

Mercado eléctrico Portugués

Introducción a los Mercados de
Energía Eléctrica – Curso 2013

Ing. Diego Oroño



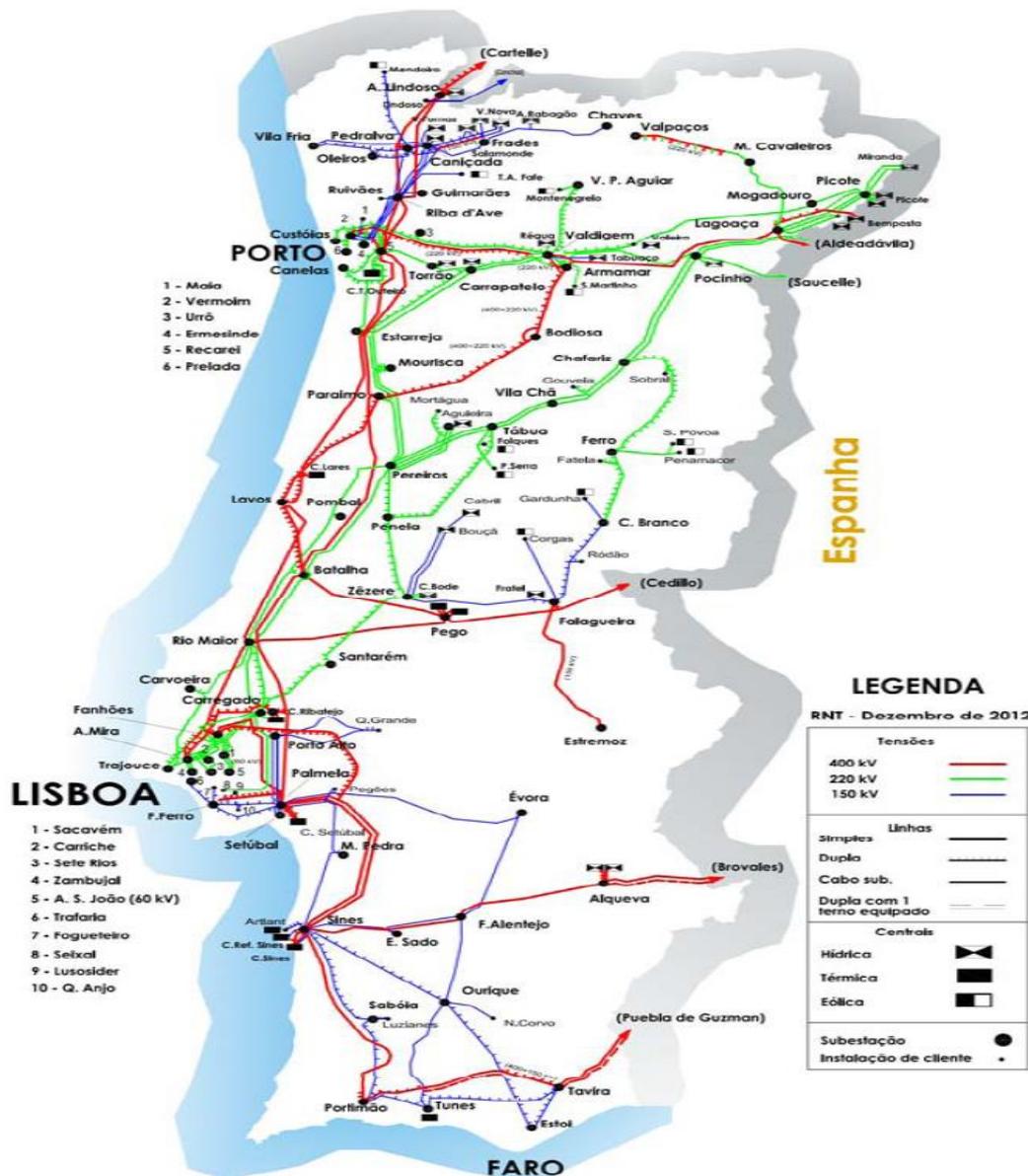
Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- El mercado eléctrico portugués
- Operador del sistema
- Modelos de programación energética
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- El mercado eléctrico portugués
- Operador del sistema
- Modelos de programación energética
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

El sistema eléctrico portugués



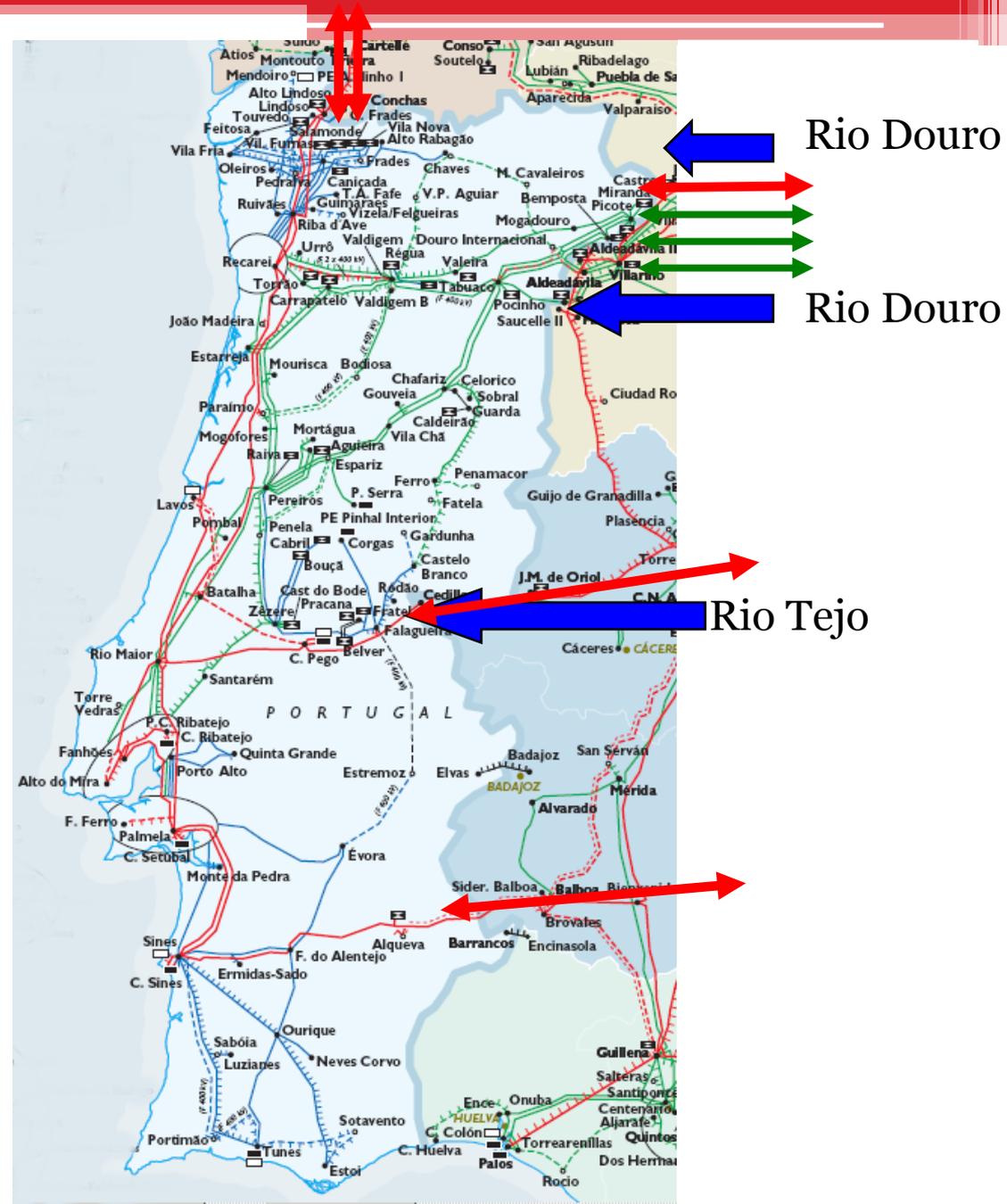
- **Líneas** **8534km**
 - **400 kV** **2333 km**
 - **220 kV** **3521 km**
 - **150 kV** **2680 km**
- **Interconexiones** **8**

(5 x 400, 3 x 220 kV) Capacidad máxima Comercial de 1600 MW

Interconexiones

- 8 Interconexiones Eléctricas
- 3 Interconexiones Hidráulicas

El caudal de los ríos internacionales es influenciado por el mercado de electricidad Iberico



Potencia Instalada

Régimen de mercado

- 29 Centrales Hidráulicas (78 Grupos) – 5.239 MW
 - Centrales de pasada
 - Centrales con embalse
- 7 Centrales térmicas (18 Grupos) – 6.697 MW
 - Carbón
 - Gas Natural (Ciclo Combinado)
 - Gasoil (Turbinas a Gas)
- Total: 11936 MW

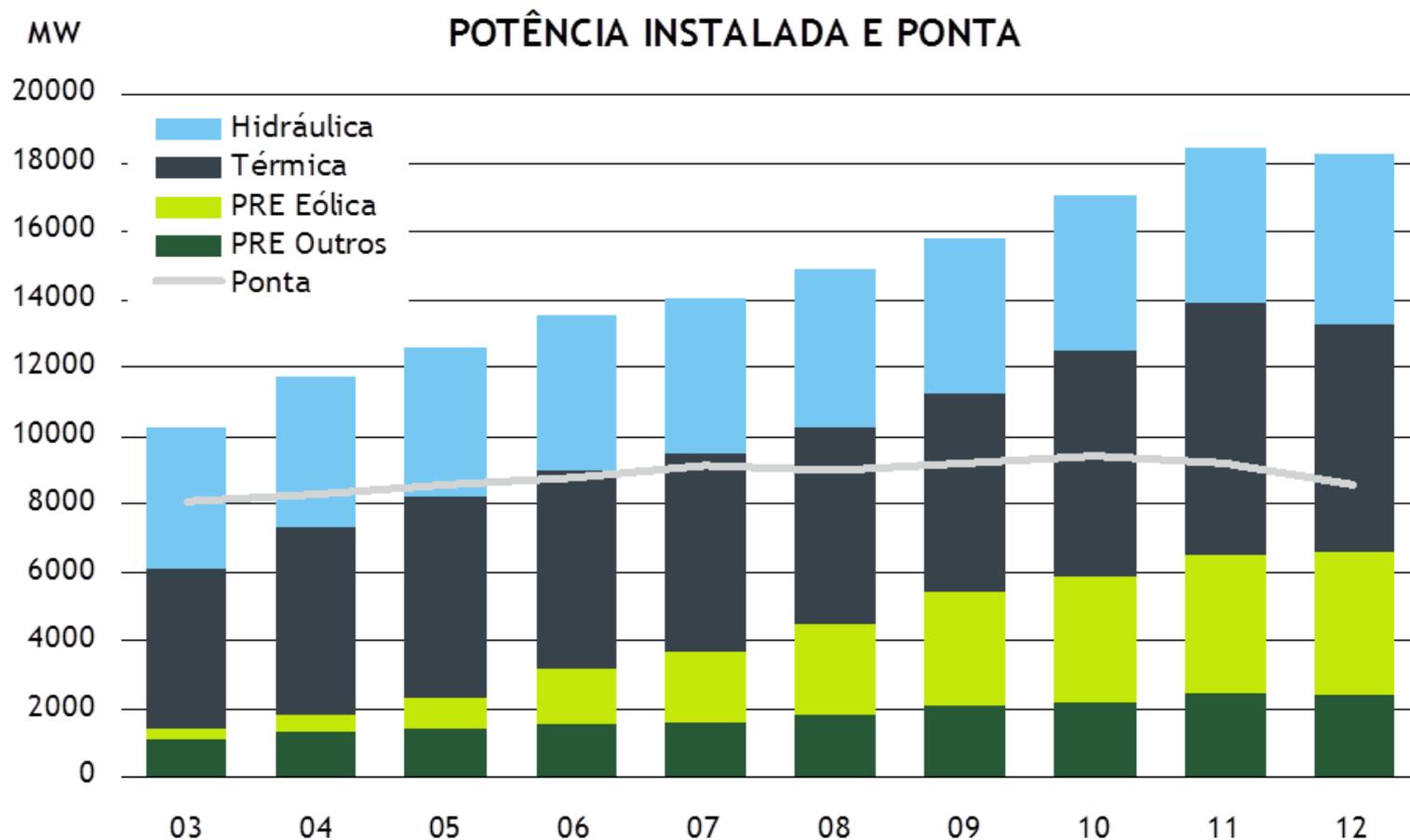
Potencia Instalada

Régimen especial

- Eólicas - 4.194 MW
- Mini-hídrica - 417 MW
- Solar - 220 MW
- Térmica - 1.780 MW (cogeneración y biomasa)
- Total – 6.611 MW

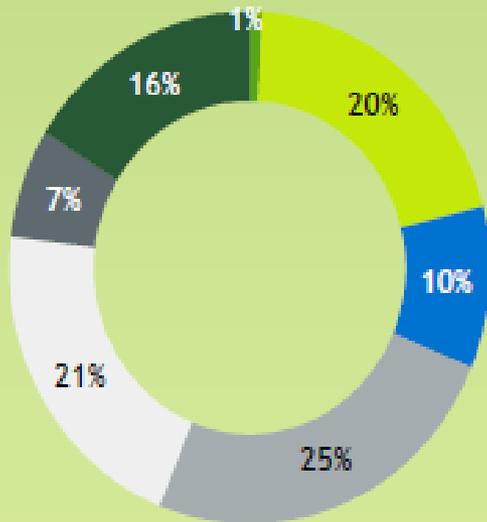
TOTAL POTENCIA INSTALADA: 18547 MW

Evolución de la potencia instalada

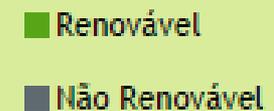
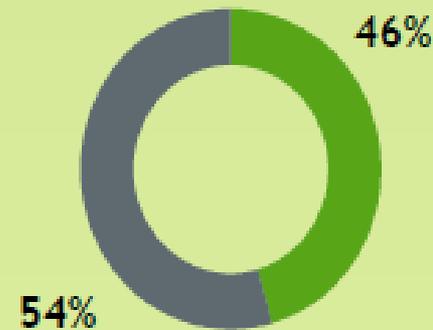
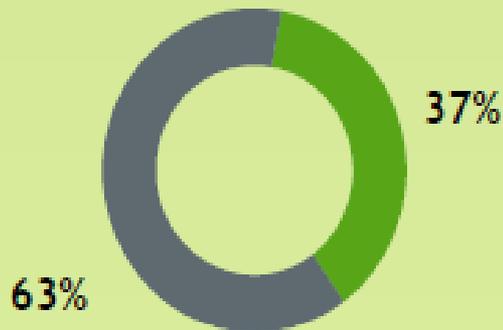
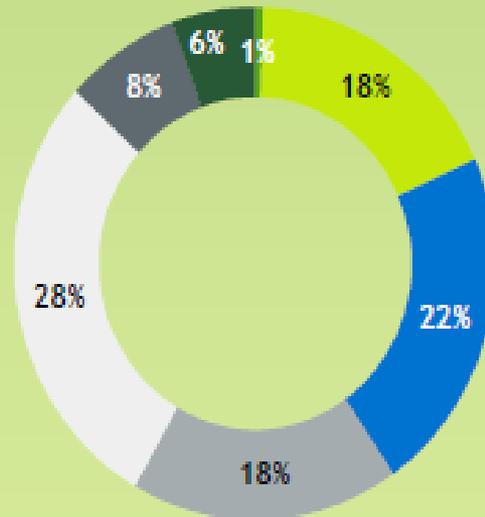


Abastecimiento de la demanda

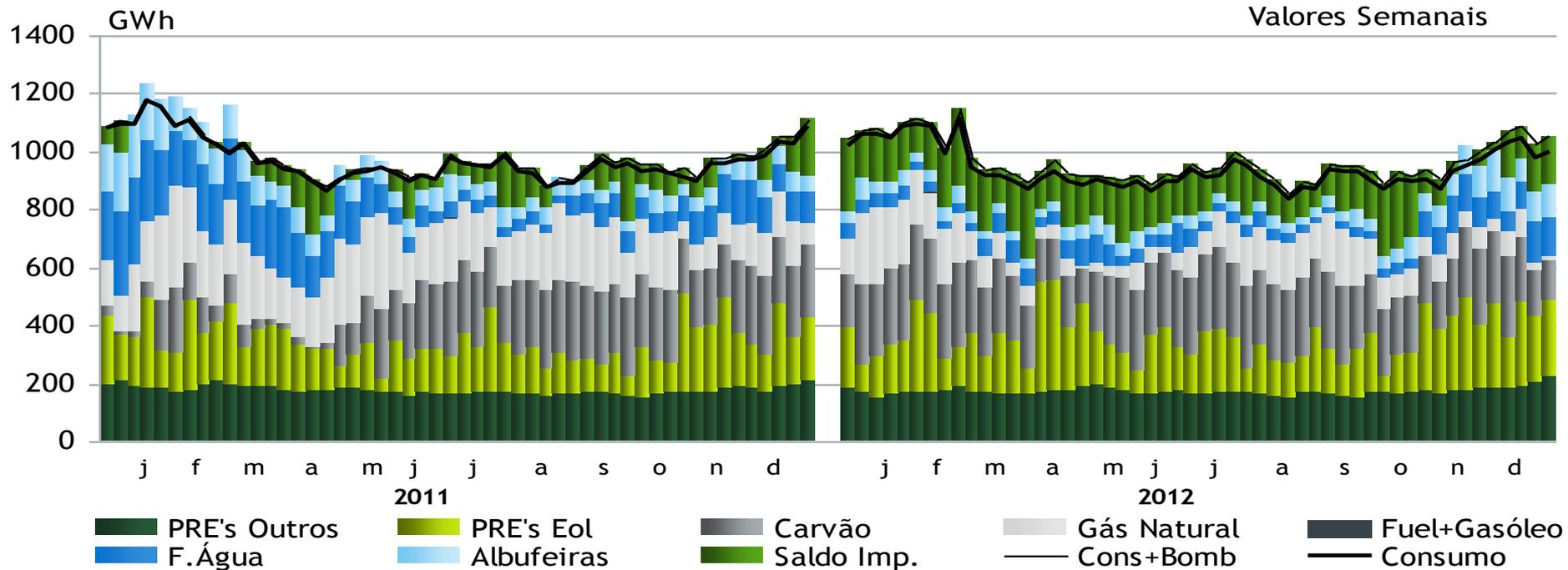
2012



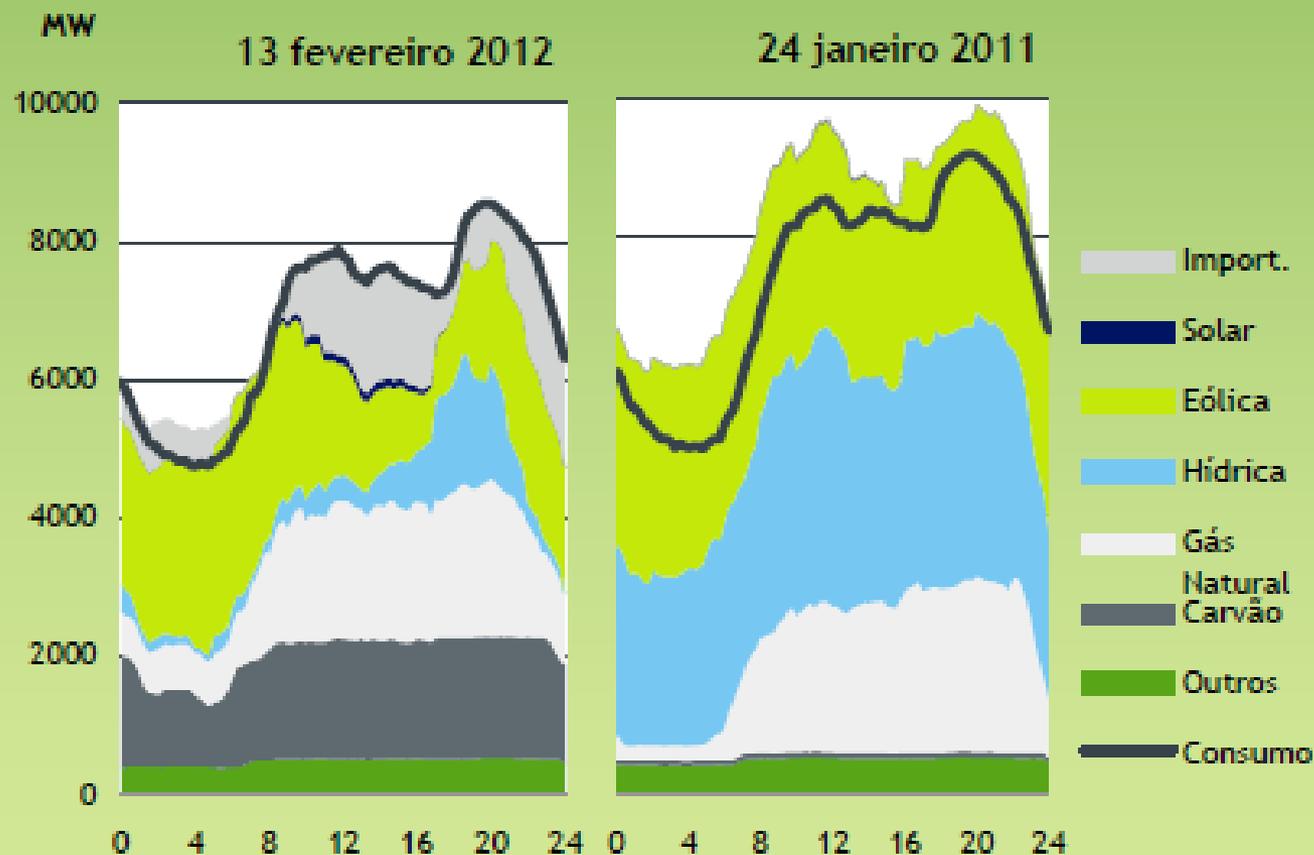
2011



Abastecimiento de la demanda



CARACTERÍSTICAS DO DIAGRAMA DA PONTA ANUAL



2012-02-13 2011-01-24 Var [%]

Potência máxima	MW	8 554	9 192	-6.9
Potência mínima	MW	4 746	4 966	-4.4

Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- **El mercado eléctrico portugués**
- Operador del sistema
- Modelos de programación energética
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

Evolución del Mercado Eléctrico Portugués

- Presentación – cambios estructurales Portugal
- Como país perteneciente a la UE, Portugal debe crear un mercado libre de electricidad. Primer paso Setiembre 2001, donde consumidores en MT y AT comenzaron a ser libres de elegir proveedor.
- Protocolo de colaboración entre España y Portugal para la creación de un mercado único de electricidad en la península (Mibel).

- Un único **operador del mercado** (España – Portugal)
- La responsabilidad de implementar los mercados diarios e intra-diarios se le cedió al operador del mercado español (OMIE)
- La responsabilidad de implementar los mercados futuros (contratos) se le cedió al operador del mercado portugués (OMIP)
- **Operación del sistema:** Un operador por país REE (España), REN (Portugal).

Antes del Mibel

- La generación se sustentaba sobre un sistema de PPAs (Power Purchased Agreements) llamados CAEs (Contratos de Adquisición de Energía).
- La decisión de producción se llevaba a cabo a través de un modelo de despacho económico centralizado llamado “ValorAgua” (se sigue usando).
- La interconexión era gestionada a través de subastas explícitas de capacidad.

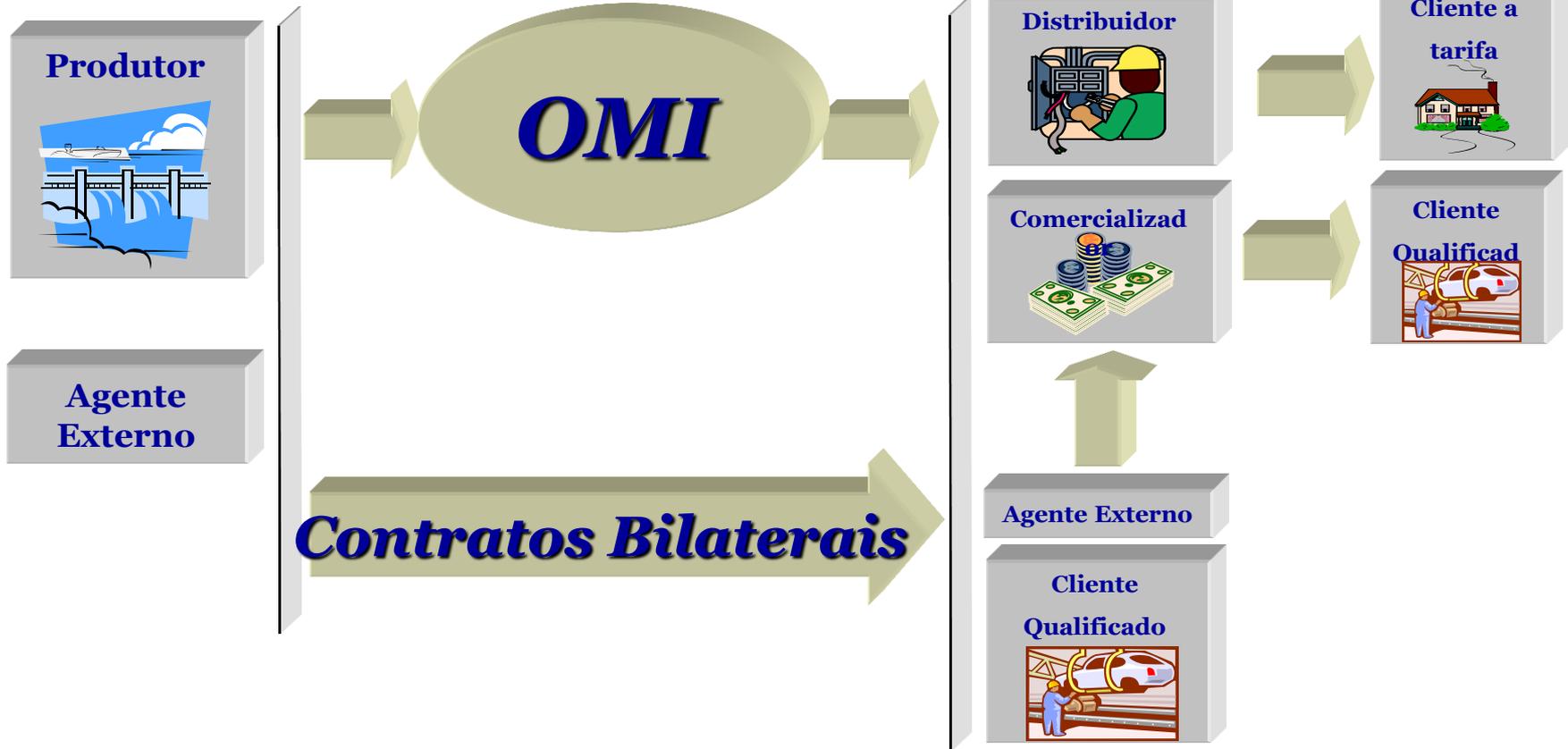
Comienzo del Mibel

- Desde Julio de 2007 el despacho de las centrales portuguesas es decidido mediante un algoritmo de Market Splitting entre España y Portugal y la interconexión es gestionada por el propio algoritmo.
- Los servicios adicionales requeridos por el operador del sistema pasan a ser remunerados mediante sistemas de mercado a cargo del OMIP.

- Los productores con CAEs ahora pasan a exponerse a riesgo de mercado.
- Se ofrece un sistema de compensación voluntario llamado CMECs (Costes de Manutención del Equilibrio Contractual).
- Los productores han sido reacios a extinguir los CAEs. La única empresa que se acogió a los CMECs fue EDP (empresa estatal).
- Para garantizar el funcionamiento del mercado se crea REN Trading (compra energía a centrales que permanecen con CAEs y la vende en el mercado)

Reglas del Operador de Mercado

- Mercado realizado diariamente mediante el cual se obtiene el programa base de funcionamiento del día siguiente.
- 6 mercados de ajustes (intra-diarios).
- Los 7 mercados calculan precios marginales horarios mediante el encuentro de una oferta de venta y de compra agregada conjunta de España y Portugal.
- Si el resultado de la interconexión es viable, el precio es el mismo en los dos países.
- Si la interconexión está por encima se calcularán 2 precios distintos, uno para cada país.

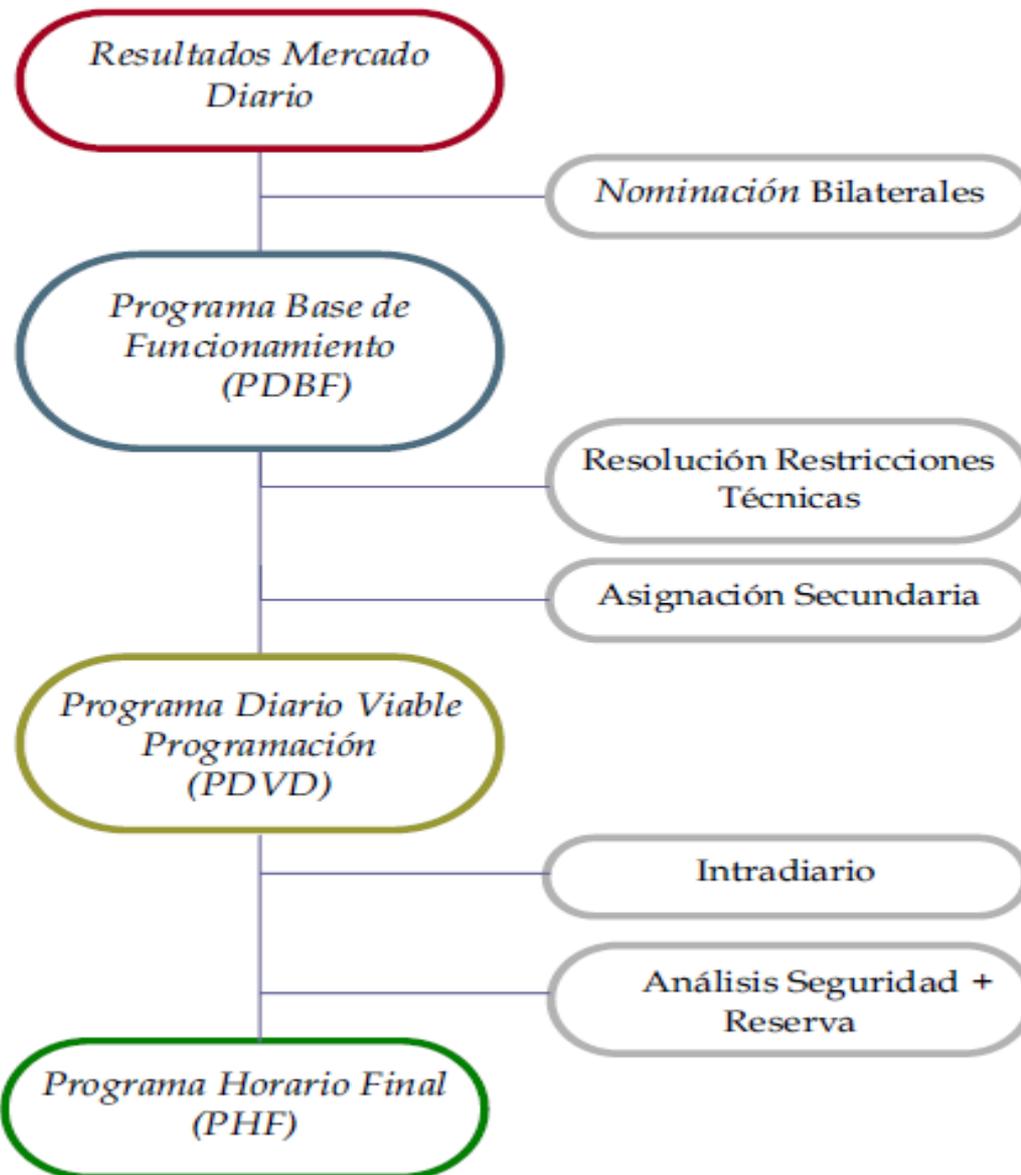


Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- El mercado eléctrico portugués
- **Operador del sistema**
- Modelos de programación energética
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

Operación del Sistema Portugués





Organización del Operador del Sistema

- Despacho (Sacavém)
(Seguridad del sistema y equilibrio entre producción y consumo)
 - 3 staff + 15 operadores en turnos
- Operación de red (Vermoim)
 - 3 staff + 12 operadores en turnos
- Sistemas y desarrollo (soporte de software)
 - 10 staff
- Total de 45 personas

Salas en Sacavém y Vermoim

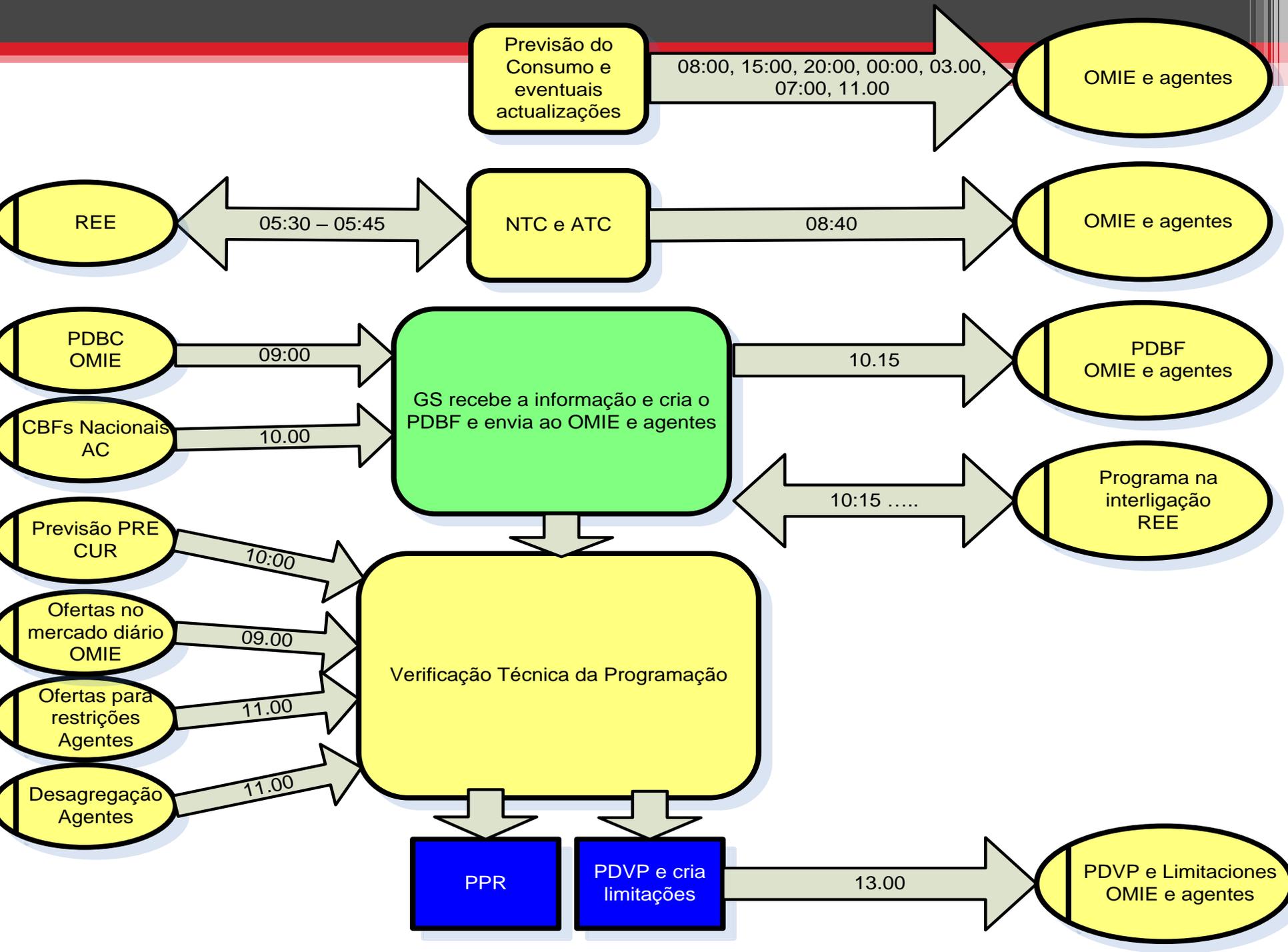


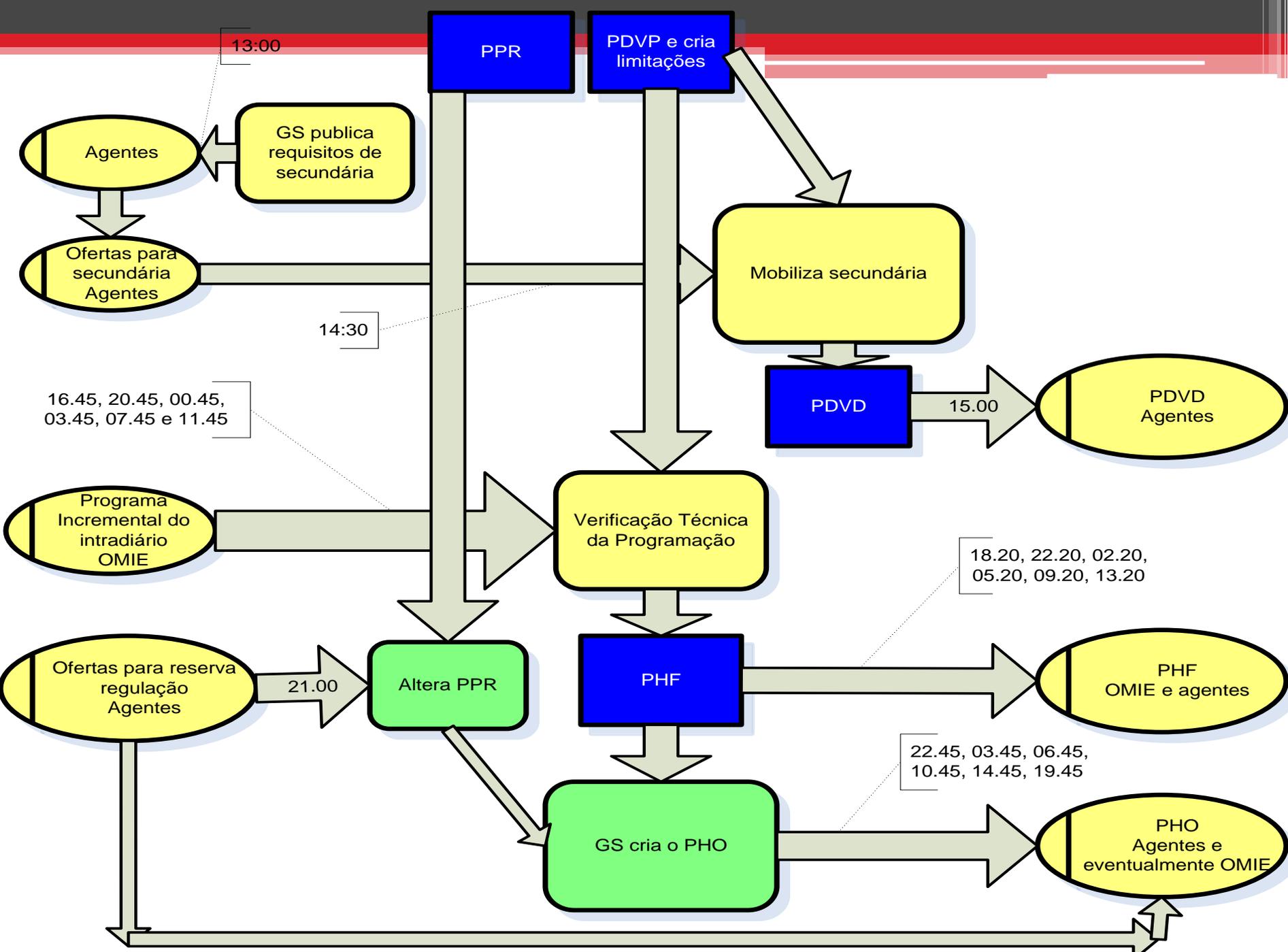
Sistema a operar/monitorear

- Red Nacional de Transporte
- Interconexión con Sistema Español (red ENTSO-E)
- Parque generador Nacional
- Consumo Nacional

Funciones principales

1. Garantizar la seguridad y la operación de la RNT
– Rede Nacional de Transporte
2. Mantener el equilibrio entre la producción, el consumo y el saldo de interconexión



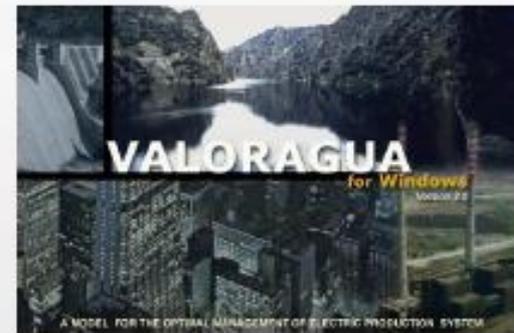
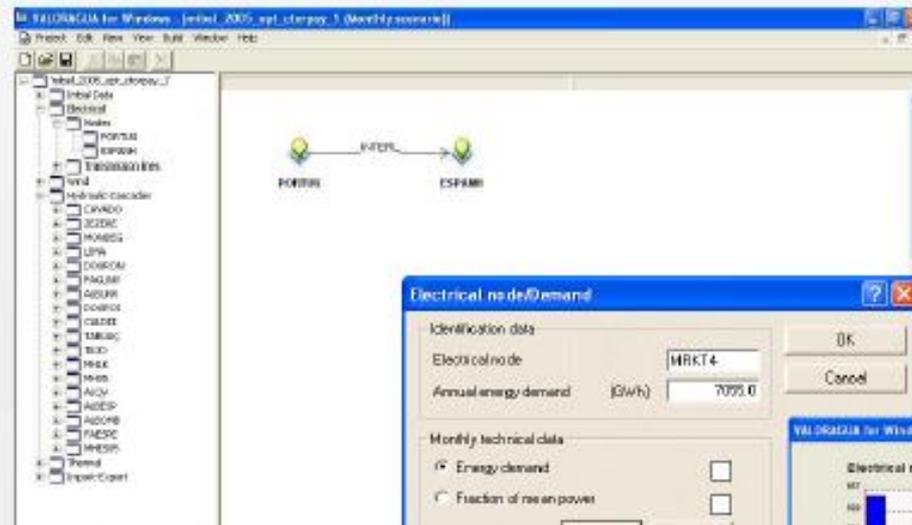


Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- El mercado eléctrico portugués
- Operador del sistema
- **Modelos de programación energética**
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

Modelo VALORAGUA

Gestão integrada do sistema electroprodutor
(coordenação hídrica-térmica-eólica)



Electrical node demand

Identification data

Electrical node: NRKT4

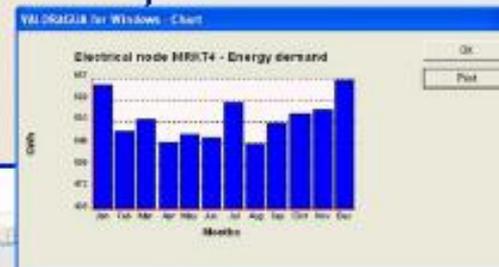
Annual energy demand (GWh): 7095.0

Monthly technical data

Energy demand

Fraction of renewable power

Graph Edit



Software de ajuda à decisão do planeamento do sistema electroprodutor.

É uma ferramenta com destaque especial na optimização da operação de um sistema misto, que integra áreas de produção/consumo interligadas por uma rede de transmissão equivalente.

Principales características

- Estructura modular
- Estructura de producción a partir de costos marginales / precios de mercado
- Integración de energías renovables
- Descripción detallada de producción eólica
- Mercados interconectados y políticas ambientales (representadas como restricciones)
- Técnicas matemáticas utilizadas
 - Programación dinámica estocástica (optimización hacia atrás)
 - Programación lineal
 - Programación no lineal – Relajación Lagrangeana

Modelo RESERVAS

Enfrentando los mismos desafíos de integrar altos niveles de generación de fuentes renovables e intermitentes en sus sistemas, REN y REE, promovieron el desarrollo de este modelo con el apoyo de INESC Porto (Instituto Nacional de Ingeniería de Sistemas y Computación)

Basado en simulaciones cronológicas horarias de Monte-Carlo

Esta metodología preserva las relaciones complejas entre las principales variables aleatorias del problema y considera una variedad de escenarios (produciendo resultados estadísticos significativos).

Calcula los índices convencionales de probabilidad de desempeño, que representa el nivel de riesgo de seguridad de abastecimiento de energía

Los índices obtenidos vienen acompañados con la distribución de probabilidad de las variables aleatorias.

A partir de los indicadores de seguridad de suministro se determina la necesidad de reserva operativa

Permite analizar transiciones críticas en el sistema que pueden ocurrir a nivel intra-horario.

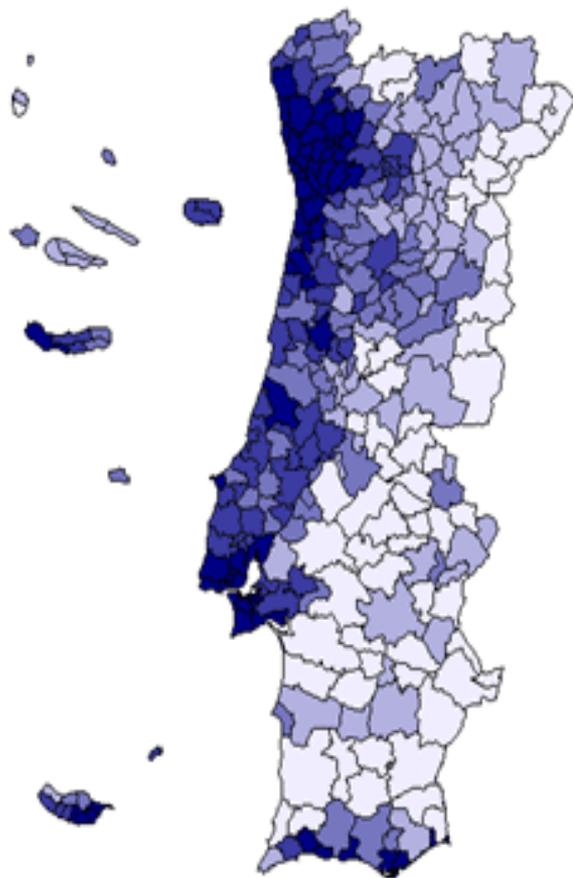
Agenda

- El sistema eléctrico portugués
- El mercado eléctrico portugués
- Operador del sistema
- Modelos de programación energética
- Gestión técnica y desafíos de la integración de renovables en Portugal

¿Por qué energía eólica en Portugal?

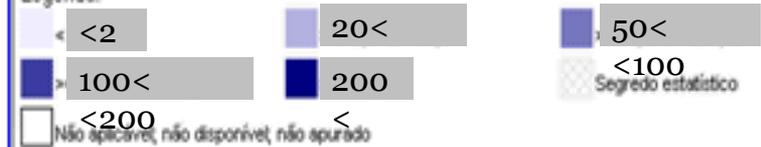
- Portugal no tiene combustibles fósiles (carbón, gas natural, derivados del petróleo).
- Existen penalizaciones por emisiones de CO₂
- No hay certezas sobre la economía de la energía nuclear y sería difícil integrar dicha tecnología en un sistema tan pequeño.
- Hay buenas ubicaciones para generación de energía eólica
- Existe mucha sinergia entre la energía hidroeléctrica y la eólica.
- Las mejores ubicaciones respecto de los vientos en Portugal no tienen una alta densidad de población.

Densidade populacional - 2003
Concelhos



0 53 200 m

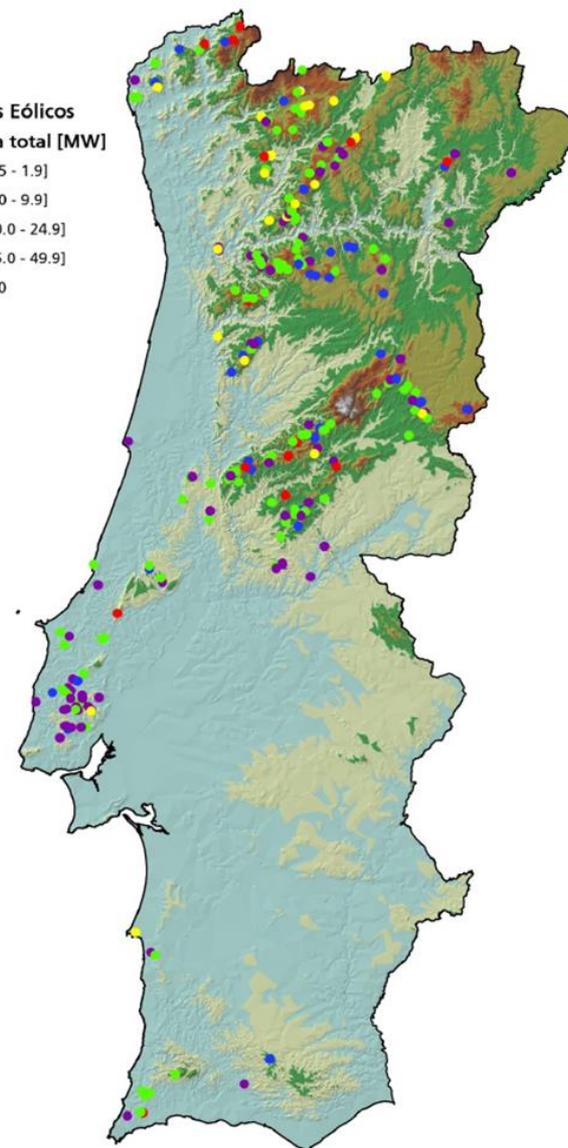
Legenda:



Parques Eólicos

Potência total [MW]

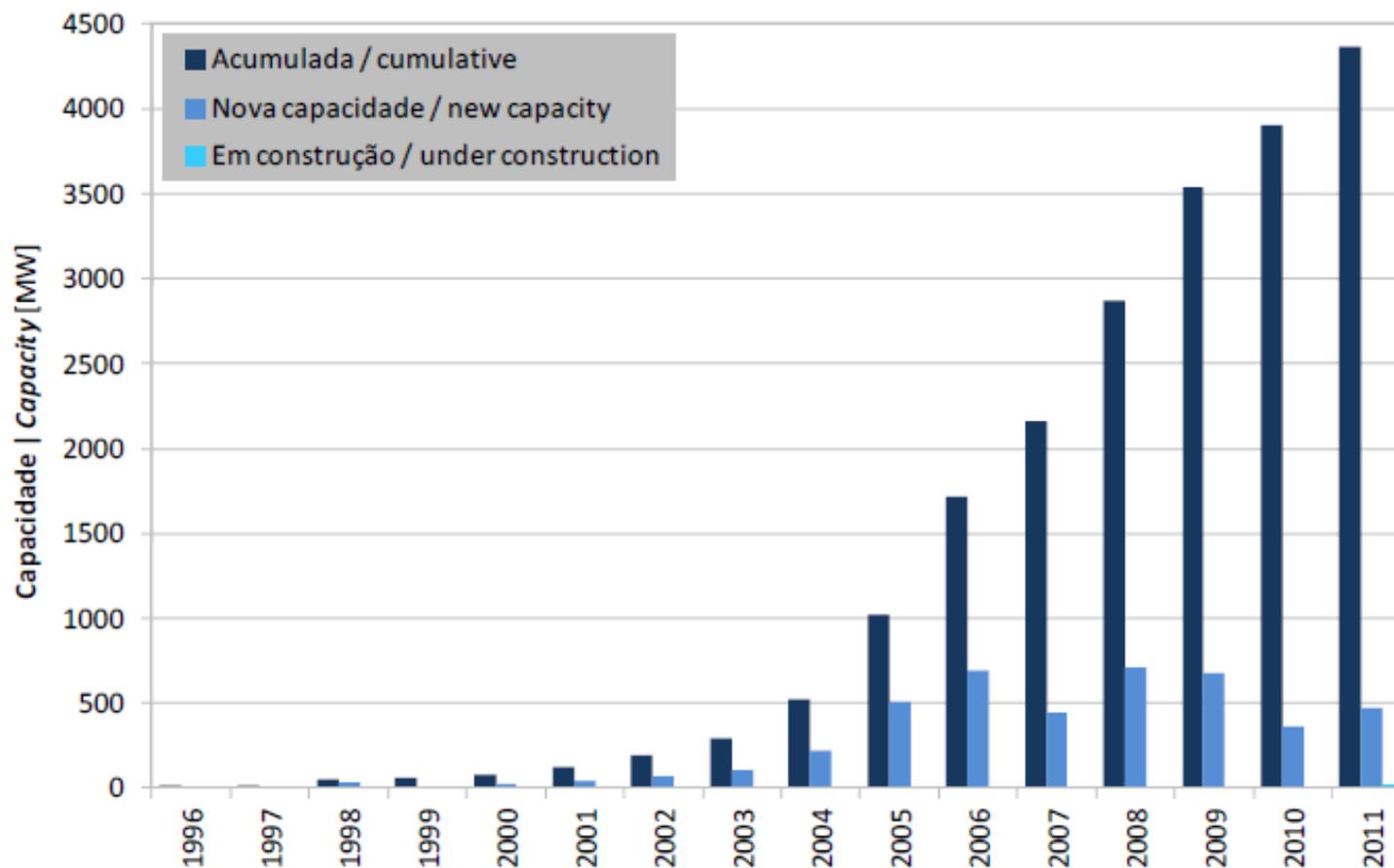
- [0.5 - 1.9]
- [2.0 - 9.9]
- [10.0 - 24.9]
- [25.0 - 49.9]
- >50



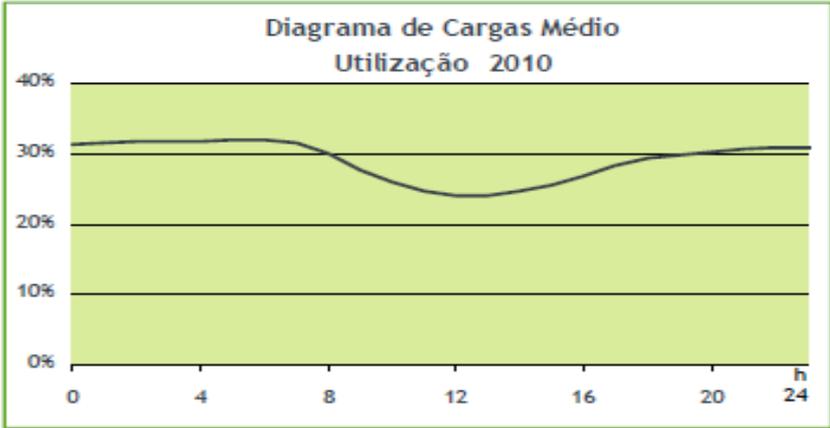
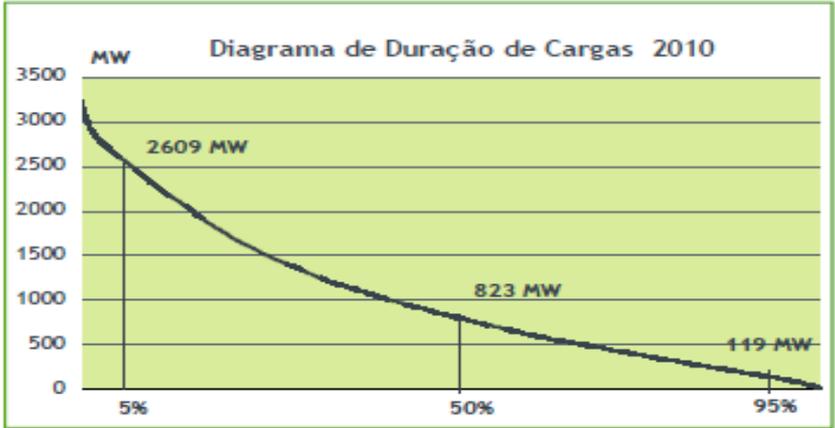
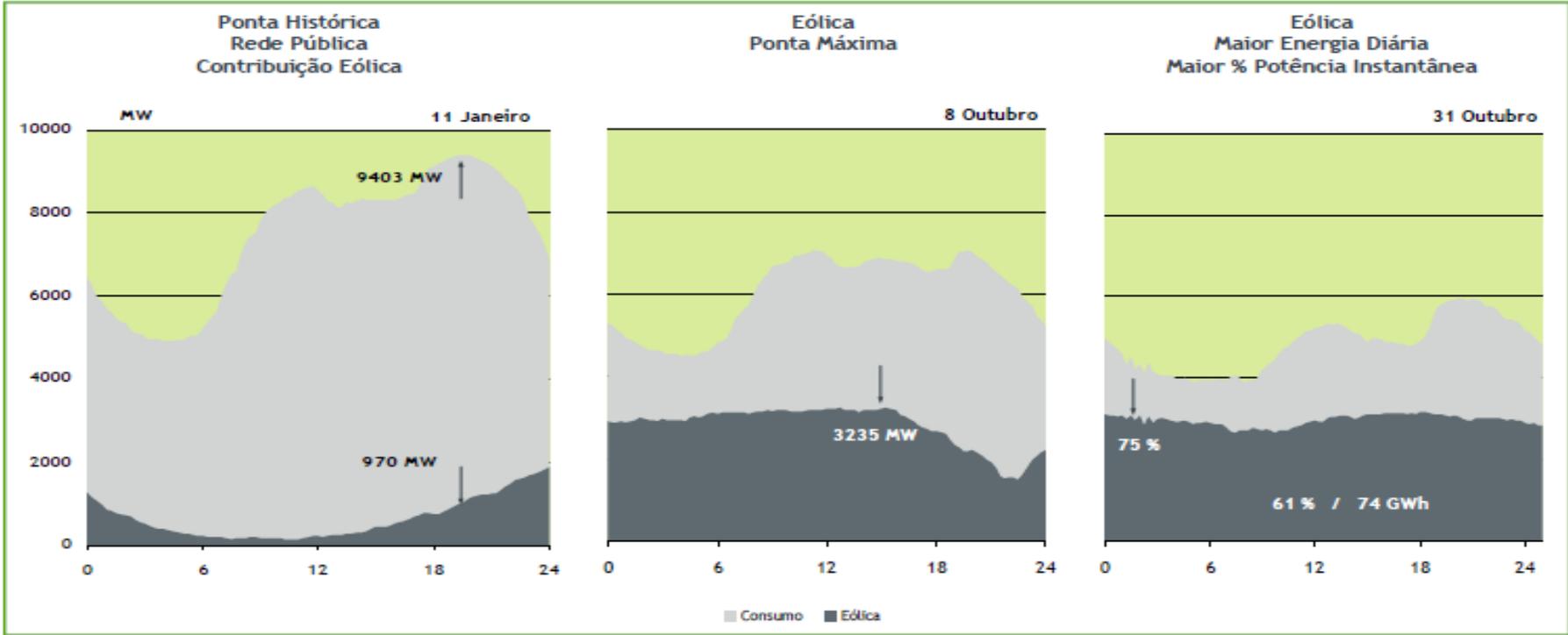
Crecimiento de la energía eólica

Portugal - Capacidade geradora acumulada

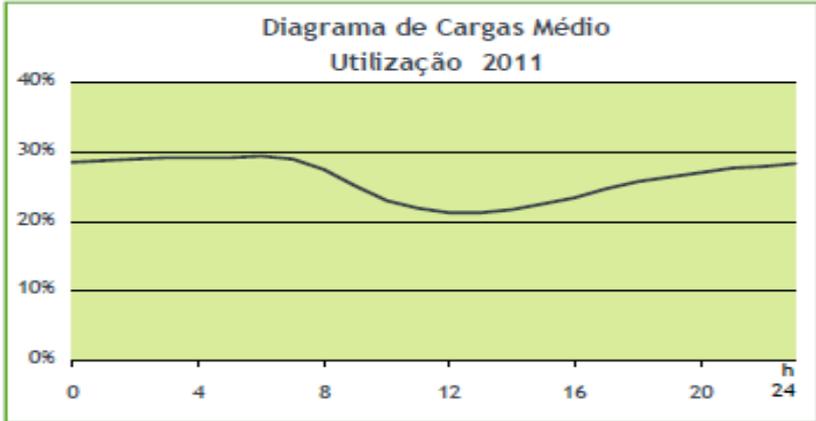
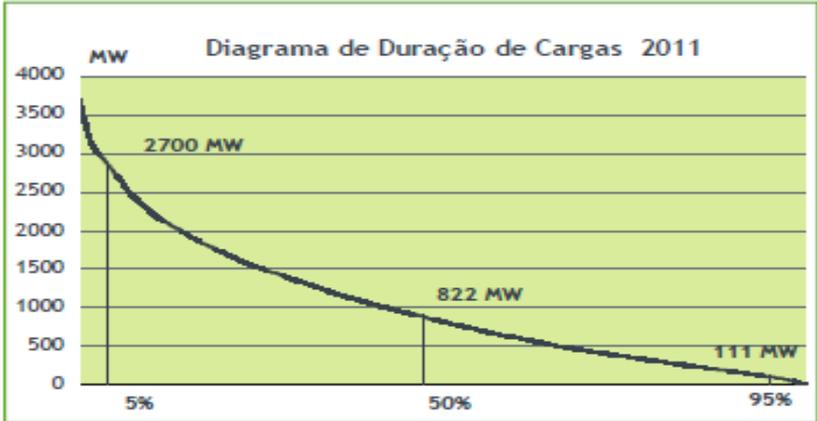
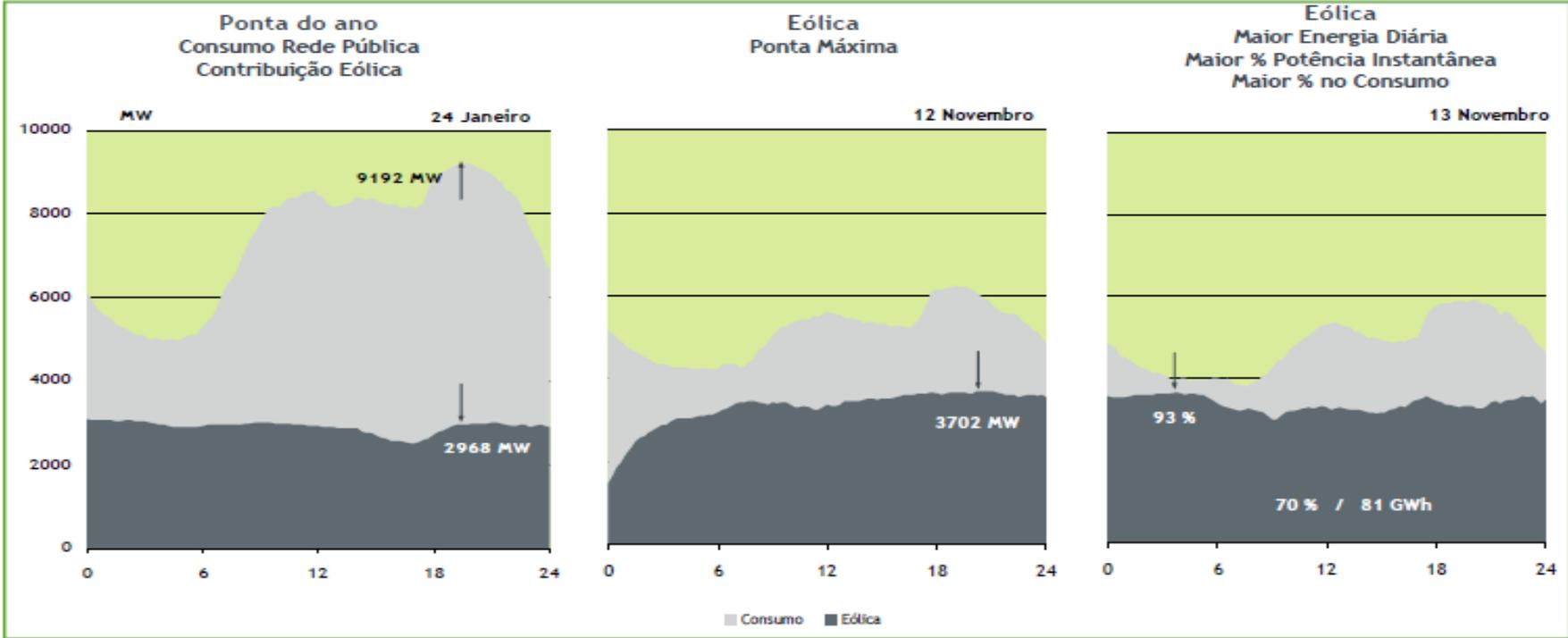
Portugal - cumulative generating capacity



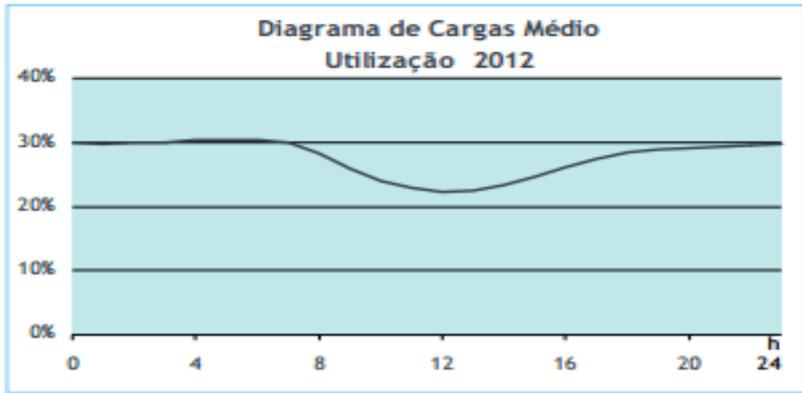
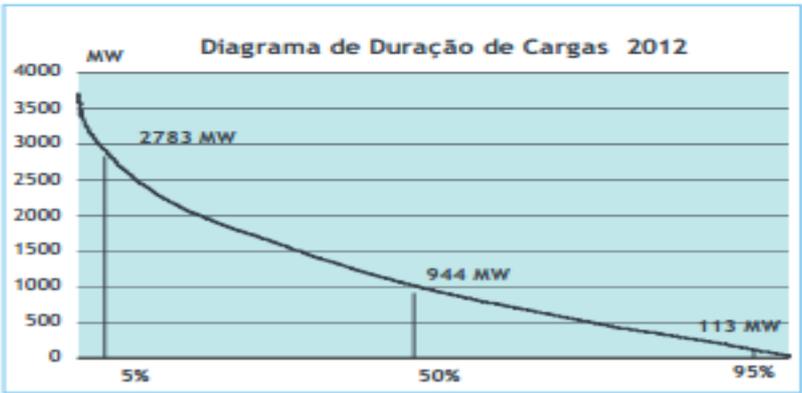
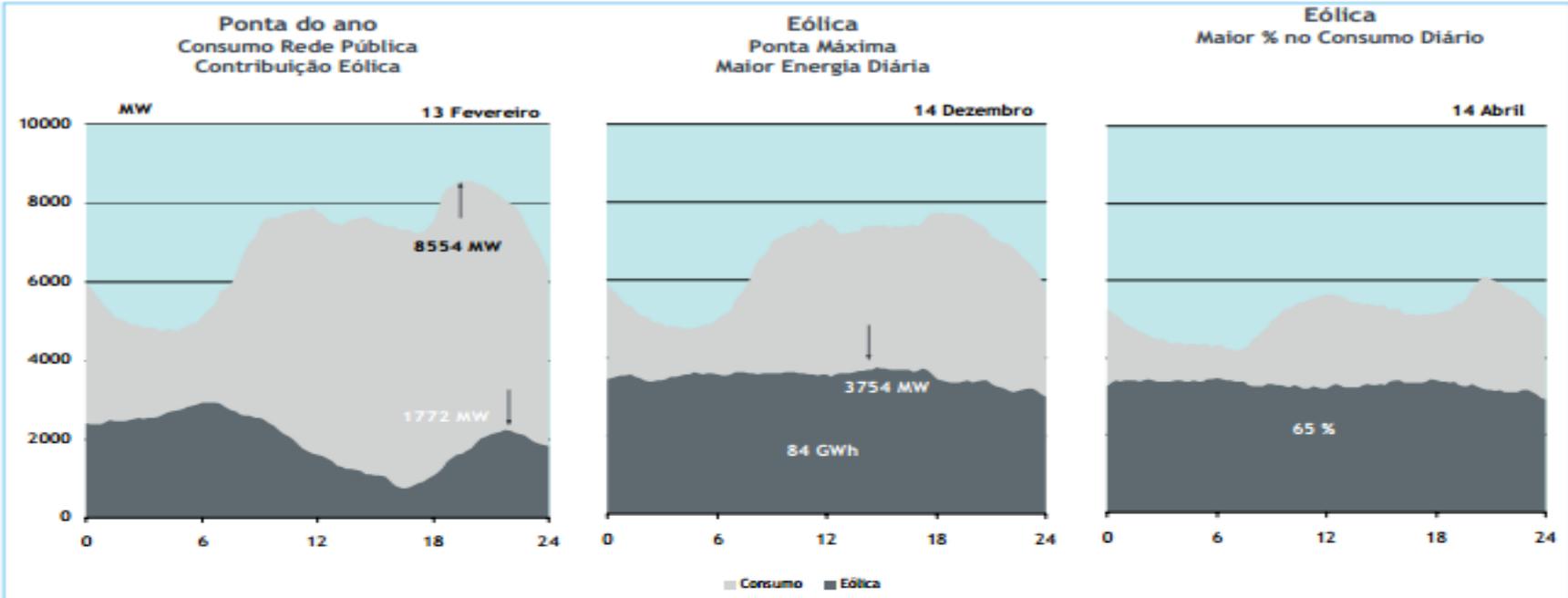
Experiencia en la operación - Año 2010



Experiencia en la operación - Año 2011



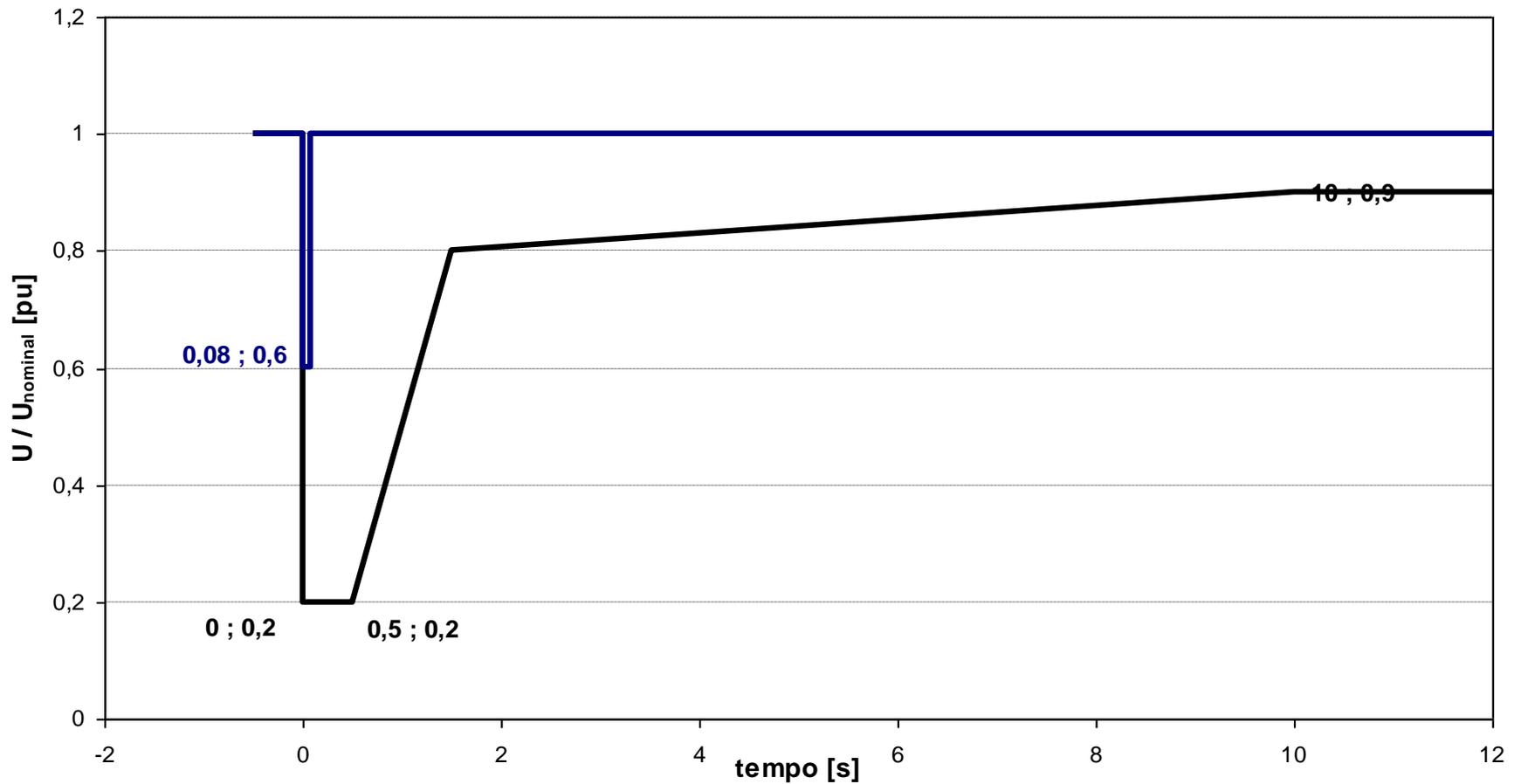
Experiencia en la operación - Año 2012



Algunos problemas operacionales

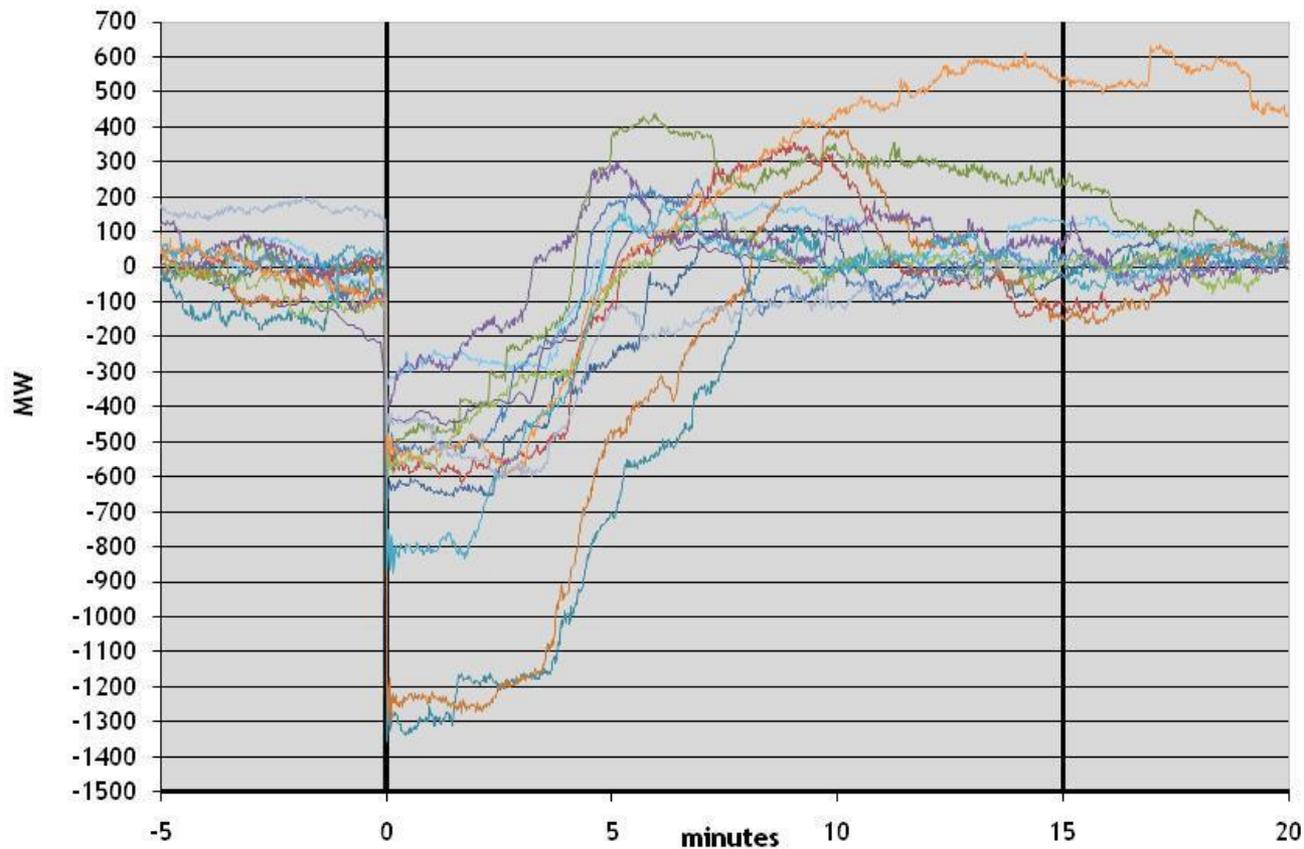
- Muchos parques eólicos no tenían implementado el control fault ride-through (soportar huecos de tensión)
 - La gestión luego de la falta es mucho más difícil: arrancar o no otros generadores (o parar o no el bombeo de agua)
- Es difícil predecir la energía del viento
 - Las herramientas que poseen son buenas pero aún deben ser mejoradas
- La reserva requerida y el número de cambios en generación programada ha aumentado
 - Durante períodos de valle deben dejar funcionando algunos de los generadores térmicos
- Las reglas referentes a la potencia reactiva eran inadecuadas.
 - Reactiva contabilizada a nivel mensual, pago por compensación de factor de potencia llevo a instalación de bancos de condensadores estáticos

Fault Ride-Through



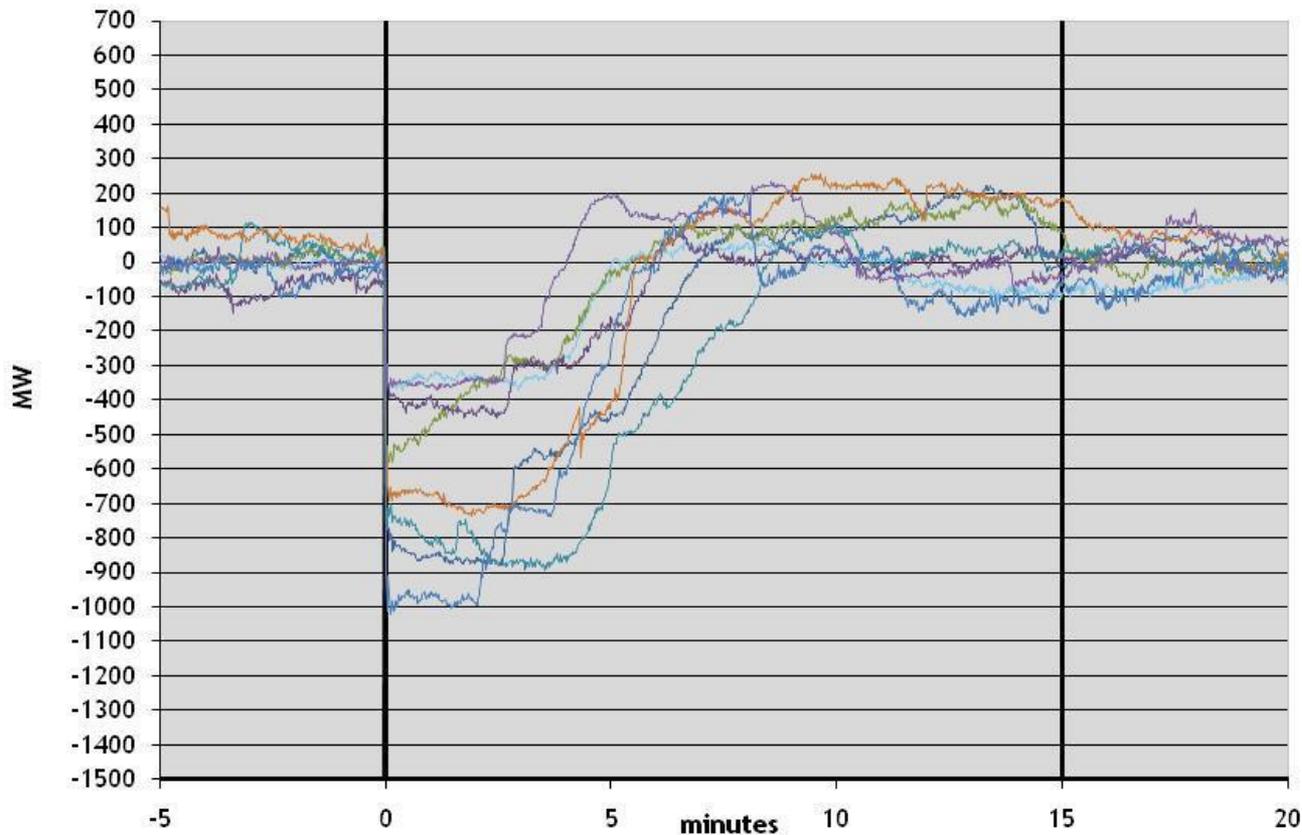
Comportamiento de los parques frente a huecos de tensión en 2009

Pérdida de producción mayor a 300 MW



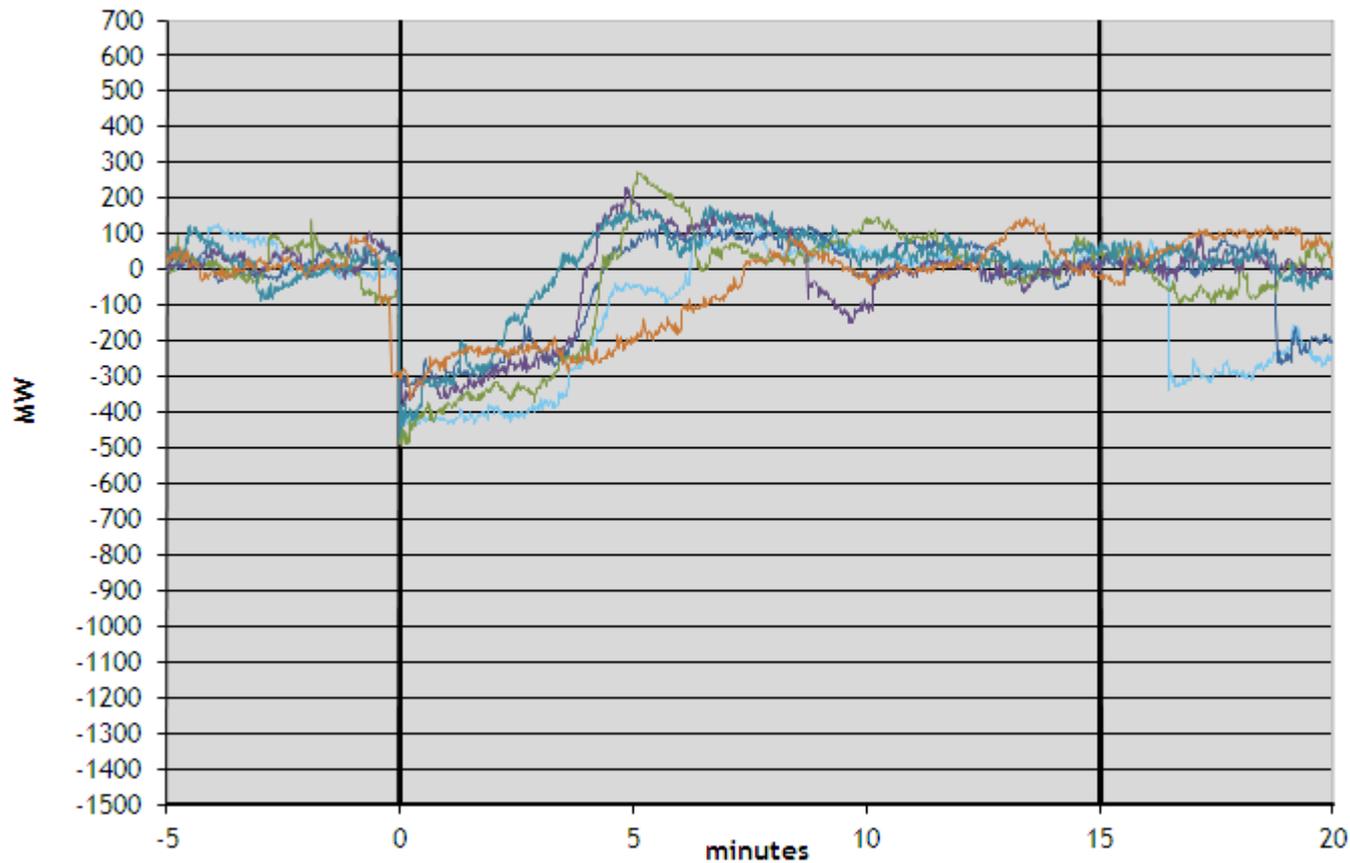
Comportamiento de los parques frente a huecos de tensión en 2010

8 eventos mayores a 300 MW



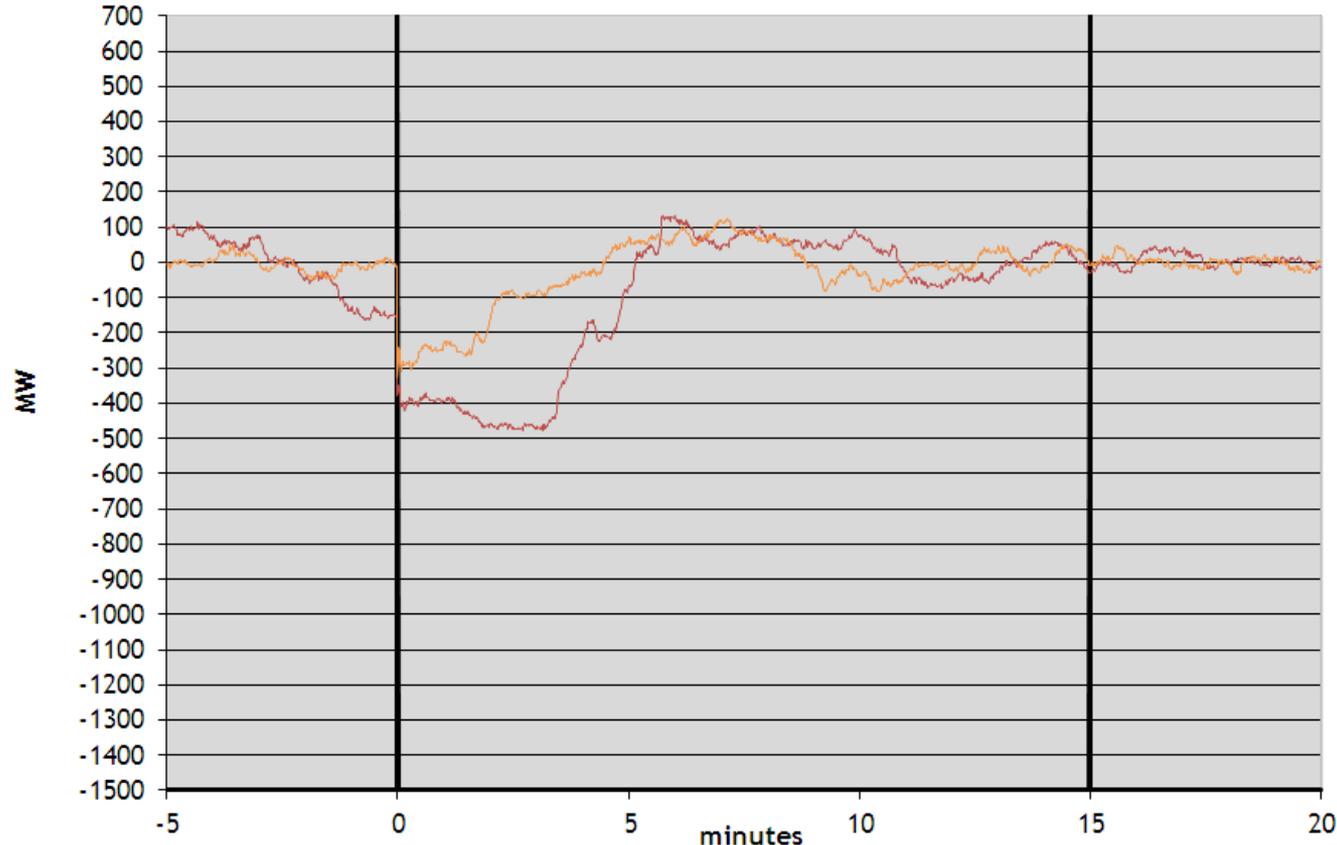
Comportamiento de los parques frente a huecos de tensión en 2011

6 eventos mayores a 300 MW



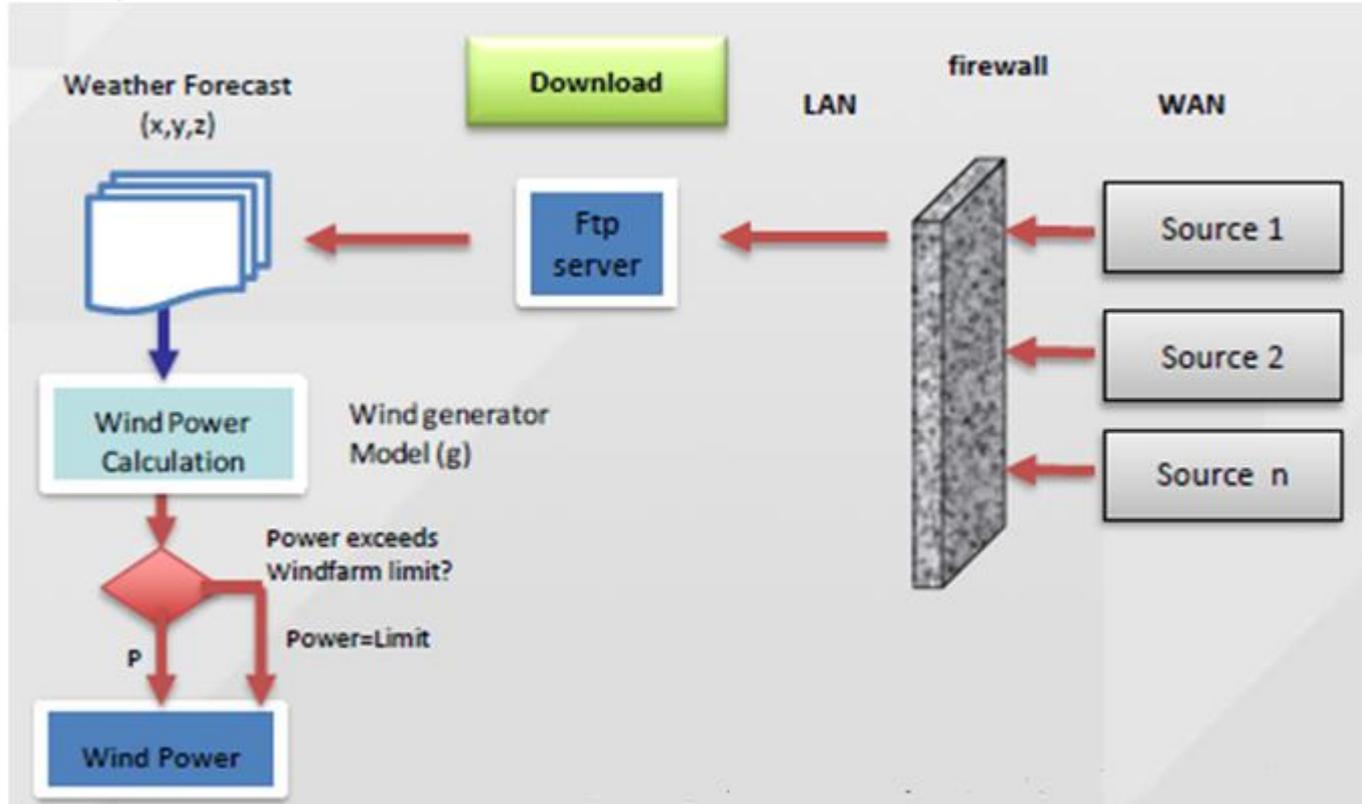
Comportamiento de los parques frente a huecos de tensión en 2012

Apenas 2 eventos mayores a 300 MW – De dimensión y duración del orden de una máquina térmica

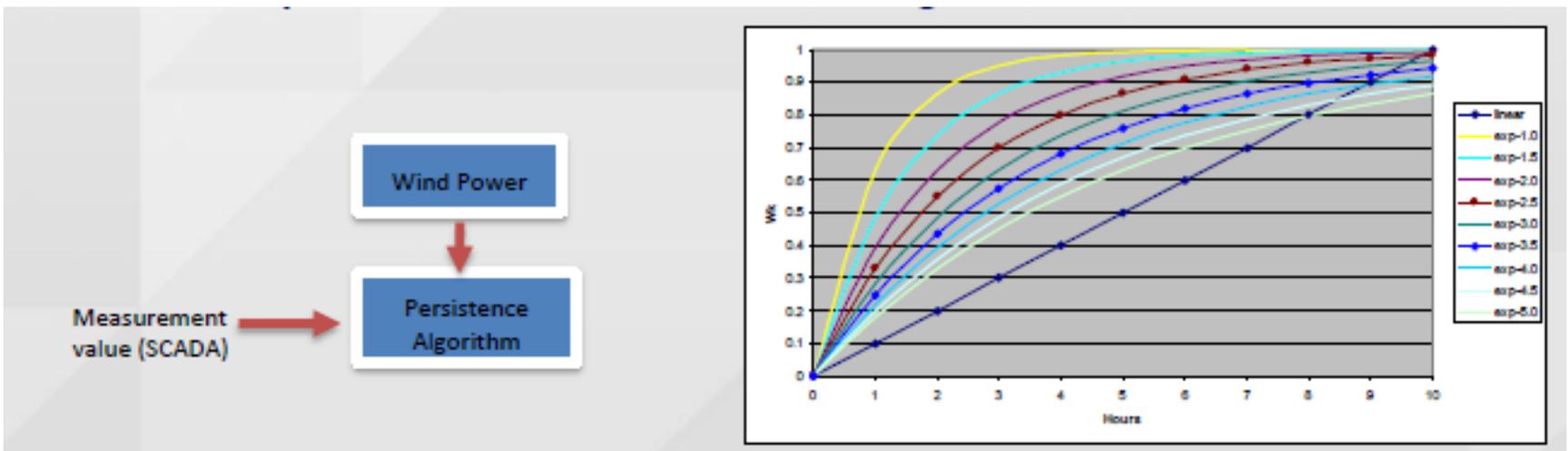


Predicción del recurso

- REN recibe 4 pronósticos de viento y define un pronóstico oficial y realiza la conversión a potencia introduciendo las restricciones de los parques.



- Información en tiempo real es utilizada para combinar persistencia con pronósticos:
 - **Forecast (t) = wk Meteo(t) + (1-wk) Persistence(t')**
- Como la persistencia sólo es buena las primeras horas
 - El coeficiente wk es cero para el presente y pasa a uno en algunas horas.
 - Inicialmente utilizaban una variación lineal (10%/hora) pero no capturaba las variaciones de rampa ahora utilizan un algoritmo no lineal.



Experiencia de operación (1)

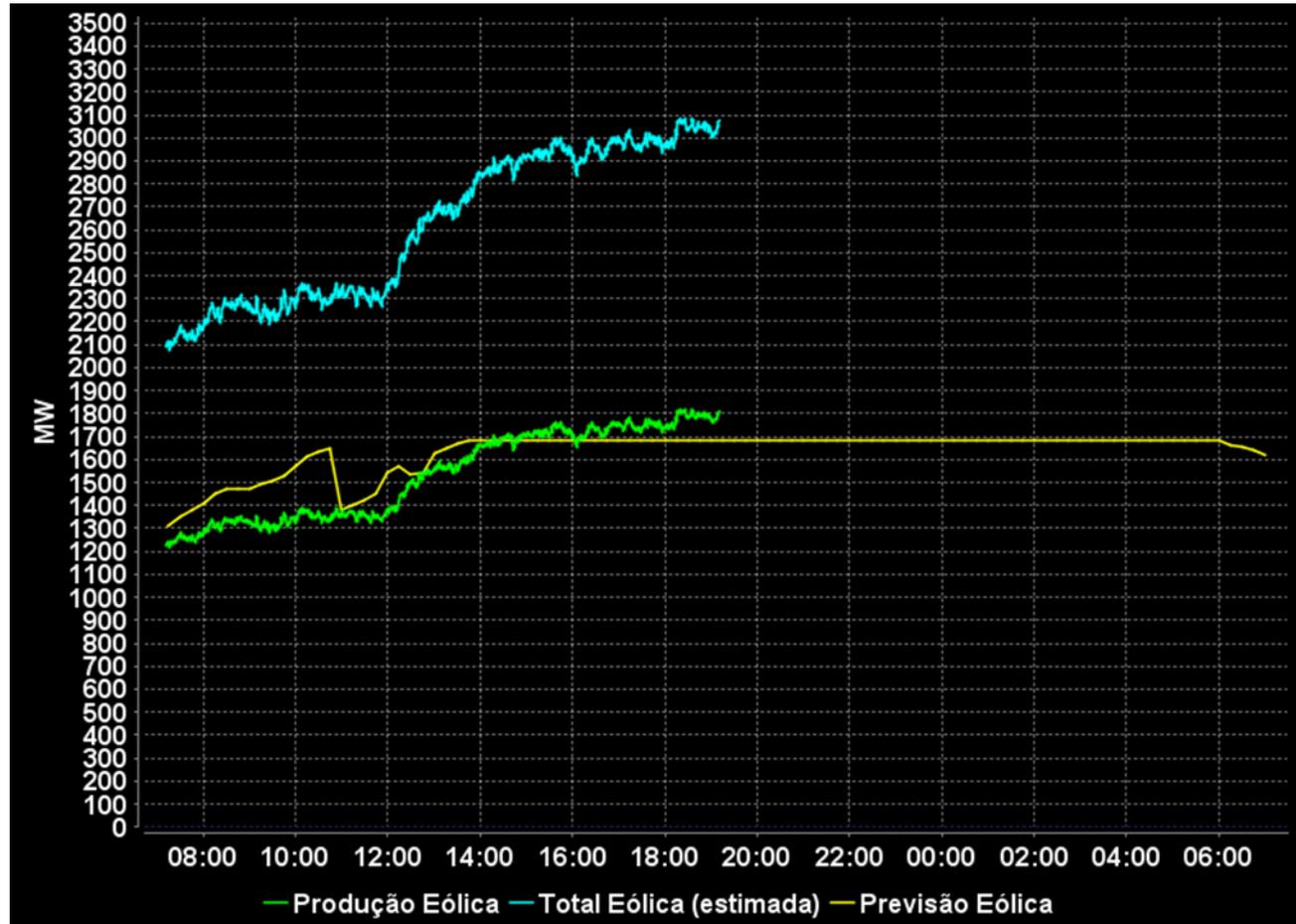
2010-03-29

Para valores de viento muy elevados la producción nacional “satura” antes de la potencia máxima instalada

El efecto de la salida de servicio por una ráfaga fuerte es amortiguado por la no simultaneidad de la salida de cada generador

La curva verde son medidas en tiempo real

La curva turquesa es el valor estimado de producción eólica total

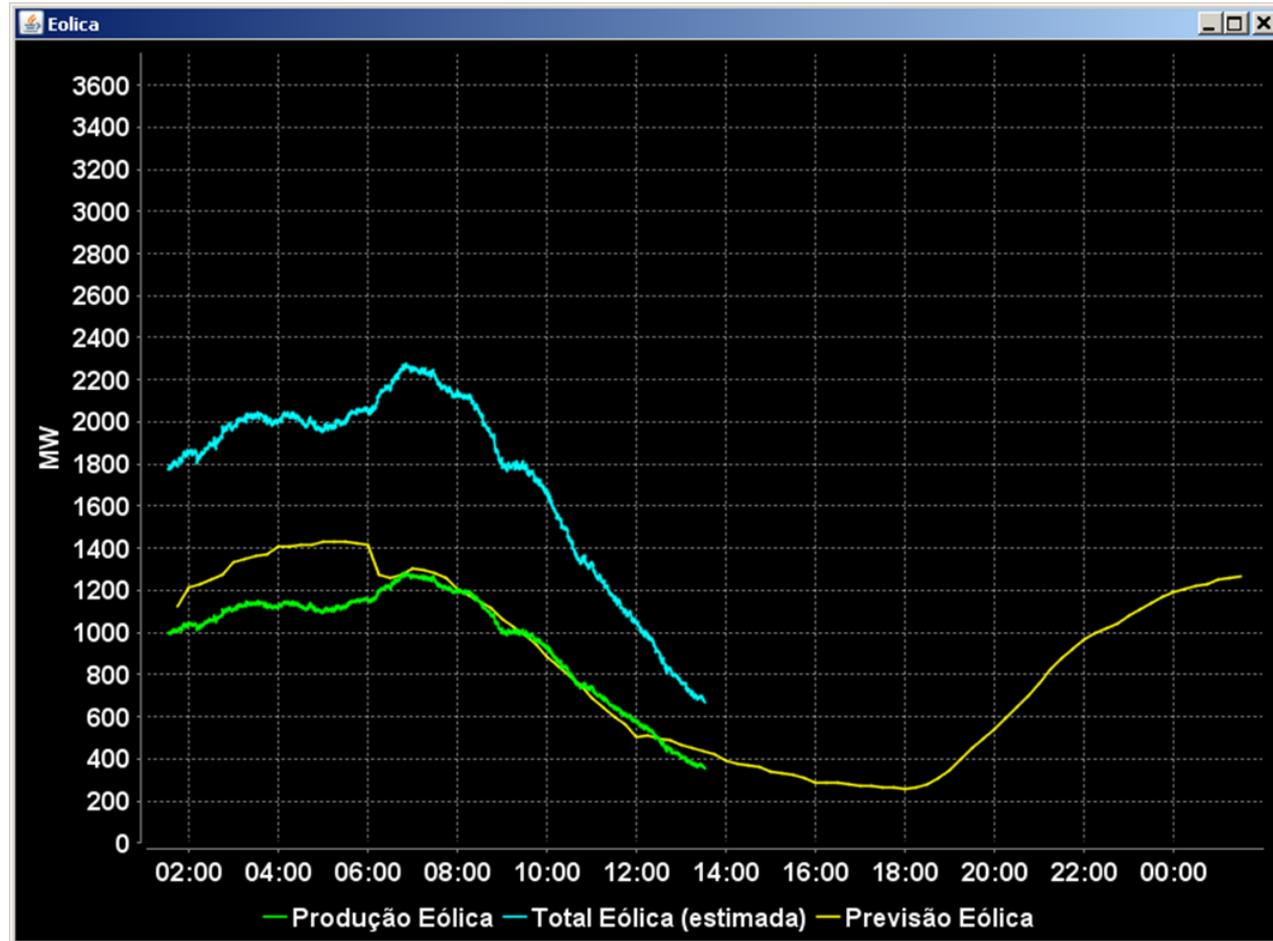


Experiencia de operación (2)

2010-07-26

Buena previsión del descenso de producción entre las 7 y las 13.

Este descenso de producción de 2300 MW a 700 MW en 6 horas (260 MW/hora) es de las bajas más abruptas que consiguen manejar. Pero representan todo un desafío



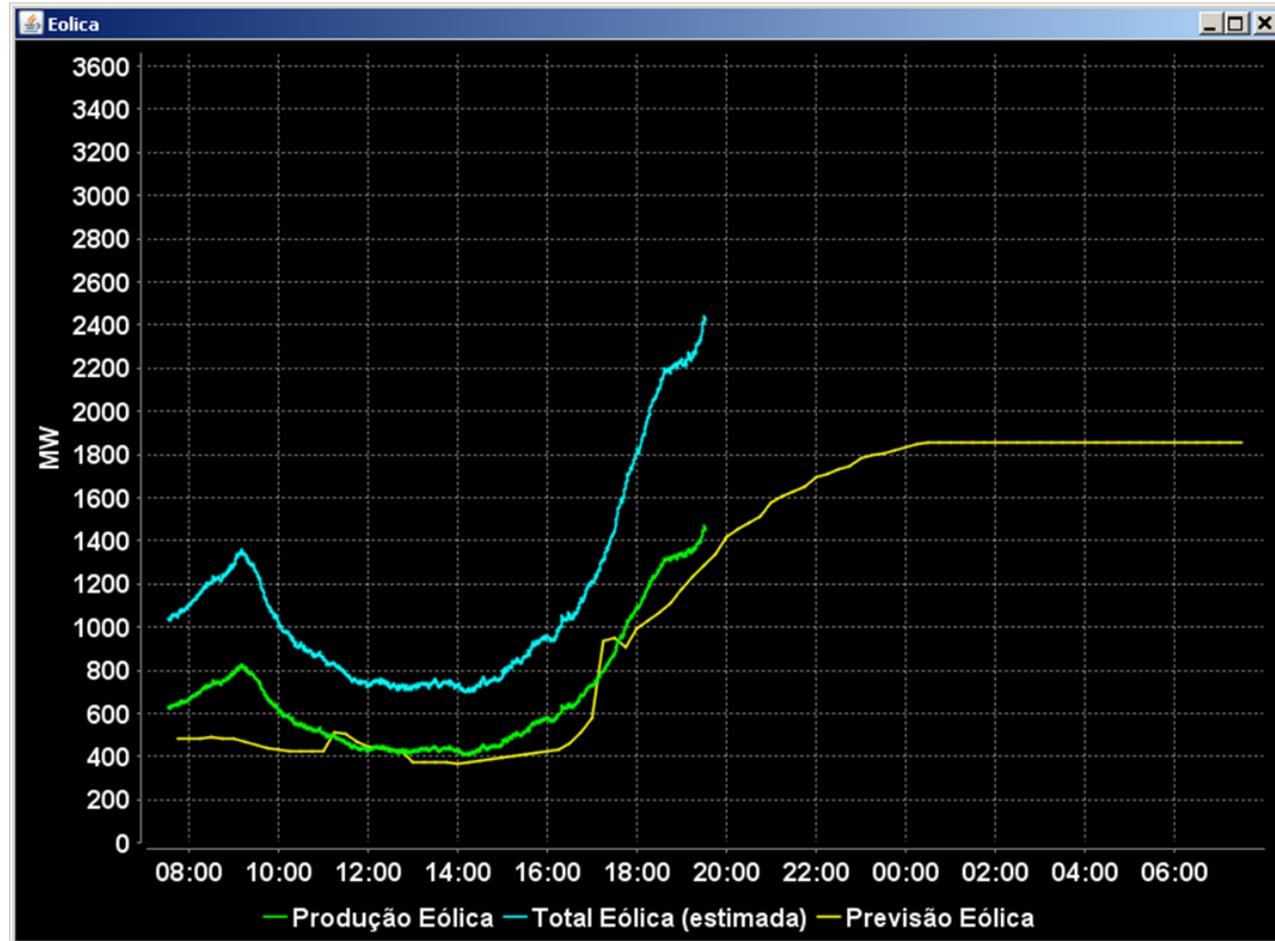
Experiencia de operación (3)

2011-01-20

Cuando la variación es muy grande, cualquier atraso o avance en la llegada del viento impleca un error muy grande en la previsión

El valor medio del error de la potencia eólica prevista es cerca del 25% en relación a lo observado.

El error medio en la previsión del consumo nacional se situa entre el 2 y el 3%



Comentarios y desafíos

- Es necesario conocer el total nacional de producción eólica en tiempo real.
- Ocurrieron problemas graves por la falta de resistencia de los generadores eólicos a los huecos de tensión. Estos problemas llevaron a la publicación de una nueva versión del Reglamento de la Red de Transporte en Julio de 2010 donde la resistencia es necesaria para los nuevos parques y que se establecen incentivos para que los parques existentes resistan a dichas perturbaciones. Los incentivos fueron adecuados porque el problema está controlado.
- Es mucho más difícil prever viento que consumo. Existe mucho trabajo en todo el mundo en esta área, particularmente en REN siguen intentando mejorar la previsión. Esta incertidumbre aumenta las necesidades de reserva de potencia, tanto para subir como para bajar.
- No se puede contar directamente con la producción eólica para la cobertura del pico de potencia.
- Hasta ahora no se ha cortado producción eólica, pero no descartan que pueda suceder.
- Hubo desajustes en las tarifas de energía reactiva que debieron ser corregidas.



Algo más de Portugal

