

**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

## III Seminario Mercados de Electricidad e Gas Natural Investimento, Risco e Regulacao

Alberto Carbajo Josa  
11 de Febrero de 2010

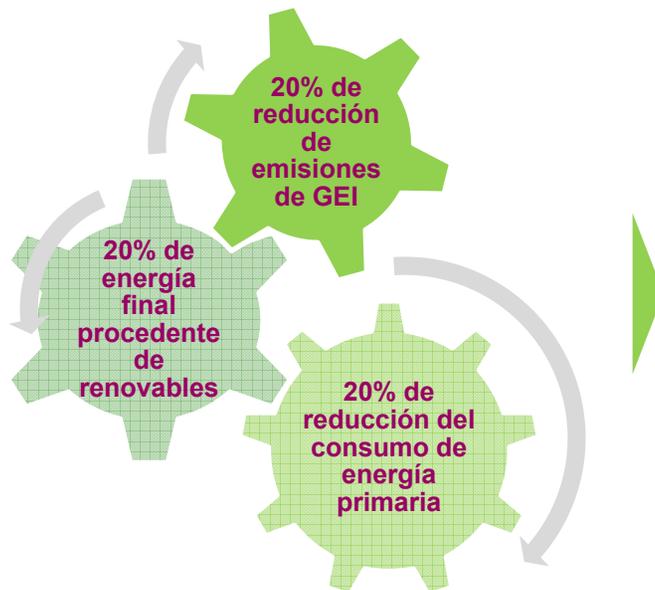




## Contexto energético

El marco regulatorio español está dirigido por la Estrategia Europa del 20/20/20

### Objetivos



- El desarrollo de las fuentes de energía renovables y la mejora de la eficiencia implican una reducción de las emisiones de GEI.
- La integración de las energías renovables en el sistema eléctrico conlleva una mejora de la eficiencia global del sistema.

## Los sistemas eléctricos: Una realidad en transformación

**Cambios en el entorno regulatorio**

**La seguridad del suministro**

**La preocupación por el medio ambiente**



**Crecimientos de la demanda**

**Las energías renovables y la generación distribuida**

**Evaluación de las tecnologías de la información y comunicación**



## Retos para el Operador del Sistema

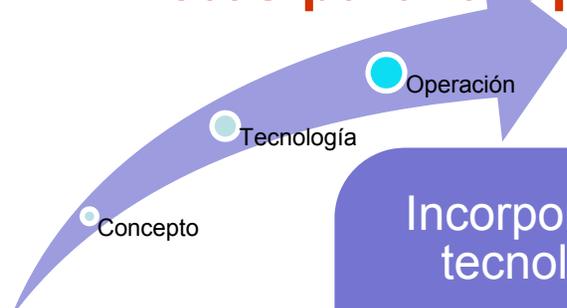


Mayores requerimientos de fiabilidad de suministro con sistemas eléctricos más difíciles de operar.

- RdD activas con significativas inyecciones de potencia.
- Cambio en los flujos tradicionales de energía.
- Gran variabilidad de las condiciones de operación dependiente de factores externos (ej. viento).
- Alta penetración de generación renovable no gestionable y con incertidumbre en su previsión.
- Dificultades para el control y supervisión de la generación: alto porcentaje de generación distribuida → redimensionamiento de los sistemas SCADA.
- Demanda eléctrica función de los precios de mercado → nuevos retos de para la previsión de la demanda.
- Nuevas tecnologías integradas en la red.



## Retos para la Operación del Sistema

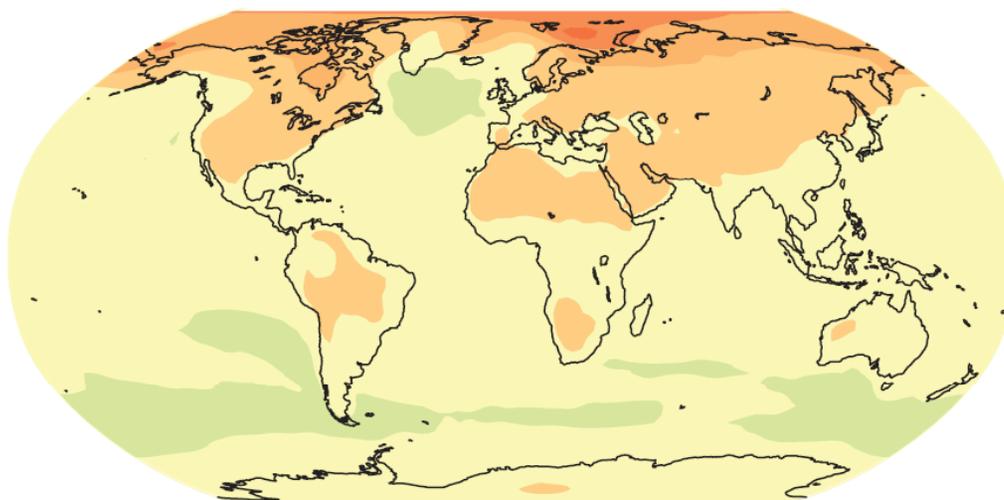




## La Península Ibérica y el cambio climático

La Península será uno de las zonas de la unión europea más afectados por el cambio climático.

Proyecciones de las temperaturas de la superficie  
2020/2029



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 °C

Cambios de temperatura proyectados con respecto al periodo 1980-1999

Fuente: IPCC, 2007 Climate Change 2007: The Physical Science Basis

- Aumento constante de las temperaturas
- Mayor frecuencia de días con temperaturas máximas extremas
- Disminución de precipitaciones
- Mayor riesgo de fenómenos climáticos extremos
- Reducción de los recursos hídricos
- Subida del nivel medio del mar



## RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

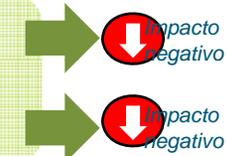
# Impacto del cambio climático sobre la operación del sistema

La disminución de las precipitaciones y el aumento de temperaturas y viento tendrán un impacto sobre la operación del sistema.



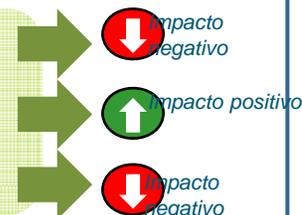
### Disminución precipitaciones

- Creciente competencia por los recursos hídricos → Potenciales conflictos entre actividades de generación electricidad, agricultura y abastecimiento de agua potable.
- Disminución en la capacidad de regulación de la producción de energía hidroeléctrica.



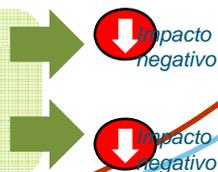
### Aumento temperaturas

- Aumento de la punta de verano y reducción de la punta de invierno.
- Aumento de la capacidad de producción de energía a partir de fuentes solares.
- Disminución en la capacidad de transporte de las líneas de alta tensión.



### Cambios circulación viento

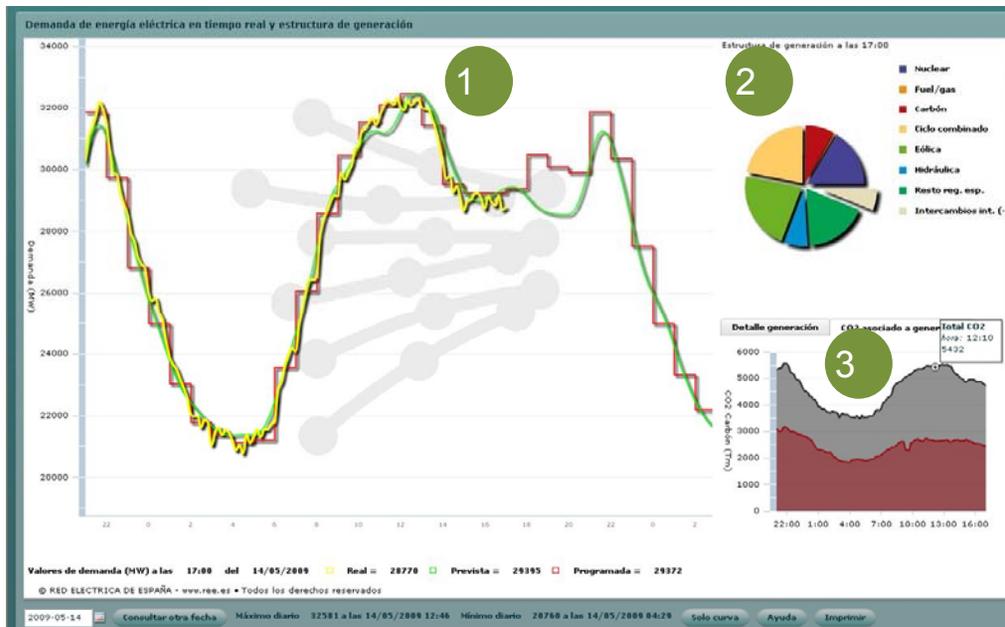
- Cambios en los perfiles de producción de los generadores eólicos.
- Creciente frecuencia de vientos extremos que pueden causar interrupciones en el suministro.





## Sensibilización sobre el cambio climático

REE contribuye a la sensibilización sobre el cambio climático publicando emisiones de CO<sub>2</sub> en tiempo real en su página web.



1 Demanda horaria de electricidad en el sistema eléctrico español

2 Este gráfico muestra como participa cada tecnología para satisfacer la demanda eléctrica

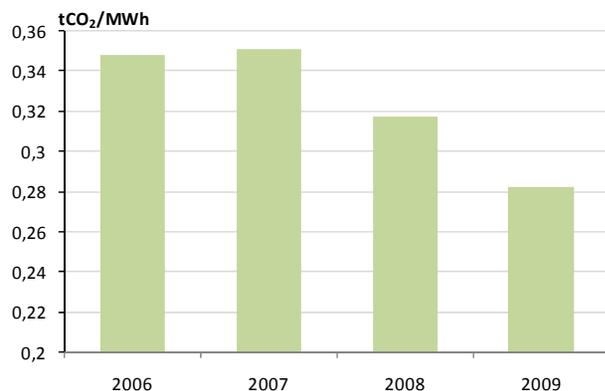
3 Estimación de emisiones horarias de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación española. Se desglosa las emisiones que corresponden a cada una de las tecnologías



## Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al sistema eléctrico

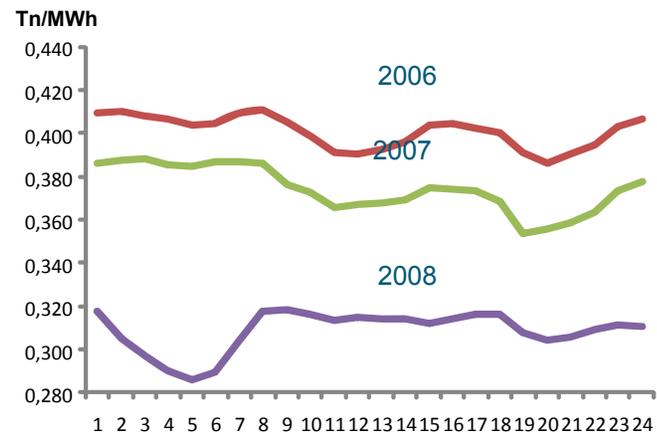
Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al sistema eléctrico se vienen reduciendo en los últimos años como consecuencia de la integración de las energías renovables.

Evolución de factor de emisiones en los últimos años



El incremento de la producción eólica y la reducción del carbón han contribuido a la reducción de las emisiones asociadas al sistema eléctrico

Factor de emisiones horaria en los días de mayor demanda



La mayor producción eólica durante la noche provoca unos menores factores de emisión en dichas horas



## Dimensiones de la evolución de los sistemas eléctricos

La evolución del sistema hacia el macro-sistema.

La fragmentación del sistema en micro-sistemas.

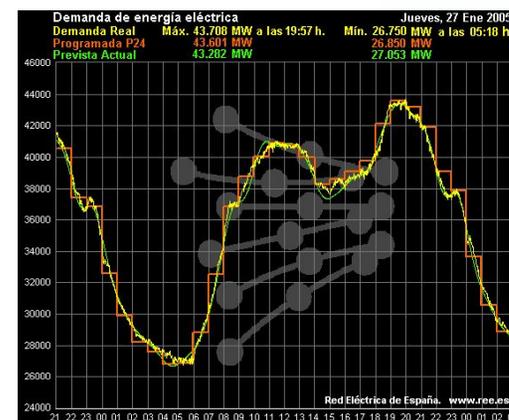
La transformación del sistema en un sistema de sistemas.

## Nuevas herramientas disponibles para el OS



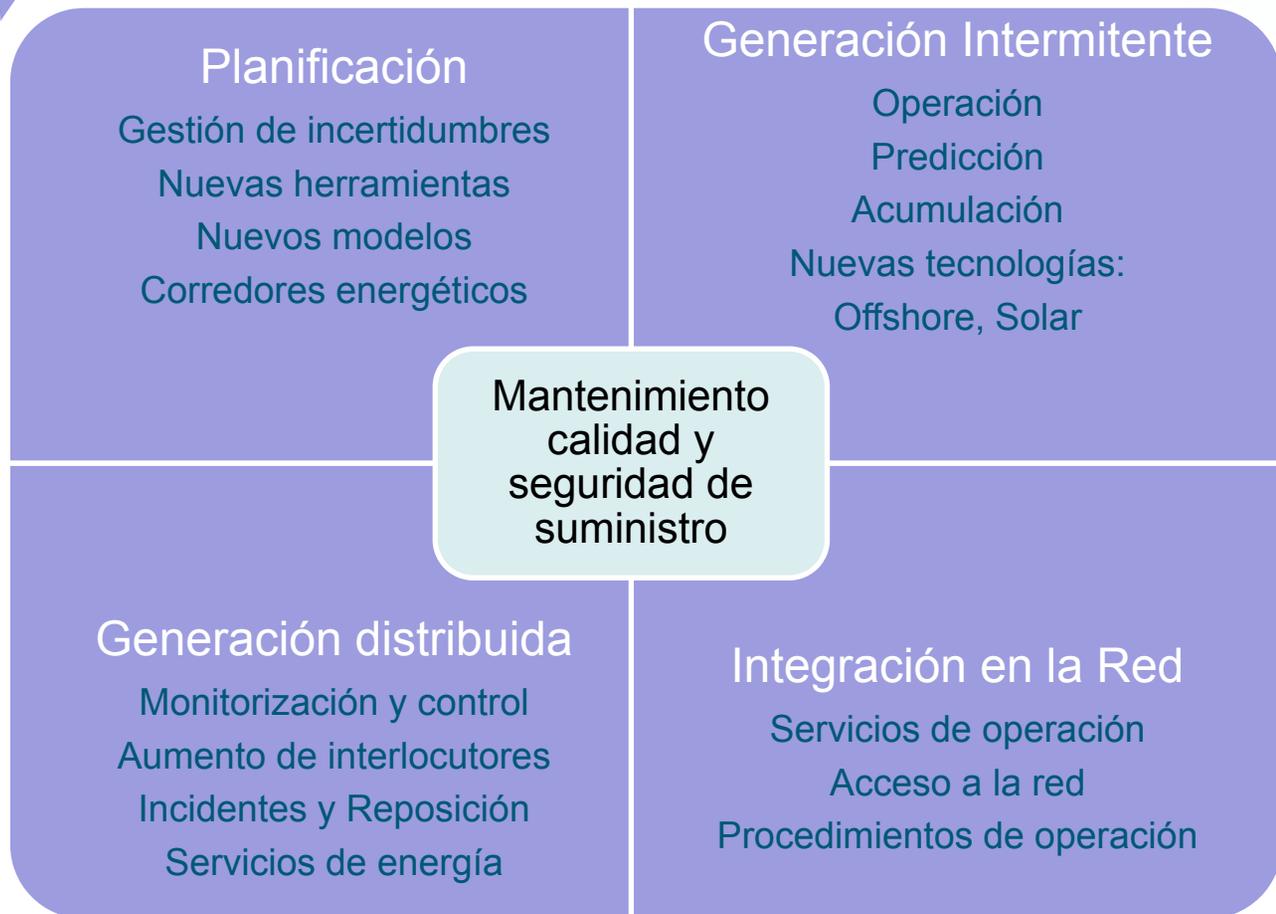
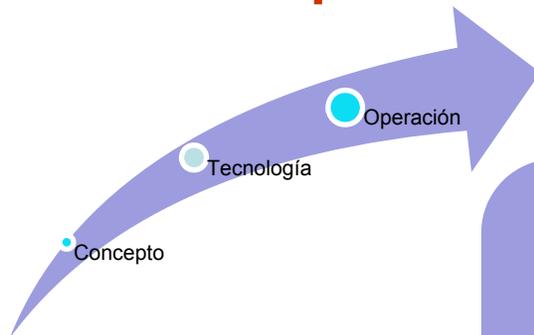
Nuevos desarrollos tecnológicos y herramientas de operación para afrontar el futuro.

- Capacidad real de gestión activa de la demanda:
  - Reducción de la demanda punta.
  - Incremento de la demanda valle.
- Introducción de nuevos elementos en la RdT:
  - FACTs
  - Cables corriente continua
  - Cables superconductores
  - WAMs
- Nuevas tecnologías de almacenamiento de energía para facilitar la integración de renovables:
  - Coches eléctricos y futura tecnología V2G (vehicle to grid)
  - Sistemas de almacenamiento con capacidad de proveer regulación primaria.
    - Para compensar la falta de provisión de regulación primaria de la eólica, que implicaría vertido de energía primaria.





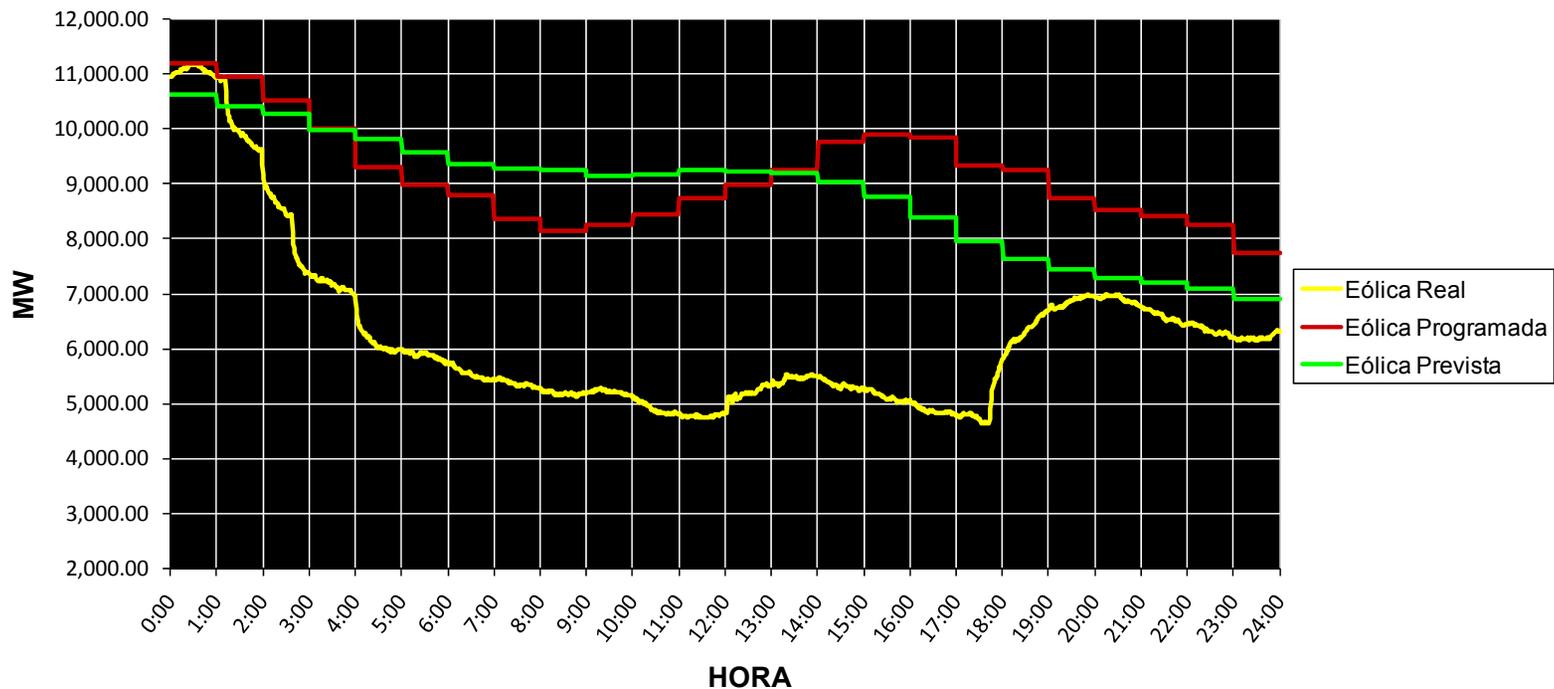
## Retos para la Integración de renovables





## Dificultades para la integración de generación eólica 01.01.10

- ❑ **Combinación de factores:** demanda mínima del año (~ 18.000 MWh), importante error de la demanda casada (~ 5.000 MWh) y alta hidraulicidad.
- ❑ **Ante la falta de reserva a bajar y la elevada producción eólica, se dan hasta 4 órdenes de reducción de generación eólica de unos 1000 MW cada una a partir de la 1.10 y se levanta completamente la limitación a las 17.40 h.**
- ❑ **Quedan acoplados al sistema tan solo 4 unidades térmicas convencionales.**





### **Balance eléctrico en valles de demanda con elevada producción eólica: Alternativas**

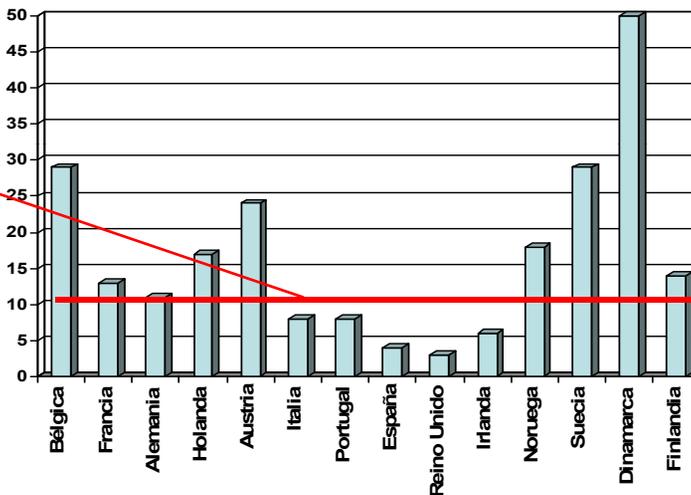
- ❑ **Exportación de los excedentes de generación: Incremento de las interconexiones con el sistema europeo (UCTE)**
- ❑ **Reducción de los excedentes de generación**
  - Debido a la existencia de generación "en base" (nucleares, hidráulica fluyente...) y a los requisitos mínimos de generación térmica convencional para garantizar la seguridad del sistema y los servicios complementarios, en última instancia es necesario reducir la generación eólica.
- ❑ **Incremento de la capacidad de almacenamiento de energía**
  - **Consumo de bombeo**
    - Están previstos 3.000 MW adicionales (repotenciación y nuevos grupos).
    - Dificultades para encontrar emplazamientos (orografía y oposición social).
  - **Almacenamiento "in-situ" de energía eólica**
    - No viable en la actualidad debido a la magnitud de la energía puesta en juego, al alto coste de la producción de H<sub>2</sub> para los sistemas de almacenemiento en aire comprimido o baterías existentes en el mercado.
  - **Introducción a gran escala del vehículo eléctrico**
    - Proyecto REVE (Regulación Eólica con Vehículos Eléctricos), MOVELE...
    - MITYC espera 1 millón de coches híbridos/eléctricos en 2.014.
    - En un futuro, V2G (Vehicle to Grid)



## Retos de la integración eólica en la Operación del Sistema Eléctrico Español

- ❑ Débil capacidad eléctrica de interconexión con el sistema europeo (UCTE).

Capacidad Importación / Capacidad Instalada (%)



Objetivo establecido por la Comisión Europea (Barcelona 2002):  
Capacidad de interconexión de al menos el 10 % en 2005

- ❑ Variabilidad de la producción eólica.
- ❑ Dificultad para la predicción de la producción.
- ❑ Generación distribuida (dispersión geográfica y de propietarios).
- ❑ No participación en los servicios complementarios del sistema.
- ❑ Balance eléctrico en valles de demanda con elevada producción eólica.
- ❑ Problemas tecnológicos: desconexión súbita de aerogeneradores ante huecos de tensión.

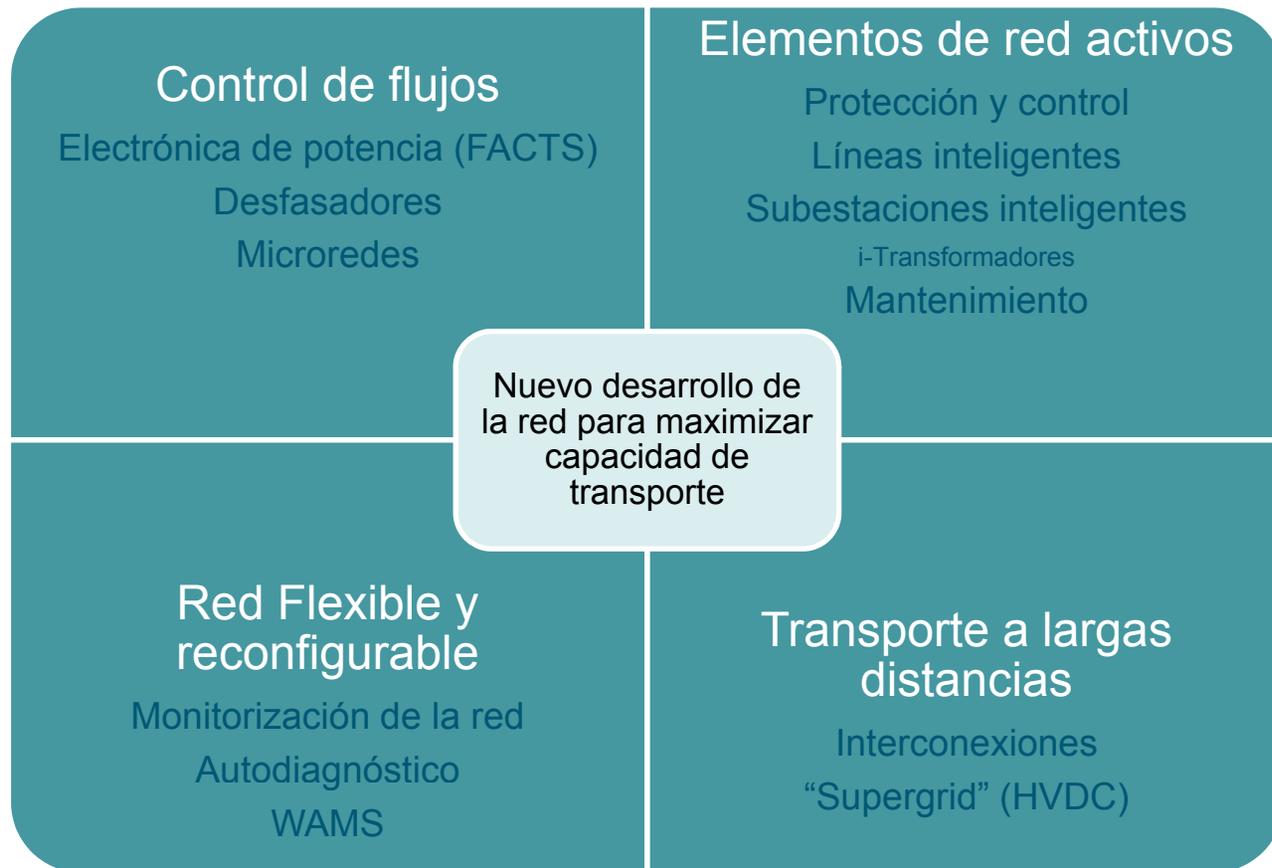
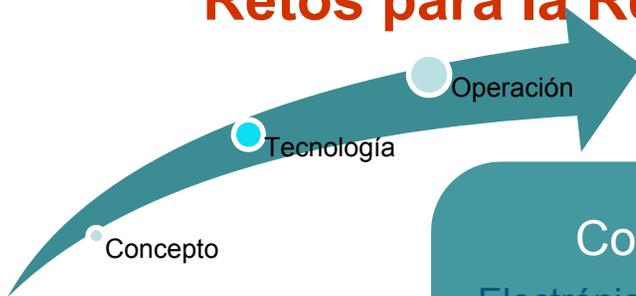


## Medidas para facilitar la intergación eólica en el sistema

- ❑ **Propuestas de cambios regulatorios lideradas por el Operador del Sistema.**
  - Adaptación de la tecnología de aerogeneradores a las necesidades del sistema.
- ❑ **Creación de un Centro de Control para el Régimen Espacial (CECRE) → Supervisión y control de generadores en tiempo real.**
- ❑ **Modulación optimizada de los recursos de generación/bombeo en la Operación del Sistema.**
- ❑ **Desarrollo y mejora de las herramientas de predicción eólica.**
- ❑ **Desarrollo y refuerzo de la capacidad de interconexión.**
- ❑ **Gestión de la demanda: participación de consumidores en la gestión de la demanda, coche eléctrico...**
- ❑ **Operación del Sistema orientada a maximizar la integración de las tecnologías de régimen especial.**



## Retos para la Red de Transporte



## Factores limitantes de las redes actuales

Operación de las redes en la proximidad de sus límites físicos

Dificultad para desarrollar las infraestructuras por rechazo social o por dificultad de disponer de espacios y pasillos para las redes.

## Condicionantes técnicos, económicos y sociales del desarrollo futuro de las redes



Se deben desarrollar de forma progresiva sobre la infraestructura eléctrica existente.



El consumidor final será un actor fundamental con un papel activo del sistema eléctrico: Ello exigirá flujos bidireccionales de energía e información.



La evolución tecnológica deberá estar al servicio del desarrollo de los mercados eléctricos.



## Motores que impulsarán el desarrollo de las redes eléctricas

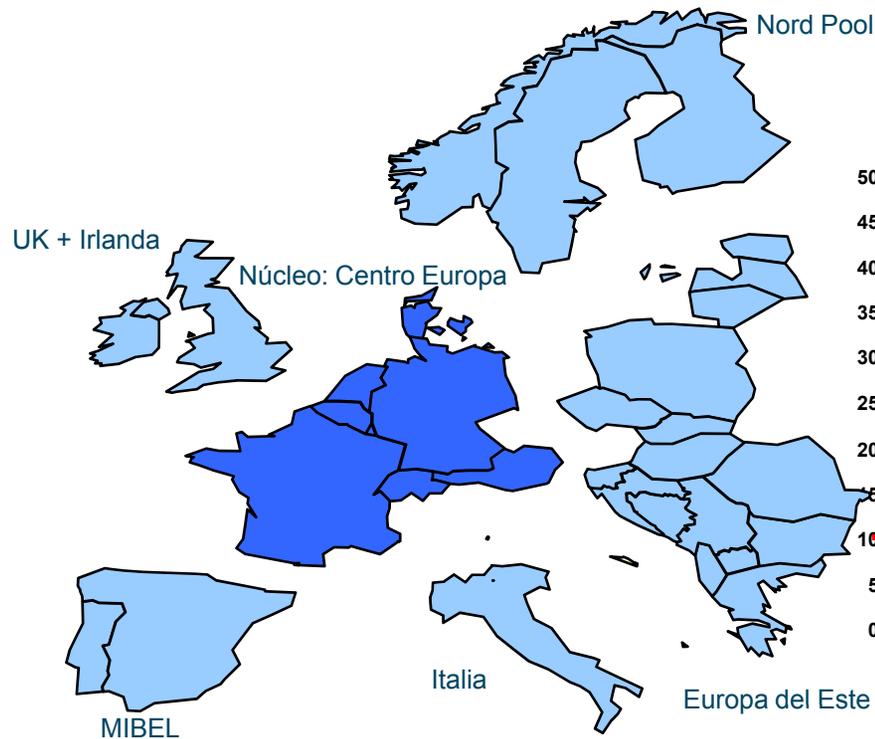
La superación de barreras o limitaciones significativas de las redes actuales.

La evolución hacia unas redes con una arquitectura y componentes más dinámicos y flexibles.

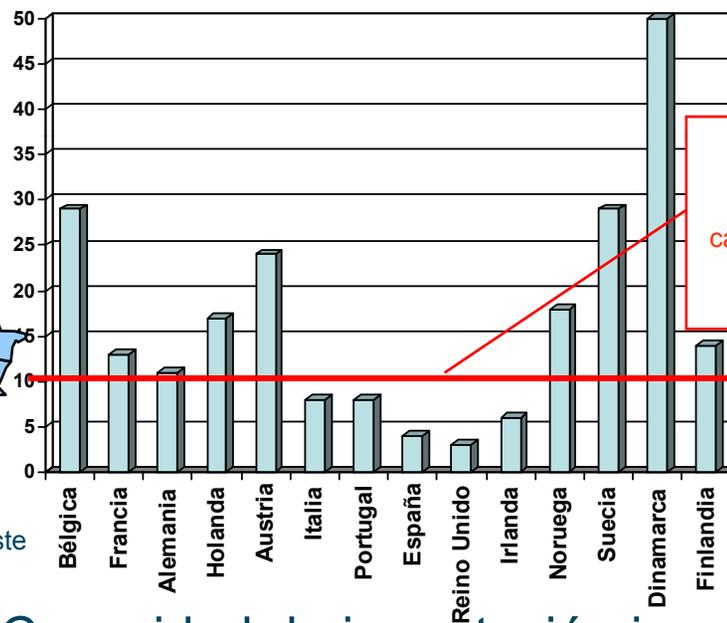
La necesidad de automatizar y controlar las redes.

La necesidad creciente de disponer de espacios y pasillos para las redes.

## Desarrollo interconexiones internacionales



Capacidad importación/capacidad instalada (%)



Objetivo fijado por Consejo Europeo (Barcelona 2002): capacidad interconexión igual al 10% en 2005

Un núcleo + “satélites”

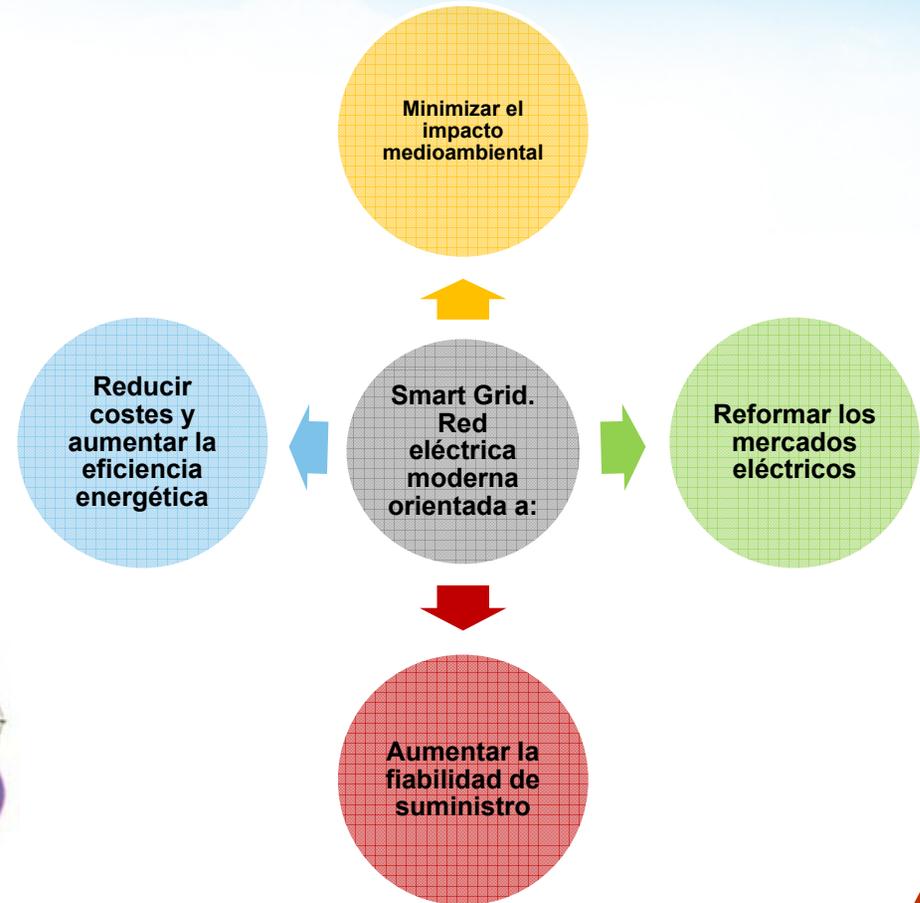
Capacidad de importación insuficiente

Fuente: 4ª Benchmarking Comisión-2005

España constituye una “isla energética”

## ¿Qué es “smart grid”?

- Término que engloba el conjunto de nuevas soluciones tecnológicas orientadas a la optimización de la cadena de valor de la energía eléctrica.





## Características de una “smart grid”

### FLEXIBLE

- Flexible y adaptable a las necesidades cambiantes del sistema eléctrico.
- Bidireccional: flujos de información bidireccional consumidores-proveedores.
- Utiliza de forma intensiva y segura los activos.

### INTELIGENTE Y SEGURA

- Capaz de operarse y protegerse de manera automática, segura y simple.
- Dispone de información remota en tiempo real para la operación y el mantenimiento.
- Permite descargos sin interferir en la operación y actuaciones en la red sin necesidad de descargos.

### EFICIENTE

- Permite satisfacer el incremento de la demanda minimizando las necesidades de desarrollo de red.

### ABIERTA

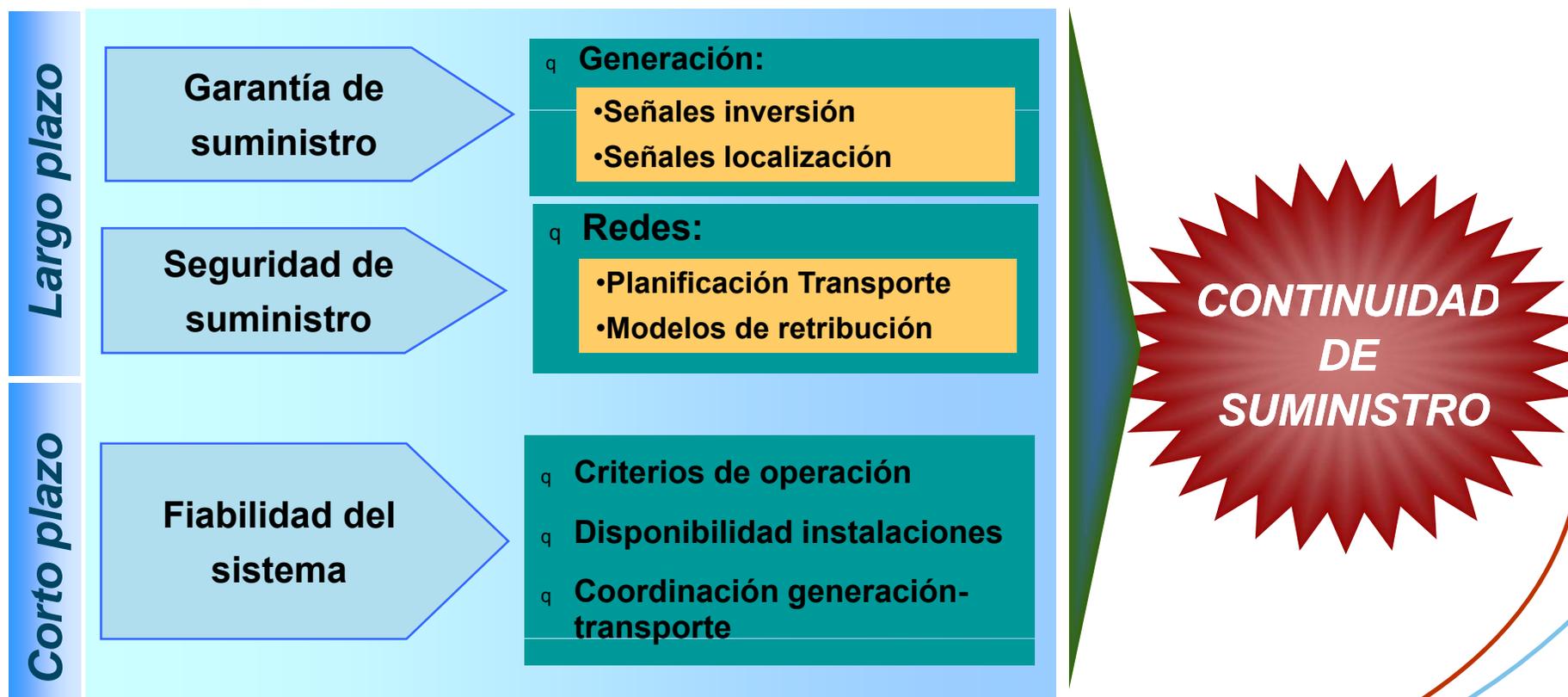
- Permite integrar de forma segura y sin restricciones técnicas la generación renovable.
- Facilita el desarrollo del mercado eléctrico interno y europeo.
- Permite crear nuevas oportunidades de mercado: integración de tecnologías “plug and play”.

### SOSTENIBLE

- Respetuoso con el medio ambiente.
- Socialmente aceptada



*Garantía, seguridad, fiabilidad y continuidad del suministro*





## Seguridad de suministro en un entorno liberalizado

*Modelo liberalizado: Decisiones de los agentes*

**Generación**

- q Libertad de elección de
  - m Emplazamientos
  - m Tecnologías
  - m Combustibles
- q Riesgo económico:
  - : Optimización capacidad productiva
  - : Reducción márgenes de reserva
- q En un entorno liberalizado el Estado no puede obligar a las empresas a invertir

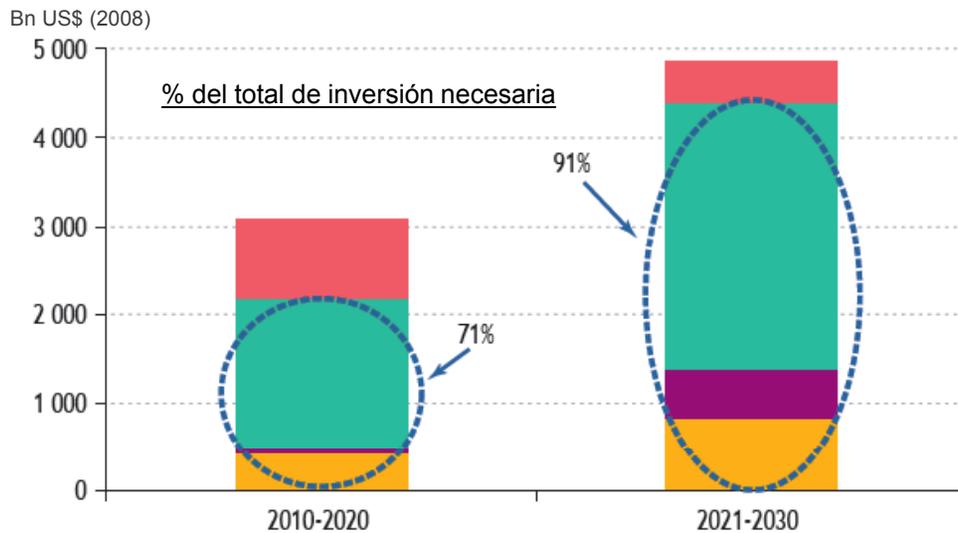
**Las decisiones  
las toman los  
agentes**

**¿Quién garantiza en último término el abastecimiento de electricidad?**

## El esfuerzo inversor requerido para disponer de los elementos necesarios es muy significativo

Inversiones en renovables, nuclear, secuestro de carbón y combustibles fósiles requeridas para estabilizar el cambio climático

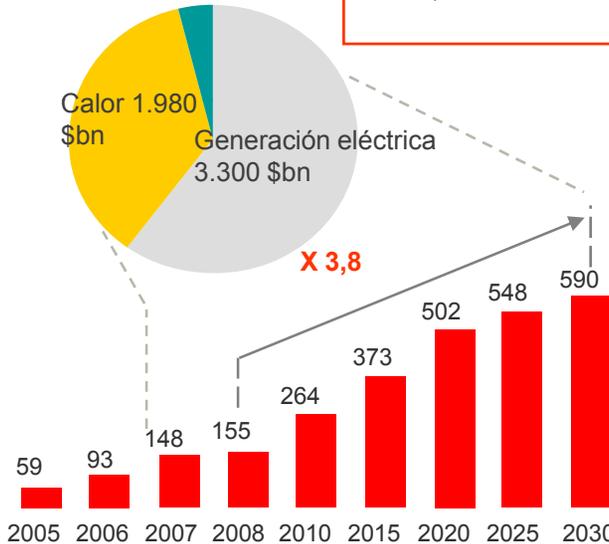
- Combustibles fósiles sin captura de carbón
- Renovables
- Captura y secuestro de carbón
- Nuclear



Fuente: WEO 2009.

Inversiones en Renovables requeridas para estabilizar el cambio climático (\$bn/año)

Biocombustibles 220 \$bn



Un escenario estabilizado (450 ppm) requiere que en el 2030 la inversión en Renovables sea 3,8 veces la del 2008

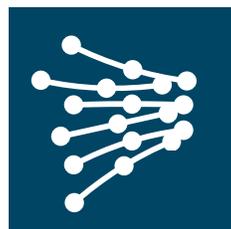
La **disponibilidad de recursos** a partir de la recuperación de la confianza del sistema financiero es **esencial para el desarrollo de las renovables**

Source: New Energy Finance



## El sector eléctrico en el futuro

- ❑ Integrará mayor volumen de EE.RR.
- ❑ Precisaré mayor inversión de potencia gestionable, flexible y complementaria
- ❑ Incrementará el número y las capacidades de las interconexiones
- ❑ Deberá acometer inversiones en redes para incrementar la fiabilidad del suministro y necesitará adecuarlas hacia “smart grids” para hacer gestión de demanda
- ❑ Nuevo replanteamiento de la distribución a la vista de la evolución del coche eléctrico
- ❑ Reflexión sobre la regulación adecuada para este contexto, asegurar las inversiones necesarias.



# RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

[www.ree.es](http://www.ree.es)