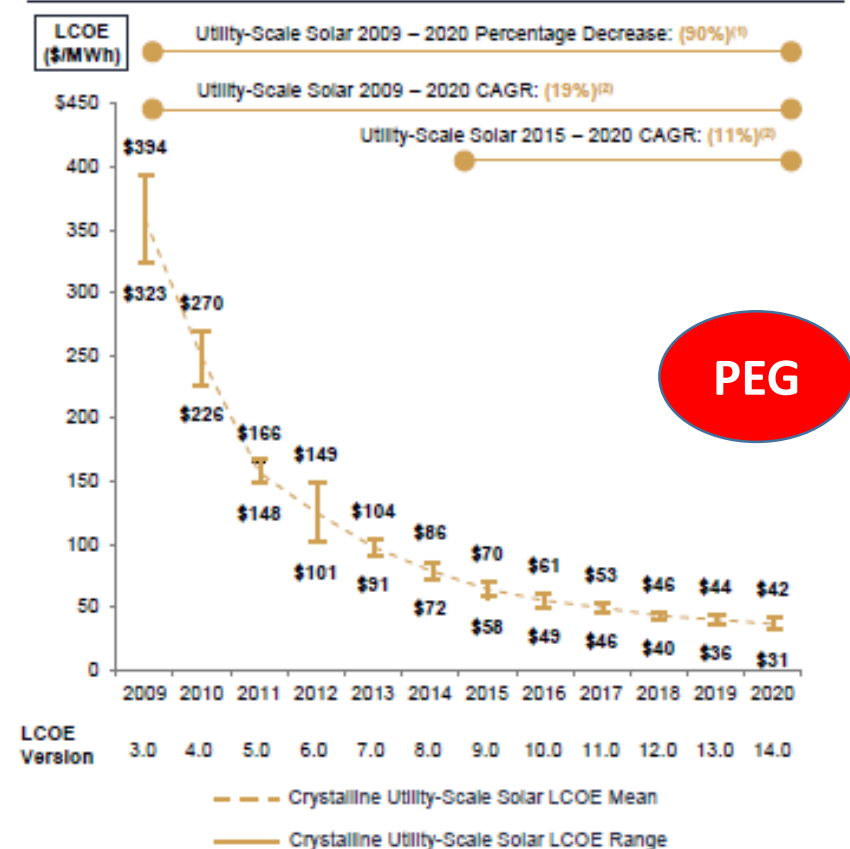
## Levelized Cost of Energy Comparison—Historical Renewable Energy LCOE Declines

In light of material declines in the pricing of system components and improvements in efficiency, among other factors, wind and utility-scale solar PV have exhibited dramatic LCOE declines; however, as these industries have matured, the rates of decline have diminished

Unsubsidized Wind LCOE



Unsubsidized Solar PV LCOE

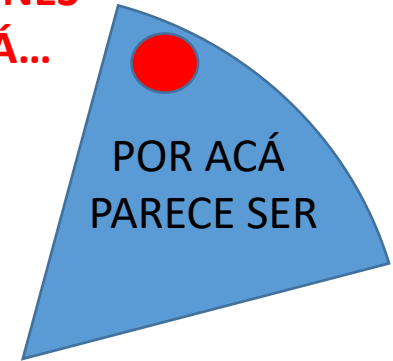


PEG

# La PEG construye un destino probable



**Y UN LUNES  
SE VERÁ...**

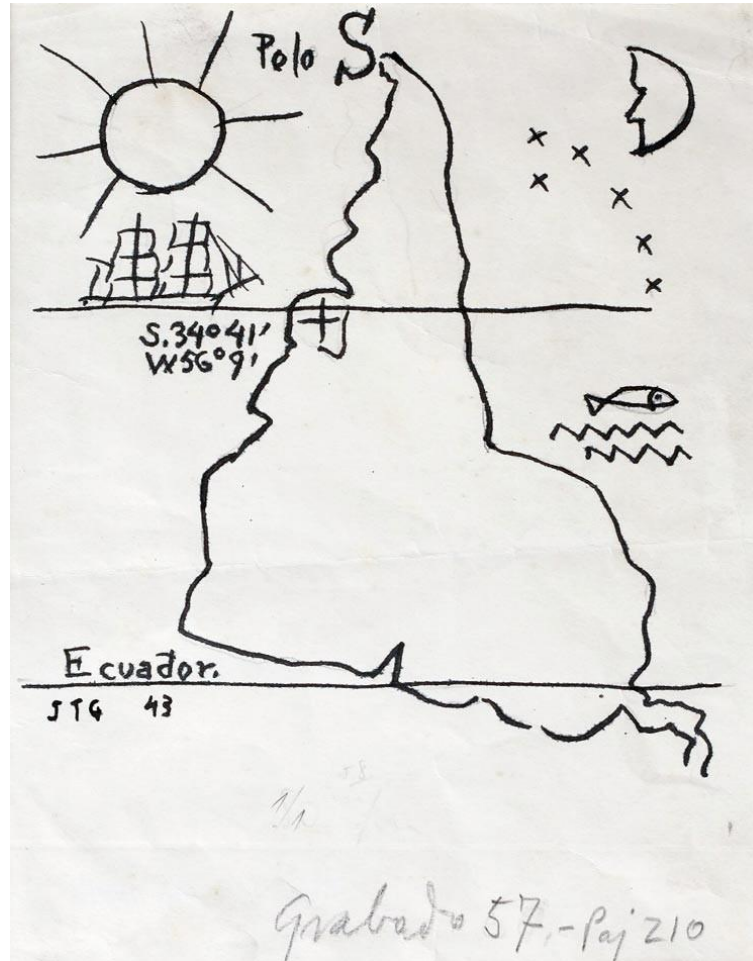


Lo que sabemos

Lo que sabemos  
que no sabemos

Lo que no sabemos  
que no sabemos

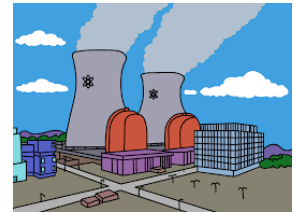
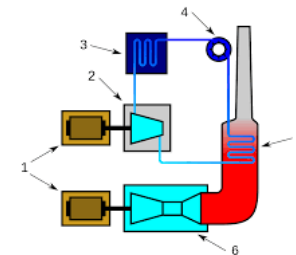
# Ejemplo: Caso Real de Uruguay



# Objetivo, Alternativas y Metodología de diseño

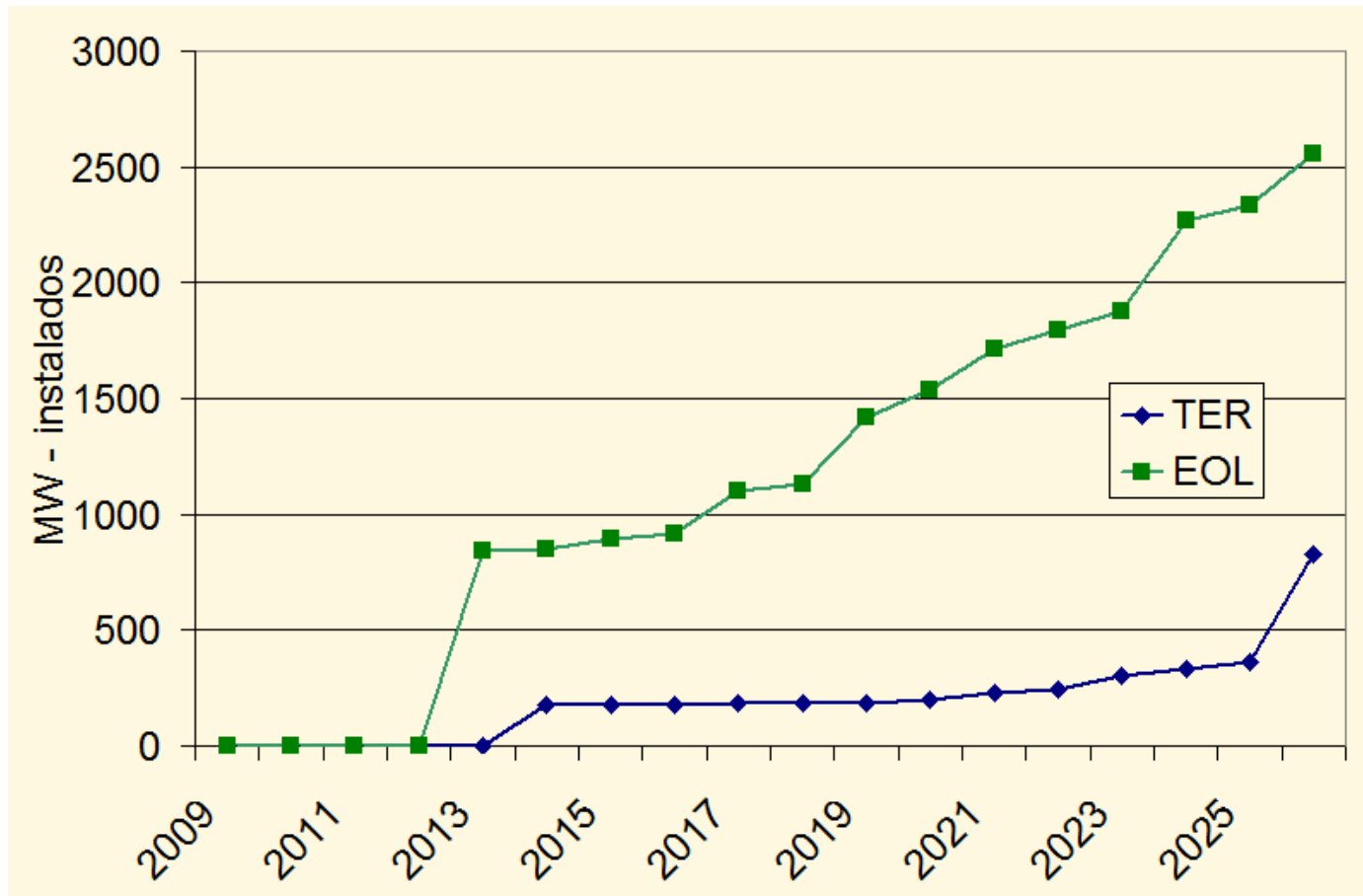
*“Optimización con el objetivo de minimizar el costo y garantizar el abastecimiento en forma soberana”*

- SOLAR FOTOVOLTAICA
- BIOMASA
- EÓLICA
- CARBÓN
- TERMONUCLEAR
- TURBINAS/MOTORES (CA/CC)



- $\min\{\text{valor\_presente}(\text{Costo\_Variable}, \text{Inversiones})\}$

# Primer Plan Óptimo con Eólica a 90 USD/MWh

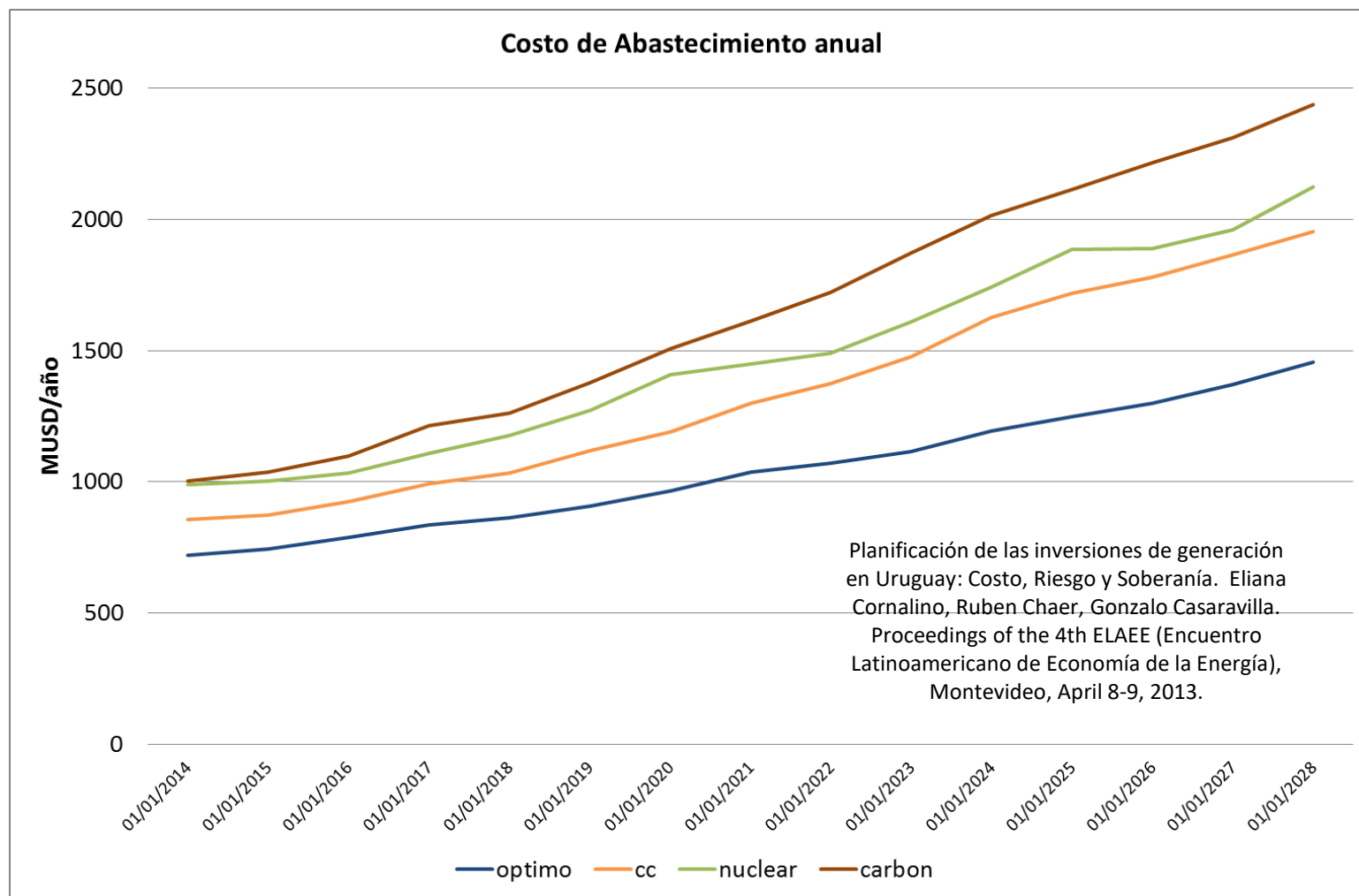


Optimización genética aplicada a la planificación de inversiones de generación eléctrica. EPIM'2010 - 26 y 27 Nov.2010 – Montevideo

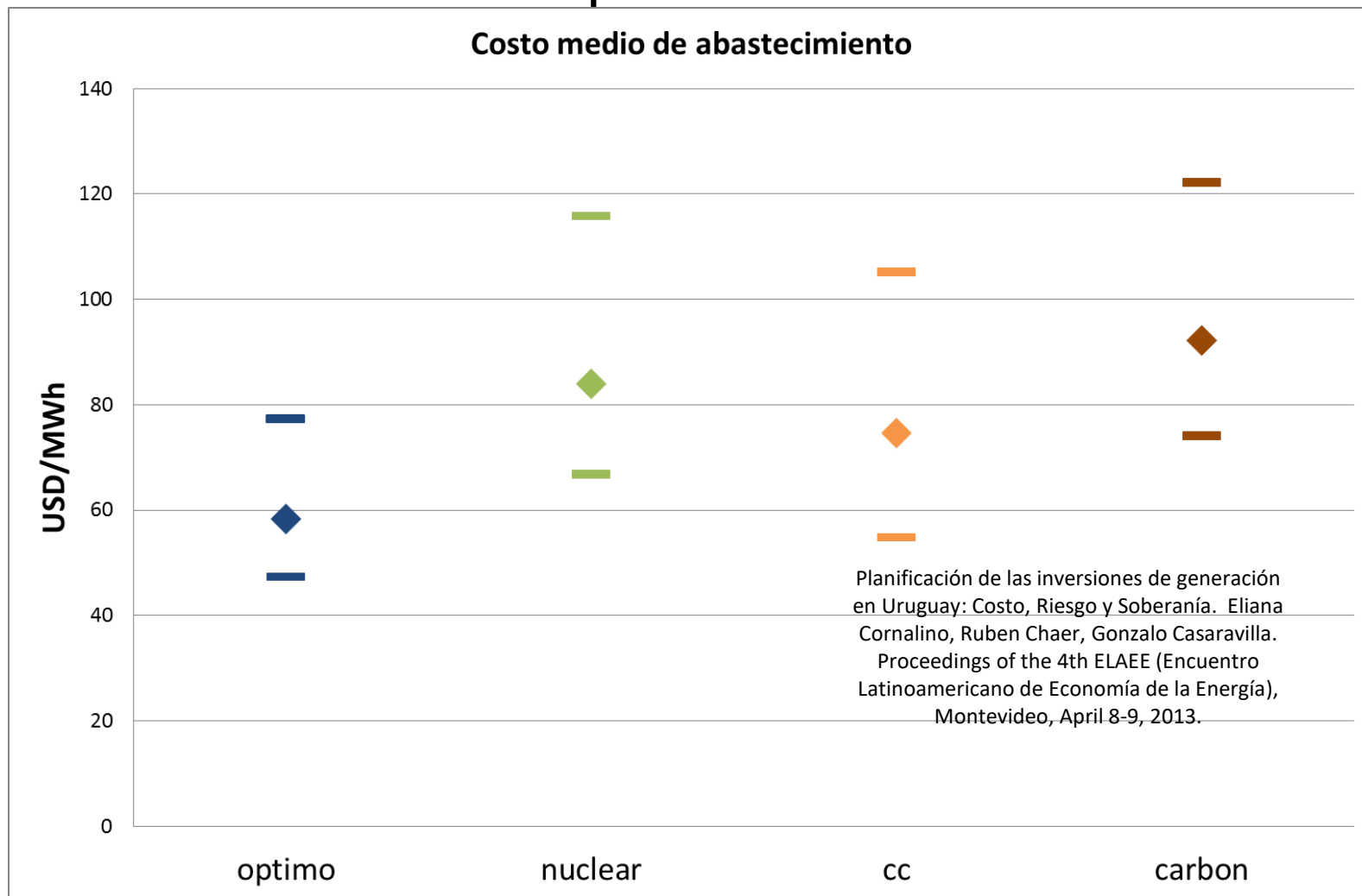
Msc. Ing. Ruben Chaer, *Member IEEE*

Dr. Ing Gonzalo Casaravilla, *Senior Member IEEE*

# Alternativas de Expansión en Generación



# Alternativas de Expansión en Generación



**Promedio en el período 2015-2030 de los costos en valor esperado y con PE5% y PE95%**

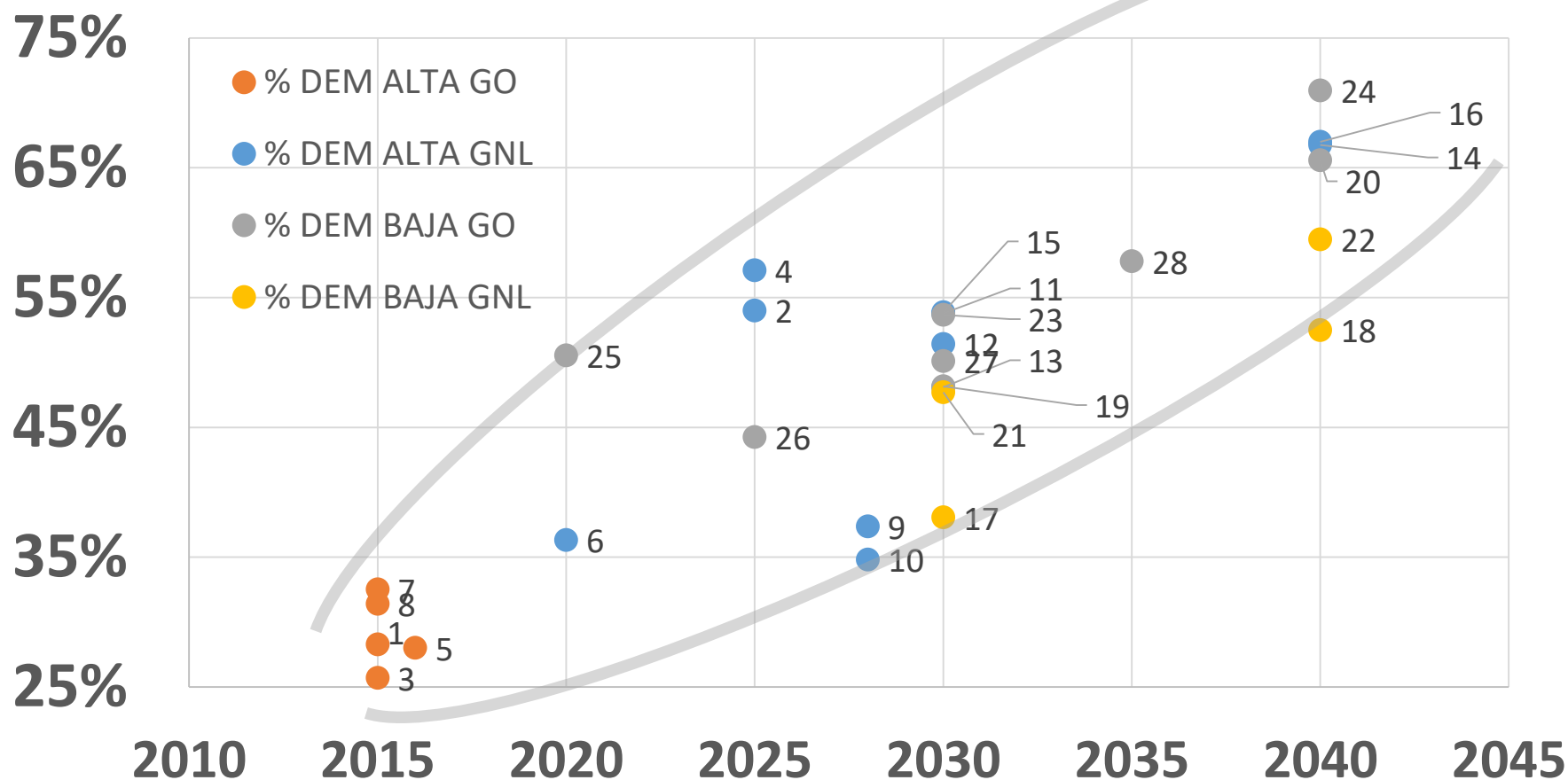


# Estudios de expansiones óptimas...

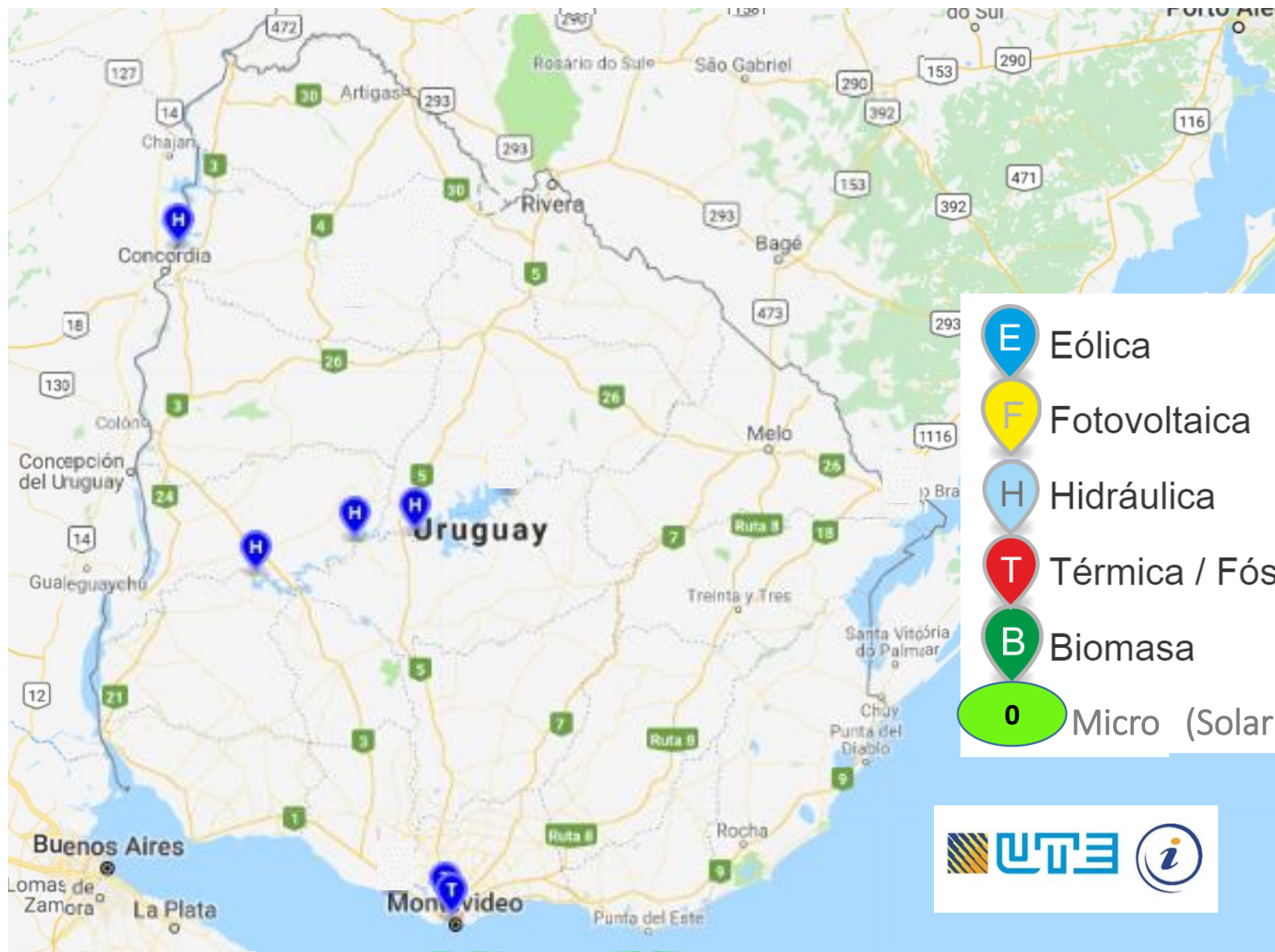
|                                         |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Trabajo EPIM 2010</b>                |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2015                                    | 10811 | 900                                                                                                                               | 0    | 900  | 28% | Eólica a 90 USD/MWh, 120 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                         | 1  |
| 2025                                    | 15103 | 2400                                                                                                                              | 0    | 2400 | 54% | Eólica a 90 USD/MWh, 120 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                         | 2  |
| <b>Trabajo ELAEE 2011</b>               |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2015                                    | 10580 | 800                                                                                                                               | 0    | 800  | 26% | Eólica a 90 USD/MWh, 80 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                          | 3  |
| 2025                                    | 14285 | 2400                                                                                                                              | 0    | 2400 | 57% | Eólica a 90 USD/MWh, 80 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                          | 4  |
| <b>Informe PLA PI-04-11</b>             |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2016                                    | 13500 | 1113                                                                                                                              | 0    | 1113 | 28% | Eólica a 70?, 103 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI                        | 5  |
| 2020                                    | 14900 | 1593                                                                                                                              | 0    | 1593 | 36% | Eólica a 70?, 103 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI                        | 6  |
| <b>Informe PLA PI-08-11</b>             |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2015                                    | 13000 | 1244                                                                                                                              | 0    | 1244 | 33% | Eólica a 70, 110 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI                         | 7  |
| 2015                                    | 11300 | 1044                                                                                                                              | 0    | 1044 | 31% | Eólica a 70, 110 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                                 | 8  |
| 2028                                    | 19500 | 2144                                                                                                                              | 0    | 2144 | 37% | Eólica a 70, 110 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI                         | 9  |
| 2028                                    | 18000 | 1844                                                                                                                              | 0    | 1844 | 35% | Eólica a 70, 110 USD/Bbl, ALTA DEMANDA                                 | 10 |
| <b>Informe PLA PI-05-14</b>             |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2030                                    | 20600 | 2300                                                                                                                              | 2400 | 3260 | 54% | Eólica a 70 y solar a 95 USD/MWh, 105 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI    | 11 |
| 2030                                    | 18900 | 2100                                                                                                                              | 1900 | 2860 | 51% | Eólica a 70 y solar a 95 USD/MWh, 105 USD/Bbl, ALTA DEMANDA            | 12 |
| <b>Trabajo CIER 2014</b>                |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2030                                    | 20000 | 2550                                                                                                                              | 700  | 2830 | 48% | Eólica a 69 y solar a 94 USD/MWh, 160 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI    | 13 |
| 2040                                    | 28000 | 5000                                                                                                                              | 1250 | 5500 | 67% | Eólica a 69 y solar a 94 USD/MWh, 160 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI    | 14 |
| 2030                                    | 20000 | 2450                                                                                                                              | 1800 | 3170 | 54% | Eólica a 69 y solar a 69 USD/MWh, 160 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI    | 15 |
| 2040                                    | 28000 | 4600                                                                                                                              | 2300 | 5520 | 67% | Eólica a 69 y solar a 69 USD/MWh, 160 USD/Bbl, ALTA DEMANDA+ARATIRI    | 16 |
| <b>Ajuste 2016 de trabajo CIER 2014</b> |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2030                                    | 14819 | 1500                                                                                                                              | 400  | 1660 | 38% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GNL 13.7 USD/MBTU, BAJA DEMANDA      | 17 |
| 2040                                    | 18970 | 2550                                                                                                                              | 950  | 2930 | 52% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GNL 17.2 USD/MBTU, BAJA DEMANDA      | 18 |
| 2030                                    | 14819 | 1800                                                                                                                              | 750  | 2100 | 48% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GO-BRENT 107 USD/bbl, BAJA DEMANDA   | 19 |
| 2040                                    | 18970 | 3000                                                                                                                              | 1650 | 3660 | 66% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GO-BRENT 142 USD/bbl, BAJA DEMANDA   | 20 |
| 2030                                    | 14819 | 1800                                                                                                                              | 700  | 2080 | 48% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GNL 21.2 USD/MBTU, BAJA DEMANDA      | 21 |
| 2040                                    | 18970 | 2800                                                                                                                              | 1300 | 3320 | 59% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GNL 27.1 USD/MBTU, BAJA DEMANDA      | 22 |
| 2030                                    | 14819 | 2000                                                                                                                              | 850  | 2340 | 54% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GO-BRENT 181.9 USD/bbl, BAJA DEMANDA | 23 |
| 2040                                    | 18970 | 3300                                                                                                                              | 1650 | 3960 | 71% | Eólica a 69 y solar a 80 USD/MWh, GO-BRENT 241.4 USD/bbl, BAJA DEMANDA | 24 |
| <b>Informe PLA PI-04-16</b>             |       |                                                                                                                                   |      |      |     |                                                                        |    |
| 2020                                    | 11448 | 1623                                                                                                                              | 200  | 1703 | 51% | Eólica a 70 y solar a 100 USD/MWh, GO-BRENT 105 USD/Bbl, BAJA DEMANDA  | 25 |
| 2025                                    | 13079 | 1623                                                                                                                              | 200  | 1703 | 44% | Eólica a 70 y solar a 100 USD/MWh, GO-BRENT 105 USD/Bbl, BAJA DEMANDA  | 26 |
| 2030                                    | 14943 | 1923                                                                                                                              | 700  | 2203 | 50% | Eólica a 70 y solar a 100 USD/MWh, GO-BRENT 105 USD/Bbl, BAJA DEMANDA  | 27 |
| 2035                                    | 17072 | 2423                                                                                                                              | 1200 | 2903 | 58% | Eólica a 70 y solar a 100 USD/MWh, GO-BRENT 105 USD/Bbl, BAJA DEMANDA  | 28 |
| <b>Notas:</b>                           |       | No se ha considerado la BIOMASA que cada estudio supuso asumiéndose que se compensaría con la térmica a instalar de cada estudio. |      |      |     |                                                                        |    |

# Escenarios de Expansiones Óptimas

## % de la Demanda con EÓLICA y SOLAR



# Mapa de Generación previo...



**2027  
MW**

0

0

1540

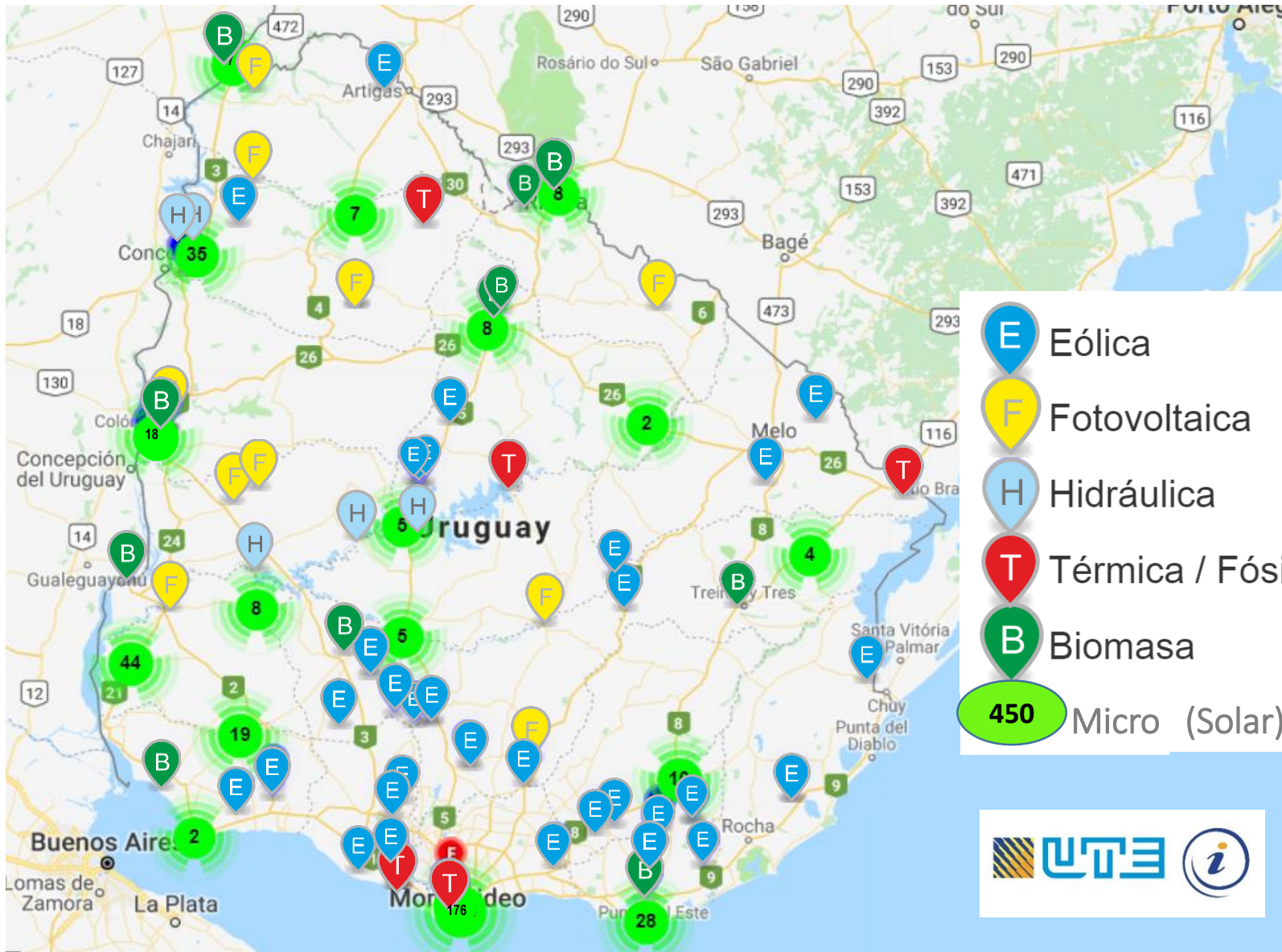
487

0

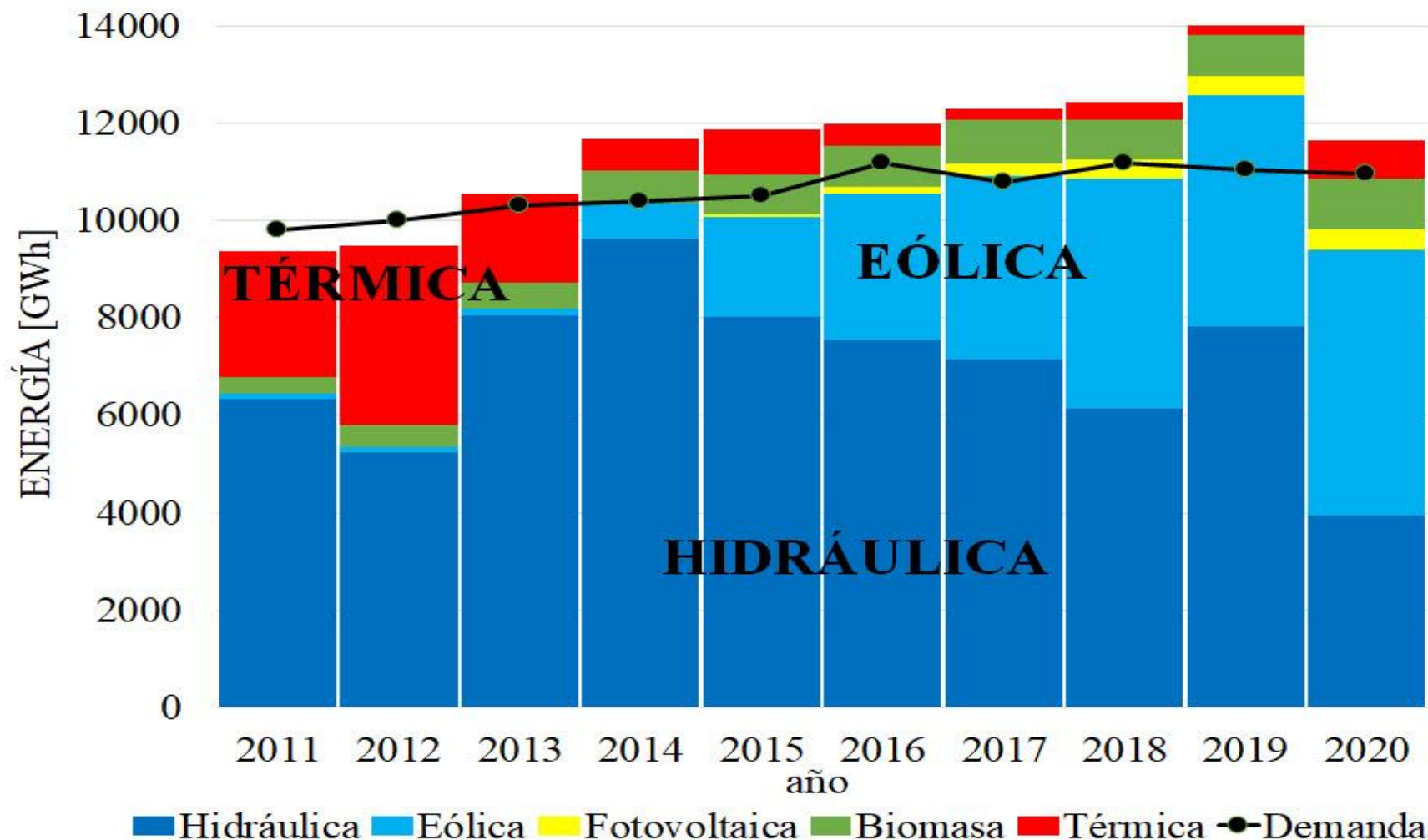
0



# Mapa de Generación desde 2017

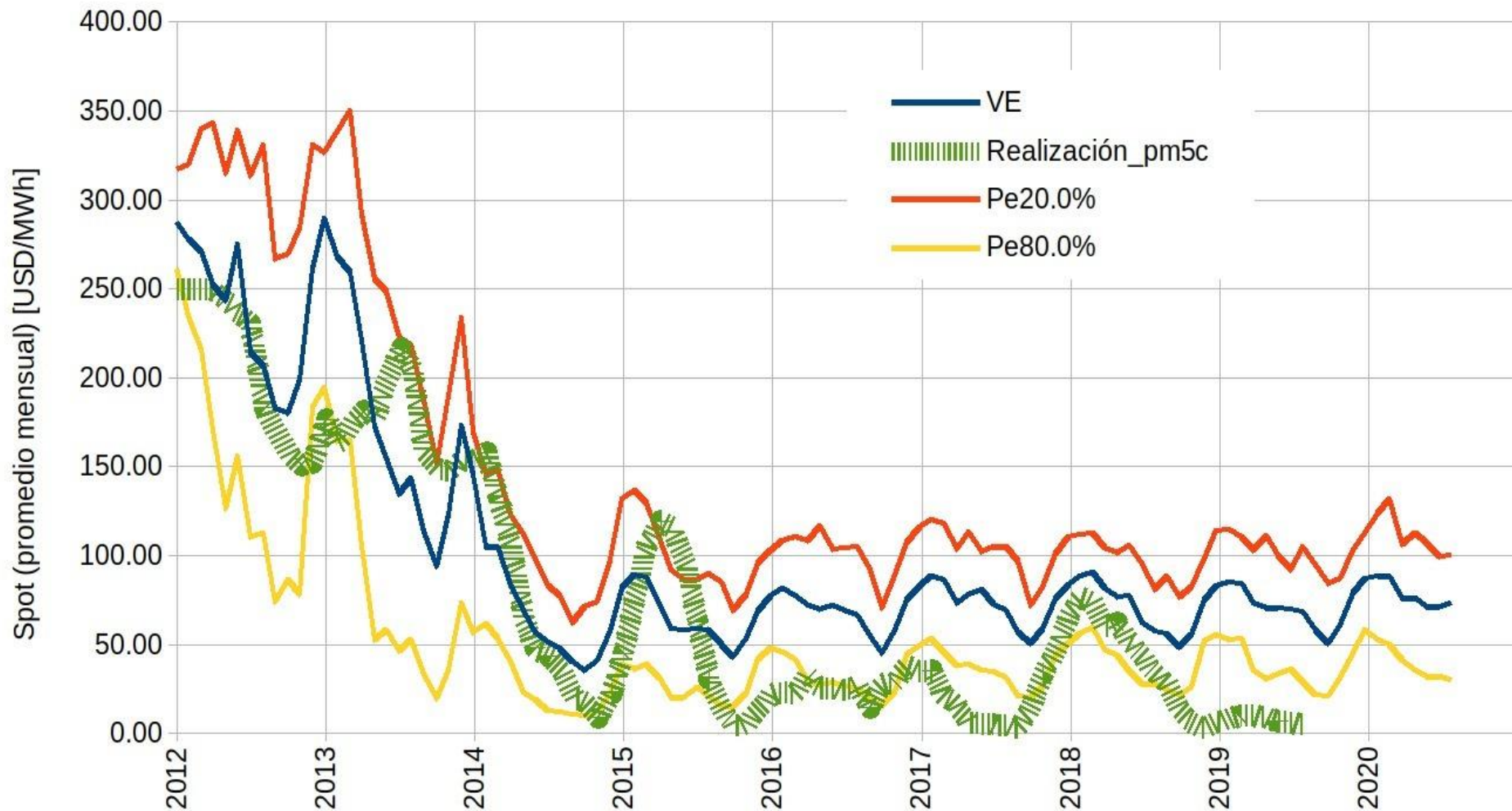


# Evolución de la Generación Eléctrica de 2011 a 2020 en Uruguay

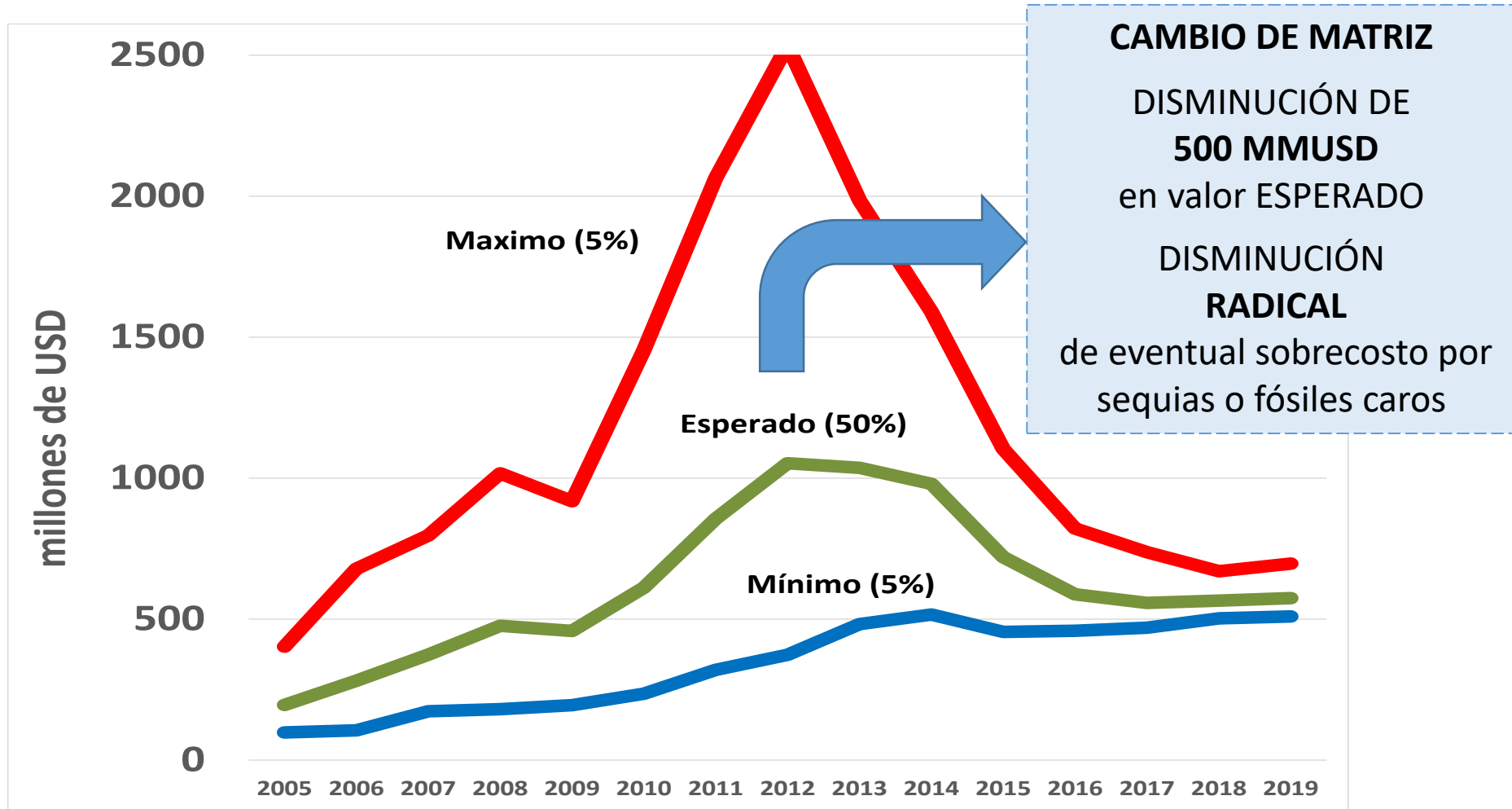


# Spot: Planificación 2011 y realidad

Previsiones 2011 vs. realización.

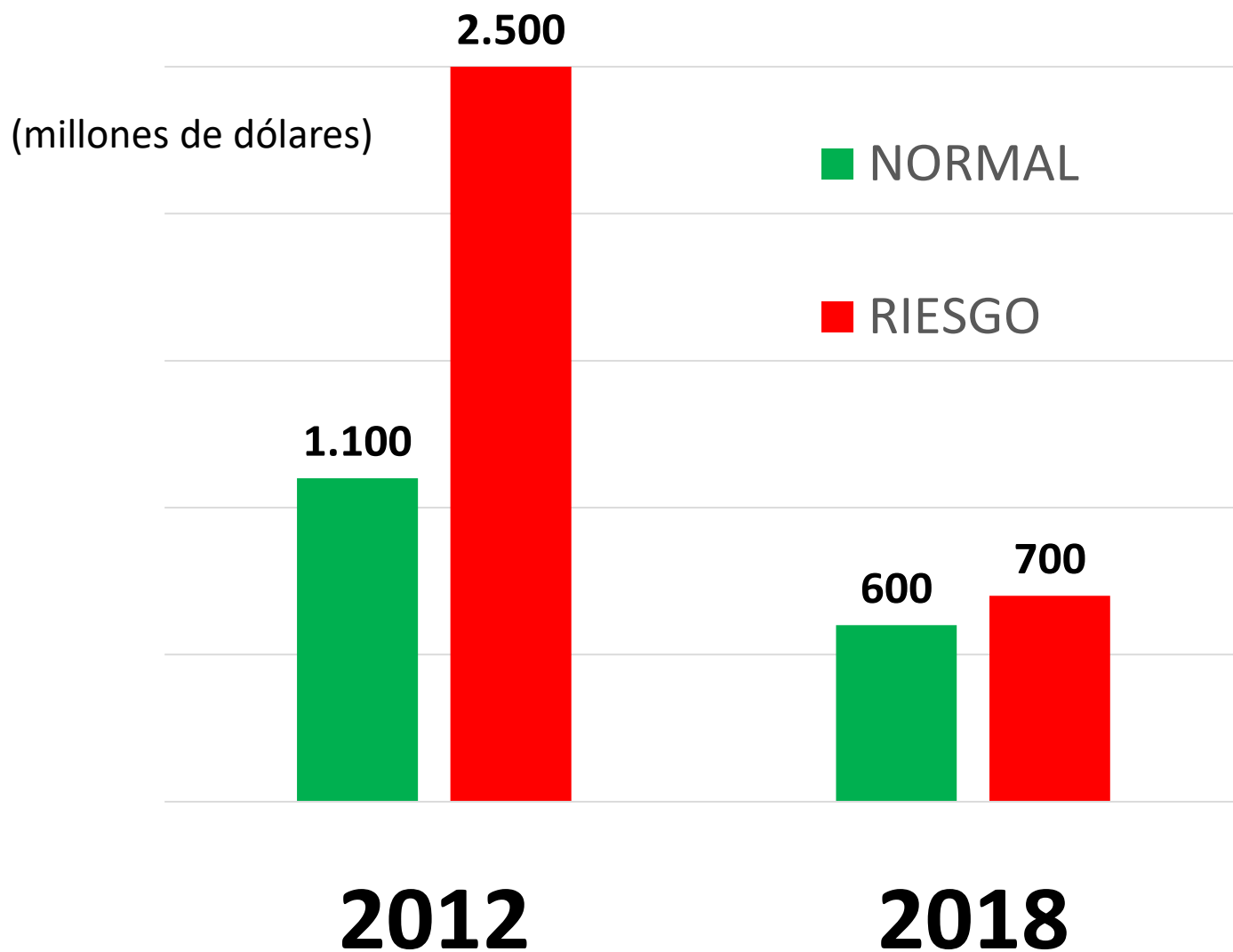


# Costo Anual de Generación de Energía



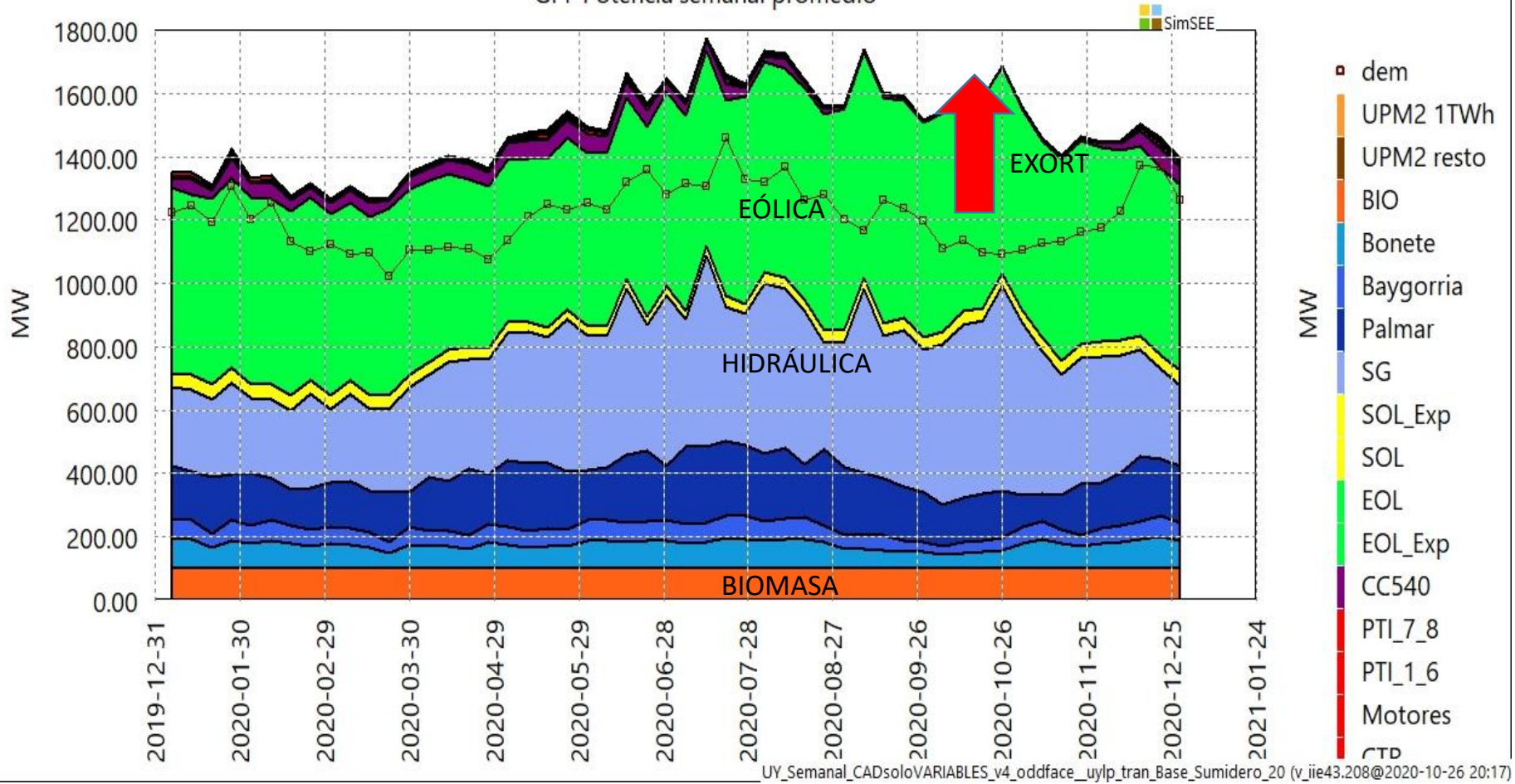
!!! Y FALTA EL BENEFICIO ADICIONAL SI SE EXPORTAN EXCEDENTES !!!

# Caso Uruguay – Reducción de Costo en Valor Esperado y del Riesgo

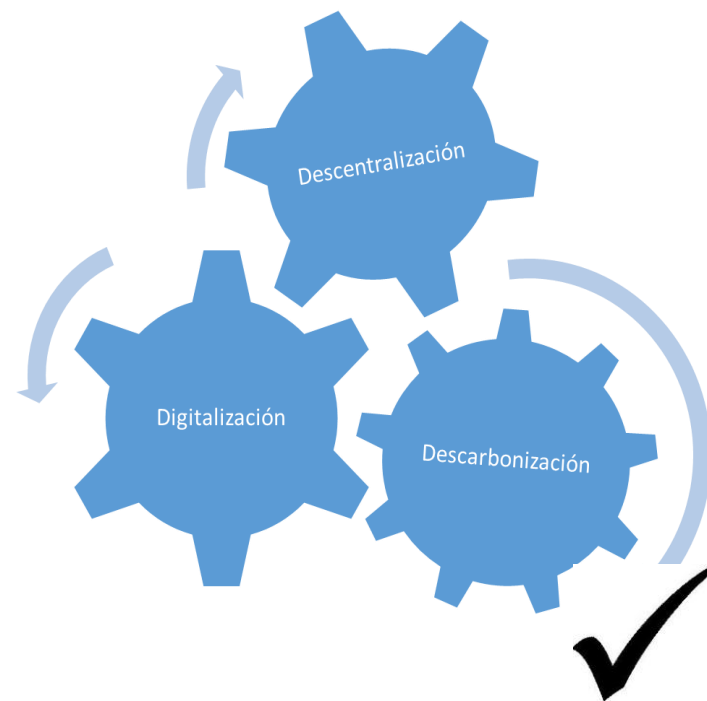
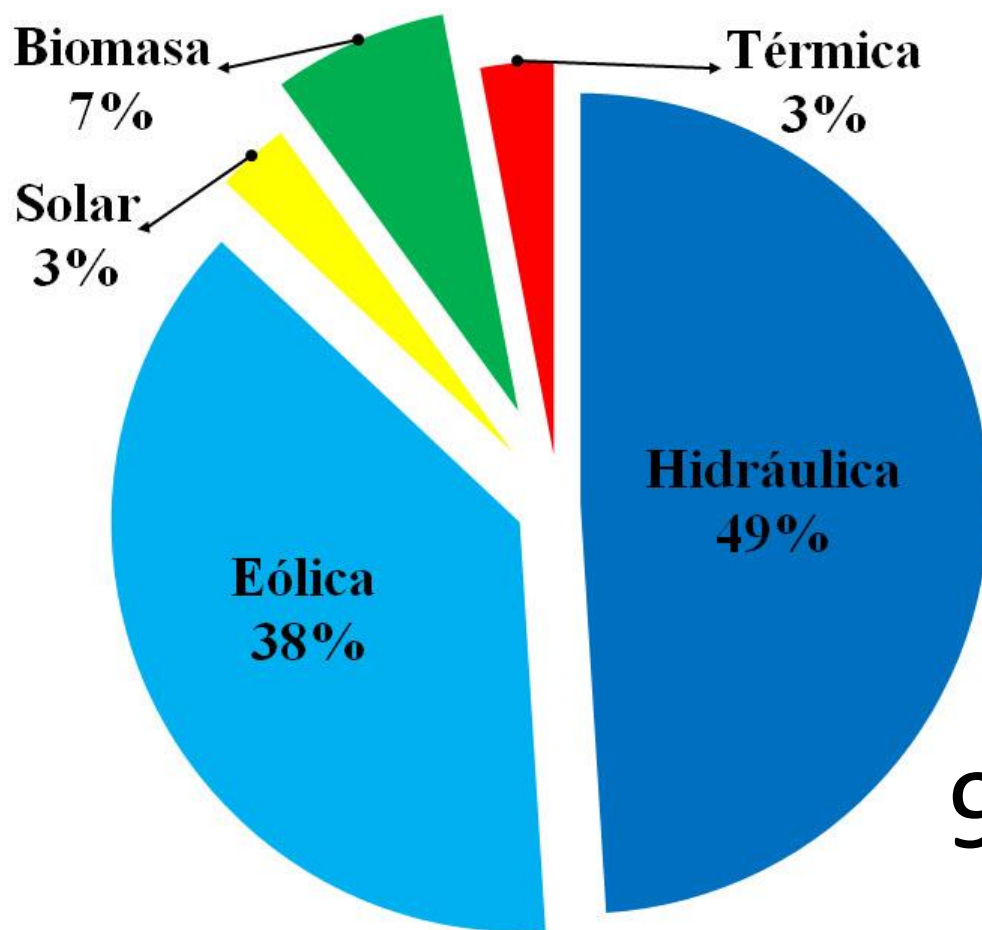


# Año medio 2020

GPF Potencia semanal promedio



# Generación en promedio en Uruguay



**97 % RENOVABLE**  
**48 % con ERNC**

# Transición electro energética de Uruguay



Imagen: Pexels.com

Autores:

Gonzalo Casaravilla  
Ruben Chaer  
Instituto de Ingeniería  
Eléctrica, Universidad de la  
República, Uruguay

Se presenta el cambio en la matriz de generación eléctrica realizado en Uruguay entre 2013 y 2017 y una posible evolución futura. Se muestran los fundamentos económicos que llevaron a este cambio, especialmente la reducción de los riesgos de costos en el sector eléctrico. Finalmente se analiza la evolución del mercado regional y como las ERNC estarían ayudando a su desarrollo.

El Sistema Eléctrico Uruguayo ha cambiado sustancialmente en los últimos años [1]. El país transformó su matriz de generación, siguiendo un plan de inversión optimizado, en el que las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) fueron las protagonistas. La Fig. 1 muestra la velocidad con la que se llevó a cabo la transformación de 2013 a 2017.

El año 2018 se puede considerarse representativo del sistema actual luego de la transformación radical llevada a cabo. En la Fig. 2 se muestra el valor esperado de la energía generada por las diferentes fuentes, siendo la Hidráulica un 49%, la Eólica un 38%, la Biomasa un 7%, la Solar un 3% y la Térmica un 3%. Por tanto, la nueva matriz de generación en Uruguay está

basada en un 97% en energías renovables y en particular un 48% es con ERNC (Eólica, Solar y Biomasa).

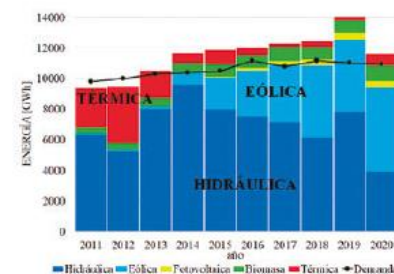


Fig.1. Evolución de la Generación Eléctrica de 2011 a 2020 en Uruguay

Las centrales térmicas en Uruguay son principalmente de respaldo y junto con las hidroeléctricas permiten garantizar los picos de la demanda.

Uruguay desarrolló en los años 80 del siglo XX el 100% de su potencial de generación hidroeléctrica económicamente eficiente, dando así el primer paso hacia un sistema basado en energías renovables.

En valor esperado, el 10% de la generación está asociada a excedentes ocasionales y se exporta a países vecinos. Si se tiene en cuenta que la demanda máxima en Uruguay es de 2200 MW promedio (año 2021), los 2000 MW de capacidad de interconexión con Argentina y los 570 MW de interconexión con Brasil, en conjunto permiten intercambios de energía relativamente importantes para Uruguay. Debe tenerse en cuenta que el Sistema Eléctrico de Argentina y Brasil son, respectivamente, once y cincuenta veces más grandes que el de Uruguay.

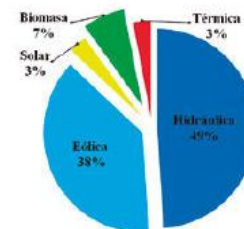


Fig.2: Generación media (valor esperado) en % por fuente en Uruguay.

<https://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2021/CC21a/>  
<https://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2021/CC21/>

# Mitos y demonios

- Necesidad de reserva rotante
- Capacidad de seguir la demanda
- Interconexión con Argentina
- Disponer de pronósticos de corto plazo
- Existencia de grúas en el país y la región
- Etc. etc. etc.

# Estudio de variabilidad diezminutal de 600 MW hecho en el año 2011

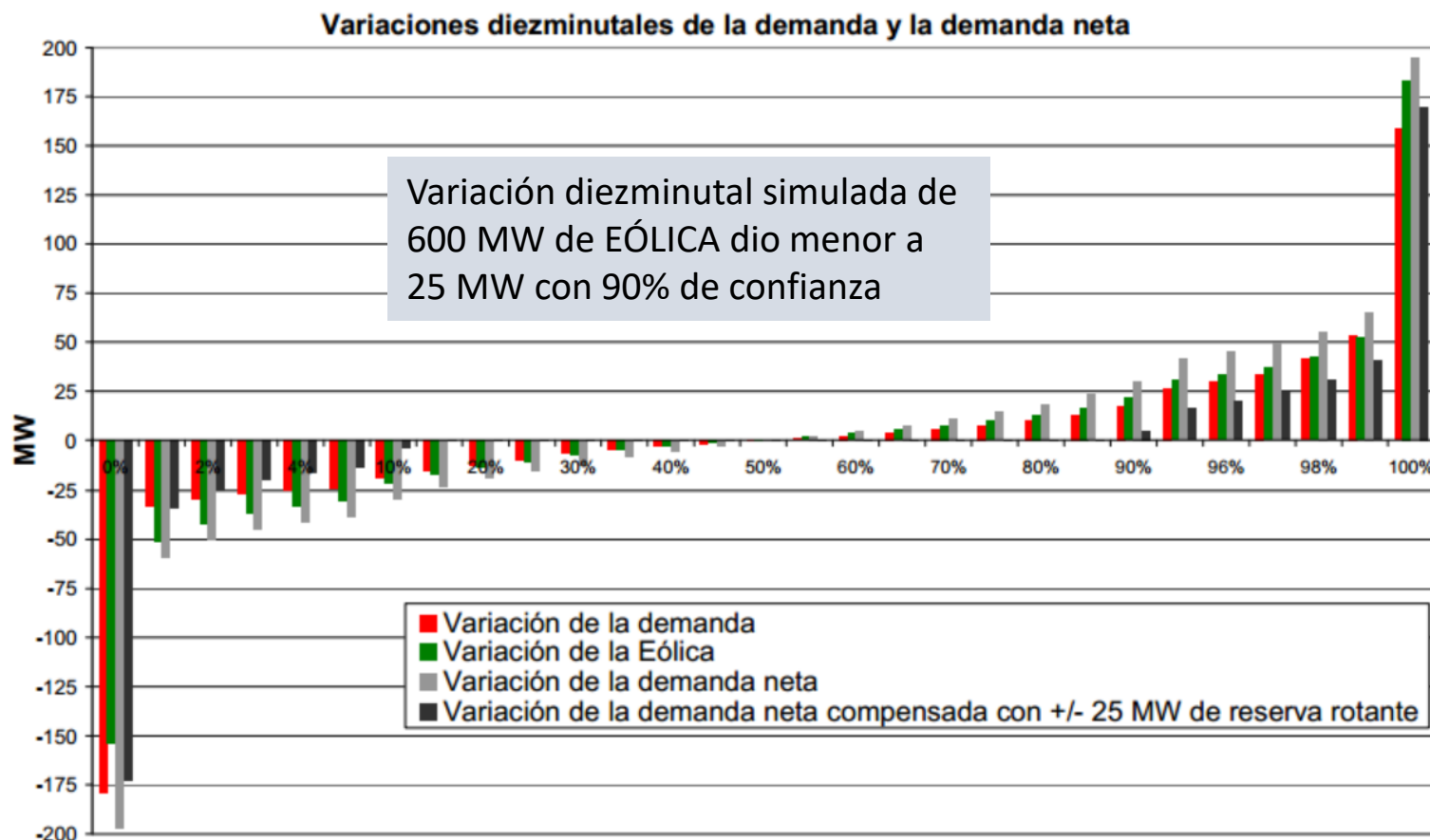


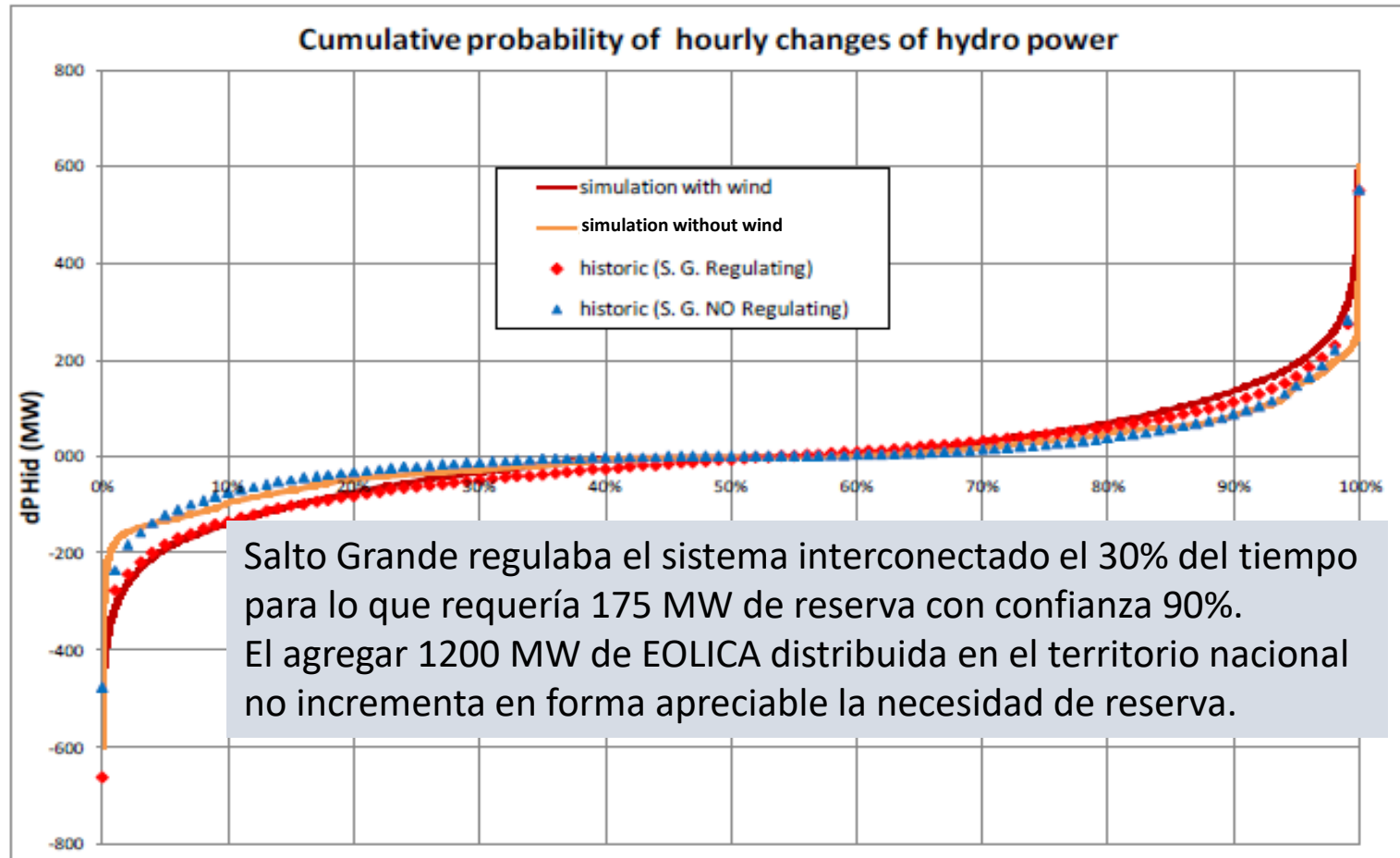
Figura 4. Compensación de la demanda neta para igualar su variabilidad a la de la demanda real.

[Requerimiento de reserva rotante de los primeros 600 MW eólicos a integrar al](#)

[Sistema Eléctrico del Uruguay](#). Eliana Cornalino, Daniel Larrosa, Ruben Chaer

Revista de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, Number 63, page 8--10 - Apr. 2011

# Estudio: Regulación de Salto Grande y variabilidad con y sin 1200 MW de eólica

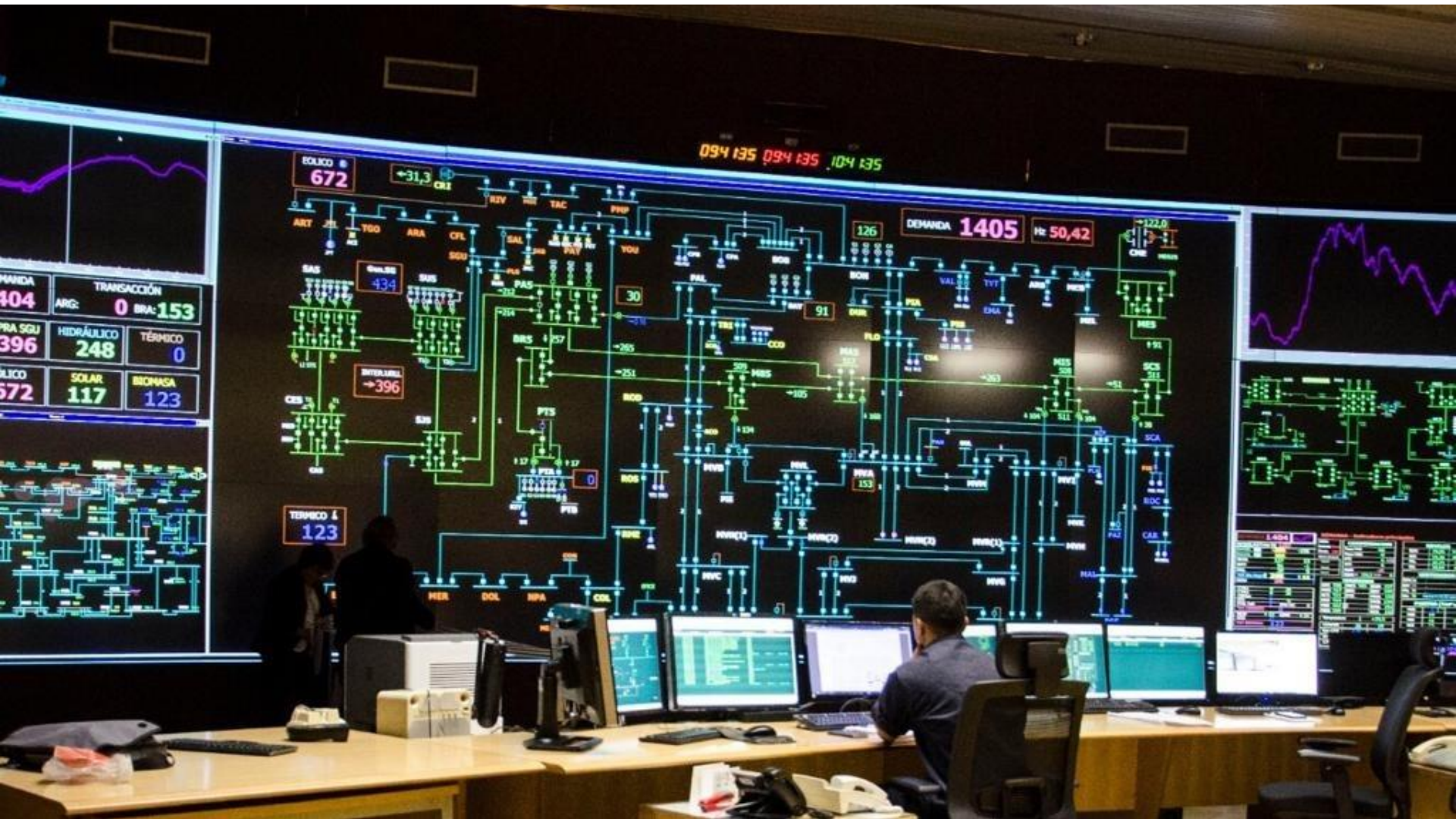


[Modeling and simulation of the power energy system of Uruguay in 2015 with high penetration of wind energy.](#) Ruben Chaer, Eliana Cornalino, Enzo Coppes

Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica,  
XII SEPOPE. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, page SP082 - 2012

Planificación de la Expansión de la Generación de Sistemas Eléctricos- 2024

# Despacho Nacional de Carga



2010



2015

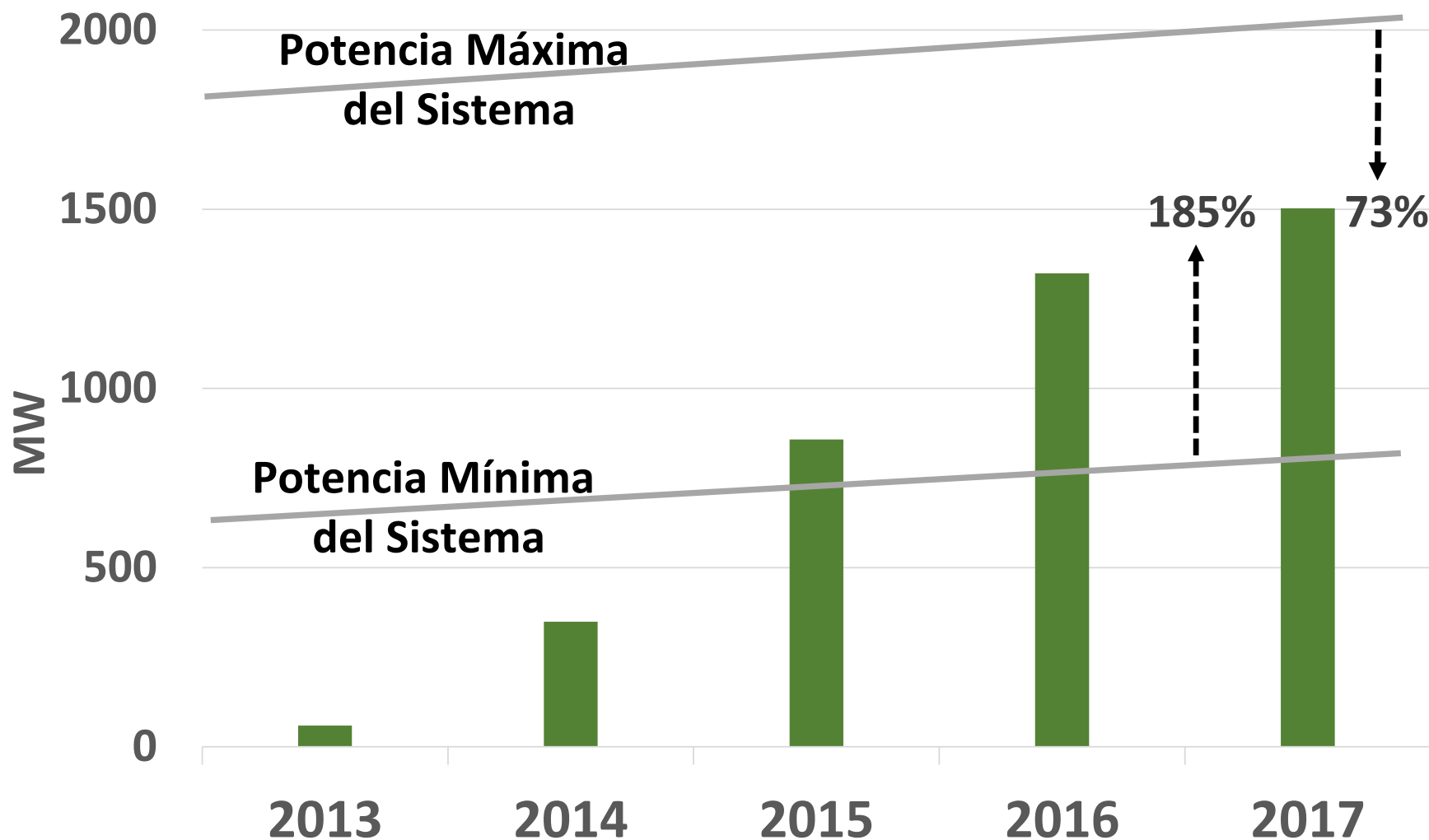


2020

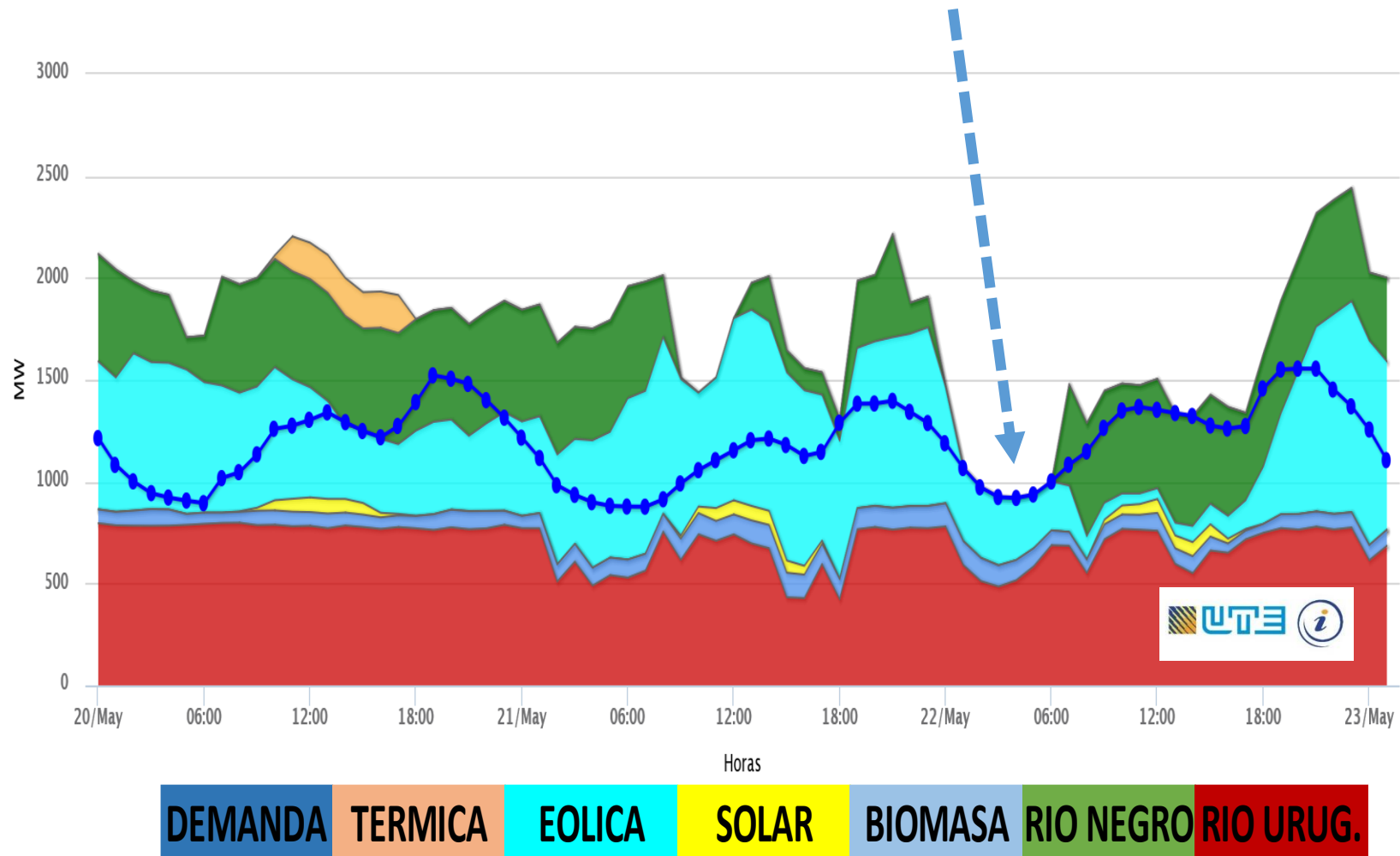


Planificación de la Expansión de la Generación de Sistemas Eléctricos- 2024

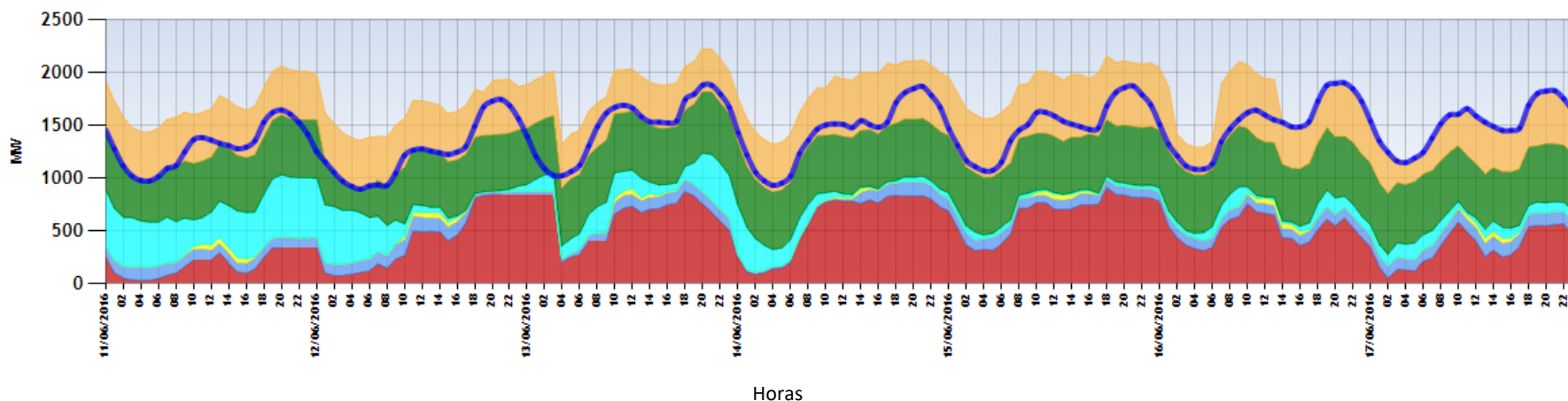
# Evolución de la Potencia Eólica Instalada



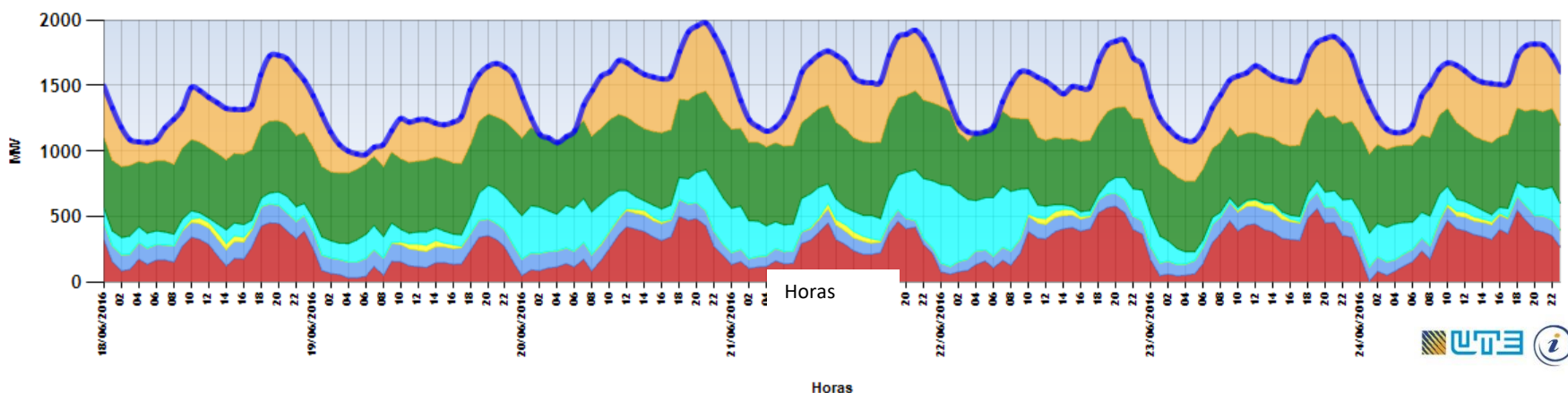
# Restricciones Operativas



# Exportando Térmica con buena Hidráulica...

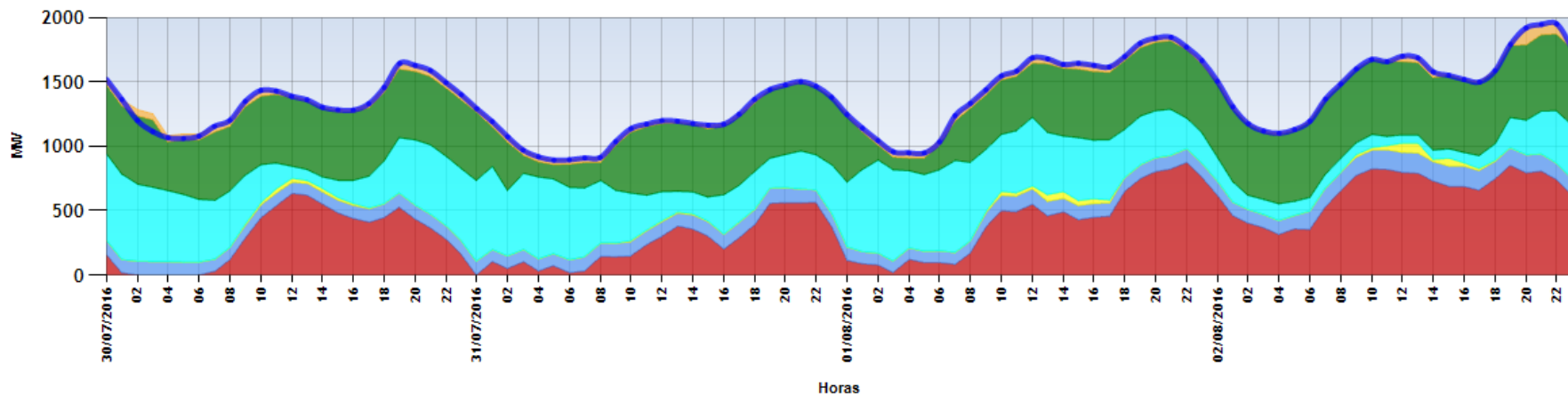


# Térmica con poco Viento o Agua...

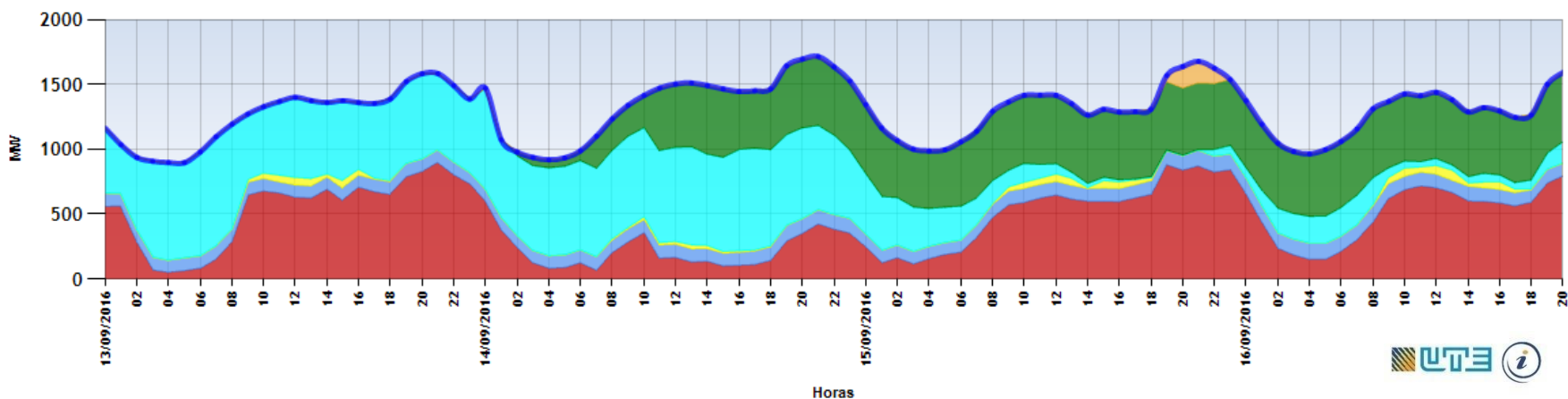


DEMANDA TERMICA EOLICA SOLAR BIOMASA RIO NEGRO RIO URUG.

# Soplando lindo y buena Hidráulica....



Demanda Térmica Río Negro Eólica Fotovoltaica Biomasa Compras SG.



**DEMANDA** **TERMICA** **EOLICA** **SOLAR** **BIOMASA** **RIO NEGRO** **RIO URUG.**

# Política Energética 2030



**2008:** Definida por el Poder Ejecutivo

**2010:** Acuerdo Multipartidario

## TRABAJO EN EQUIPO EN EL SECTOR ELÉCTRICO

MIEM – DNE – DNI – Programa Eólico y Eficiencia Energética - PRESIDENCIA – MEF – OPP  
CN Intendentes - MVOTMA – MTOP – MI – IMM- INC – BSE – BCU – RAFISA – BVM – BEVSA  
BROU – BHU - PNUD – BID – Banco Mundial - URSEA – ADME – AUGPEE - CIU – AUDER – ACADEMIA

***UTE: Rol empresarial y ejecutor de la Política Energética***

# Ejemplo de Integración de Objetivos, Restricciones y Costos de Sistemas Complejos sujetos a Recursos y Procesos con Estadísticas Interrelacionadas

## Decreto N° 244/019

FIJACION DE UN FLUJO MINIMO DIARIO EN EL RIO NEGRO  
AGUAS DEBAJO DE LA PRESA DE RINCON DEL BONETE, EL  
QUE SERA EROGADO POR LA CENTRAL HIDROELECTRICA  
ALLI UBICADA

Artículo 1: Establécese un flujo mínimo diario en el Río Negro aguas debajo de la Presa de Rincón del Bonete, equivalente a 80 m<sup>3</sup>/s (ochenta metros cúbicos por segundo), el cual será erogado por la Central Hidroeléctrica allí ubicada.

Artículo 3: La implementación del flujo mínimo en la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN) será tal que **asegure una probabilidad de incumplimiento equiparada a la prevista para el suministro eléctrico de la demanda** del agrupamiento de consumidores urbanos conectados directamente en media tensión correspondiente a las áreas de distribución de más alta densidad (ADT1), establecida como Tca en el Reglamento de Calidad del Servicio de Distribución de Energía Eléctrica, aprobado por Resolución de la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA) N° 29/003 de 24 de diciembre de 2003 y sus sucesivas modificaciones.

# “Knowledge itself is power” Francis Bacon (1597)



IEEE  
**power&energy**  
magazine  
*for electric power professionals*

Volume 11 • Number 6 • November/December 2013  
[www.ieee.org/power](http://www.ieee.org/power)



## *Knowledge Is Power*

IMAGINE A WORLD IN WHICH WIND ENERGY IS DISPATCHABLE, following a set point from the system operator just like other power plants. Is this a future dream that will only happen with massive storage or other breakthroughs? No, not at all—it is happening now in major parts of North America and Europe. The implementation is straightforward with the right wind forecasts for the dispatch process, and in turn this creates more market participation and higher value for forecasts in other time frames.

Efficiently  
Integrating  
Wind  
Energy  
and Wind  
Forecasts