

Seminario “Energías Renovables en la Red de Parques Nacionales”



“Energía Eólica”

Juan Ramón Ayuso Ortiz
IDAE - Departamento Eólico



Centro Nacional de Educación Ambiental – CENEAM, Valsaín (Segovia), 24/11/2014

Índice

- 1.- Síntesis de la situación de la eólica en España. Características tecnológicas. Particularidades de la Eólica de Pequeña Potencia.
- 2.- Instalación eólica de autoconsumo (interconectada o aislada de red). Configuraciones, aspectos económicos, marco normativo y trámites administrativos.

Situación del Sector Eólico en España. Ficha resumen

Potencia

- Potencia acumulada 2013 ≈ **22.800 MW**
- Incremento potencia (año 2013) ≈ **150 MW**

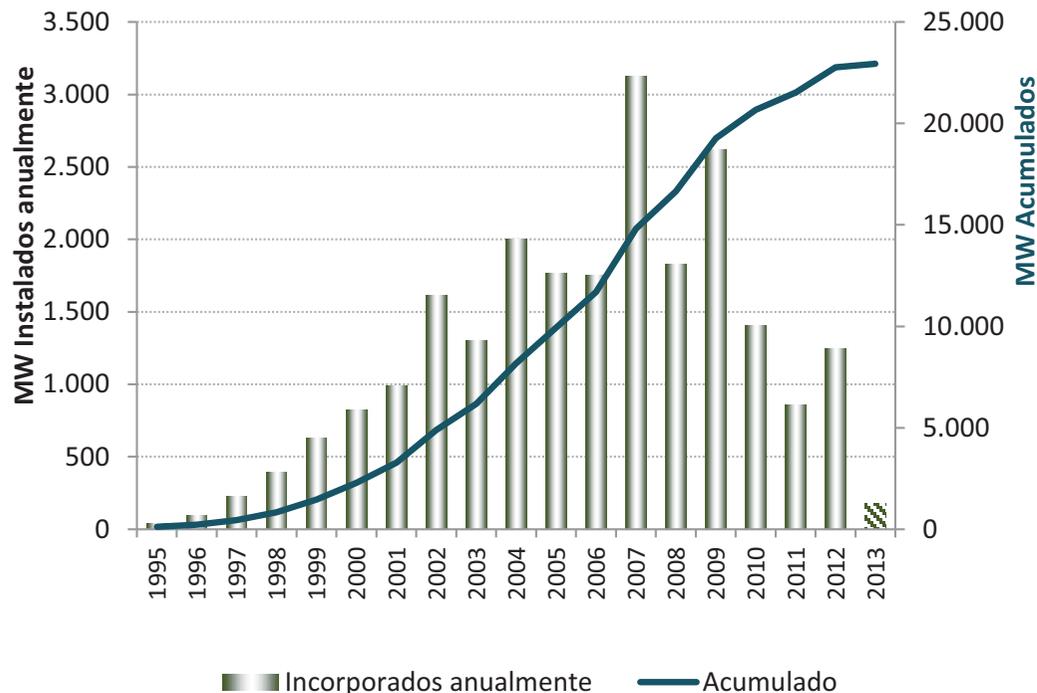
Cobertura

- Cobertura demanda eléctrica bruta **19,5%**
- Cobertura demanda Energía primaria ≈ **4,0%**

Tejido empresarial y avances tecnológicos

- España es la **5ª potencia mundial en exportaciones eólicas** de equipos, servicios y tecnología, tras Dinamarca, Alemania, China y EEUU.
- **Desarrollos tecnológicos** de mayor potencia unitaria:
 - Nacional: GAMESA, G128/5 MW (2013, offshore).
 - Mundial: VESTAS V164/8 MW (2014, offshore).
- **Inversión I+D+i** ≈ 8% de su aportación al PIB (2010).
- **Pequeña potencia:** Fabricantes nacionales, con presencia en mercados internacionales.
- **Empleo** en 2010 ≈ 30.750 puestos existentes.

Evolución potencia hasta 2013



Fuente: BDFER/IDAE

Nota: incluye parques, prototipos y minieólica aislada

Retos

- ⇒ Mantenimiento de **posición de liderazgo internacional**.
- ⇒ Optimizar la **integración en el sistema** eléctrico.
- ⇒ Despliegue Eólica Pequeña Potencia. Nuevo marco normativo **Generación Distribuida**.

Tipología de generación eólica en función de la localización y la escala del proyecto

		Descripción	Aerogenerador tipo	Potencia instalada en España (31/12/2013)
Onshore	Gran potencia	 <ul style="list-style-type: none"> Parques eólicos situados en zonas terrestres de viento óptimo que vierten toda la energía a la red eléctrica de alta tensión 	<ul style="list-style-type: none"> 1-5 MW_{el} por aerogenerador 1.800 – 3.000 h_{eq} 25-50 MW_{el} por parque eólico 	~22.800 MW _{el}
	Media potencia	 <ul style="list-style-type: none"> Aerogeneradores destinados a reducir el coste eléctrico de plantas industriales ('net metering'), mantener constantes los niveles de tensión en la red y compensar energía reactiva conectados en media tensión 	<ul style="list-style-type: none"> 100-1.000 kW_{el} por aerogenerador 1.800 – 3.000 h_{eq} <5 MW_{el} por proyecto 	
	Pequeña potencia	 <ul style="list-style-type: none"> Aerogeneradores destinados a cubrir el autoconsumo eléctrico de los sectores residencial o terciario conectados en baja tensión 	<ul style="list-style-type: none"> <100 kW_{el} por aerogenerador 1.250-2.250 h_{eq} <100 kW_{el} por proyecto 	~8 MW _{el} (aisladas)
Offshore	Gran potencia	 <ul style="list-style-type: none"> Parques eólicos situados mar adentro donde el viento es más constante, frecuente e intenso 	<ul style="list-style-type: none"> >150 MW_{el} por parque >3 MW_{el} por aerogenerador 3.000 – 4.000 h_{eq} 	0 MW _{el}

Tipologías en aeroturbinas de pequeña potencia (<20 kW)

	Eje horizontal	Eje Vertical - Sustentación EVS (DARRIEUS)	Eje Vertical - Arrastre EVA (SAVONIUS)
			
Pros	<p>Mayor eficiencia. Potencialmente más económico. Versatilidad de modelos comerciales.</p>	<p>Siempre orientado al viento Mejor comportamiento ante turbulencias Vs Eje horizontal Menores vibraciones/ruidos</p>	<p>Fiable y robusto Siempre orientado al viento Mejor comportamiento ante turbulencias Vs Eje horizontal Menores vibraciones Muy silencioso</p>
Contras	<p>Peor comportamiento ante vientos racheados y cambios de dirección.</p>	<p>Menor eficiencia. Más sensibles a la turbulencia que el EVA.</p>	<p>Menor eficiencia. Mayores costes de inversión potenciales.</p>

Principales fabricantes de aerogeneradores

- Eólica de Gran Potencia (mercado español):

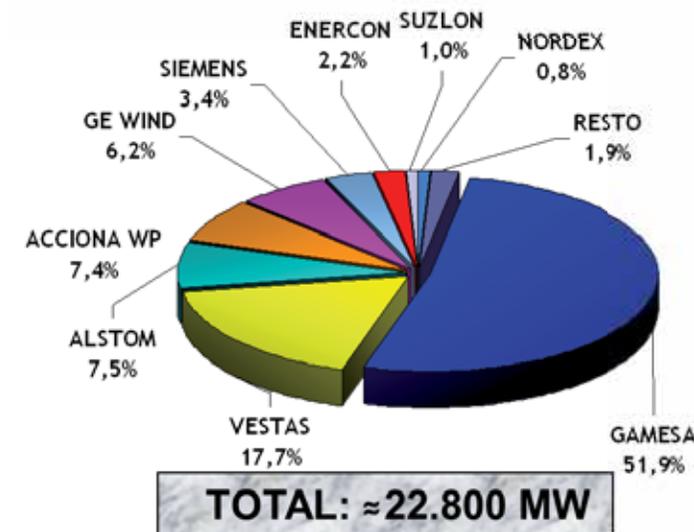
El 91% de los aerogeneradores instalados en España han sido suministrados por fabricantes implantados en España:

- Tecnología Nacional (67 %):

GAMESA, ALSTOM, ACCIONA WP, MATORRES

- Tecnología Foránea con fabricación nacional (24 %):

VESTAS, GE WIND,...



- Eólica de Mediana y Pequeña Potencia:

(100kW – 300 kW. Tecnología de eje horizontal)

NORVENTO www.norvento.com

DEL VALLE AGUAYO www.delvalleaguayo.com

ELECTRIA WIND www.electriawind.com

ADES www.ades.tv

- Pequeña Potencia (hasta 20kW) [NACIONALES. LISTADO NO EXHAUSTIVO]:

BAIWIND : www.baiwind.com (EVS)

J.BORNAY www.bornay.com (Eje horizontal)

ENAIR www.enair.es (Eje horizontal)

ENNERA www.ennera.com (Eje horizontal)

ITELISIS www.itelsis.com (Eje horizontal)

KLIUX www.kliux.com (EVS)

NEOLIA www.neolia.eu (Eje horizontal)

SOLENER www.solener.com (Horizontal)

SPEEDWING www.turbyiberica.com (EVS)

WINDSPOT www.windspot.es (Eje horizontal)

ZIGOR www.zigor.com (Eje horizontal)

Eólica de Pequeña Potencia

Ventajas Específicas Vs Eólica de Gran Potencia

- Aprovechamiento de vientos moderados.
- Generación cercana al punto de consumo (**generación distribuida**).
- Menor impacto ambiental potencial: asociado a puntos de consumo eléctrico / tamaño reducido.
- **Bajo coste de operación y mantenimiento y elevada fiabilidad.**
- Menor obra civil. Facilidad de transporte y montaje.
- **Conexión directa a redes de poca capacidad** (distribución). Optimización del aprovechamiento de las infraestructuras existentes.
- **Aprovechamiento de pequeños emplazamientos** o en terrenos complejos.
- **Versatilidad de aplicaciones y ubicaciones** (emplazamientos aislados y/o conectados a red en combinación con otras fuentes).

Eólica de Pequeña Potencia

Mercados y Aplicaciones (en función de la potencia)

Tipos:

- Eólico
- Eólico-fotovoltaico.
- Eólico-diesel.
- Eólico-turbina de gas.
- Eólico-hidráulico.
- Eólico-pila de combustible.

Potencia nominal/ Sistema	Eólico/diesel									Mini-parque eólico								
	Sistema eólico doméstico			Híbrido eólico			Eólico/diesel			Aerogenerador individual			Integración urbana					
P < 1 kW	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
1 kW < P < 7 kW				X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
7 kW < P < 50 kW							X	X	X	X	X					X	X	X
50 kW < P < 100 kW										X	X					X	X	X
Aplicaciones con pequeños aerogeneradores	Veleros	Señalización	Alumbrado público	Viviendas remotas	Granjas	Bombeo de agua	Desalinización	Electrificación rural	Minired	Alumbrado público	En la azotea de edificios	Viviendas	Urbanizaciones	Centros públicos	Aparcamientos	Polígono Industrial	Granjas	
	Aplicaciones aisladas									Conectadas a red								

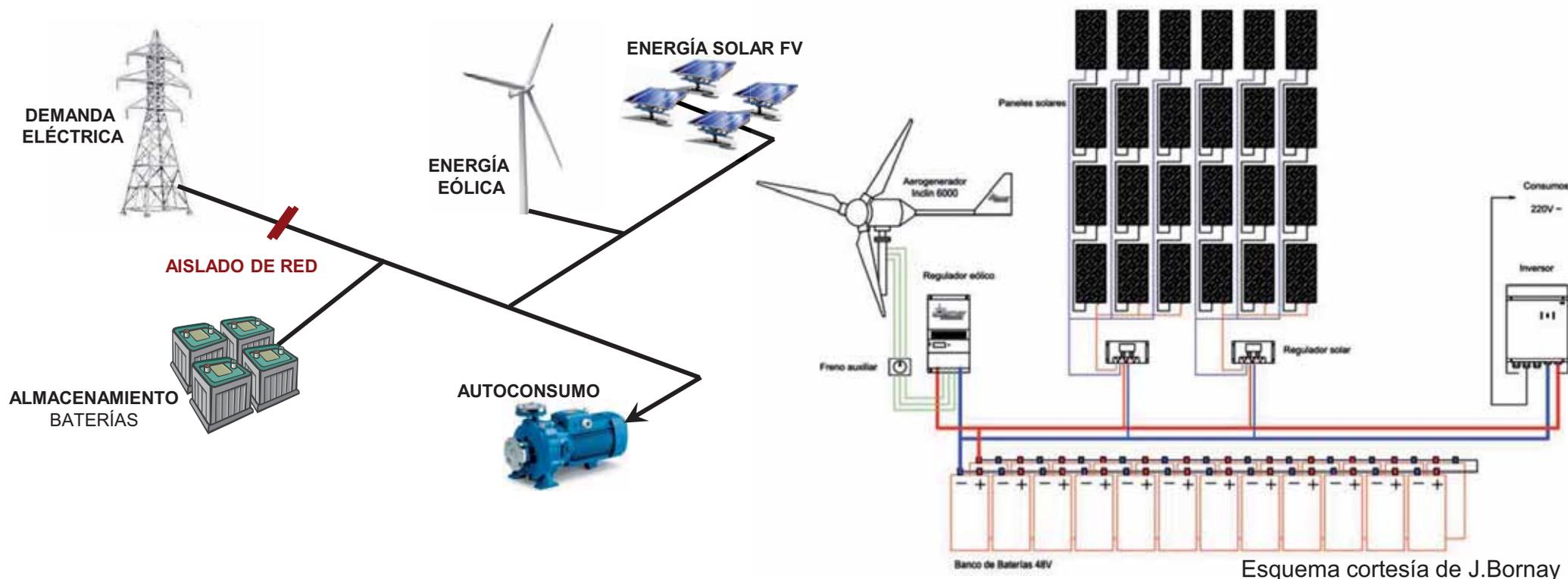
Elaboración: CIEMAT. Fuente: Wind Energy – The Facts (2009)

Aplicaciones Aisladas de red

Microrredes ('Smart grids'). Generación distribuida.

Con o sin almacenamiento -aisladas o conectadas a la red-.

Esquema de un sistema de generación “mixta”



- **Aerogenerador / Placas.** Potencias dimensionadas, acordes a las necesidades de consumo.
- **Baterías.** Almacena la energía generada para su posterior consumo.
- **Regulador.** Controla generación y estado de las baterías, previniendo sobrecarga/ descarga.
- **Inversor.** Transforma la energía almacenada en CC, en apta para su consumo en CA. Puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

Eólica Pequeña Potencia. Ratios de inversión y Costes.

	Rangos de potencia	
	$P \leq 10 \text{ kW}$	$10 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$
Características técnicas		
Diámetro del rotor (m)	2.5 – 7	Hasta 29 (ADES)
Altura de la torre (m)	10 - 25	Hasta 37 (Norvento)
Configuración del rotor	Vertical /Horizontal	Eje Vertical
Tratamiento normativo en la conexión (autoconsumo asistido o conectado a red)		
RD 1699/2011, de conexión de pequeña potencia	Procedimiento abreviado (art.9): Modelo simplificado de solicitud de conexión. Menores plazos de respuesta (10 días)	Procedimiento normalizado: Solicitud punto acceso y conexión 1 mes de plazo para distribuidora Estudio de conexión sin coste para el solicitante
Ratios económicos		
Ratios de inversión (instalación completa, incluyendo inversor)	[3.000 - 5.000] €/kW (superior a 4.000 €/kW para $P < 3 \text{ kW}$)	[2.500 - 3.500] €/kW
Costes de O+M (€/kW)	[15 - 40] €/kW	[8 - 20] €/kW

Costes de generación. Eólica Peq. Potencia Autoconsumo (ejemplo)

POTENCIA INSTALADA	10	kW
INVERSIÓN TOTAL	35.000	EUR
RATIO DE INVERSIÓN	3.500	EUR/kW inst
HORAS DE FUNCIONAMIENTO	1.600	HORAS
PRECIO ELECTRICIDAD (Ahorro parte variable)	14,00	cent EUR/kWh
VIDA ÚTIL	20	AÑOS
% RECURSOS PROPIOS	20,0%	%
RETRIBUCIÓN RECURSOS PROPIOS	7,50%	%
INTERÉS SOBRE RECURSOS AJENOS	4,50%	%
GASTOS EXPLOTACIÓN	1,80	cent EUR/kWh

$$G = C * (R_1 + R_2 + M) / E$$

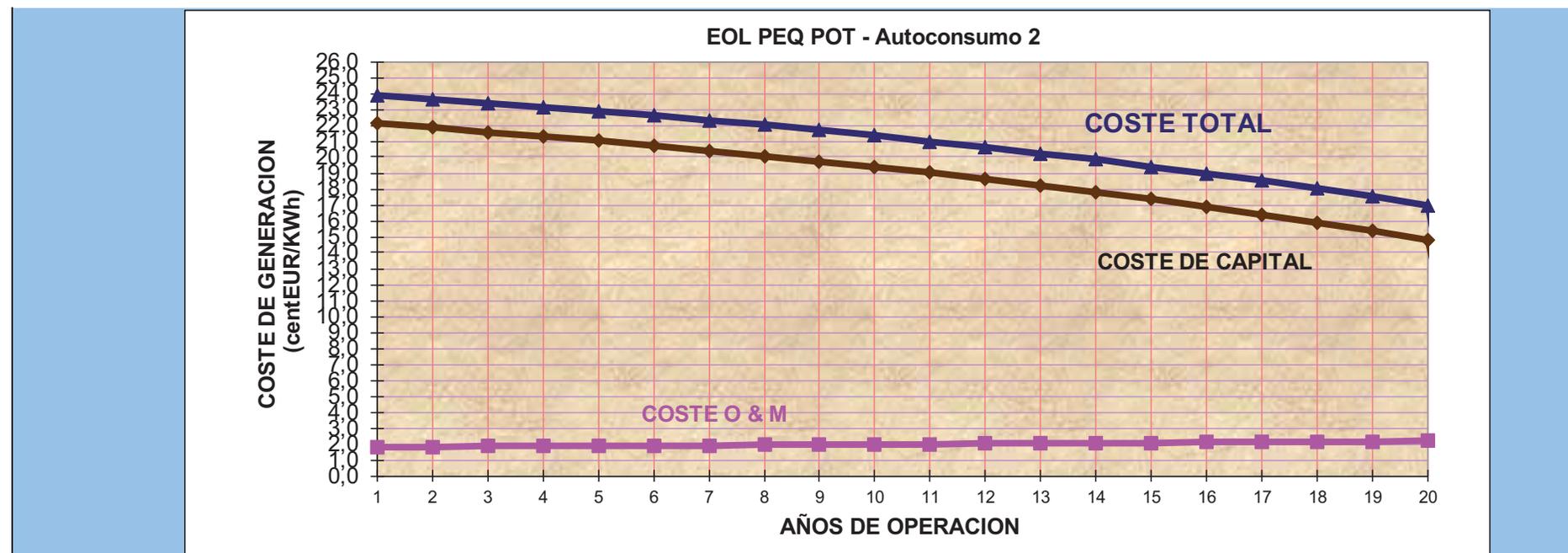
C = Capital Invertido

E = Producción Anual

R_1 = Coste Capital

R_2 = Coste de la Deuda

M = Coste de Explotación



Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
Coste Explotación centEUR/kWh	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	1,98
Coste de Capital centEUR/kWh	22,1	21,8	21,6	21,3	21,0	20,7	20,4	20,1	19,7	19,4	19,0	18,6	18,2	17,8	17,3	16,9	16,4	15,9	15,4	14,8	18,92
Coste Total centEUR/kWh	23,9	23,7	23,4	23,2	22,9	22,6	22,3	22,0	21,7	21,4	21,0	20,6	20,2	19,8	19,4	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	20,90

Marco normativo en España para las instalaciones de autoconsumo

Legislación a nivel Nacional

CASO: AISLADAS DE RED

- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico. [No le aplican derechos ni obligaciones]
- Real Decreto-ley 9/2013, con medidas urgentes para la estabilidad financiera.
- Real Decreto 413/2014, Energías renovables, cogeneración y residuos. [Potencial remisión de información estadística]
- Real Decreto 1699/2011, para la conexión a red de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, procedimientos de autorización de instalaciones eléctricas (carácter subsidiario).
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT-36, Instalaciones a Muy BT / ITC-BT-40 Insts. generadoras de BT).
- Ley 21/2013, Evaluación de Impacto Ambiental.

Legislación a nivel Autonómico

- Procedimientos Administrativos. (Ordenación del territorio, autorizaciones, declaración de impacto medioambiental,...).
- Criterios de Planificación: Impacto medioambiental / Producción de energía / Planificación energética / Aportación tecnológica y efectos industriales / Impacto socio-económico.

Legislación de ámbito local

(Ordenanzas / planeamientos municipales)

Tramitación administrativa de instalaciones eólica de autoconsumo

CASO: AISLADAS DE RED

- ✓ **Concesión del Punto de Conexión** (permiso de acceso y conexión a las redes de transporte o distribución).

✓ **Autorización Administrativa** de la instalación, (parque eólico y líneas eléctricas). Incluyendo Declaración de Impacto Ambiental (Dir. Gral. Industria y Energía – Medioambiente - CC AA). [Legislación básica: excluidas para $P \leq 100$ kW. Queda a criterio de cada com. autónoma]

- ✓ Aprobación Proyecto de ejecución (Dir. Territ. Industria y Energía –CC AA).

- ✓ **Licencia de Actividades Clasificadas y de Obras** (Ayuntamientos).

- ✓ Autorización de Puesta en Marcha (Dir. Territ. Industria y Energía –CC AA).
[Certificado de instalación en BT o Acta de puesta en servicio]

- ✓ Inscripción en el RAIPEE y/o en el **Registro Administrativo de Autoconsumo** (para cualquier modalidad de autoconsumo). (DG Política energética y Minas – MINETUR. Coordinación con Registros territoriales de las CC AA).

“Atlas Eólico de España” – a disposición pública

Doble finalidad:

- ✓ Servir de apoyo para todas las administraciones públicas en la elaboración de planificaciones o estudios relacionados con el área eólica.

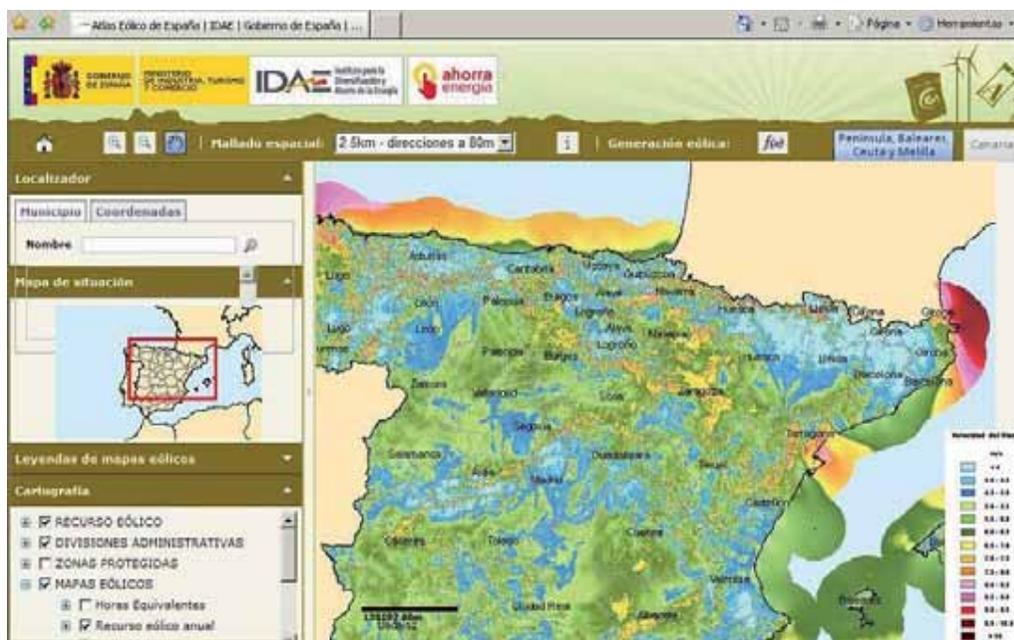
En particular: Evaluación Potencial Eólico de España (PER 2011-2020).

- ✓ Dotar a los agentes del sector, y al público en general, de una herramienta que **permita identificar y realizar una evaluación inicial del recurso eólico** existente en cualquier área.

Sistema de Información Geográfica (GIS) de libre acceso –vía Internet-, desde Julio/2009.

(Resolución del mallado: **100 m**).

<http://www.idae.es>
<http://atlaseolico.idae.es>



Suministrador: AWS Truewind

“Atlas Eólico de España”: Información Complementaria

La herramienta Web permite al usuario navegar por el mapa y conocer los datos del recurso eólico estimado, más **información adicional** de interés:

Información al usuario:

- ✓ Campos meteorológicos:
 - **Velocidad media anual** a distintas alturas (30 m, 60 m, 80 m y 100 m).
 - **Densidad energética media anual**.
 - Distribuciones de **Weibull**.
 - **Producción Bruta** anual estimada (curvas de potencia tipo).
 - Otros: Temperatura, Presión, densidad del aire,...
- ✓ Información complementaria:
 - Topografía y **Cartografía**.
 - **Espacios Naturales Protegidos declarados por las CC AA**.
 - **Otras figuras medioambientales**: Red Natura 2000, Parques Nacionales; Reservas de la Biosfera, Humedales RAMSAR, ZEPIM's, IBA's.
 - **Zonificación del “Estudio Estratégico Ambiental del Litoral** para parques marinos”.
 - **Información Catastral**.

**Gracias por
vuestra atención**

IDAE

**C/ Madera, 8
Madrid 28004**

Tel: 91 456 49 00 /4953

Fax: 91 523 04 14

**E-mail: comunicacion@idae.es
jrayuso@idae.es**