

RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Redes Inteligentes: El futuro del Sistema Eléctrico **Greenpeace**

Alberto Carbajo Josa
Circulo de Bellas Artes
Madrid, 27 de abril de 2010



Índice

- ❖ El desafío 20-20-20
- ❖ Nuevos retos para la operación del Sistema
- ❖ El modelo SMARTGRID



Bases de la política energética de la UE

Aumento emisiones
UE 5% y mundiales
55% hasta 2030



Dependencia energética en 2030 65%
Petróleo 84% y gas 93% Necesidad
inversiones: 900 bill. €

Creciente exposición a volatilidad de precios
Pérdida continua de poder adquisitivo
Necesidad de fomento inversiones en tecnología

Objetivos y Plan de Acción de la UE

Objetivo estratégico

REDUCCION
EMISIONES UE
20% EN 2020

Objetivos parciales

EFICIENCIA ENERGÉTICA

↑ 20 %

PESO RENOVABLES

↑ 20 %

BIOFUELES EN TRANSPORTE

↑ 10 %

Plan de Acción

Mayor desarrollo mercado interior

Solidaridad y seguridad de suministro

Evolución del mercado de emisiones

Plan de eficiencia energética

Incremento uso de renovables

Estrategia tecnológica

Tecnologías para reducir CO₂

Energía nuclear

Política exterior común

Seguimiento: Observatorio Energético UE



Objetivos 2020

- ❑ 20% de reducción de emisiones
- ❑ 20% de reducción de energía primaria
- ❑ 20% de la energía utilizada de origen renovable
- ❑ Desarrollo del Mercado Interior de la Energía
- ❑ Desarrollo del Mercado de Emisiones

Estos objetivos sólo se alcanzarán con una contribución destacada por parte del Sector Eléctrico.

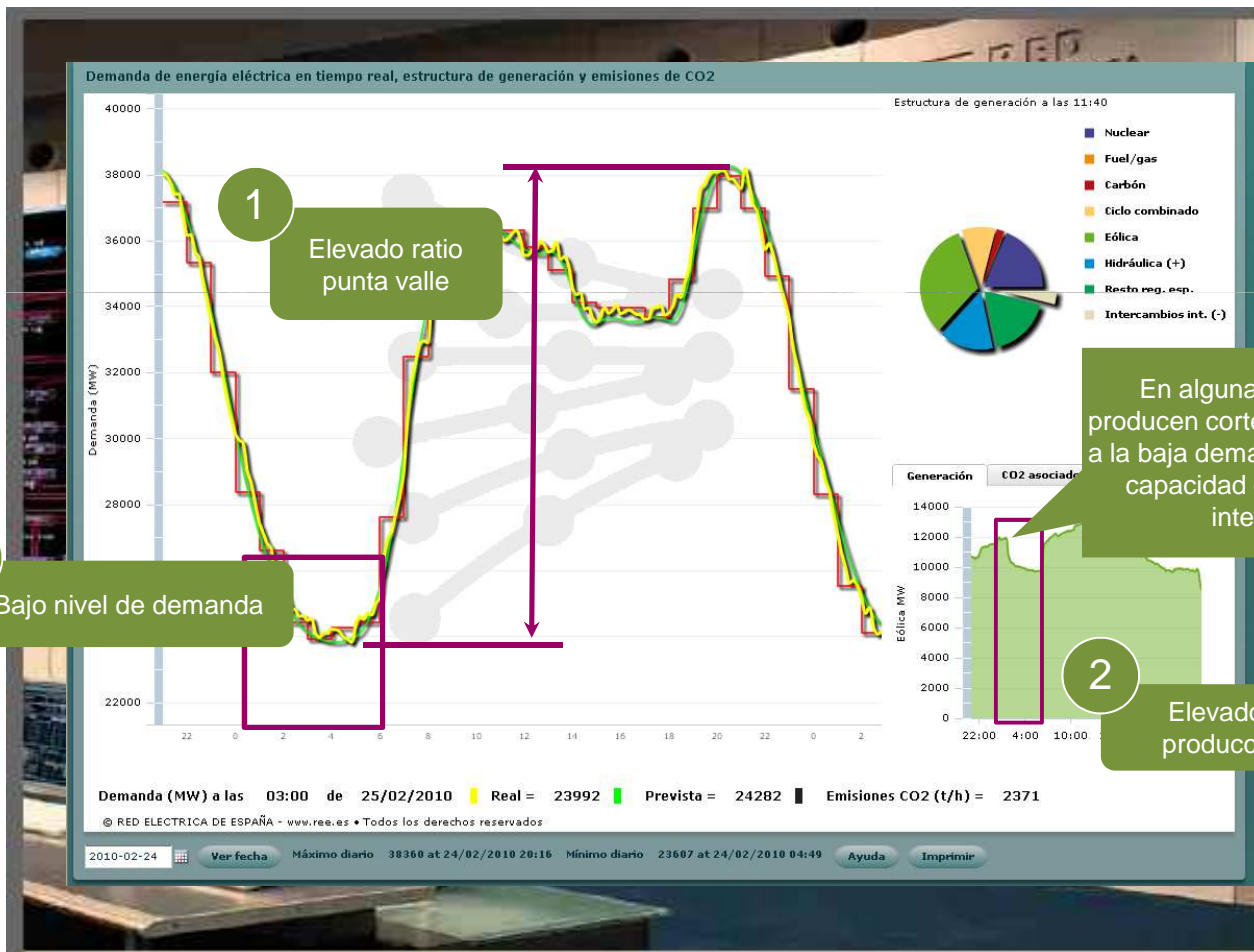
Esta contribución requiere del compromiso decidido de todos los actores involucrados, tanto generadores, suministradores de bienes de equipo, proveedores de TIC, centros de investigación, demanda y operadores de redes

La red es el elemento catalizador de los esfuerzos llevados a cabo por los distintos actores.



El desafío de gestión de la demanda

Como Operador del Sistema, Red Eléctrica gestiona una curva de la demanda con un elevado apuntamiento.





Retos para la Operación del Sistema



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.



Retos para el Operador del Sistema



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

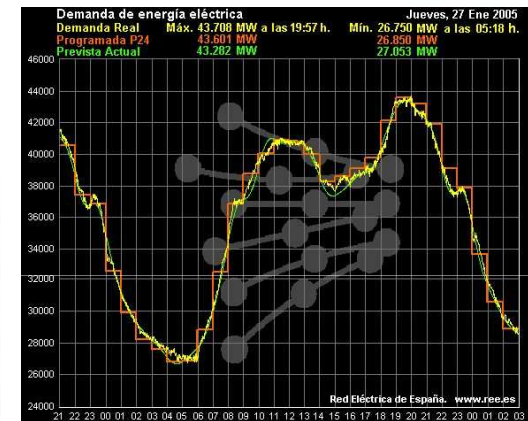
- RdD activas con significativas inyecciones de potencia.
- Cambio en los flujos tradicionales de energía.
- Gran variabilidad de las condiciones de operación dependiente de factores externos (ej. viento).
- Alta penetración de generación renovable no gestionable y con incertidumbre en su previsión.
- 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.

Nuevas herramientas disponibles para el OS



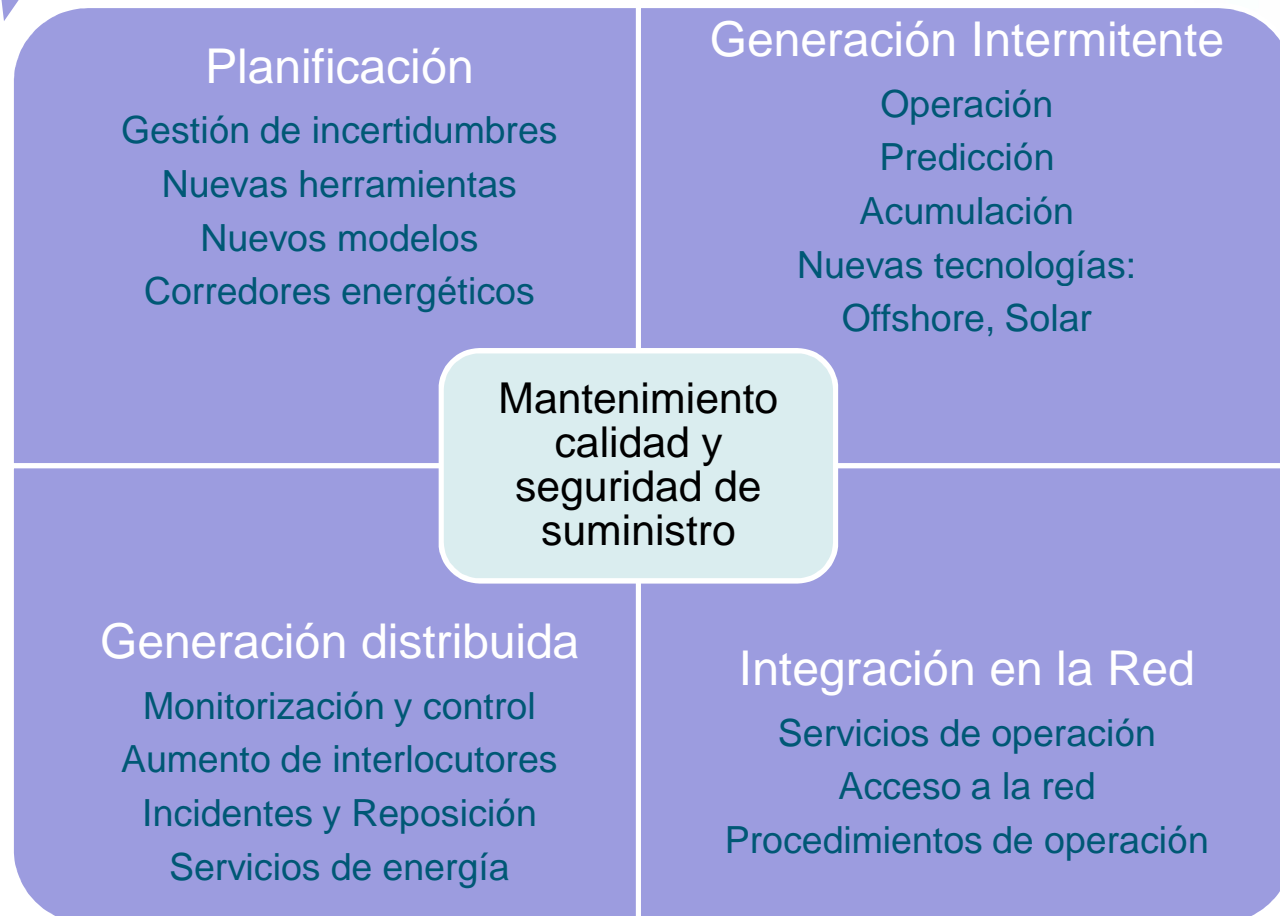
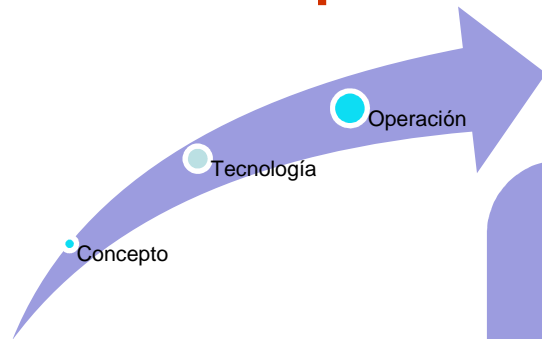
Nuevos desarrollos tecnológicos y herramientas de operación para afrontar el futuro.

- 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

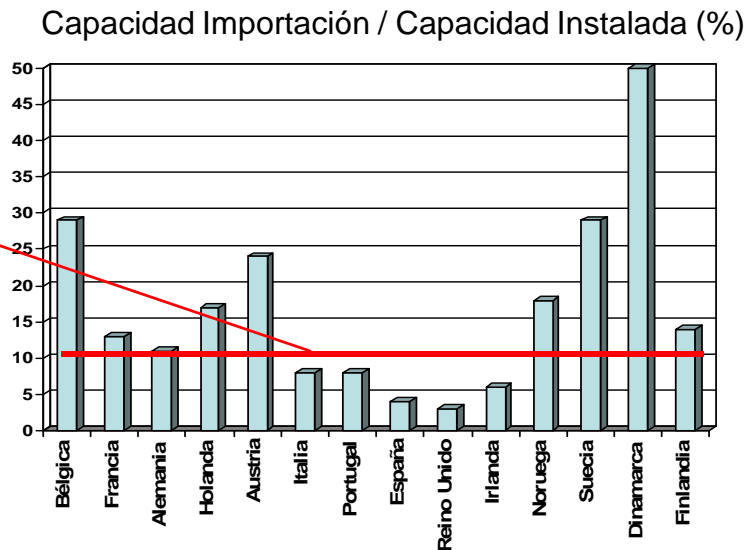




Retos de la integración eólica en la Operación del Sistema Eléctrico Español

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

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.



Generación renovable no gestionable e interconexiones

- ❑ La capacidad de interconexión flexibiliza el sistema al permitir la exportación cuando haya excedentes de energía y la importación cuando fuera necesario.
- ❑ La producción de las tecnologías de generación no gestionable de origen renovable depende de la disponibilidad de su energía primaria.
- ❑ El factor de utilización de estas tecnologías es menor del 25% de media pero puede oscilar entre <1% y el 70% en el caso de la generación eólica o entre 0 y el 90% en el caso de la generación solar.
- ❑ Con objeto de conseguir que su aportación en energía sea significativa habrá instantes en los cuales su proporción deberá ser muy alta. Para integrarlas de forma eficiente el sistema deberá ser muy flexible.
 - Aumento de la capacidad de la interconexión.
 - Generación gestionable con alta flexibilidad de operación
 - Almacenamiento



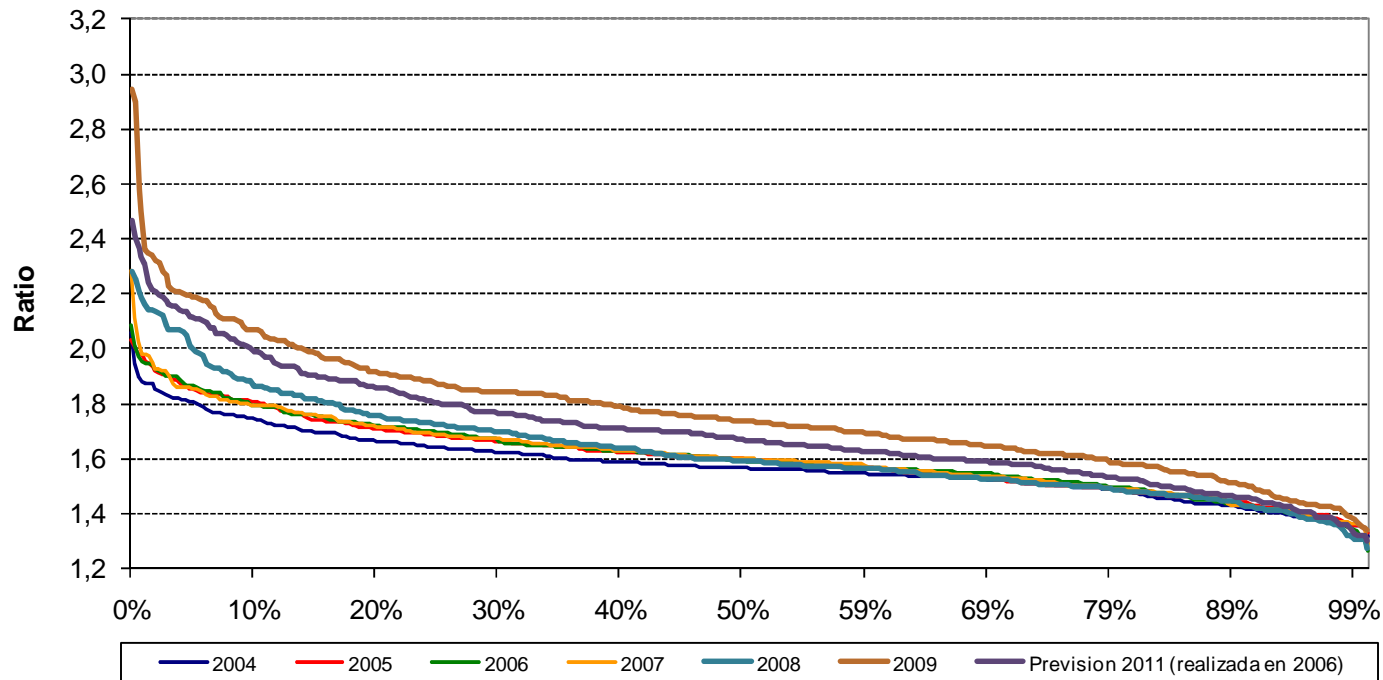
Dificultades integración generación eólica: causas (I)

- Elevada generación fluyente durante periodos continuados.
- Agotamiento de las reservas de potencia a bajar.
- Necesidad de mantener grupos térmicos convencionales acoplados:
 - Mantener los valores mínimos de reserva de regulación.
 - Efectuar una regulación continua de tensión.
 - Prevenir cargas o tensiones fuera de rango en caso base o ante contingencia.
 - Necesidad de generación en la punta de demanda con grupos que no tienen la flexibilidad suficiente para desacoplar y acoplar antes de la punta.



Dificultades integración eólica: causas (II)

Requerimiento= Demanda-Generación eólica



- ❑ Los ratios del requerimiento se han incrementado considerablemente respecto a 2008 por el incremento en la instalación en 2009 y el descenso de la demanda.
- ❑ Ratios del requerimiento reales 2009 > previstos 2011
- ❑ 14% del tiempo el ratio de requerimiento > 2

Dificultades para la integración de generación eólica (II)

- ❑ La situación de reducciones de eólica habidas en los últimos meses, es previsible que se presente cada vez con mayor frecuencia a medida que se vaya incrementando la potencia eólica instalada.
- ❑ Estos episodios de reducción han puesto de manifiesto la urgente necesidad, de dotar al sistema con nuevas herramientas que permitan evitar vertidos de energía primaria como son, entre otros, la mayor disponibilidad de bombeo o el aplanamiento de la curva de la demanda.
- ❑ Si el sistema hubiera dispuesto de 4.000 MW adicionales de bombeo, correspondientes a los 18.000 MW eólicos, en esta ocasión prácticamente se hubiera podido evitar la reducción eólica.



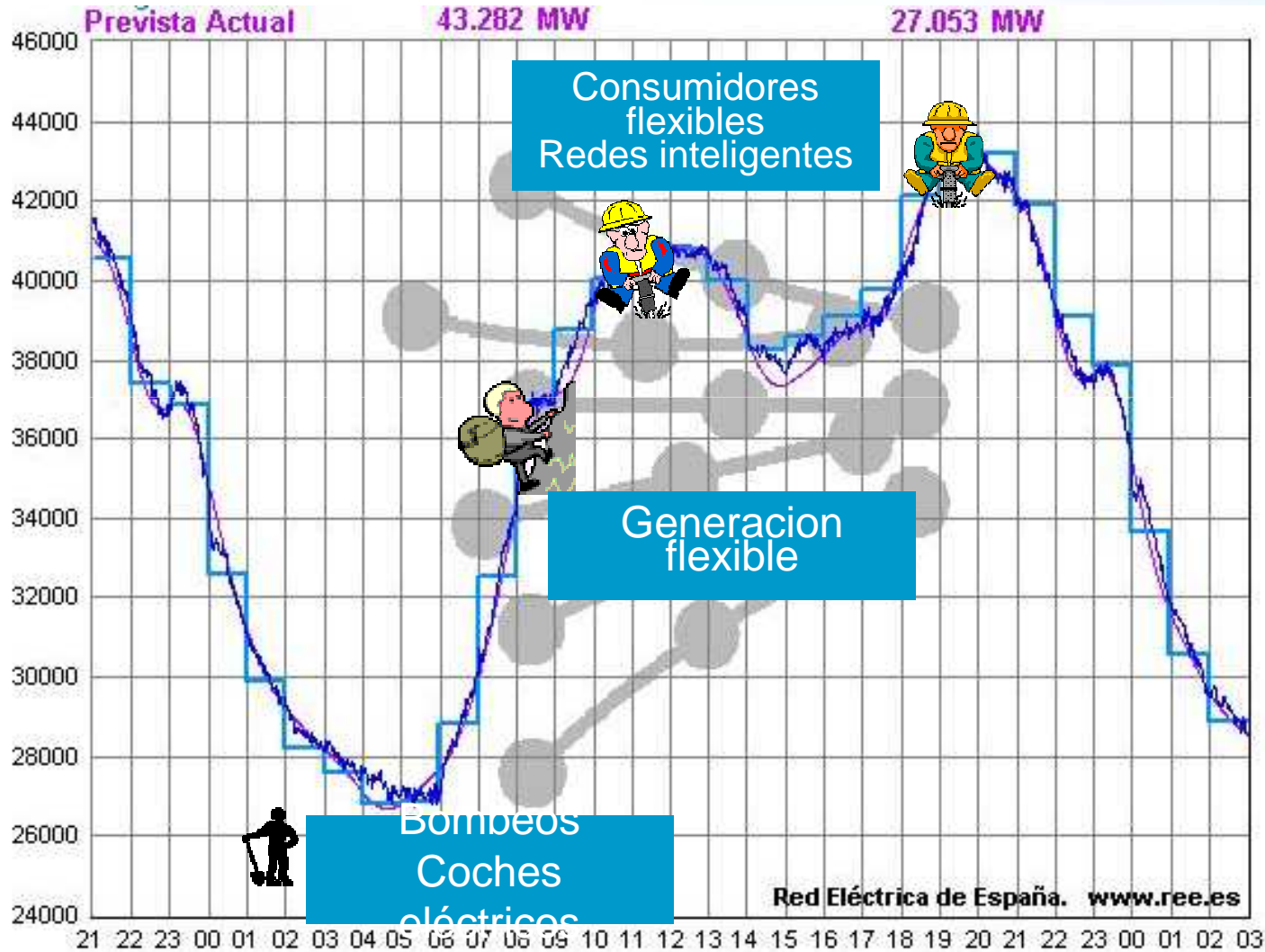
Balance eléctrico en valles de demanda con elevada producción eólica: Alternativas

- ❑ **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 H₂ para los sistemas de almacenamiento 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)

Medidas para facilitar la intergración 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.**
- ❑ **Desarrollo y refuerzo de la capacidad de interconexión**
- ❑ **Operación del Sistema orientada a maximizar la integración de las tecnologías de régimen especial.**
- ❑ **Modulación optimizada de los recursos de generación/bombeo en la Operación del Sistema.**
- ❑ **Aumento de la generación de punta**
- ❑ **Desarrollo y mejora de las herramientas de predicción eólica.**
- ❑ **Gestión de la demanda: participación de consumidores en la gestión de la demanda, coche eléctrico...**
- ❑ **Mayor flexibilización de los contratos e incremento de las capacidades de almacenamiento de gas**

Es necesario realizar gestión de la demanda

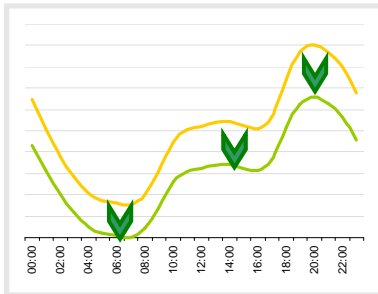




Clasificación de las medidas de gestión de la demanda

1

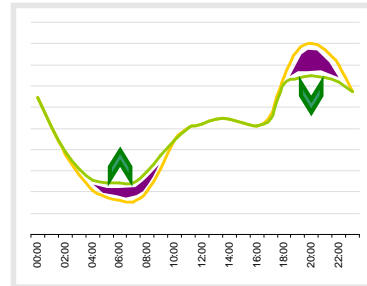
Reducción del consumo



- Mejoras en la eficiencia de equipos y procesos
- Concienciación sobre el ahorro energético

2

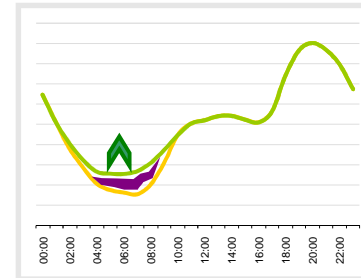
Desplazamiento del consumo de la punta al valle



- Discriminación horaria
- Participación activa de la demanda en los mercados

3

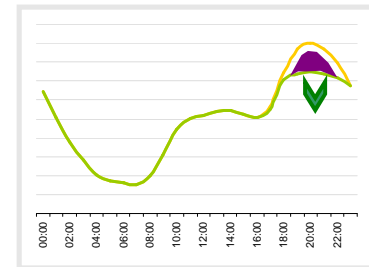
Llenado de valles



- Bombeo
- Tecnologías futuras de almacenamiento
- Vehículos eléctricos

4

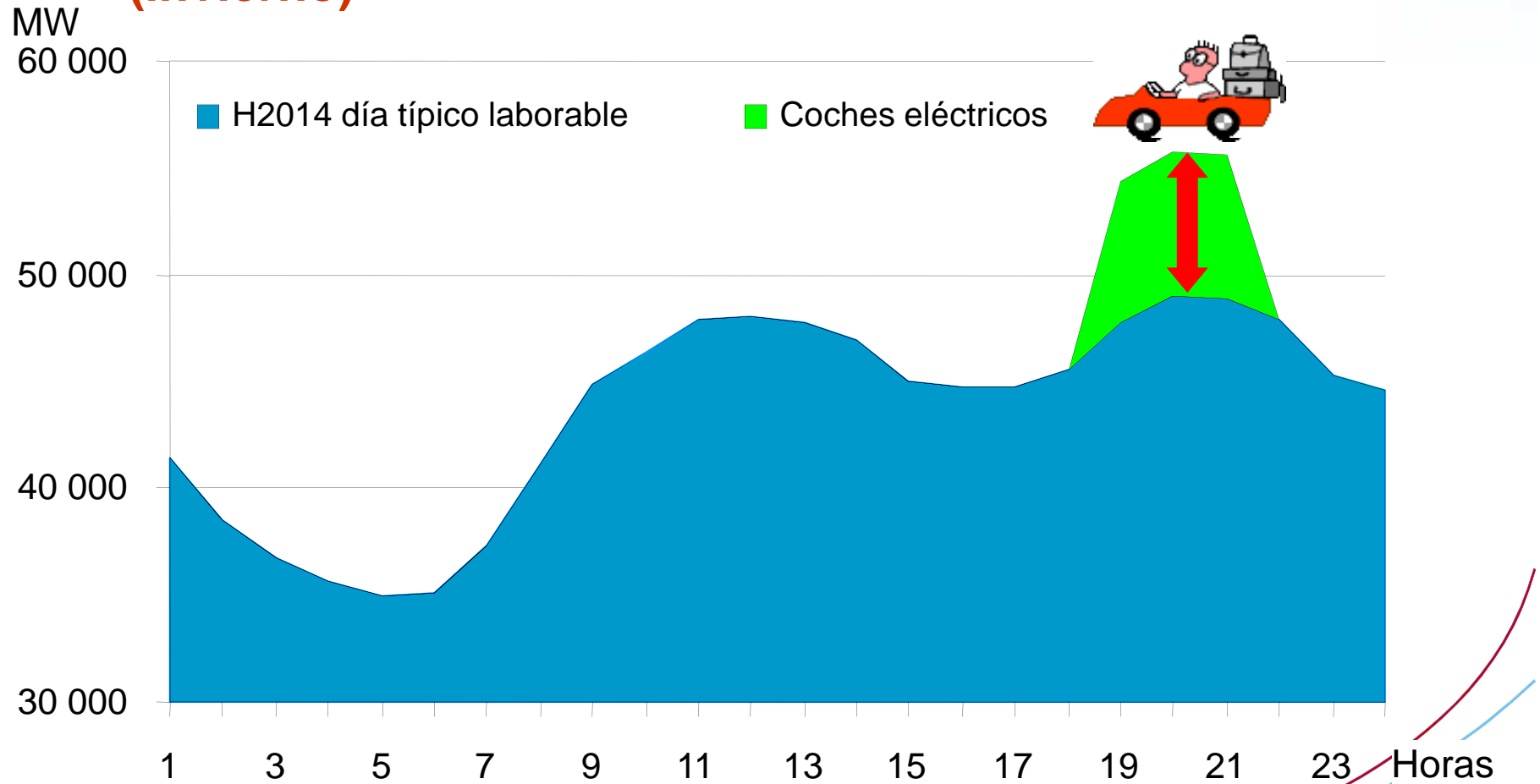
Reducción del consumo en las horas punta del Sistema



- Servicio de interrumpibilidad
- Gestión automática de cargas



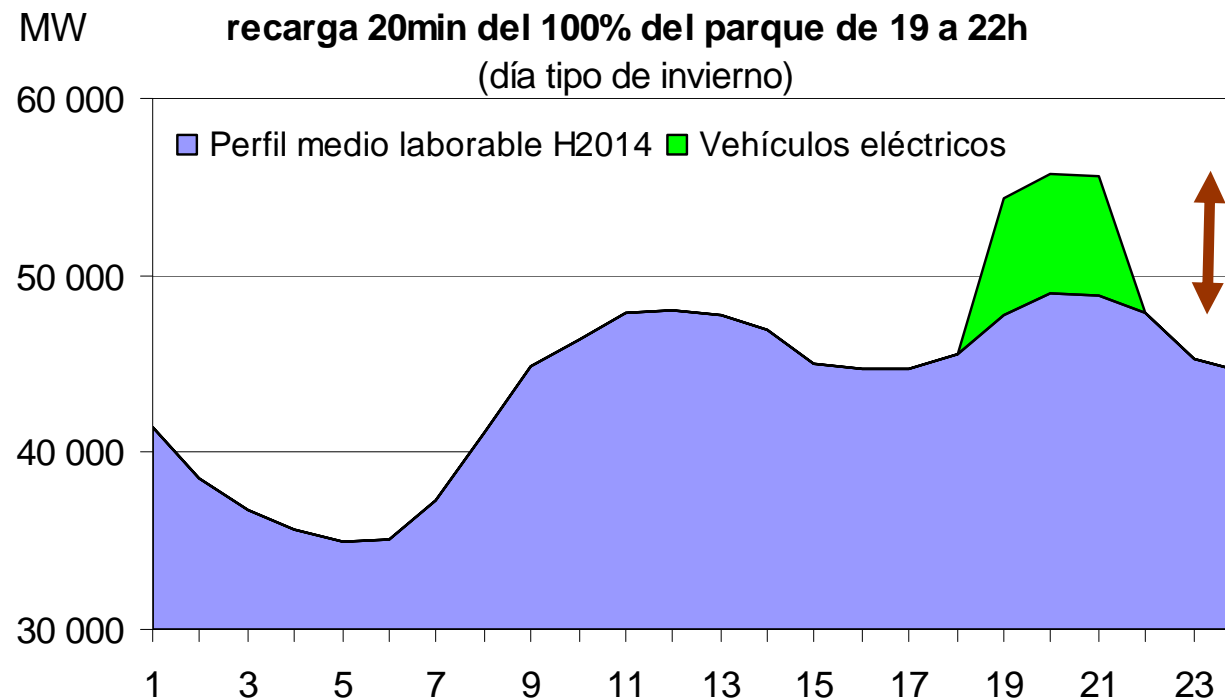
**Carga de coches eléctricos: H 2014, 250.000
vehículos de C.E.: t_{carga} 20 min de 19:00 a 22:00
(invierno)**





Integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico

Perfil de demanda para una penetración de un millón de vehículos eléctricos en 2014, recarga 20min del 100% del parque de 19 a 22h (día tipo de invierno)



¿Tiempo de recarga?

¿Punta o Valle?

Ejemplo:

Recarga 20 minutos

Al volver a casa (punta de invierno)

Sin gestión inteligente

Incremento de la punta ~ 7.000 MW

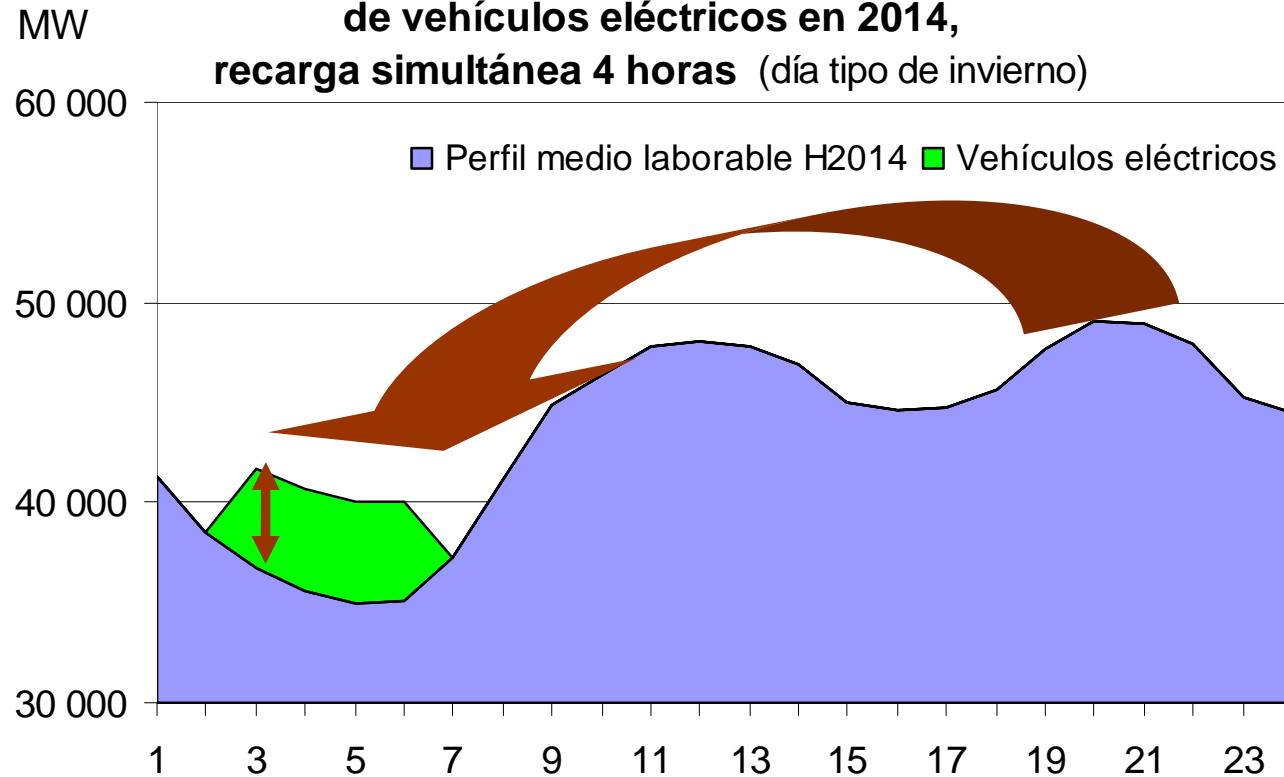
⇒ mayor sobredimensionamiento del sistema (generación y RdT)

⇒ mayor ineficiencia del sistema



Integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico

Perfil de demanda para una penetración de un millón de vehículos eléctricos en 2014, recarga simultánea 4 horas (día tipo de invierno)



¿Tiempo de recarga?

¿Gestión?

Ejemplo:

Recarga en valle

De 4 horas

(doméstica)

Sin gestión inteligente

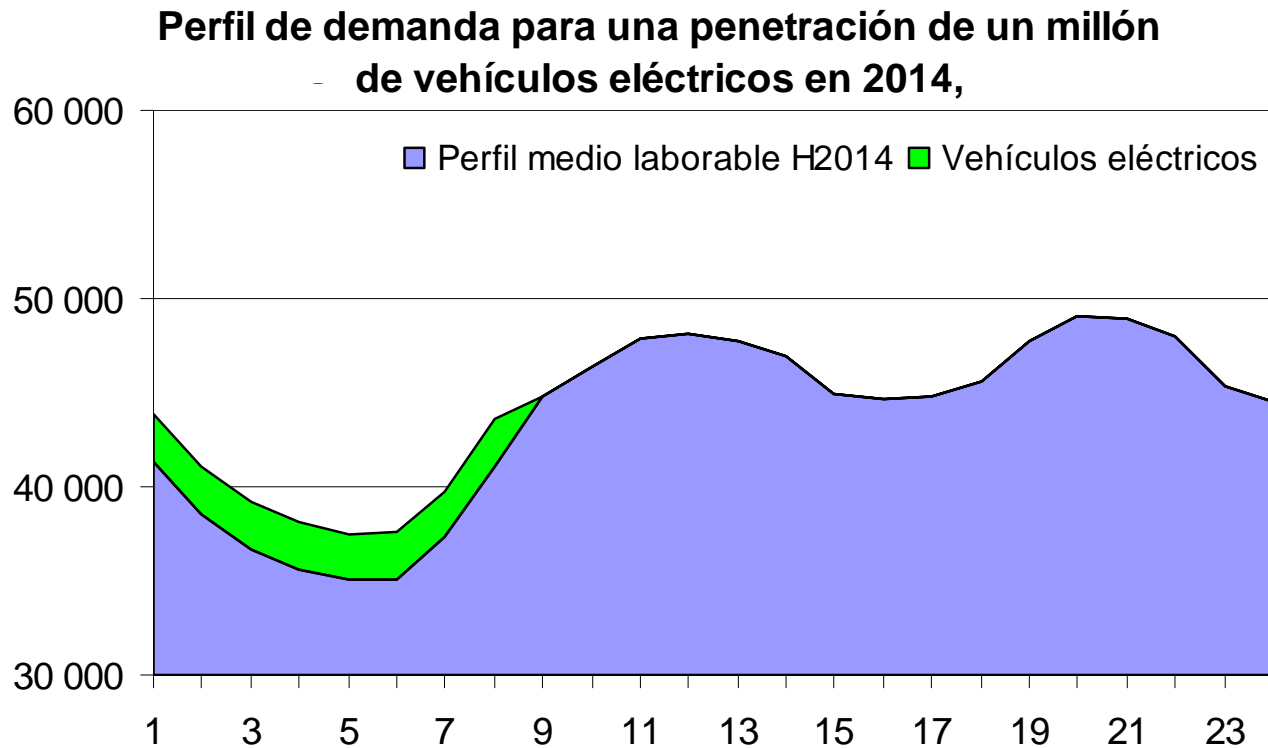
Saltos bruscos de demanda ~ 5.000 MW

⇒ Inestabilidades en el sistema, operación más compleja

⇒ Mayor integración de renovables y mayor eficiencia del sistema



Integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico



¿Características?

Gestión inteligente

Ejemplo:

Recarga en valle

Con gestión inteligente

Aplanamiento de la curva de carga

⇒ Mayor eficiencia y rentabilidad generación convencional

⇒ Mayor integración de renovables

⇒ Operación sin inestabilidades para integraciones de VE limitadas

Integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico

Impacto a nivel local: redes de distribución

La determinación del *¿cuándo? ¿cuánto? ¿dónde? ¿cómo?* permitirá plantear las necesidades a nivel de red de distribución:

- Refuerzo y/o mallado de las redes de distribución
- Desarrollo de los puntos de conexión a red
- Diseño e implantación de las medidas de seguridad
- Diseño e implantación de la logística de facturación
- Diseño e implantación de la logística de operación

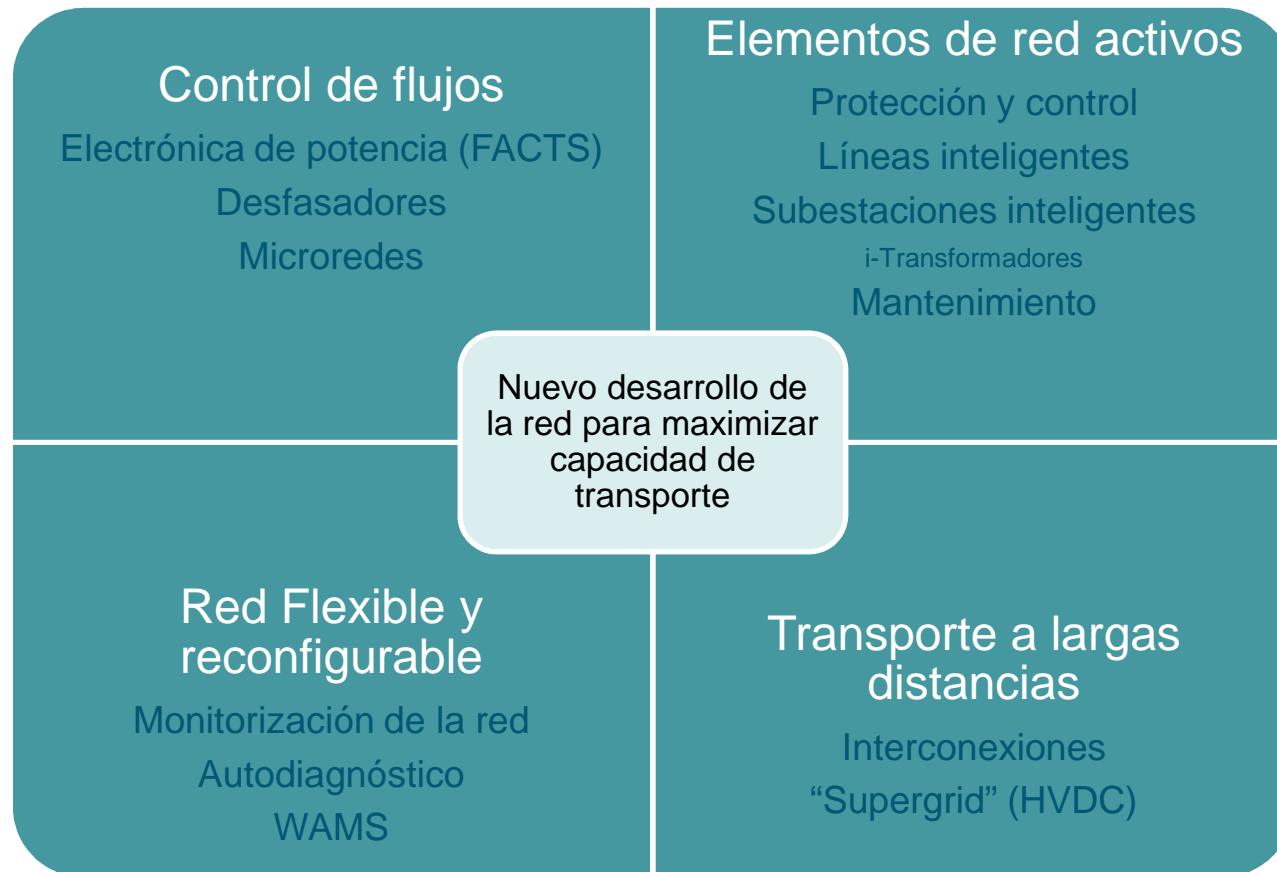
} *Smart Grid*

Se requieren esfuerzos en I+D+I, estandarización, inversión e implantación.

A día de hoy, existen ya esfuerzos que se plasman en diferentes proyectos de I+D interdisciplinares, grupos de trabajo promovidos por los gobiernos, etc. (Movele, REVE, etc.) en algunos de los cuales REE interviene de forma activa.



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.

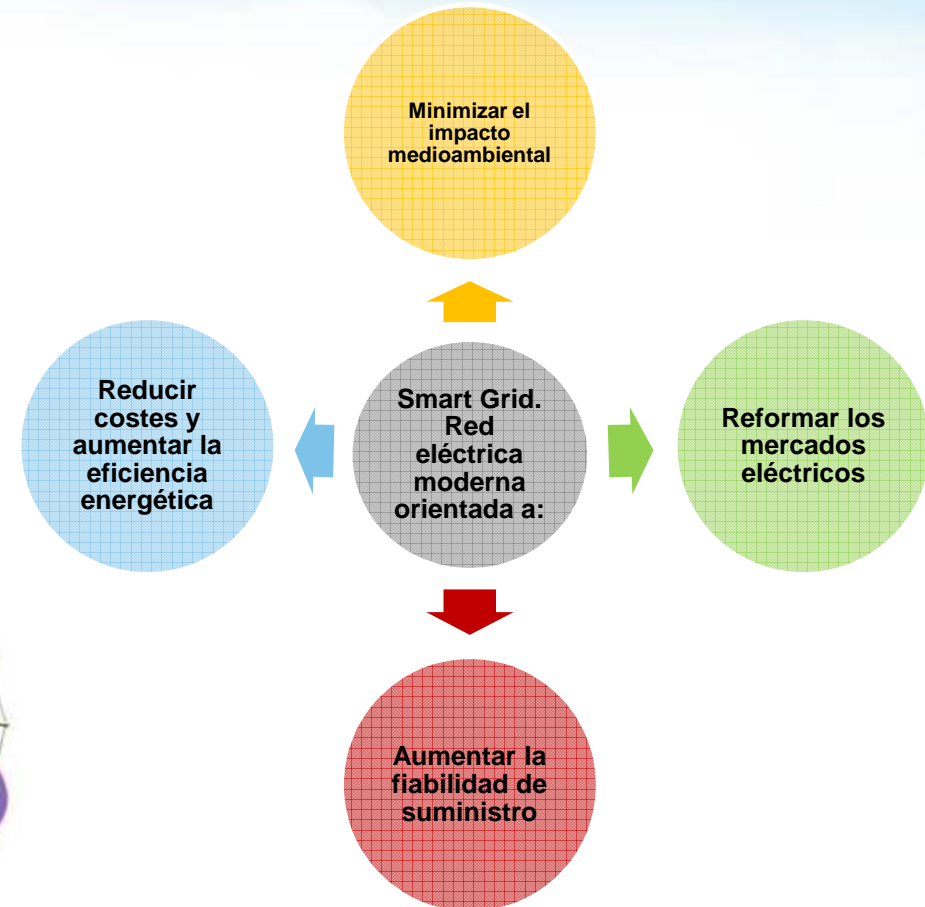
La necesidad de automatizar y controlar las redes.

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



¿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.





Redes actuales vs. Smart Grid

Red del siglo XX	Red del siglo XXI
Electromecánica	Digital
Comunicaciones en una dirección	Comunicaciones bidireccionales
Generación centralizada	Integra generación distribuida
Algunos sensores	Red monitorizada y con sensores
Red “ciega”	Auto monitorizada
Reposición manual	Reposición semi-automática o auto
Propensa a fallos y apagones	Protecciones adaptativas
Comprobación manual de los equipos	Equipos con operación remota
Decisiones de emergencia humanas	Decisiones basadas en sistemas
Control limitado sobre flujos	Total control sobre flujos de potencia
Información precio electricidad escasa	Información total precio electricidad
Consumidores sin apenas elección	Consumidores protagonistas



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



Valor añadido de las “smart grids”



Economía

- Reducción de las inversiones necesarias en la RdT y RdD y en sistema de generación.



Medio ambiente

- Reducción de los costes derivados de perturbaciones/fallos en el sistema.



Sistema eléctrico

- Reducción de los costes de producción. Uso más eficientes de las tecnologías de producción consecuencia de una adecuada gestión de la demanda.



Consumidores

- Desarrollo de la industria tecnológica: contadores, sensores y sistemas de comunicación inteligentes; vehículos eléctricos; energías renovables...



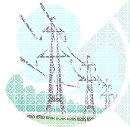
Valor añadido de las “smart grids”



Economía



Medio ambiente



Sistema eléctrico



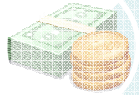
Consumidores

Reducción de las emisiones de CO₂:

- Adecuada gestión de la demanda para reducir las puntas de consumo → se reduce el uso de tecnologías marginales (centrales fuel-gas) con altas emisiones de CO₂.
- Mejora de la eficiencia energía a través de programas educativos y formativos sobre ahorro energético.
- Integración de energías renovables: mitigación de la influencia de la variabilidad de la producción de estas tecnologías en la operación del sistema.
- Uso masivo de vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEVs).



Valor añadido de las “smart grids”



Economía



Medio ambiente



Sistema eléctrico



Consumidores

- Mejora de la fiabilidad del sistema: redes inteligentes con capacidad de auto-diagnóstico y auto-recuperación.
- Optimización del uso de las centrales de producción: reducir las necesidades de inversión en nuevas plantas destinadas a la cobertura de las puntas de demanda y con bajo porcentaje de utilización.
- Reducción de las pérdidas del sistema y optimización del control de tensión mediante la gestión en tiempo real de los balances de reactiva.
- Facilitar la integración de generación renovable, gracias a la implementación de sistemas bi-direccionales de control y monitorización del consumo.
- Incrementar la seguridad del sistema a través de la implantación de nuevos sistemas tecnológicos de información.



Valor añadido de las “smart grids”



Economía



Medio ambiente



Sistema eléctrico



Consumidores

- Consumidores con capacidad de hacer un uso “inteligente” de la energía:
 - Información en “tiempo real” del precio de la energía, de posibles situaciones de problemas de cobertura...
 - Adaptación del consumo a las necesidades del sistema: reducción de la demanda en horas punta.
 - Contadores inteligentes.
- Ahorro en el precio de la energía eléctrica.
- Flujos de energía bi-direccionales: los consumidores son capaces de inyectar energía en el sistema (excedentes de energía proveniente de fuentes renovables a pequeña escala: paneles fotovoltaicos, pequeños aerogeneradores; tecnología “vehicle to grid”...)



Tecnologías para desarrollar nuevas arquitecturas de redes dinámicas y flexibles

Sistemas de almacenamiento de energía para:

- Mejorar la calidad del suministro.
- Incrementar la reserva ante incidentes en la red.
- Mejorar la gestión del sistema (Gestión de demanda).

Electrónica de Potencia:

- FACTS
- Sistemas de corriente continua.
- Rectificadores más eficientes y de mejor calidad.
- Dispositivos de estado sólido unidos a superconductores de alta temperatura.

Nuevas arquitecturas de redes:

- La distribución deberá ser una red activa (Incremento del mallado en Distribución).
- Sistemas de generación y consumo integrados en mini redes.

Desarrollo de soluciones portátiles ante incidentes:

- Módulos de transformación.
- Posiciones.



Factores claves para el desarrollo de las Smart Grids (I)

- **Implantación de nuevas tecnologías en la RdT/RdD: superconductores, FACTS, cables de alta temperatura, sincrofasores...**
 - Incrementar y modular los flujos de potencia.
 - Reducir pérdidas del sistema.
- **Uso de electrónica de potencia y aplicaciones TIC para mejorar la calidad de suministro y optimizar el uso de la red.**
- **Desarrollo y adaptación de las RdD: redes activas con algunas características de las RdT actuales.**
 - **Micro-redes: redes de baja tensión con generación distribuida, sistemas locales de almacenamientos de energía y cargas gestionables.**
 - Tamaño micro-redes: 100 kW – 10 MW.
 - Capacidad de funcionamiento en isla.
 - Desde el punto de vista global del sistema se comportan como como una entidad controlable (carga o generador) con capacidad de proveer servicios al sistema.
- **Desarrollo de equipos con capacidad de almacenamiento de energía.**



Factores claves para el desarrollo de las Smart Grids (II)

- ❑ **Expansión de redes de comunicaciones para permitir:**
 - Automatización de la red.
 - Servicios on-line.
 - Gestión activa de la demanda
- ❑ **Instalación de contadores inteligentes (y otros “equipos inteligentes”:**
termostatos, sensores...).

 - Conexión bidireccional consumidor-compañía eléctrica.
 - Información en tiempo real del precio de la energía, que puede influir en las pautas de consumo.

- ❑ **Flexibilización del marco normativo y apertura de los mercados eléctricos.**
- ❑ **Políticas de concienciación social sobre ahorro energético.**

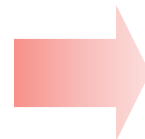


Plan Estratégico Europeo de Tecnologías Energéticas: SET PLAN

- Comunicación inicial: noviembre, 2007
- Aprobación Consejo: marzo, 2009
- Comunic. financiación: octubre, 2009
- **Objetivo: acelerar la innovación en las distintas tecnologías para alcanzar los objetivos energéticos del 2020.**
- **Contempla 6 iniciativas industriales europeas entre las que se encuentra una específica dedicada a redes eléctricas.**

Objetivos 2020

- 20% reducción emisiones
- 20% renovables
- 20% reducción energía primaria
- Mercado de emisiones
- Mercado energético único



Líneas estratégicas

- Energía eólica
- Energía solar
- Bio-energía
- Captura de CO2
- Fisión nuclear
- **Redes eléctricas**



Iniciativa Industrial Europea en REDES ELECTRICAS: Vision

2020

TSOs and DSOs

- **Puede albergar** cualquier modelo innovador de **generación o consumo** que incremente la eficiencia
- Puede **gestionar situaciones de emergencia minimizando los inconvenientes** para los consumidores

50% red de Distribución en Europa:

- Permitir la perfecta integración de **nuevas fuentes de energía intermitentes**
- Operar las infraestructuras de la red a través de una minuciosa comprensión de la demanda
- Dotar al consumidor de capacidad de decisión e información **facilitando un comportamiento más eficiente**

Todos los TSOs:

- Coordinar la **planificación y la operación de la Red Pan-Europea** con herramientas desarrolladas en el marco de ENTSO-E
- Integrar tanto **energías renovables como la gestión activa de demanda** con la ayuda de tecnologías validadas a escala real
- Proponer **nuevas reglas de mercado** que maximicen el bienestar en Europa



El sector eléctrico en el futuro

- ❑ Integrará mayor volumen de EE.RR.
- ❑ Precisarà 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.