



# ***POTENCIAL EÓLICO MARINO EN ESPAÑA***

**ALBERTO CEÑA**

**Director Técnico**

**ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA**

*Madrid, 22 de Noviembre de 2007*

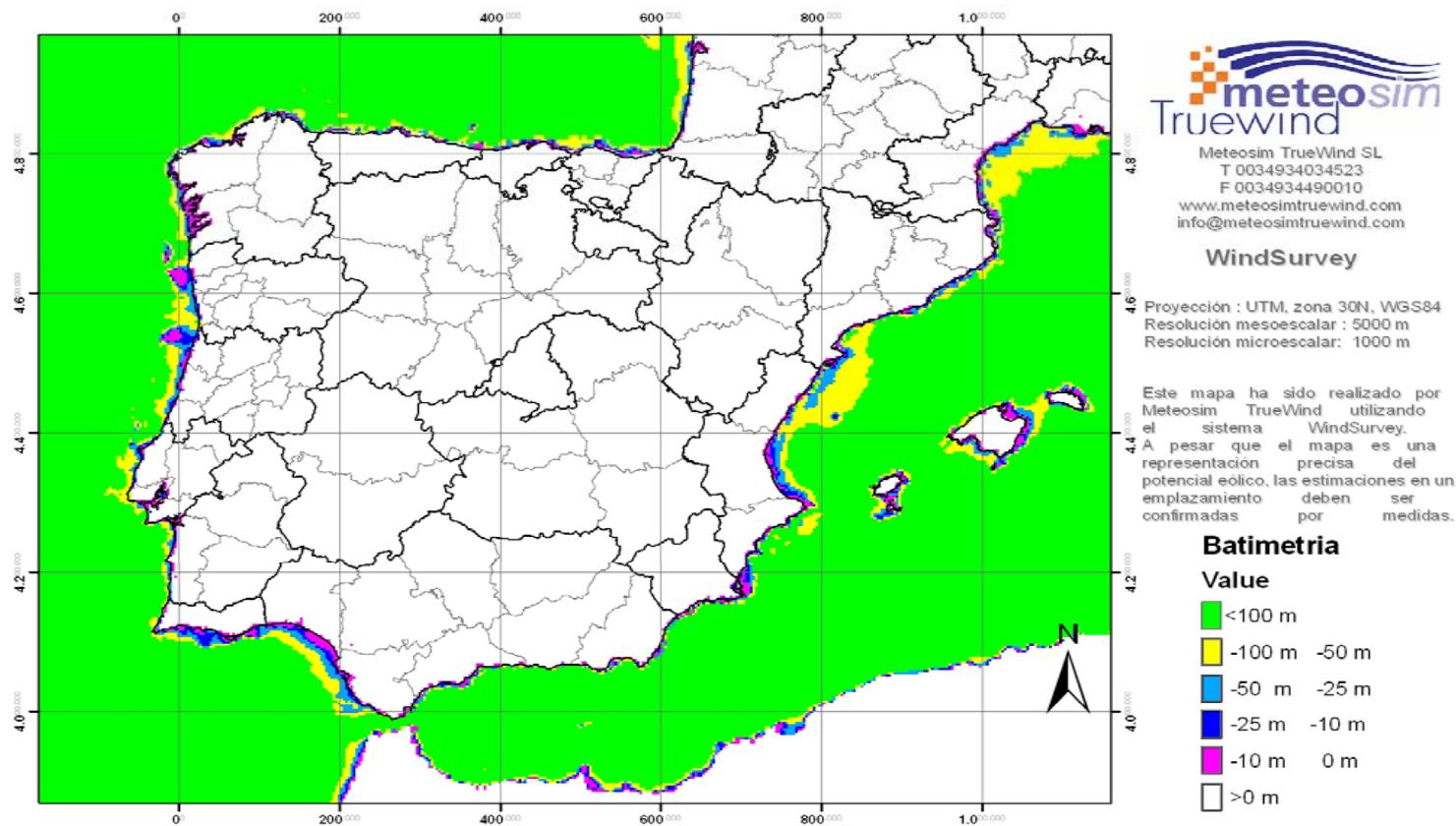
- ❑ **RECURSO EÓLICO MARINO**
- ❑ **CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA**
- ❑ **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - **TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007**
  - **REMUNERACIÓN: RD 661/2007**
  - **INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS**
  - **TECNOLOGÍA**

- ❑ **RECURSO EÓLICO MARINO**
- ❑ **CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA**
- ❑ **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - **TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007**
  - **REMUNERACIÓN: RD 661/2007**
  - **INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS**
  - **TECNOLOGÍA**

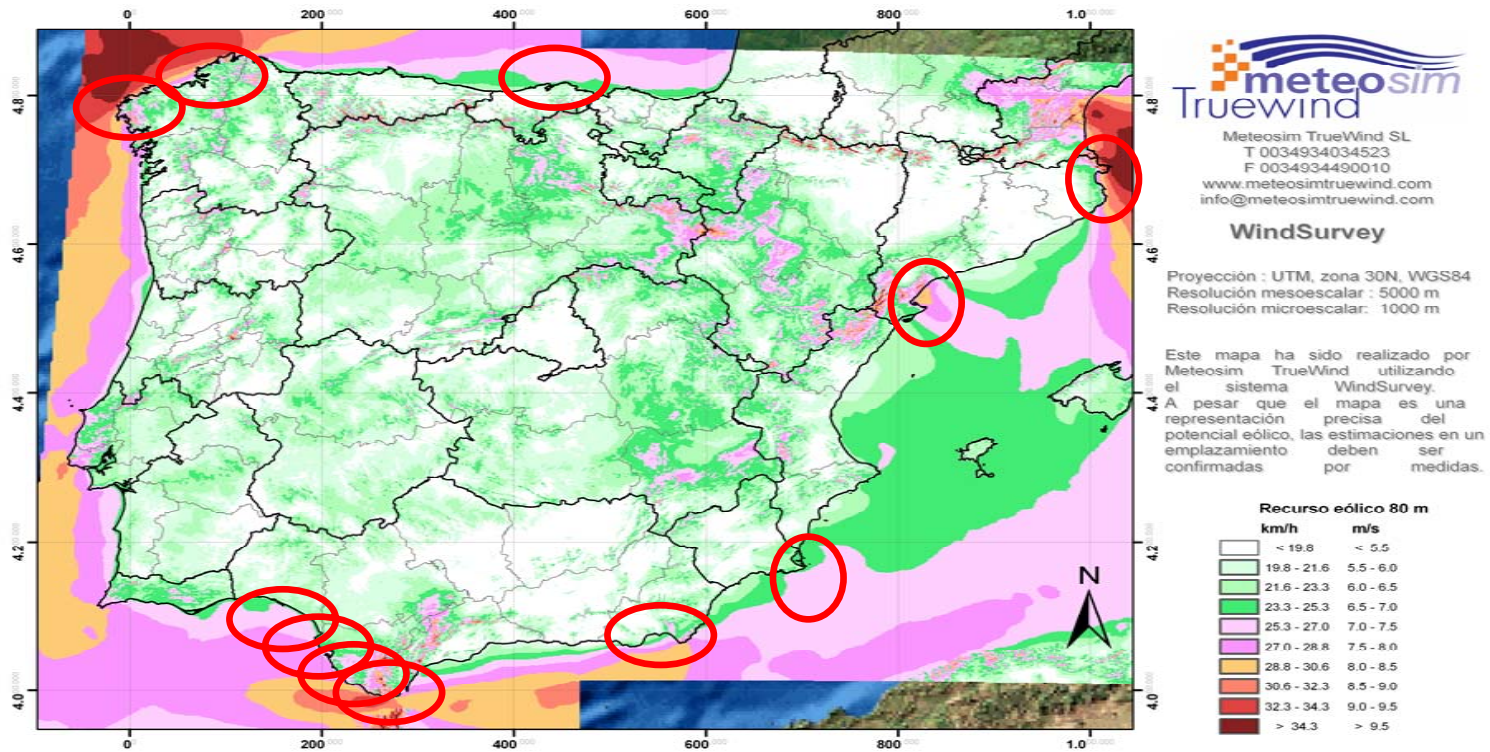
## ESTIMACION DE RECURSO EOLICO OFFSHORE

- Previa instalación de la torre de medida
- Modelización meso y microescalar
- Resoluciones finales de 90m
- Representativas del largo plazo >25 años
- Utilizadas en más de 50 países
- Seleccionada por NREL para la estimación offshore de EEUU
- No utiliza medidas instrumentales – pueden ser utilizadas para ajuste final

# ZONAS DE MAYOR POTENCIAL

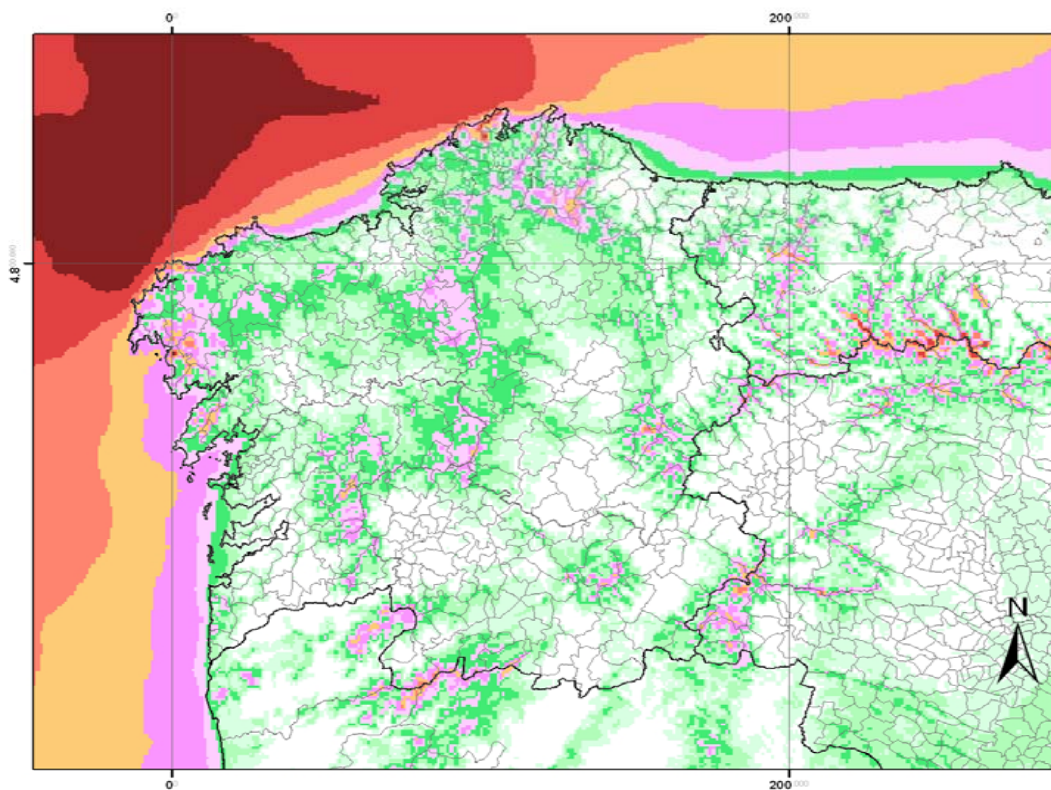


# ZONAS DE MAYOR POTENCIAL





# RECURSO EÓLICO EN GALICIA




meteosim  
Truewind

Meteosim TrueWind SL  
T 0034934034523  
F 0034934490010  
www.meteosimtruewind.com  
info@meteosimtruewind.com

WindSurvey

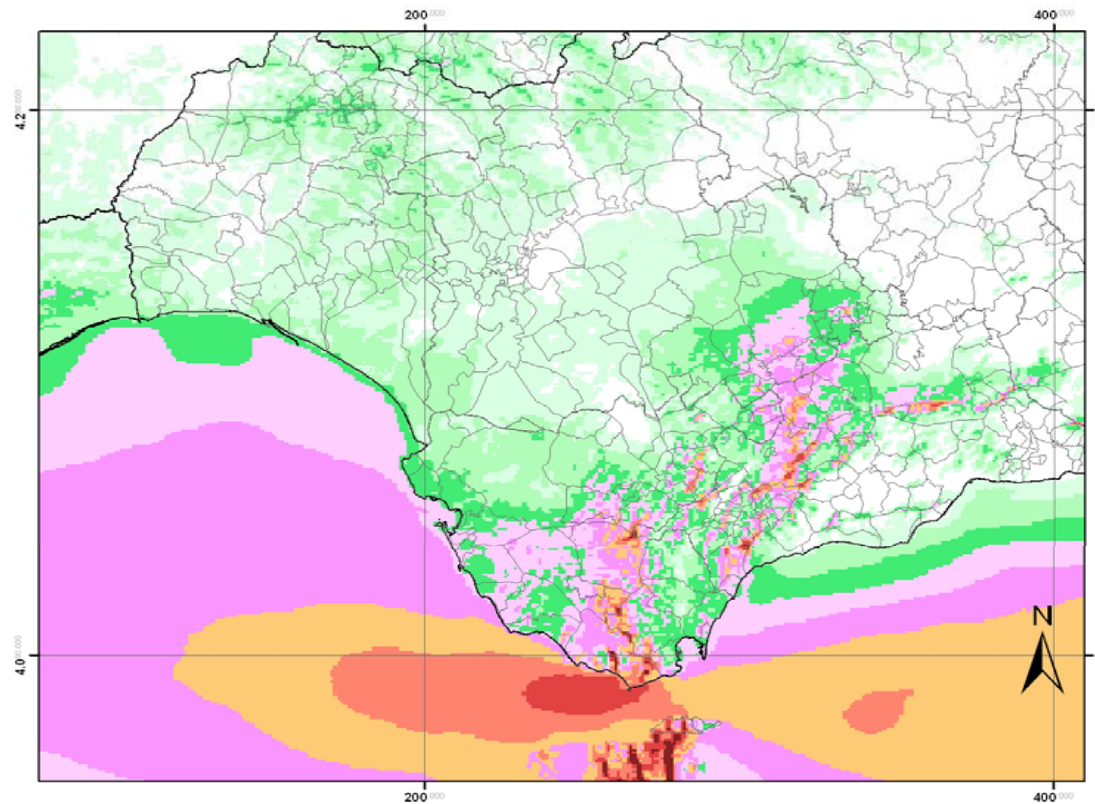
Proyección : UTM, zona 30N, WGS84  
Resolución mesoescalar : 5000 m  
Resolución microescalar: 1000 m

Este mapa ha sido realizado por Meteosim TrueWind utilizando el sistema WindSurvey. A pesar que el mapa es una representación precisa del potencial eólico, las estimaciones en un emplazamiento deben ser confirmadas por medidas.

Recurso eólico 80 m

km/h	m/s
< 19.8	< 5.5
19.8 - 21.6	5.5 - 6.0
21.6 - 23.3	6.0 - 6.5
23.3 - 25.3	6.5 - 7.0
25.3 - 27.0	7.0 - 7.5
27.0 - 28.8	7.5 - 8.0
28.8 - 30.6	8.0 - 8.5
30.6 - 32.3	8.5 - 9.0
32.3 - 34.3	9.0 - 9.5
> 34.3	> 9.5

# RECURSO EÓLICO EN ANDALUCÍA




meteosim  
Truewind

Meteosim TrueWind SL  
T 0034934034523  
F 0034934490010  
www.meteosimtruewind.com  
info@meteosimtruewind.com

## WindSurvey

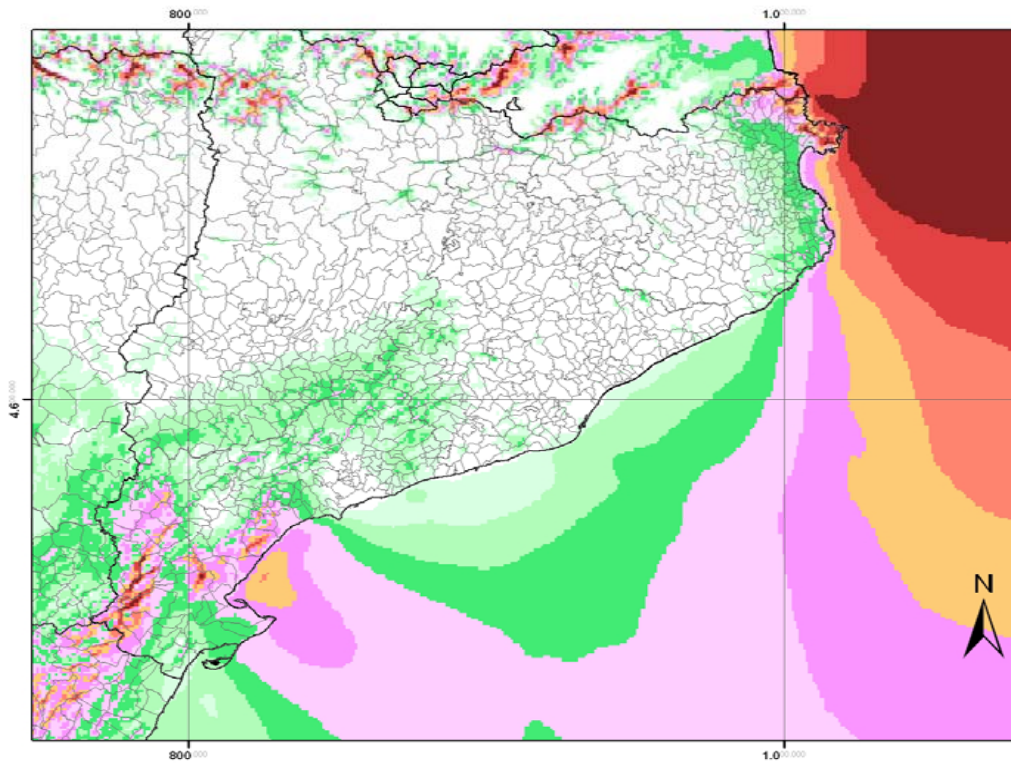
Proyección : UTM, zona 30N, WGS84  
Resolución mesoescalar : 5000 m  
Resolución microescalar: 1000 m

Este mapa ha sido realizado por Meteosim TrueWind utilizando el sistema WindSurvey. A pesar que el mapa es una representación precisa del potencial eólico, las estimaciones en un emplazamiento deben ser confirmadas por medidas.

## Recurso eólico 80 m

km/h	m/s
< 19.8	< 5.5
19.8 - 21.6	5.5 - 6.0
21.6 - 23.3	6.0 - 6.5
23.3 - 25.3	6.5 - 7.0
25.3 - 27.0	7.0 - 7.5
27.0 - 28.8	7.5 - 8.0
28.8 - 30.6	8.0 - 8.5
30.6 - 32.3	8.5 - 9.0
32.3 - 34.3	9.0 - 9.5
> 34.3	> 9.5





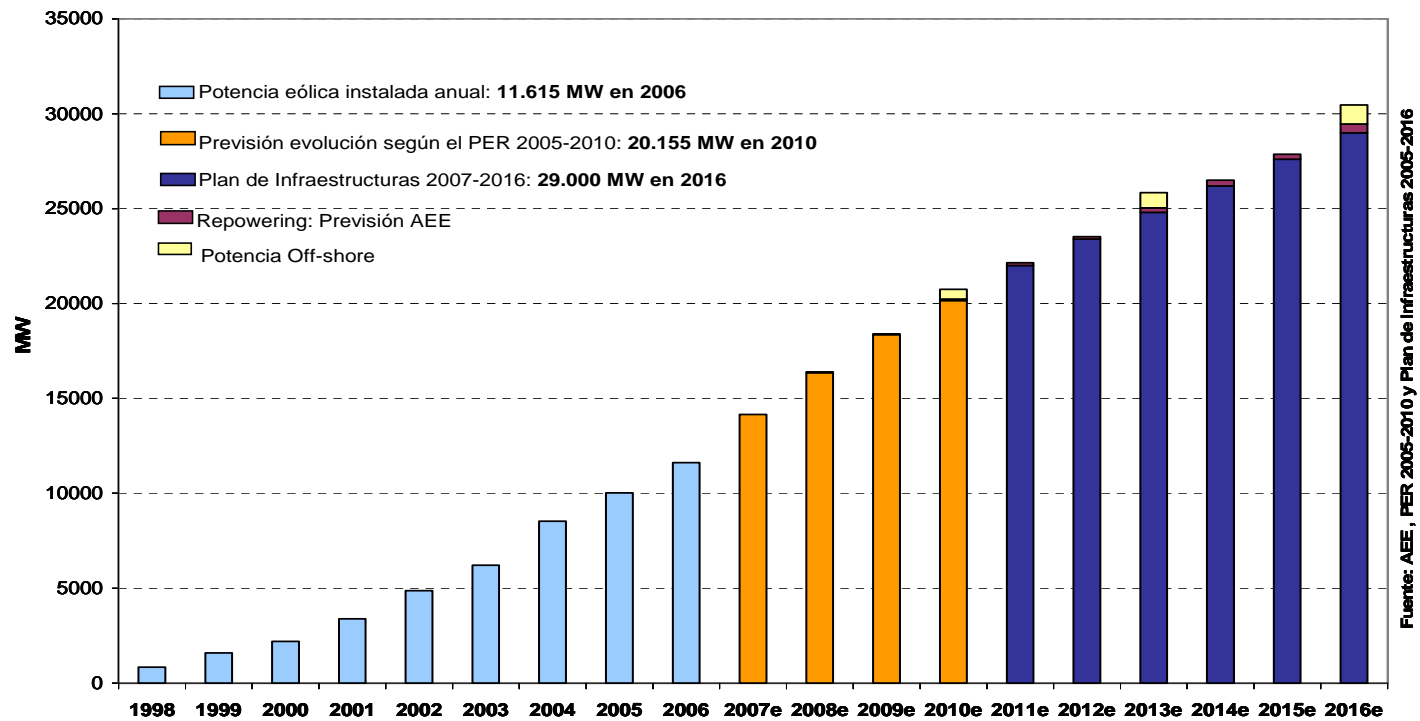
Este mapa ha sido realizado por Meteosim TrueWind utilizando el sistema WindSurvey. A pesar que el mapa es una representación precisa del potencial eólico, las estimaciones en un emplazamiento deben ser confirmadas por medidas.

#### Recurso eólico 80 m

km/h	m/s
< 19.8	< 5.5
19.8 - 21.6	5.5 - 6.0
21.6 - 23.3	6.0 - 6.5
23.3 - 25.3	6.5 - 7.0
25.3 - 27.0	7.0 - 7.5
27.0 - 28.8	7.5 - 8.0
28.8 - 30.6	8.0 - 8.5
30.6 - 32.3	8.5 - 9.0
32.3 - 34.3	9.0 - 9.5
> 34.3	> 9.5

- RECURSO EÓLICO MARINO
- **CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA**
- CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:
  - TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007
  - REMUNERACIÓN: RD 661/2007
  - INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS
  - TECNOLOGÍA

## ESCENARIO DE REFERENCIA PARA EL CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EOLICA



- ❑ RECURSO EÓLICO MARINO
- ❑ CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA
- ❑ **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - **TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007**
  - REMUNERACIÓN: RD 661/2007
  - INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS
  - TECNOLOGÍA

## OBJETIVO DEL RD 1028/2007

- ❑ El 1 de agosto de 2007 se publica el Real Decreto 1028/2007 que establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.
- ❑ La regulación de los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica se encuentra en el RD 1955/2000.
- ❑ Instalaciones con potencia mínima superior a 50 MW

- ❑ **Es competencia del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Dirección General de Política Energética y Minas, otorgar la autorización administrativa para la construcción, ampliación, modificación y cierre de las instalaciones.**
- ❑ **Es competencia del Ministerio de Medio Ambiente , a través de la Dirección General de Costas, otorgar la autorizaciones y concesiones de ocupación del dominio público marítimo-terrestre precisas para la instalación de un parque eólico marino. El ministerio de Medio Ambiente actuará como órgano ambiental en las evaluaciones ambientales que se efectúen en la aplicación de este RD.**
- ❑ **Es competencia del Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de la Marina Mercante, autorizar las actividades precisas para la realización del objeto de este RD cuando afecten a la seguridad marítima, a la navegación y a la vida humana en el mar.**
- ❑ **Es competencia del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la adopción de medidas de protección y regeneración de los recursos pesqueros**

**POSIBLES CONTENCIOSOS COMPETENCIALES ANUNCIADOS POR CANARIAS Y GALICIA**





## PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

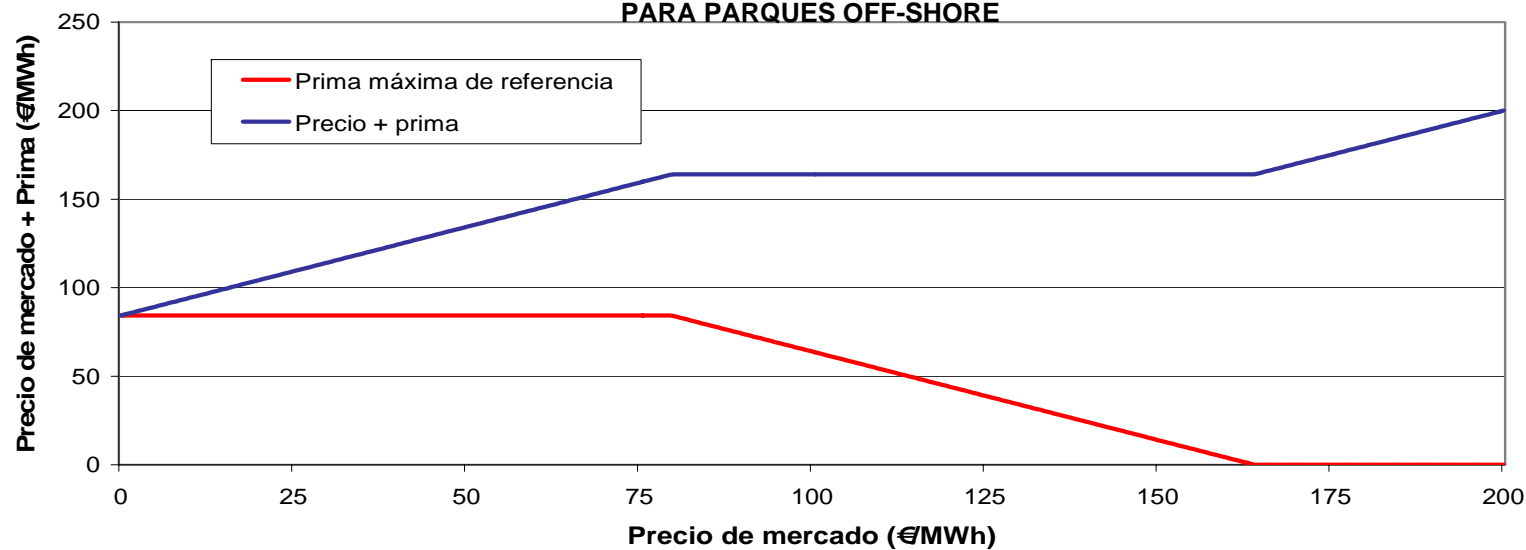
- 1. Inicio del procedimiento: solicitud de reserva de zona**
- 2. Procedimiento de caracterización de área eólica marina**
- 3. Procedimiento de concurrencia**
- 4. Reserva de zona**
- 5. Tramitación del procedimiento de autorización de la instalación**
- 6. Evaluación de impacto medioambiental**
- 7. Concesión del dominio público marítimo terrestre**

- RECURSO EÓLICO MARINO
- CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA
- **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007
  - **REMUNERACIÓN: RD 661/2007**
  - INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS
  - TECNOLOGÍA

# RETRIBUCIÓN RD 661/2007

## EVOLUCIÓN DE LA PRIMA SEGÚN EL PRECIO DEL MERCADO DIARIO

### PARA PARQUES OFF-SHORE



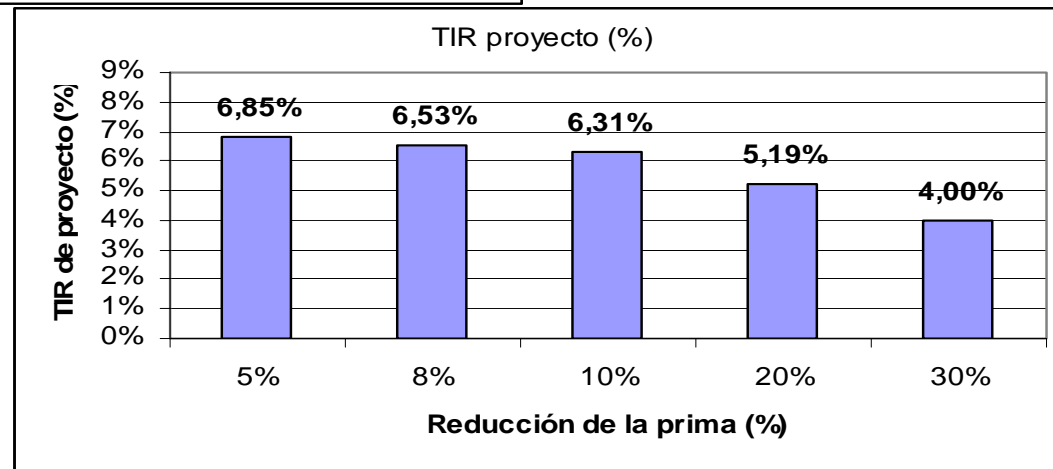
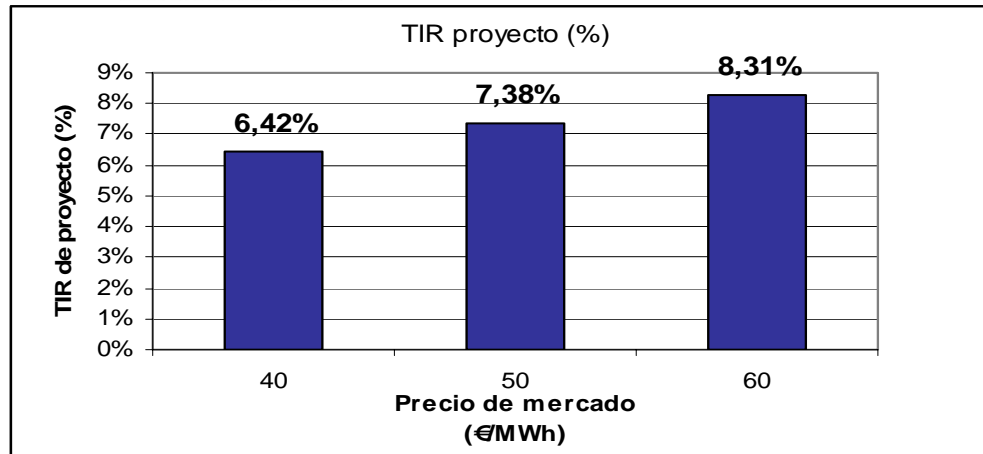
OFFSHORE		2007
Prima máxima de referencia*	€/MWh	84,3
Límite superior*	€/MWh	164

\*Artículo 38 RD 661/2007

## PREVISIÓN DE COSTES OFF-SHORE

OFF-SHORE		2010
<b>Coste unitario TOTAL de inversión</b>	<b>k€/MW</b>	<b>2729,09</b>
Aerogeneradores	k€/MW	1708,7
Obra civil	k€/MW	377,64
Conexión	k€/MW	417,45
Otros	k€/MW	225,3
<b>Total Coste de Explotación</b>	<b>€/MWh</b>	<b>36,03</b>
<b>Coste variable Total O+M</b>	<b>€/MWh</b>	<b>21,66</b>
<b>Total Gestión (otros costes de explotación)</b>	<b>€/MWh</b>	<b>14,4</b>
Alquileres	€/año/MW	4353,1
Mant. Instalac	€/año/MW	2457,8
Seguros, imp.	€/año/MW	24463,0
Gestión, adm.	€/año/MW	11822,0
Horas	horas	3000

## ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA DIFERENTES PRECIOS DEL MERCADO Y REDUCCIÓN DE PRIMAS



## PRECIO PAGADO POR LA ELECTRICIDAD EÓLICA

PAÍS	ON-SHORE		OFF-SHORE		Tarifa OnShore/ Tarifa OffShore
	TARIFA (c€/kWh)	AÑOS	TARIFA (c€/kWh)	AÑOS	
<b>ALEMANIA</b>	<b>8,4</b>	<b>20</b>	<b>9,1</b>	<b>20</b>	<b>1,0833</b>
<b>GRECIA</b>	<b>7,9</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>1,1392</b>
<b>HOLANDA</b>	<b>7,7</b>	<b>10</b>	<b>9,7</b>	<b>10</b>	<b>1,2597</b>
<b>FRANCIA</b>	<b>8,2</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>1,5854</b>
<b>DINAMARCA (*)</b>	<b>7,2</b>	<b>20</b>	<b>?</b>		
<b>ESPAÑA (**)</b>	<b>7,3</b>	<b>20</b>	<b>13,43</b>	<b>20</b>	<b>1,8397</b>

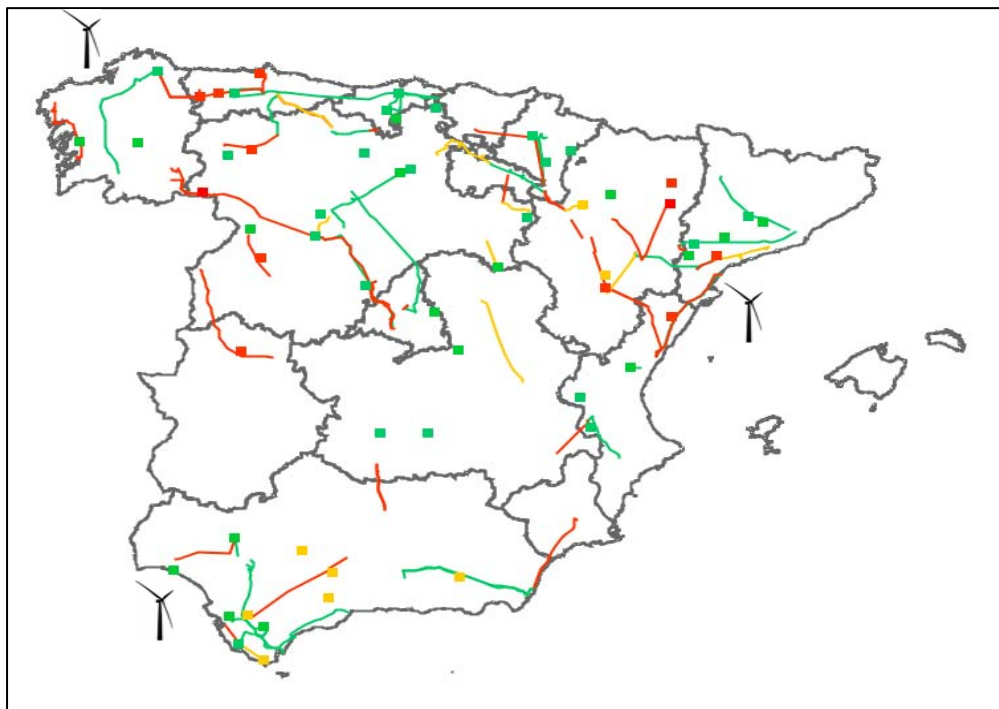
(\*) Para un precio de mercado de 5c€/kWh y la prima máxima de referencia de 8,43 c€/kWh

(\*\*) Nuevos concursos, se desconoce el precio, limitado con prima negativa para un total de 10 TWh de producción durante la vida del parque



- RECURSO EÓLICO MARINO
- CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA
- **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007
  - REMUNERACIÓN: RD 661/2007
  - **INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS**
  - TECNOLOGÍA

## EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURAS ES CLAVE PARA EL CRECIMIENTO DEL SECTOR

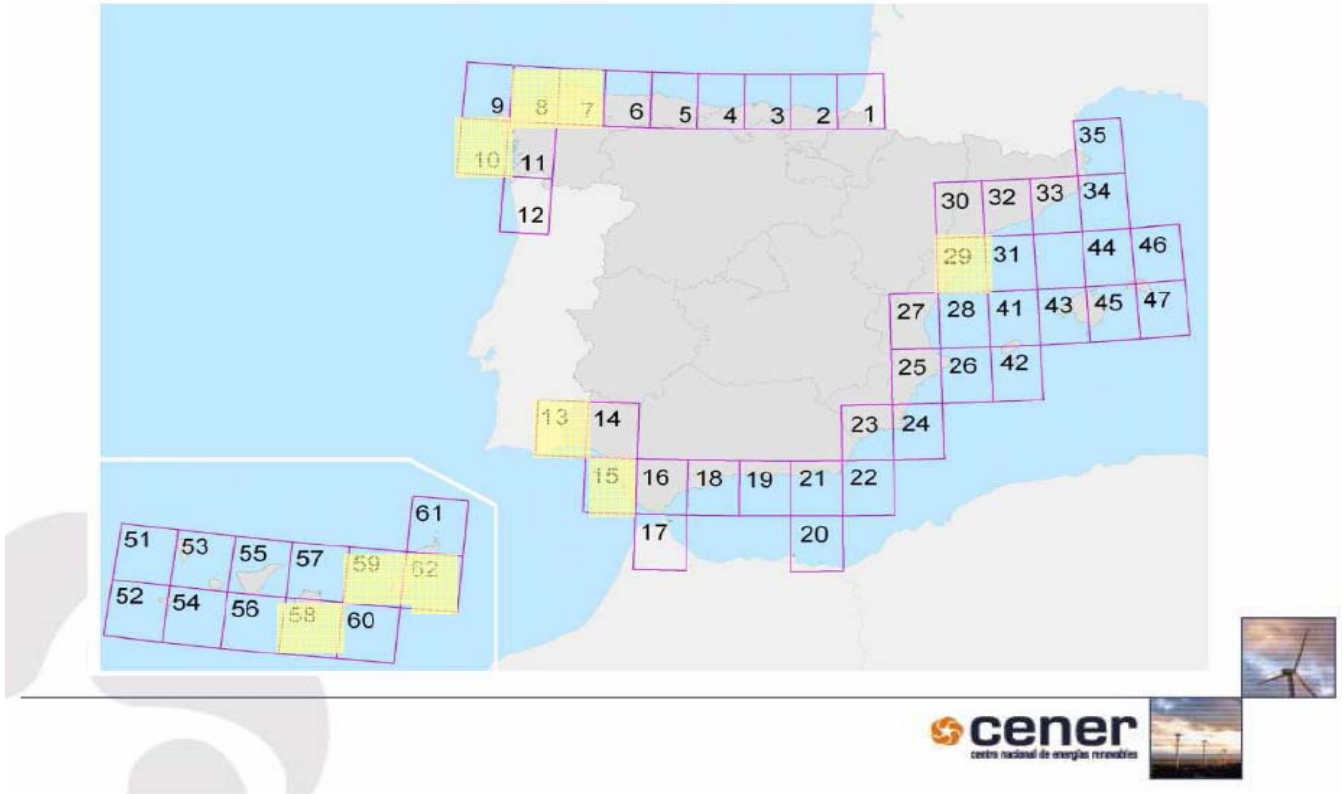


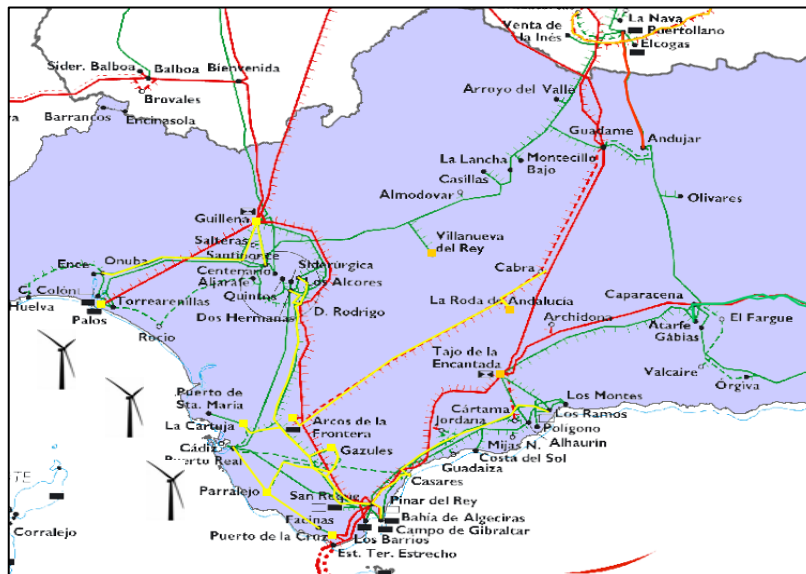
### Áreas eólicas marinas iniciadas



Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE

# QUE COINCIDEN CON LAS ÁREAS SOLICITADAS





## Áreas eólicas marinas iniciadas



Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE

## ZONA DE ANDALUCÍA. ACTUACIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA

SUBESTACIÓN	ACTUACIÓN	TENSIÓN (kV)	FECHA ALTA/BAJA
PALOS	Ampliación subestación	220	2007
GUILLENA	Ampliación subestación	220	2007
ARCOS DE LA FRONTERA SUR	Ampliación subestación	400	2007
ARCOS DE LA FRONTERA SUR	Ampliación subestación	400	2015
LA RODA DE ANDALUCIA	Ampliación subestación	400	2007
LA RODA DE ANDALUCIA	Ampliación subestación	400	2015
TAJO DE LA ENCANTADA	Ampliación subestación	220	2007
TAJO DE LA ENCANTADA	Ampliación subestación	220	2015
CARTUJA	Ampliación subestación	220	2007
GAZULES	Nueva subestación	220	2007
PUERTO DE LA CRUZ	No previsto	220	--
PARRALEJO	No previsto	220	--
PUERTO REAL	No previsto	220	--
PUERTO DE SANTA MARÍA	No previsto	220	--
TORREARENILLAS	No previsto	220	--
C. HUELVA	No previsto	220	--

Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE



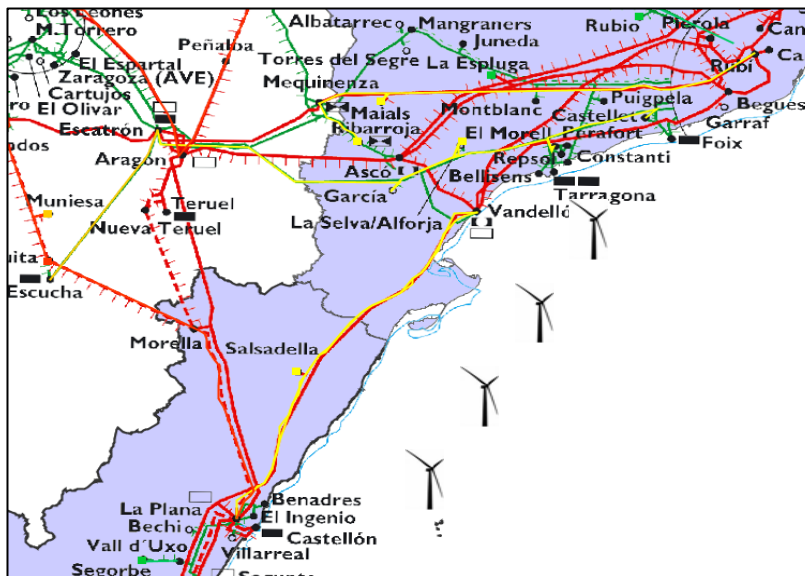


## ZONA DE GALICIA. ACTUACIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA

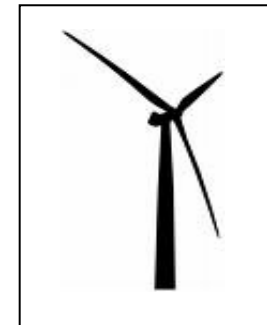
SUBESTACIÓN	ACTUACIÓN	TENSIÓN (kV)	FECHA ALTA/BAJA
PESÓZ	Nueva subestación	400	2010
PUERTO	No previsto	220	--
GREIA	No previsto	220	--
SABÓN	No previsto	220	--
FERROATLÁNTICA	No previsto	220	--
DUMBRIA	No previsto	220	--
MAZARICOS	No previsto	220	--
CAMBADOS	No previsto	220	--
LOURIZÁN	No previsto	220	--
TOMEZA	No previsto	220	--
PAZOS DE BORBEM	No previsto	220	--
ATIÓS	No previsto	220	--
FOZ	No previsto	150-110	--
MAGAZOS	No previsto	150-110	--
CORISCADA	No previsto	150-110	--
CAPELADA	No previsto	150-110	--
CEDEIRA	No previsto	150-110	--
SANTA MARÍA	No previsto	150-110	--

Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE

## ZONA DE CATALUÑA Y C. VALENCIANA



### Áreas eólicas marinas iniciadas



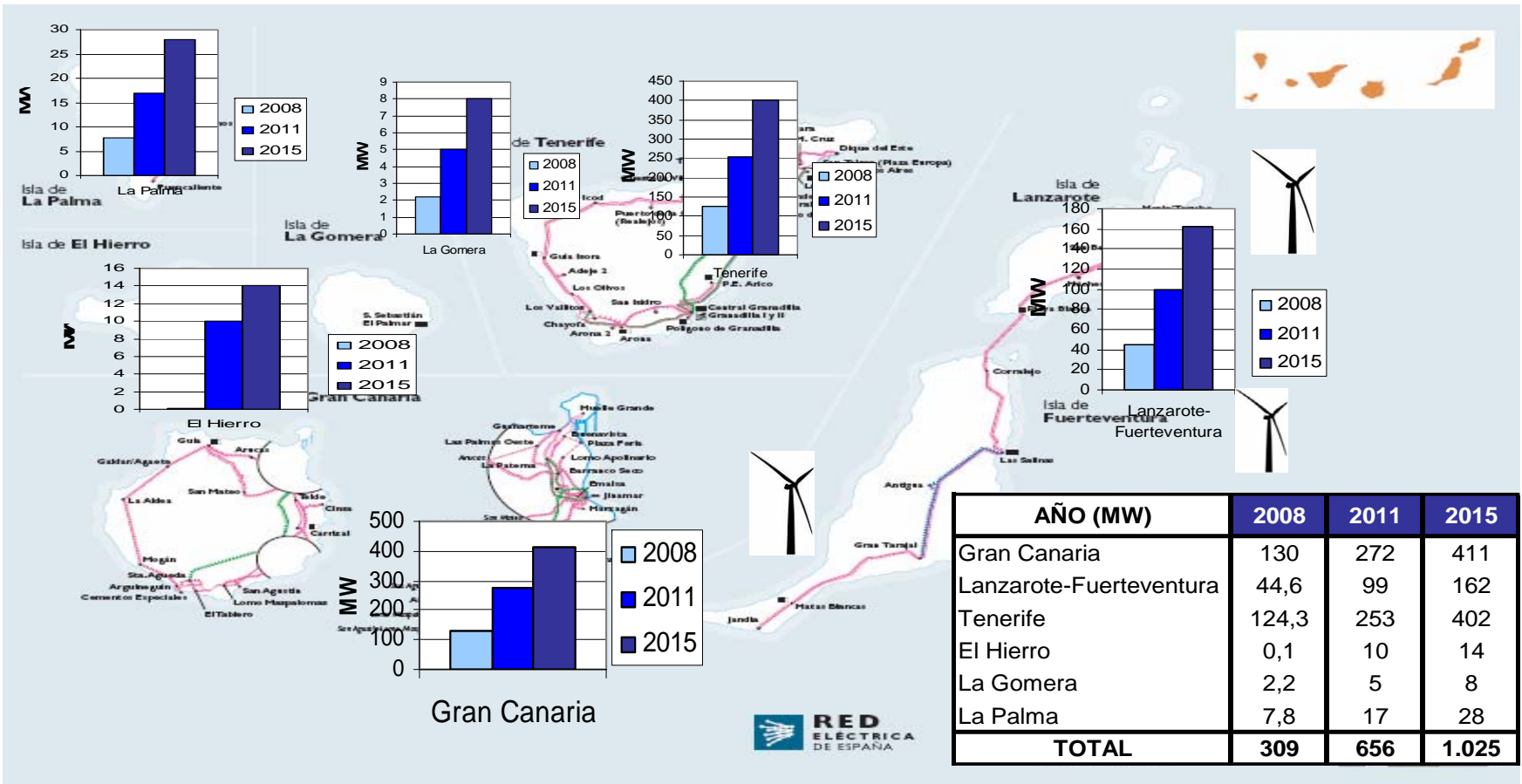
Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE

## ZONA DE CATALUÑA Y C. VALENCIANA ACTUACIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA

SUBESTACIÓN	ACTUACIÓN	TENSIÓN (kV)	FECHA ALTA/BAJA
MAIALS	Nueva subestación	400	2009
LA ESPLUGA	Ampliación subestación	400	2007
SALSADELLA	Nueva subestación	400	2011
L'AMPOLLA	No previsto	150-110	--
AMPOSTA	No previsto	150-110	--
ALCANAR	No previsto	150-110	--
BENICAIRO	No previsto	150-110	--
TORREBLANCA	No previsto	150-110	--
BENICASIM	No previsto	150-110	--

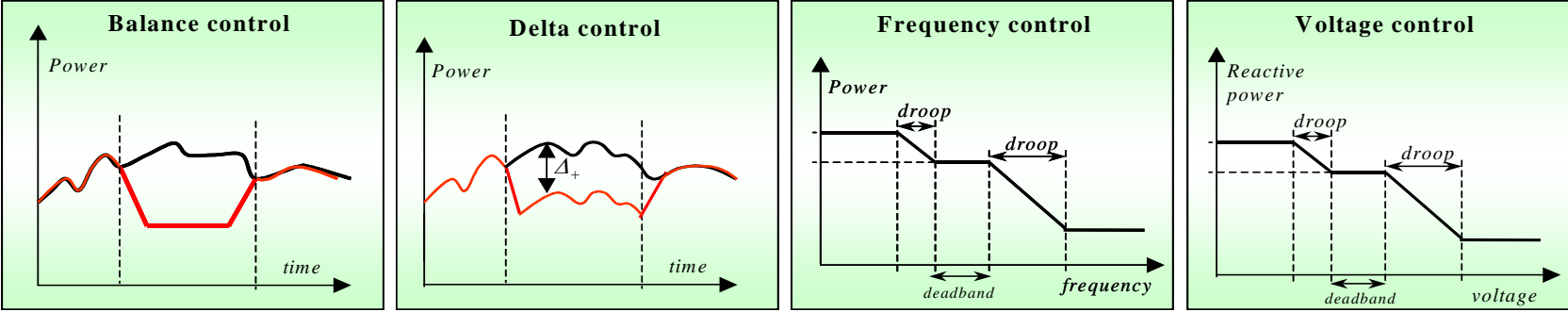
Fuente: Planificación de los sectores electricidad y gas 2007-2016 y para futuras actuaciones AEE

# LAS ISLAS CANARIAS VAN A INCORPORAR MÁS DE 1.000 MW



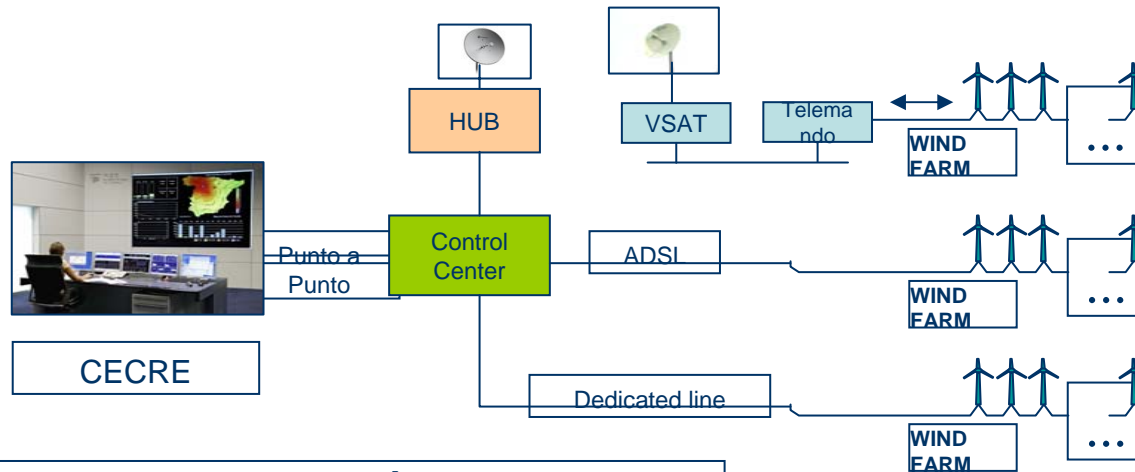
# LOS GRANDES PARQUES EÓLICOS FACILITAN EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

## CASO HORNS REV



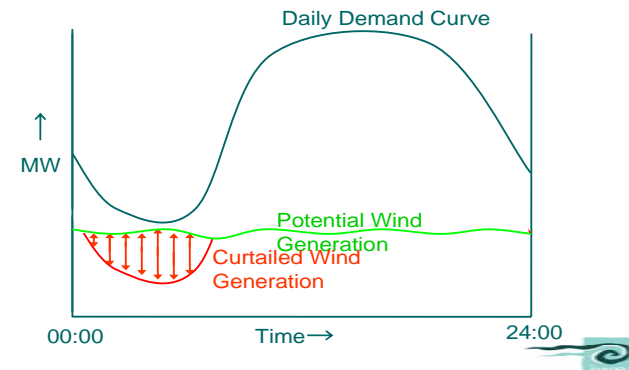
Fuente: BTM

## PERO ADEMÁS, SOMOS EL ÚNICO PAÍS EN EL QUE LOS PARQUES EÓLICOS ESTÁN ASOCIADOS A UN CENTRO DE CONTROL

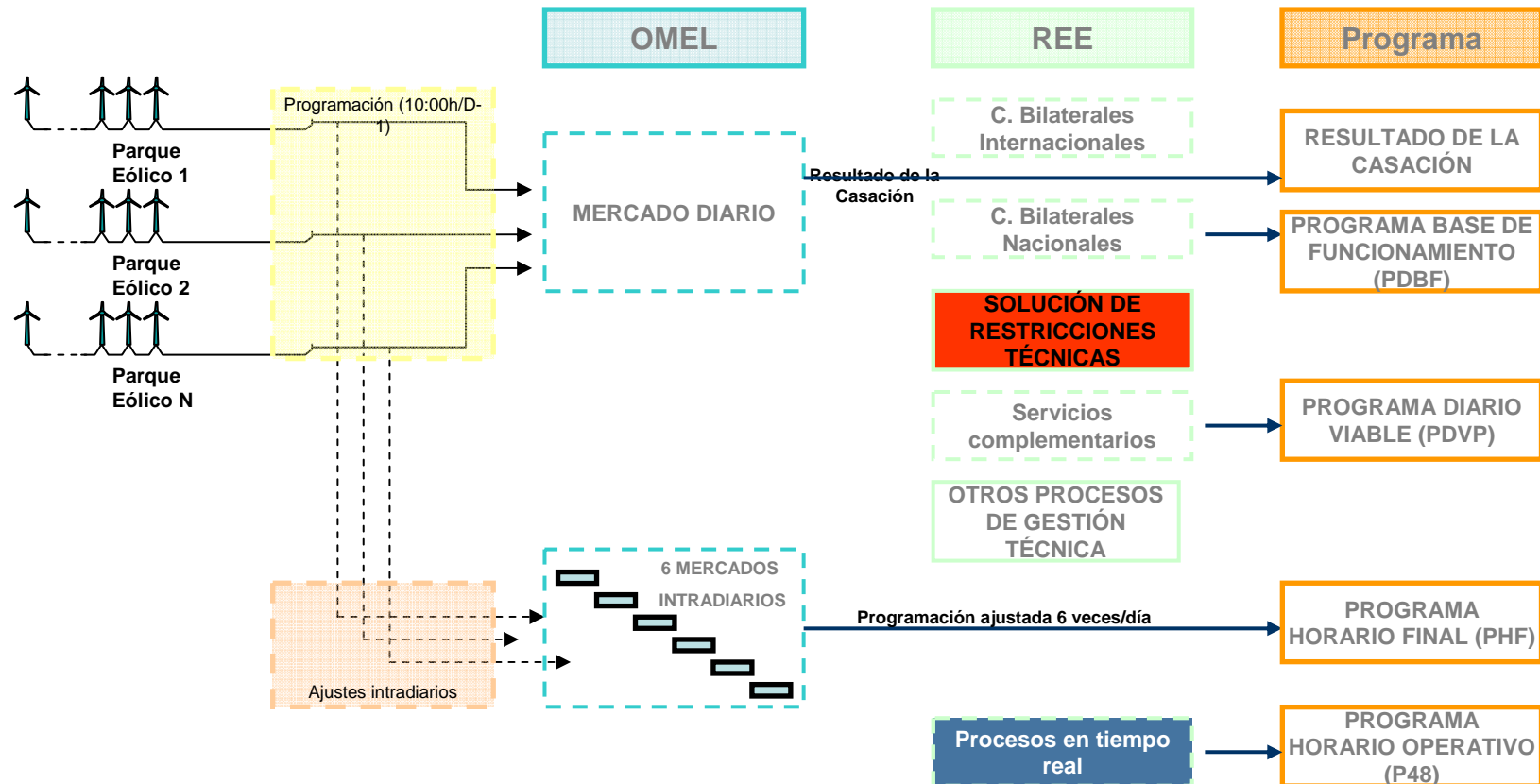


### CONDICIONES DE REDUCCIÓN DE POTENCIA ACTIVA

- Sobrecargas en nudos específicos.
- Pérdidas de carga por problemas de inestabilidad dinámica.
- Límites en las protecciones de la red que podrían verse afectadas por cortocircuitos en los parques eólicos.
- Exceso de generación eólica que no puede incorporarse por muy baja demanda.



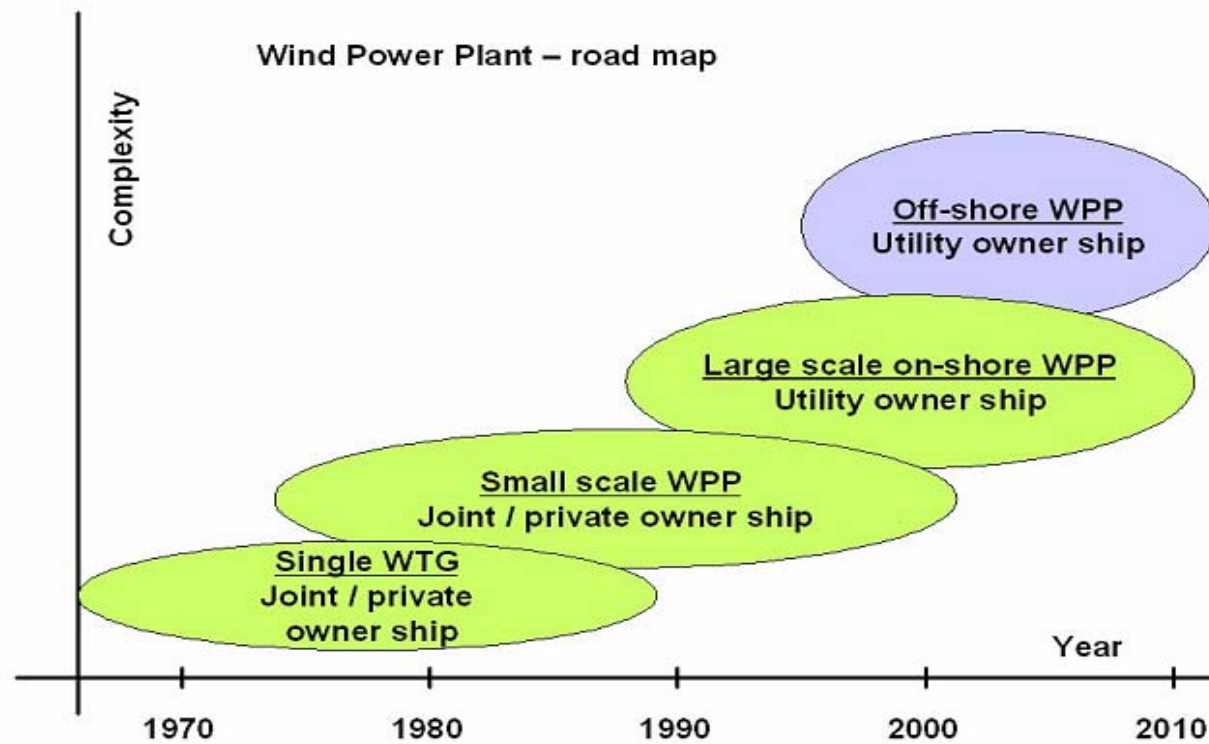
# PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LOS PARQUES EÓLICOS Y FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO



- RECURSO EÓLICO MARINO
- CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA
- **CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LOS PARQUES MARINOS:**
  - TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA: RD 1028/2007
  - REMUNERACIÓN: RD 661/2007
  - INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS
  - **TECNOLOGÍA**



## EL DESARROLLO MARINO EXIGE UNA MAYOR COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA



Fuente: BMT

# PARÁMETROS DE DISEÑO

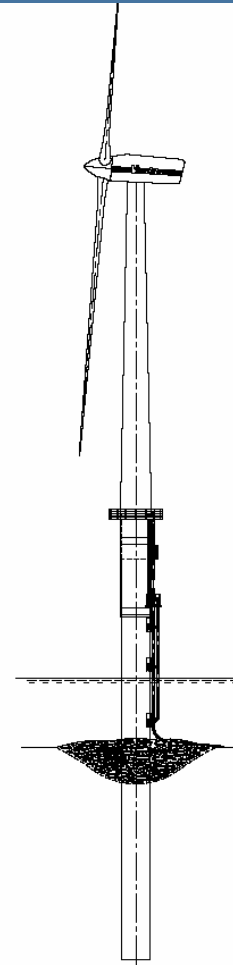
## Wind Climate

- wind distribution
- wind rose
- turbulence
- wind shear
- extreme wind

Fuente: 

## Soil Conditions

- mechanical properties of soil
- and their range of stratum



## Metocean Data

- wave distribution
- wave rose
- current
- current rose
- tidal range
- water depths
- storm surge
- marine growth
- ice
- extreme wave
- extreme current

## Prioridades REOLTEC de I+D en Parques Marinos

- ❑ **Medidas de recursos eólicos en el mar en nuestro entorno.**
- ❑ **Climatología oceanográfica:**
  - ❖ Modelos de oleaje
  - ❖ Viento
- ❑ **Cimentaciones y estructuras de soporte marinas.**
- ❑ **Tecnologías específicas para la adaptación de los aerogeneradores al entorno marino:**
  - ❖ Protección climática
  - ❖ Muy alta fiabilidad
  - ❖ Medioambientales
- ❑ **Cables submarinos y subestaciones eléctricas marinas**
- ❑ **Logística de las instalaciones marinas.**
- ❑ **Infraestructuras científico tecnológicas (bancos de experimentación) en laboratorio y en campo para profundizar en el conocimiento del comportamiento de aerogeneradores y componentes.**



R. Murad / AEE



**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**

**Alberto Ceña**  
**[acena@aeolica.org](mailto:acena@aeolica.org)**