



**RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA**

**La Energía Eólica y su Integración en la Red
2ª Sesión: Estabilidad de red y energía eólica**

**Luis Imaz Monforte
Director de Desarrollo de la Red**

**Madrid
24 de Enero de 2006.**



Estabilidad del Sistema y Energía Eólica:

- ❑ **Introducción: ¿qué entendemos por estabilidad?**
 - Clasificaciones posibles de la estabilidad.
 - Dinámicas de los fenómenos y dinámicas involucradas.
 - ¿Para que sirven los estudios de estabilidad?

- ❑ **Particularidades del sistema eléctrico español:**
 - Península
 - SEIE

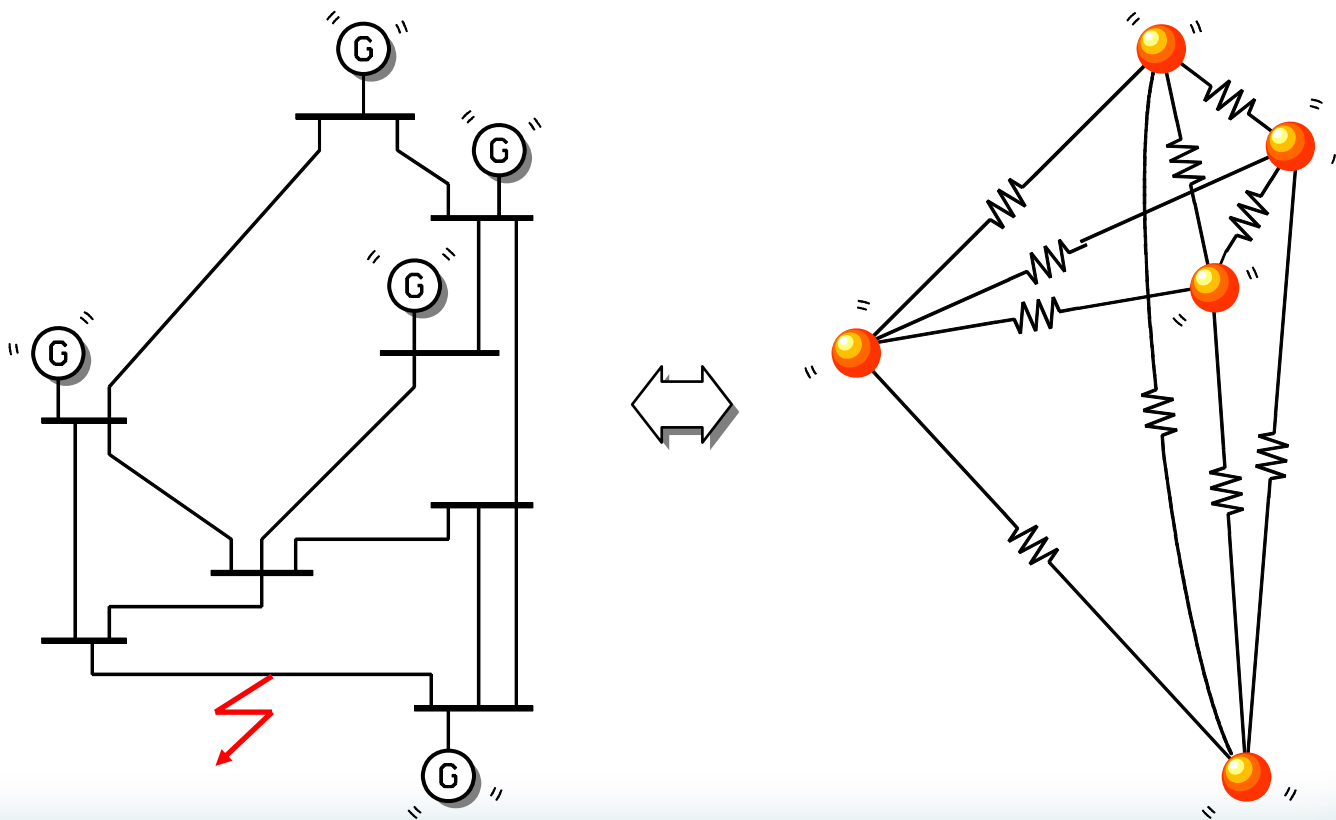
- ❑ **Estudios de integración de energía eólica.**

- ❑ **Conclusiones.**



Introducción: ¿qué entendemos por estabilidad?

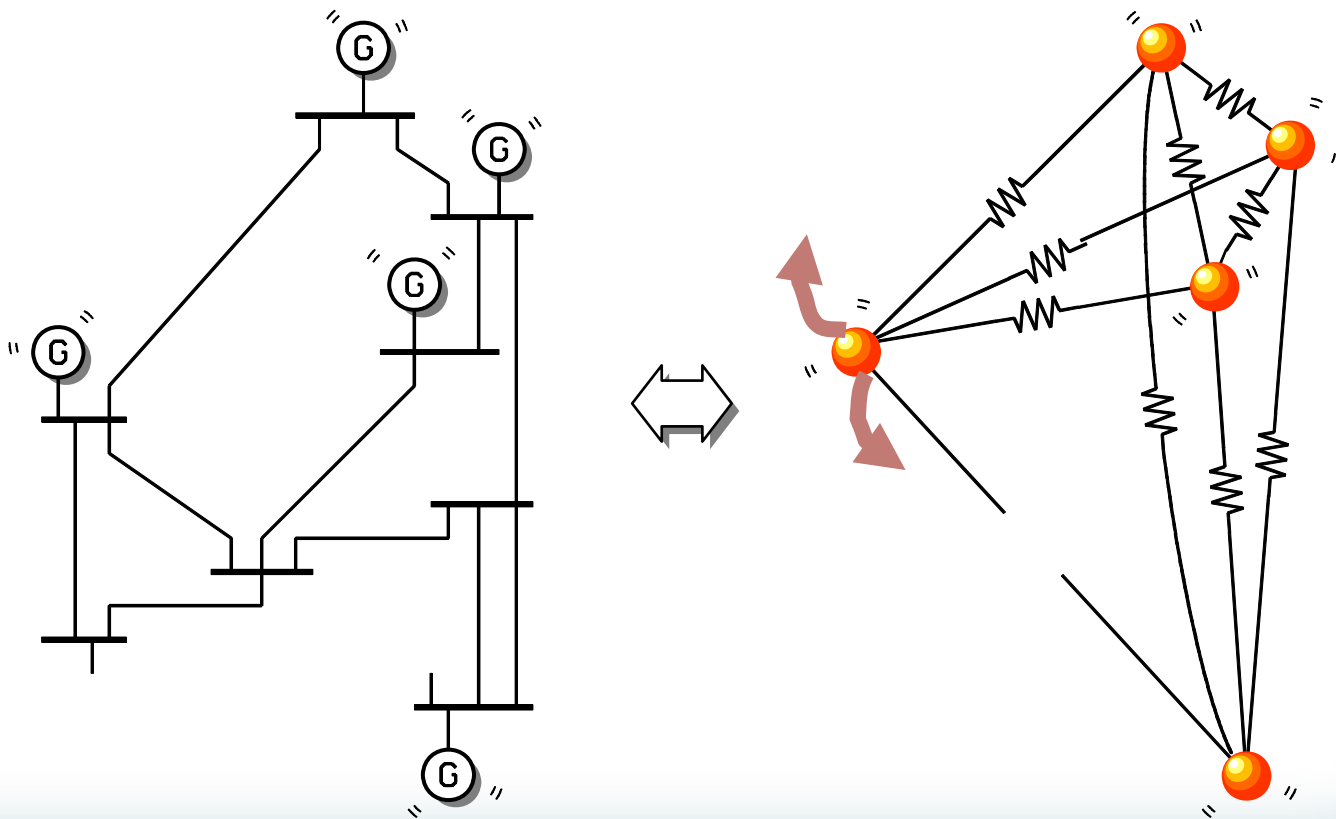
- La capacidad de los sistemas de energía eléctrica para permanecer en un punto de funcionamiento estable o de alcanzar un nuevo punto de funcionamiento estable tras la ocurrencia de una perturbación.





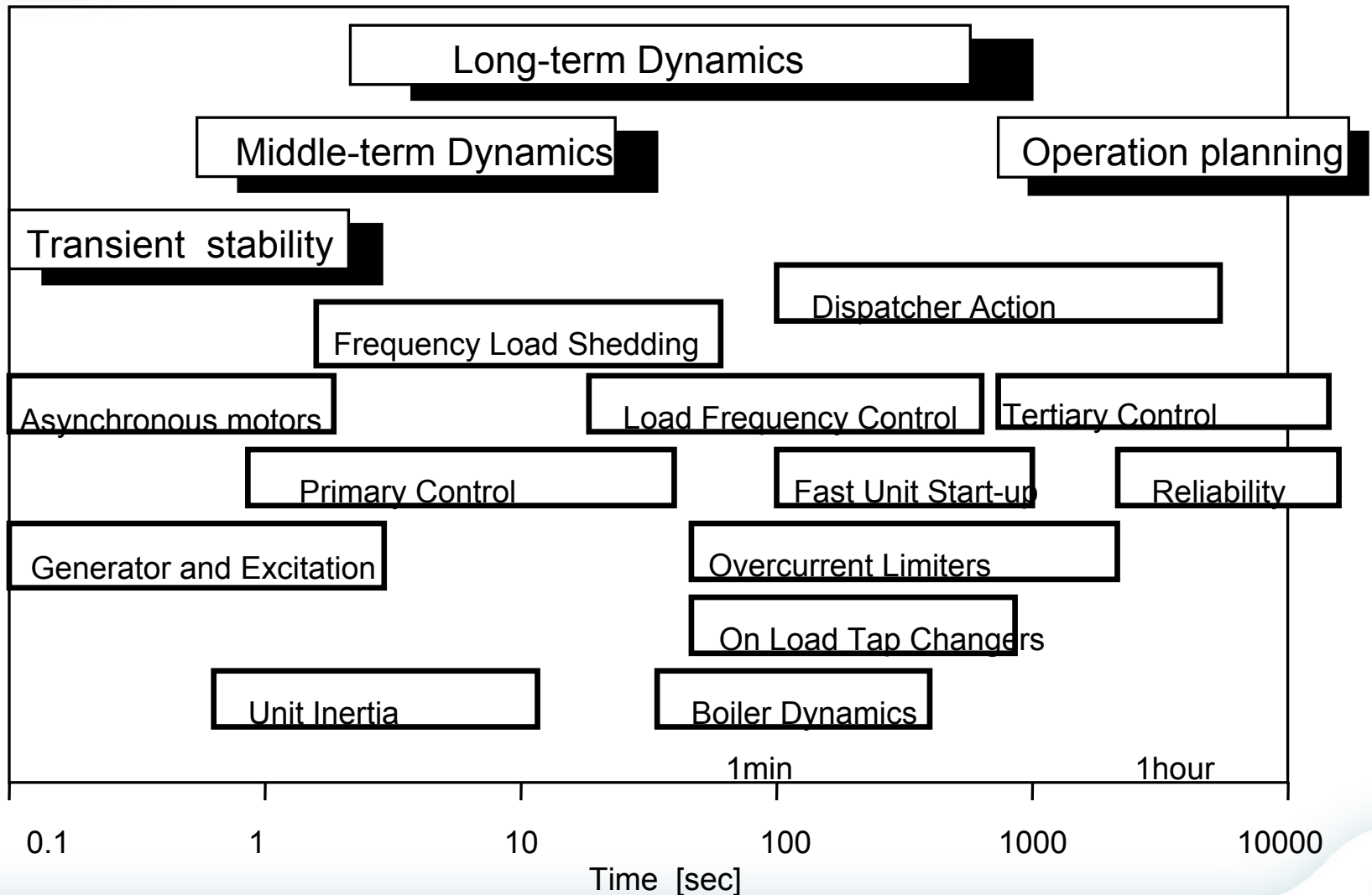
Introducción: ¿qué entendemos por estabilidad?

- La capacidad de los sistemas de energía eléctrica para permanecer en un punto de funcionamiento estable o de alcanzar un nuevo punto de funcionamiento estable tras la ocurrencia de una perturbación.





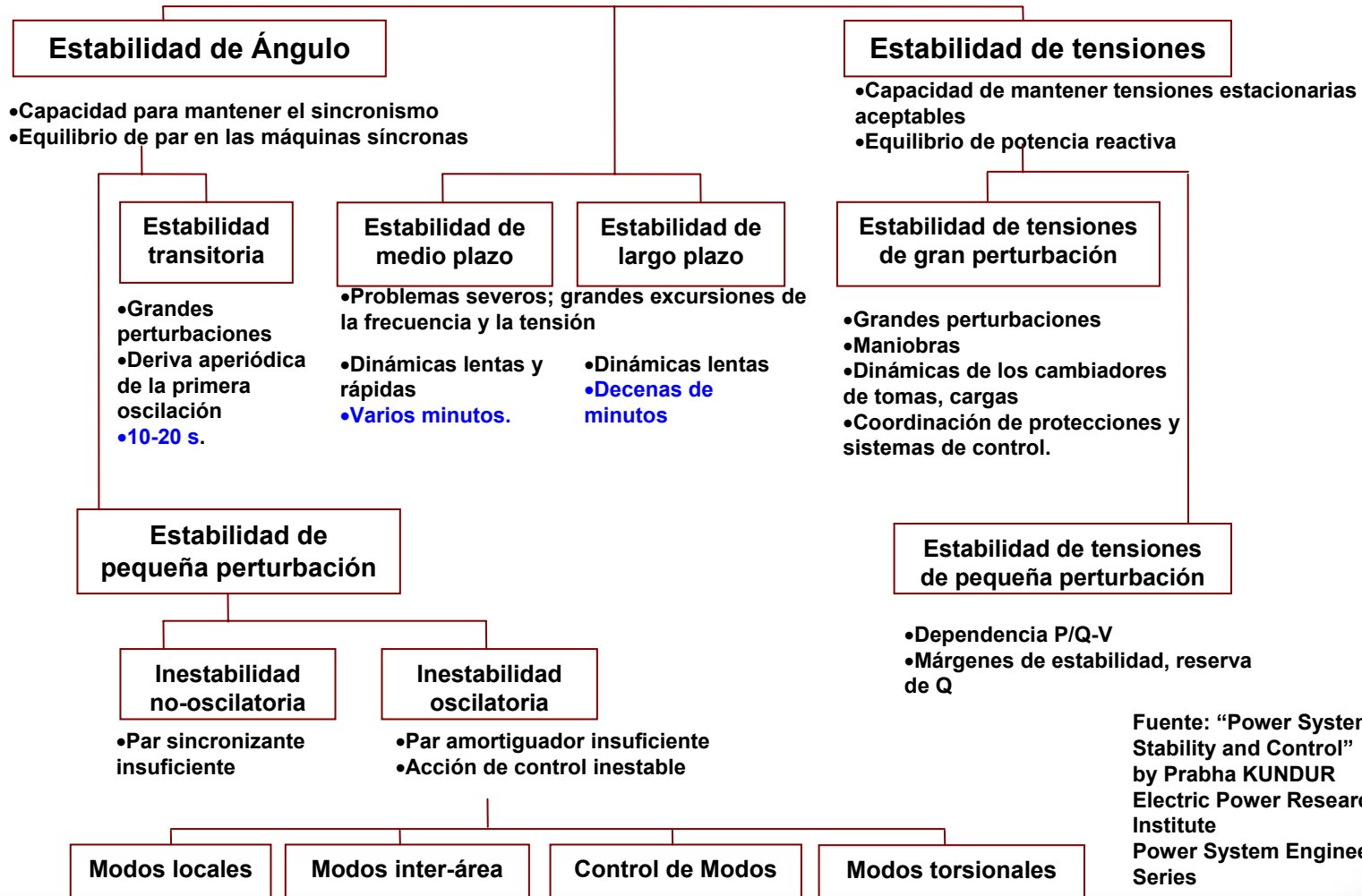
Dinámicas de los fenómenos:





Clasificaciones de la Estabilidad del sistema:

- Capacidad para permanecer en un punto estable.
- Equilibrio entre fuerzas opuestas.



Fuente: "Power System Stability and Control" by Prabha KUNDUR
Electric Power Research Institute
Power System Engineering Series



Elementos involucrados y datos necesarios:

□ Flujo de cargas:

- Solución estática del sistema.
- Modelo resto UCTE (Francia detallada + equivalentes resto).
- SS.AA. grupos nucleares
- Generadores eólicos: modelo de parque equivalente en baja.

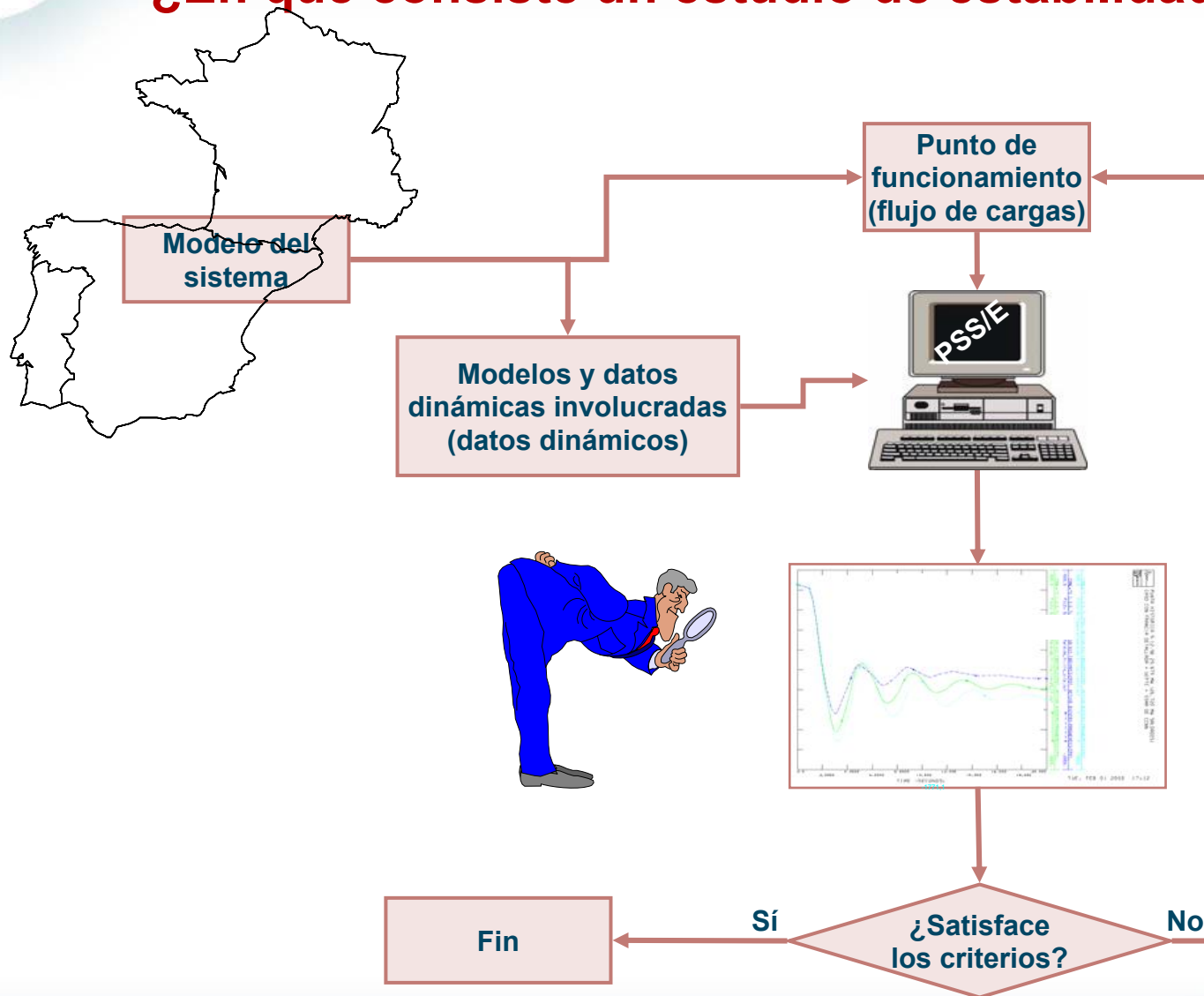
□ Modelos ad-hoc para representar determinados elementos

□ Dinámicas representadas:

- Generadores «ordinarios»:
 - Máquina eléctrica.
 - Reguladores de velocidad.
 - Reguladores de tensión.
 - Estabilizadores.
 - Protecciones específicas.
- Carga: Potencia, corriente,..
- Sistemas Especiales de Protección:
 - DRS50 interconexiones Francia.
- Generadores «régimen especial»:
 - Generador.
 - Acoplamiento turbina-generator.
 - Protecciones específicas



¿En qué consiste un estudio de estabilidad?



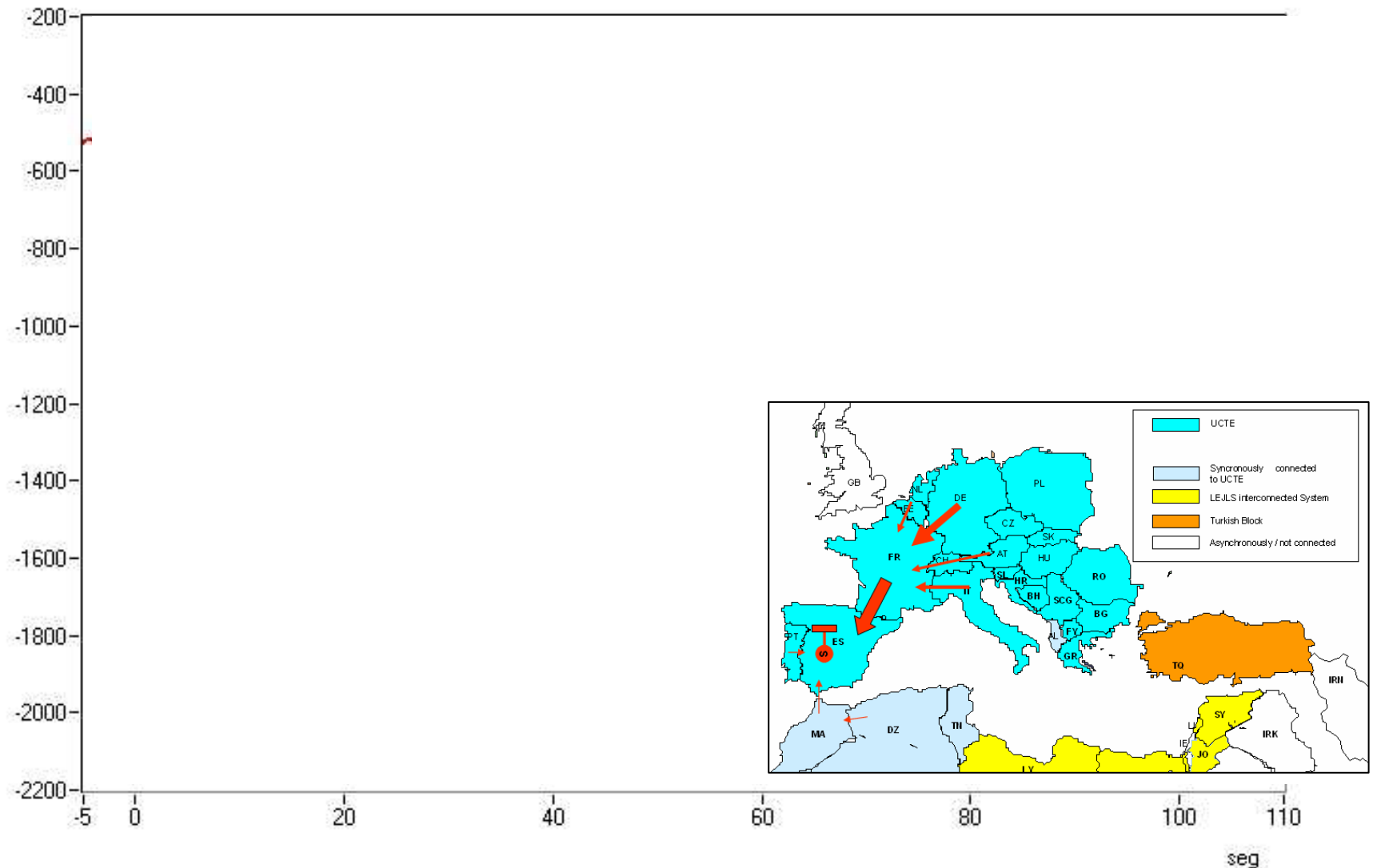


¿Por qué se estudia la estabilidad de un sistema eléctrico?

- **Objetivo: asegurar el funcionamiento estable del sistema frente a perturbaciones:**
 - **Ex_ante:**
 - incidentes hipotéticos de la red actual.
 - de propuestas de desarrollo.
 - **Ex_post:**
 - incidentes ocurridos en la red.
- **¿Qué obtenemos?**
 - **Tiempos críticos de despejes de falta: necesidades de equipamiento.**
 - **Conocimiento causas incidentes: medidas correctoras.**
 - **Autorización de descargos de la RdT.**
 - **Integración armónica de nueva generación:**
 - acceso a la red
 - generación eólica

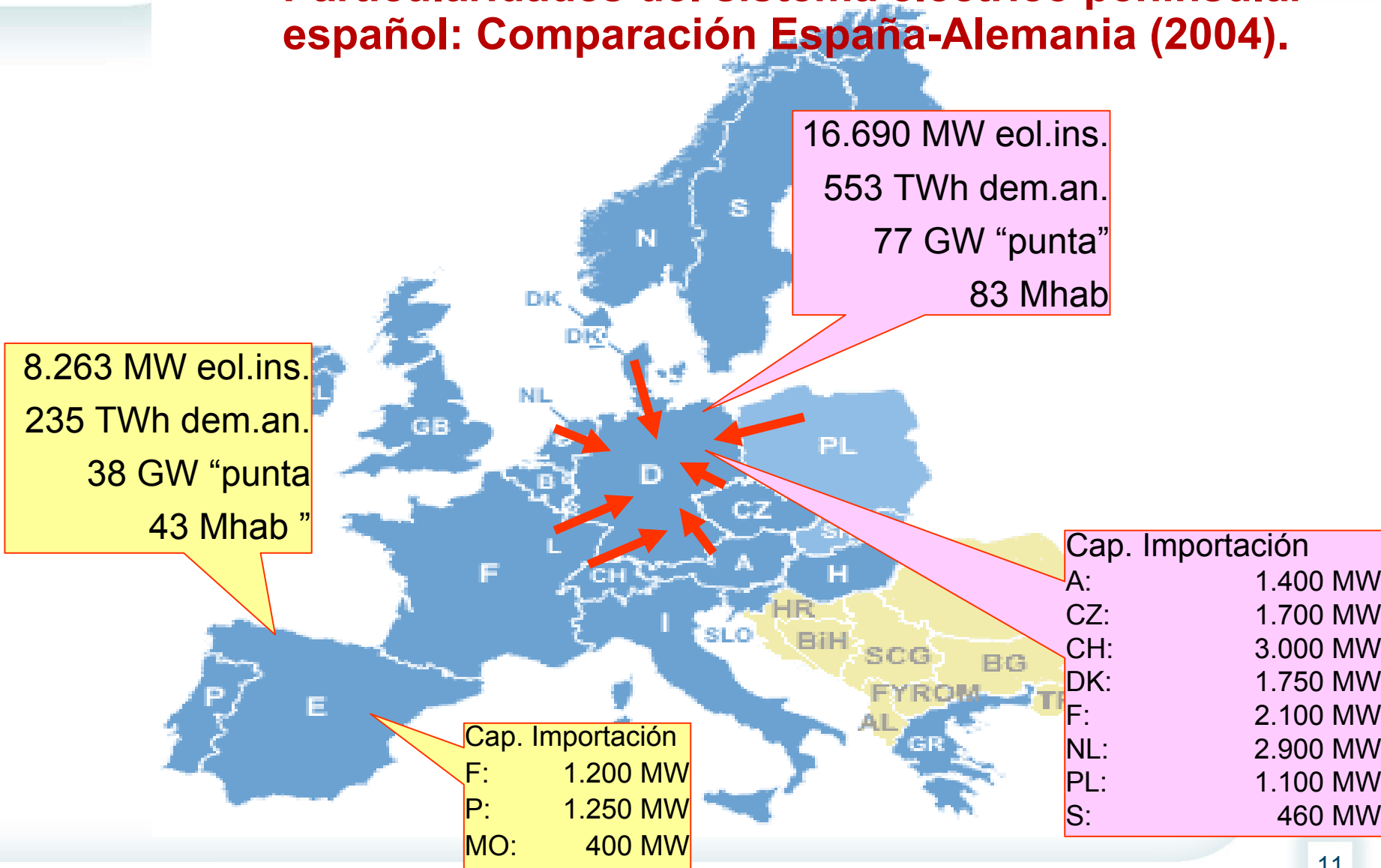


Particularidades del sistema eléctrico peninsular español:



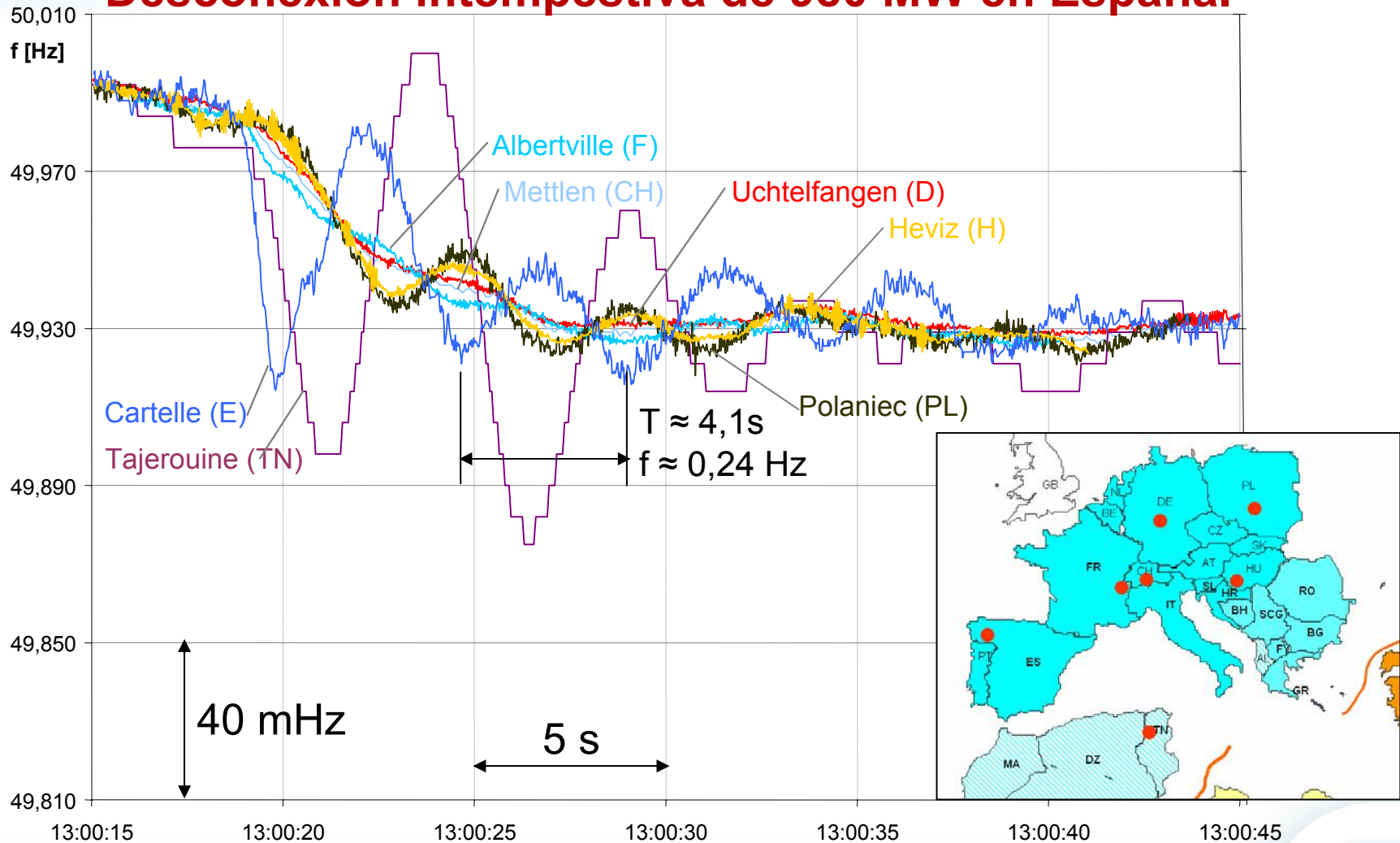


Particularidades del sistema eléctrico peninsular español: Comparación España-Alemania (2004).



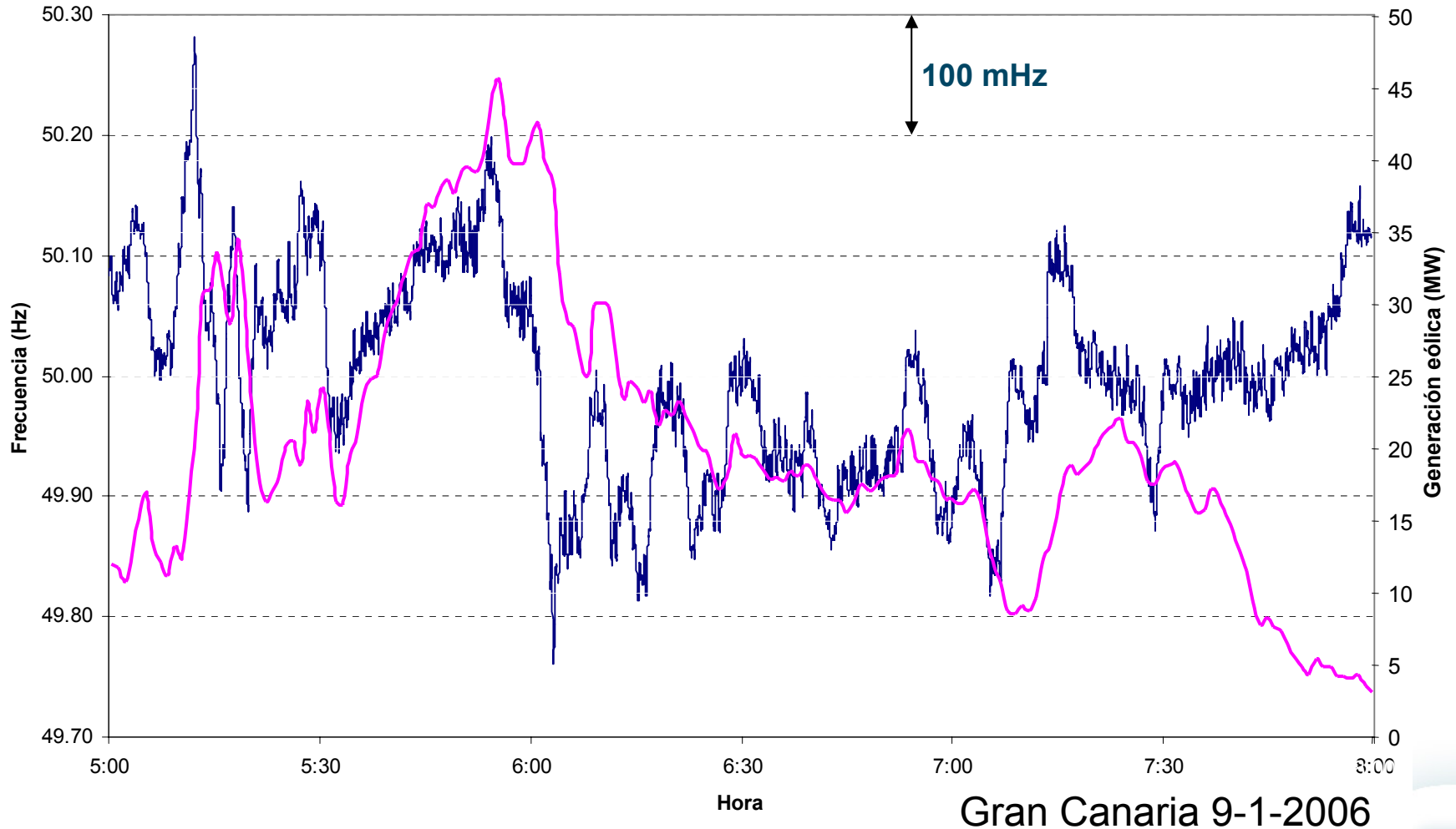


Interdependencia de los sistemas eléctricos: Desconexión intempestiva de 980 MW en España.



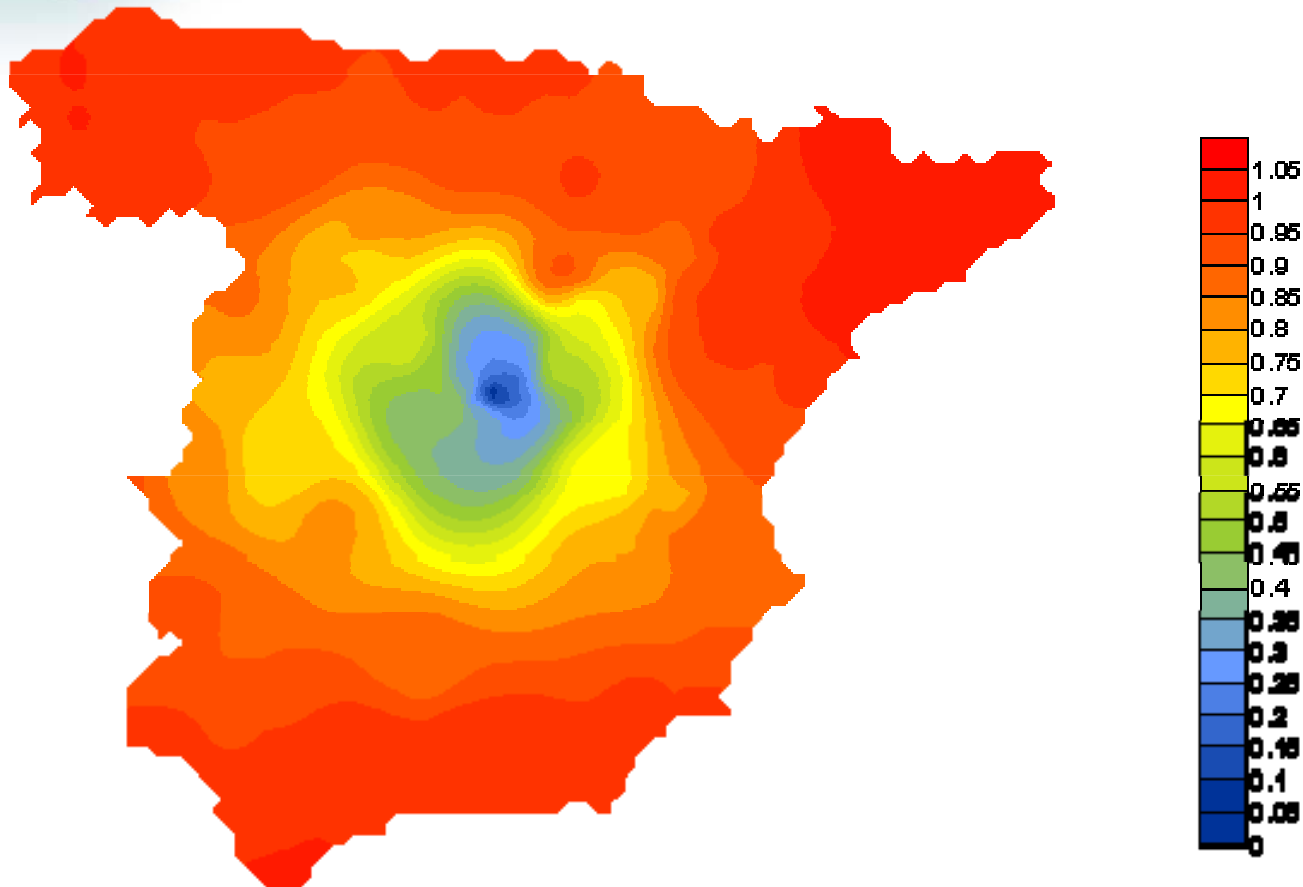


Particularidades de los SEIE:





Extensión del hueco de tensión



FALTA TRIFASICA

Necesaria adecuación de la eólica existente para soportar los huecos de tensión



Estudios de integración (máxima penetración):

- Los análisis de comportamiento estático y dinámico permiten establecer posibilidades para la generación en distintos ámbitos geográficos.

ÁMBITO TOPOLÓGICO	CARÁCTER DE LIMITACIÓN
• Nudo de transporte (y distribución subyacente)	➤ Flujo de Cargas
	➤ Potencia de Cortocircuito
	➤ Estabilidad
• Zonas Eléctricas	➤ Flujo de Cargas
	➤ Potencia de Cortocircuito
	➤ Estabilidad
• Sistema	➤ Balance P+jQ
	➤ Estabilidad



Estudios de máxima capacidad eólica: resultados Plan H2011 MINECO (Octubre 2002).

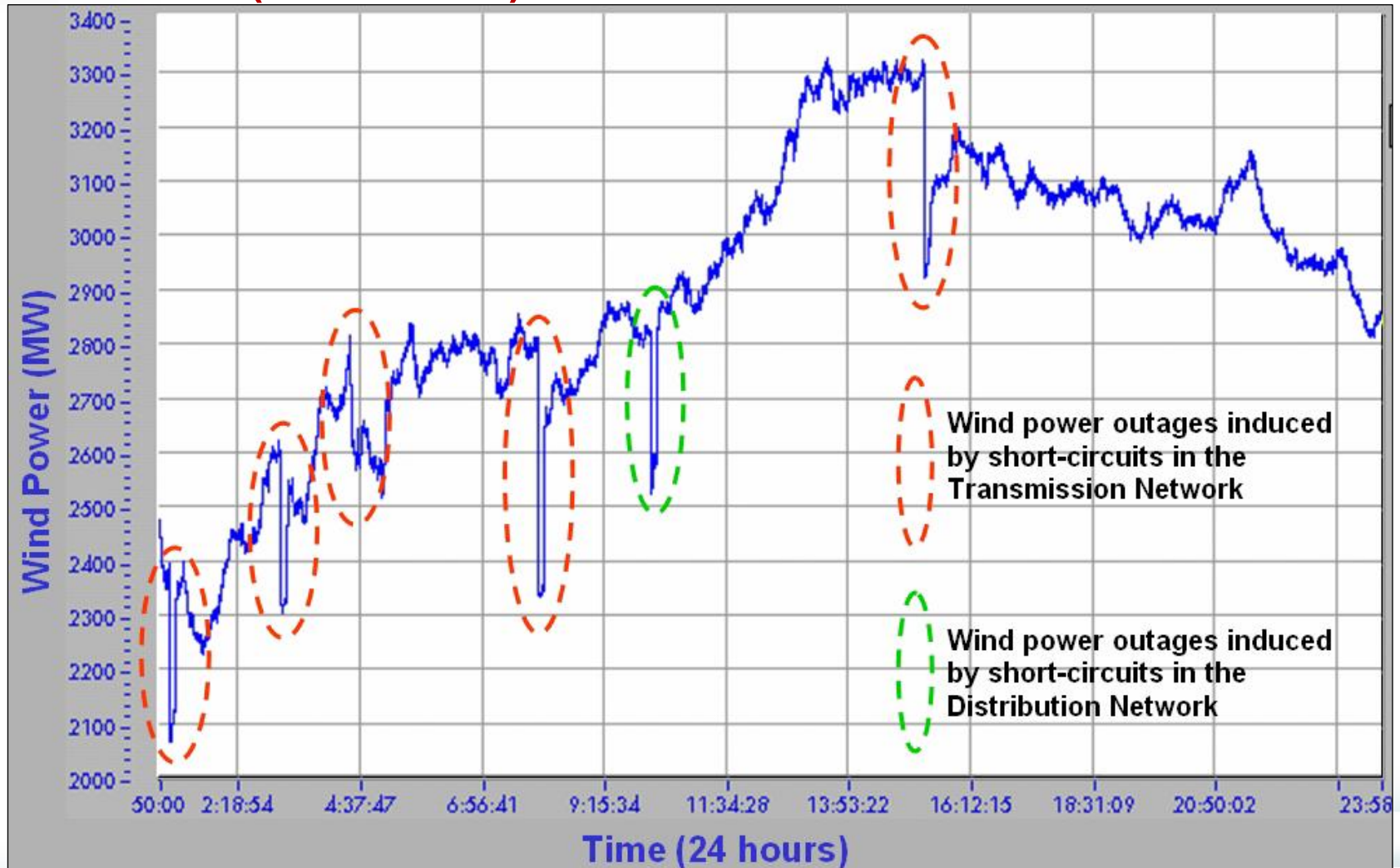
13.000 MWinst

Escenario de demanda	Producción eólica admisible (≥ 500 ms)
Punta	10.000 MW
Valle	3.000 ÷ 5.000 MW

**Capacidad de
soportar huecos
de tensión**



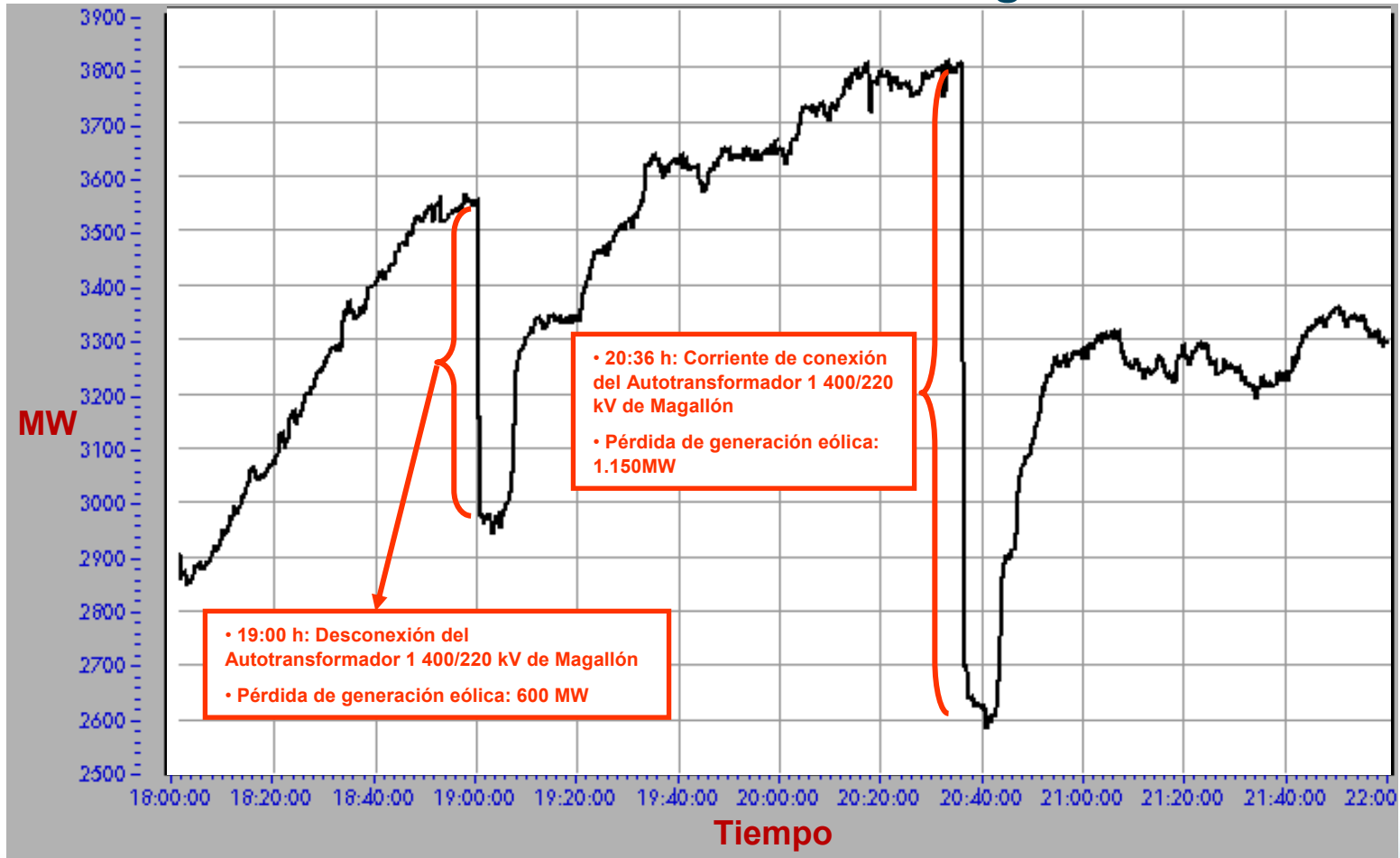
Pérdidas de producción por perturbaciones (18/01/2004).





Pérdidas de producción por perturbaciones.

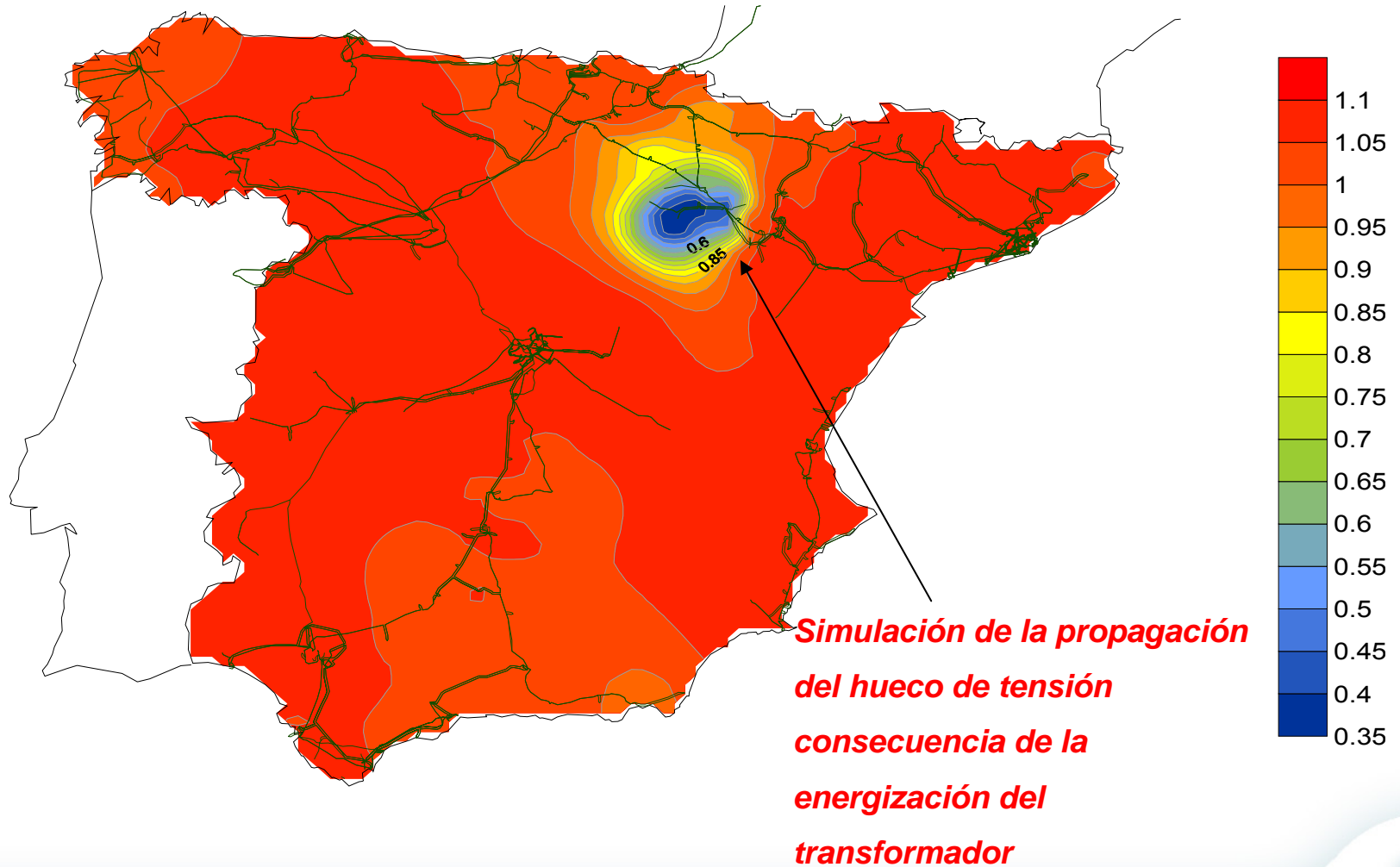
- Pérdida de generación eólica asociada al incidente en el autotransformador AT-1 400/220 kV de Magallón 1/8/2005





RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Pérdida de eólica al cerrar el lado de 220 kV del transformador 400/220 kV de Magallón





Estudios de máxima capacidad eólica: resultados Revisión actual MITyC.

16-20.000 MWinst

Escenario de demanda	% de generación eólica adecuada respecto a la <i>actual (10GW)</i>	Potencia eólica admisible (MW)
Punta	50%	< 10.000 MW
	75%	14.000 MW
	100%	>16.000 MW
Valle	0%	5.000 MW
	75%	> 10.000 MW

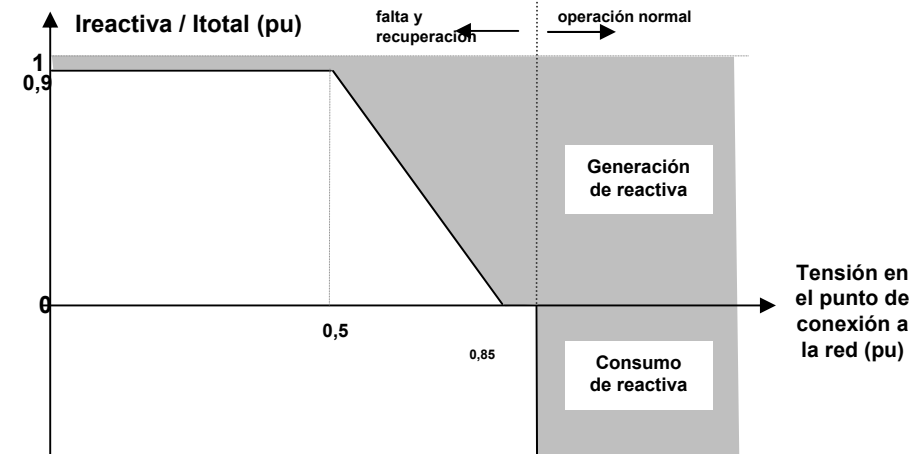
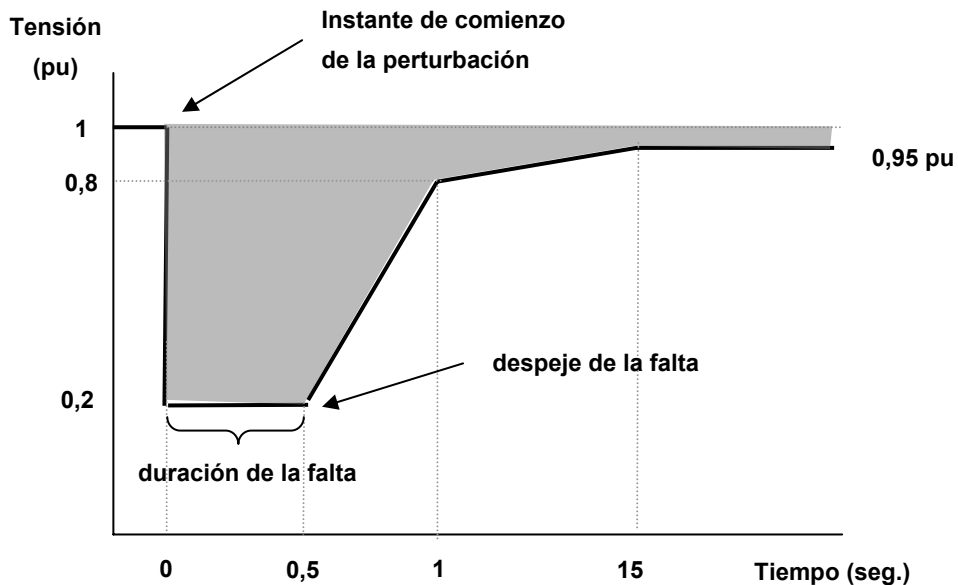
Requisitos técnicos de conexión para los parques eólicos: P.O. 12.3 (hueco de tensión)



Adaptación del parque generador eólico ante los huecos de tensión: Requisitos técnicos.

- Capacidad de soportar los «huecos de tensión»:
- garantía de no desconexión ante una perturbación. (No desconexión en la zona gris de la gráfica).

- Consumos de potencia activa y reactiva:
- Se permiten consumos de activa puntuales 150 ms después de la falta y 150 ms después del despeje de la falta



- Reparto entre corriente activa y reactiva (generada o consumida) en el punto de conexión a la red, en función de la tensión en dicho punto.



Influencia Interconexiones con Francia:

Interconexiones con Francia	Actuales	Futuro D/C 400 kV corredor oriental
Punta (75% adecuado 14.000 MW producidos)	Sobrecargas no aceptables líneas de interconexión	Desconexión de >3000 MW (2500 MW de importación)
	Reducción de importación (< 1500 MW)	Desconexión de >3000 MW
Valle (75% adecuado 10.000 MW producidos)	Aceptable (aprox. 2500 MW pérdidas importación 750 MW)	Desconexión de >3000 MW



Conclusiones: Propuestas para una integración segura de la energía eólica.

- ❑ **Adaptación del parque generador eólico ante los huecos de tensión.**
- ❑ **Control de generación para su operación coordinada con Red Eléctrica.**
- ❑ **Desarrollo de las interconexiones internacionales: Francia**
- ❑ **Coordinación entre Administraciones.**