I+D+i en Tecnología MINIEÓLICA

Ignacio Cruz

Cual es el pasado de la minieólica?

- Bajo rendimiento
- Baja fiabilidad
- Tecnología cara
- Tecnología ruidosa
- Insegura.
- Atractiva para inventores dudosos con conocimiento tecnológico limitado y charlatanes.

Participantes del sector minieólico

Sector Científico-Tecnológico

- **Centros de I+D: (9)**
  - CIEMAT
  - ROBOTIKER
  - INTA
  - LEIA
  - ITE
  - CENER
  - TEKNIKER
  - CIRCE
  - FATRONIK
  - CARTIF
  - ITC
  - Laboratorio de Energía Eólica para entornos urbanos de Figueras

Universidades:

- ETSI Aeronáuticos Madrid UPM
- ETSI Industriales Madrid UPM
- ETSI Universidad Carlos III
- Universidad Politécnica de Cataluña UPC
- Universidad de Valladolid UV
- Universidad de Vigo.
- Universidad de Zaragoza.
- Universidad Politécnica de Valencia
- Universidad de Jaén
- Universidad de Burgos
- Universidad de Murcia.
- Universidad Complutense de Madrid.

Participantes del sector minieólico

Sector industrial

Fabricantes de miniaerogeneradores:(11)

- BORNAY
- SOLENER
- OBEKI
- INDESMEDIA EOL
- ENERLIM ALBIA S.L:
- SILIKEN
- ECERSA
- NORVENTO
- IBAIA
- SONKYO-ENERGY

Fabricantes de componentes: (3)

- TRAMA TECNOAMBIENTAL
- INGETEAM
- ZIGOR
- BATZ
- LOITESPIRAL

Ingenierías/Consultorías (2)

- ARGOLABE INGENIERIA
- 3I
- IDNA

Que mini-aerogeneradores hay en el mercado?

- Rotor
  - Tipos de rotor (Eje horizontal o vertical), Número de palas.
  - Eficiencia, barlovento o sotavento. Arranque, Ruido acústico
  - Tipo de palas, materiales, método de fabricación, ensayos
- Regulación/Seguridad/Orientación
  - Sistema de regulación de potencia/velocidad.
  - Protección contra sobre velocidad (desorientación, control)
  - Solución de orientación (Timón de cola, sotavento, activo)
- Conversión electromecánica
  - Generador de Imanes permanentes (Radial/Axial)
  - Caja multiplicadora y Generador Asíncrono o GIP
  - Escobillas, tensión de salida
- Conexión a red/Baterías
  - Electrónica de potencia (Rectificador/Control MP/Inversor/protecciones)
- Sistema de Frenado.
  - Resistencias de disipación
- Sistema soporte:
  - Tipo de torre (Abatible/No abatible)(Tubular/Celosía). Diseño adecuado.

Rotores minieólicos: Ejemplos

	Eje horizontal	Eje Vertical Sustentación EVS DARIEUS	Eje Vertical Arrastre EVA SAVONIUS
< 10 kW			
< 100 kW			

Diseño de aerogeneradores de pequeña potencia. Hacia donde hay que ir

- Pequeña potencia -> Concepto de “electrodoméstico” integrado.
  - **Electrónica integrada.**
  - Torre integrada conforme al entorno local.
  - Instalación simple y rápida
- Diseños de alta fiabilidad.
  - **Operación silenciosa.**
  - Torre ligera con bajo requerimiento de espacio.
  - Gran énfasis en diseño claramente estético
- Operación silenciosa, que no se le note.
- **Alto volumen de fabricación**
- Diseños para lugares con **baja velocidad de viento**.
  - Nuevos perfiles de viento para bajo viento.
  - Nuevos generadores sin ranuras.

Líneas de investigación y desarrollo en la tecnología MINIEÓLICA

- Diseño estructural y fiabilidad.
- Aerodinámica:
  - Perfiles (Para bajo número de Reynolds)
  - Modelos.
- Emisión de ruido acústico producido por la turbina
  - Perfiles, velocidad de rotación.
- Durabilidad:
  - Procesos de fabricación y materiales
- Electrónica de potencia:
  - Convertidores de potencia bien adaptados a los aerogeneradores de pequeña potencia.
  - Diseños de coste competitivo. (Gran influencia en el coste)
- Sistema de control y protección.
- Comportamiento del aerogenerador en vientos altos.

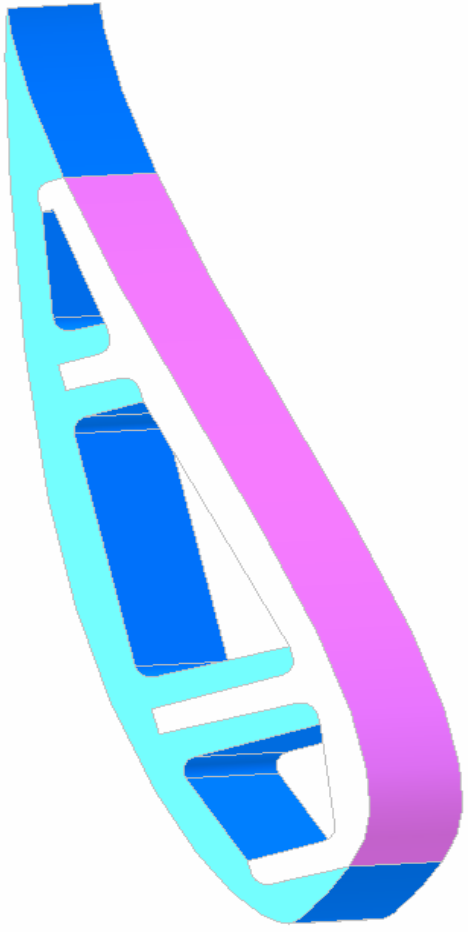
Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

Principales objetivos:

- Nuevos perfiles para baja emisión de ruido y alta eficiencia.
- Reducción de la velocidad de rotación. (Diseño con baja velocidad de punta de pala).
- Baja velocidad de viento para conexión.
- Velocidad de viento para potencia nominal mas baja que en grandes aerogeneradores.
- Altura torre recomendada: 15 metros

Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

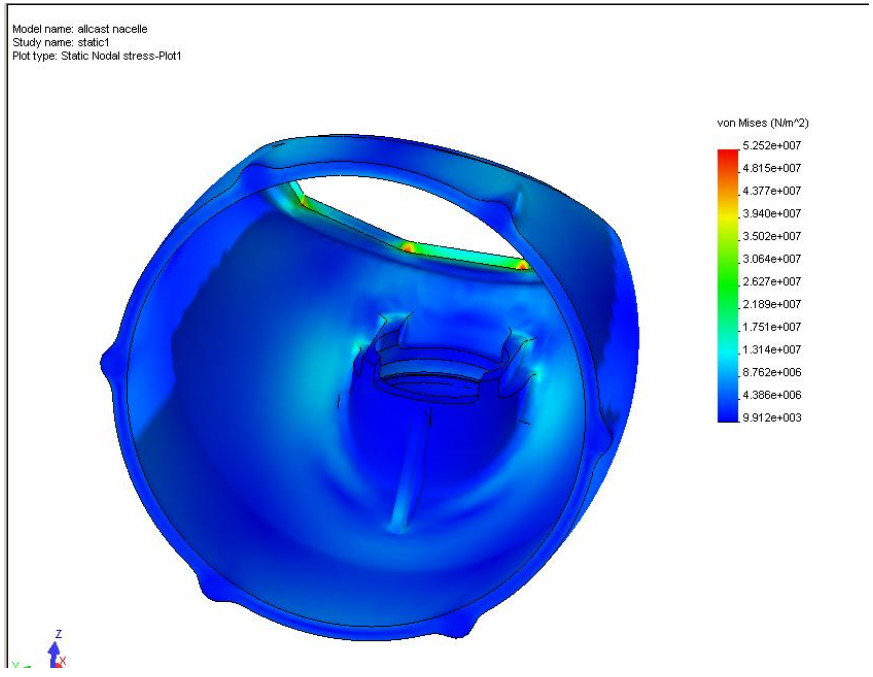
- **Estrategias en Fabricación de palas:**
- **Métodos de fabricación de palas avanzados alternativos y masivos:**
  - Inyección.
  - Compresión.
  - Moldeo por inyección reacción.
- **Ventajas:**
  - Mayor rapidez.
  - Menores costes.
  - Incremento de la repetitibilidad, uniformidad y calidad
  - Fabricación de palas por componentes.
- **Desventajas:**
  - Mayor inversión (Moldes..)



Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

Estrategias en el diseño de Góndolas:

- Nuevos diseños realizados mediante moldes para fundición
- Diseño para fácil refrigeración por aire.
- Integración de la electrónica obteniendo disminución de las emisiones electromagnéticas
- Alto nivel de sellado.



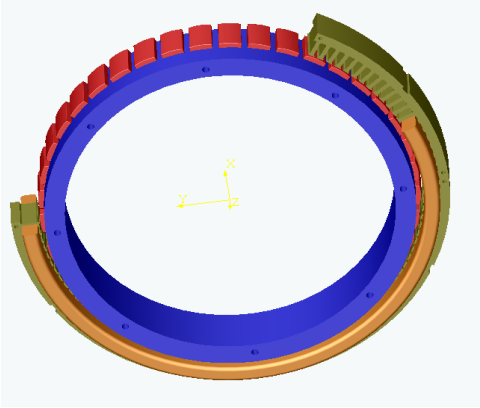
Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

- **Estrategias de control de potencia y de carga alternativas.**
  - Los sistemas de protección contra sobre velocidad por plegado o desorientación horizontal o vertical del rotor (furling) son excesivamente ruidosos debido a que el corte de las palas con el viento produce gran nivel de ruido acústico.
  - La falta de modelos aerodinámicos adecuados para el calculo de cargas mecánicas en aerogeneradores de pequeña potencia cuando se produce el plegado dificulta su adecuado diseño.
  - Otras formas de regulación mas suaves y seguras, que respondan de forma mas predecible a grandes velocidades de viento, ráfagas o cambios súbitos de rumbo, como puede ser el control de velocidad por entrada en perdida suave, sistemas de cambio del ángulo de paso, palas articuladas, frenos mecánicos, cambio de paso d la punta de la pala accionado centrífugamente.

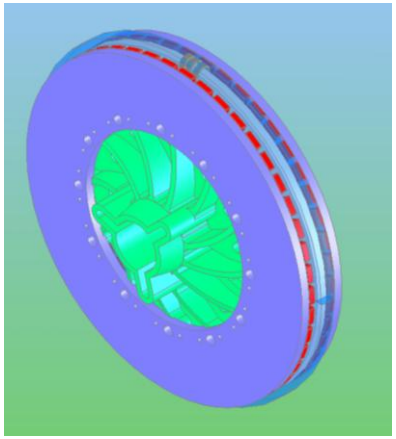
Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

Generador:

- Generadores con reducido par de rizado estático (cogging).
- Generadores con par alto a velocidad de rotación.
- Imanes con nuevas tierras raras.
- Generadores de inducción para conexión a red.
- Alta eficiencia,
- Bajo coste,
- Alta fiabilidad,
- Larga vida útil,
- Sin mantenimiento,
- Baja emisión de ruido
- Facilidad de gran volumen de fabricación.



GIP convencional

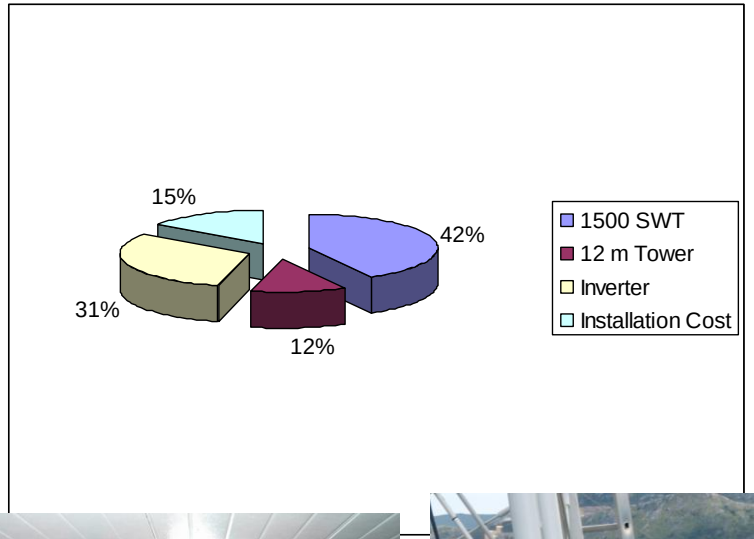


GIP Flujo axial sin ranuras

Tendencias tecnológicas en tecnología minieólica

Control + Convertidor CC/CA (Inversor)

- Coste competitivo,
- Totalmente integrado en la góndola o torre
- Alta eficiencia y fiabilidad
- Control integrado adaptativo
- Bajo nivel e ruido.
- Certificado (En Europa EN50438 Requerimientos para la conexión de microgeneradores en paralelo con la red de baja tensión)



Problemática de la conexión a la red

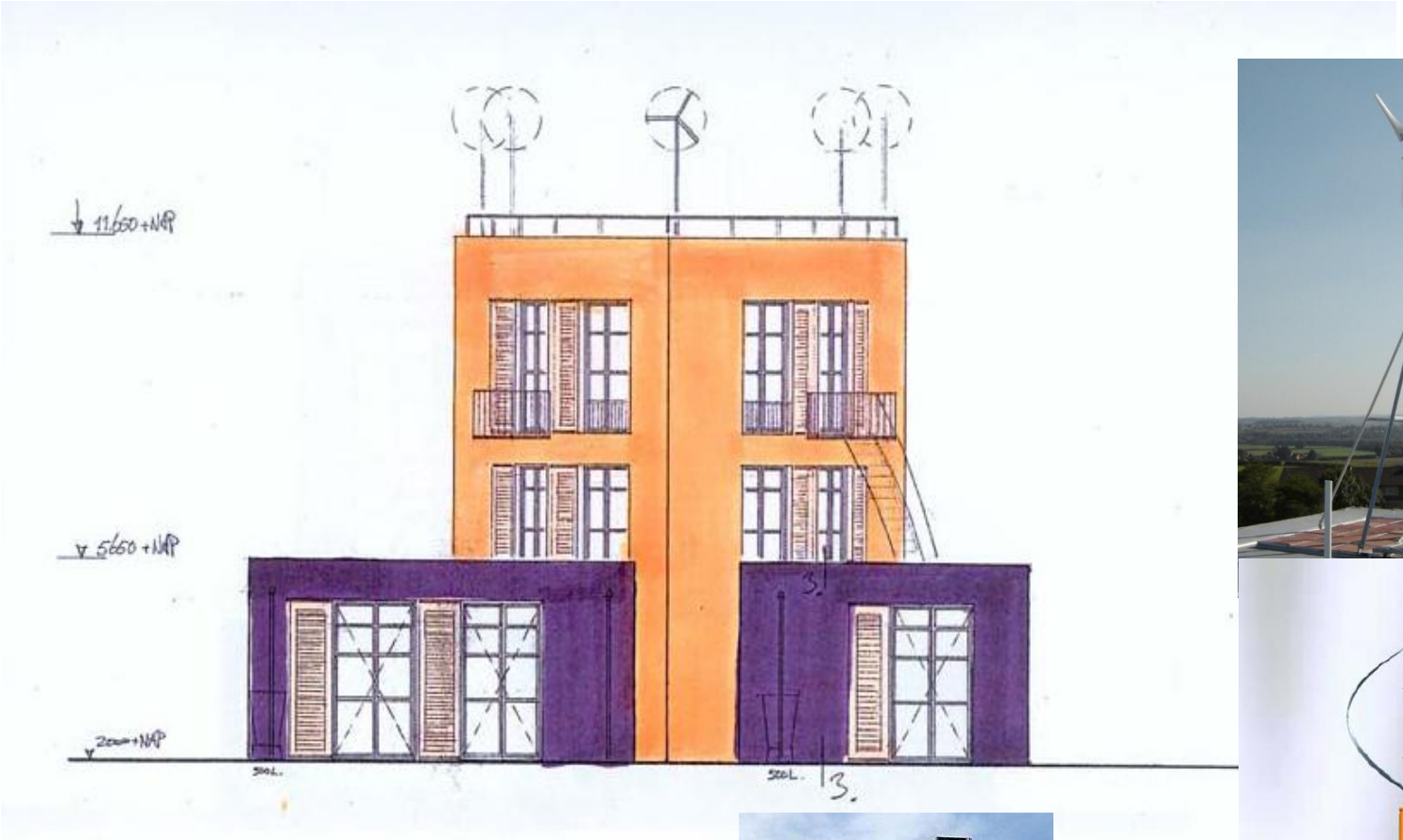
- Generador de inducción -> Directamente o a través de convertidor CA/CA de cuatro cuadrantes.
- Generador Síncrono de Imanes permanentes -> Rectificador + Control + Convertidor CC/CA
- Norma de conexión en España no clara:
  - OM 1985 -> RD 661/2007 o RD 1663/2000 (Conexión de sistemas fotovoltaicos a red)
  - En Europa EN50438 define los requerimientos para conexión a red.
  - En otros países (Reino Unido G83/2, EEUU UL

Que normativa existe en tecnología minieólica?

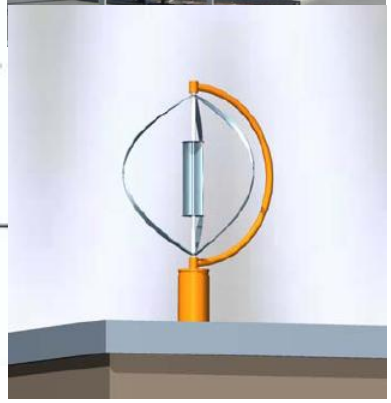
- **Normas IEC o UNE-EN**
  - Norma **UNE-EN 61400-2 Ed 2** (año 2006) "Requerimientos de diseño de aerogeneradores de pequeña potencia".
  - Norma **UNE-EN 61400-11**. "Técnicas de medida de ruido acústico"
  - Norma **UNE-EN 61400-12**. "Ensayo de curva de potencia". Anexo H especifico para conexión de aerogeneradores a baterías.
  - Norma **UNE-EN 61400 – 21** "Calidad de la energía producida)
  - Norma **IEC 61400-22 (Ed 1):** Ensayo de palas.

Nuevos desarrollos

Eólica en entorno urbano?

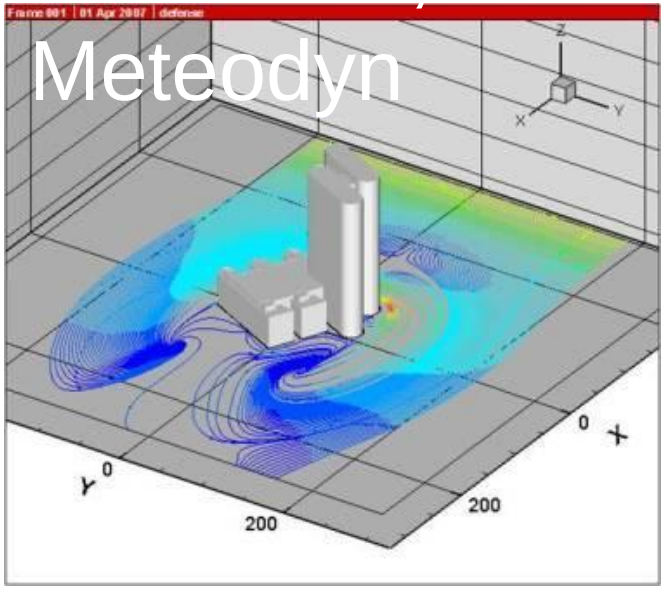


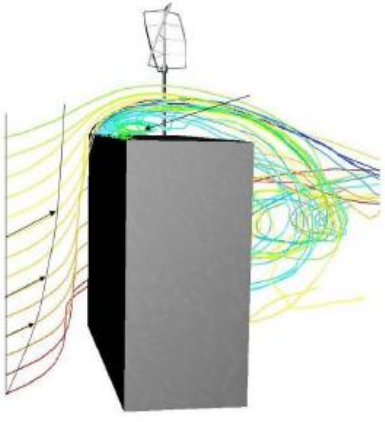
?

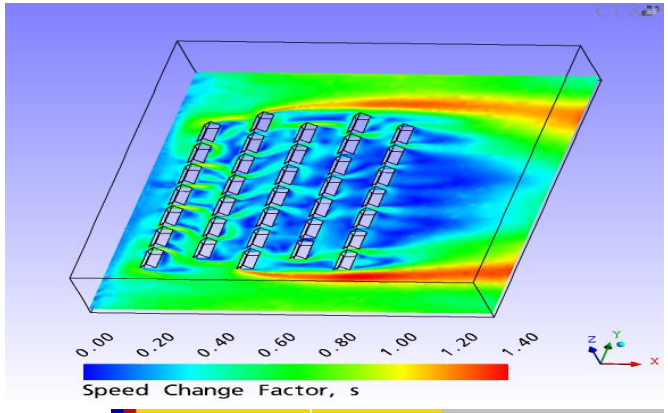


Caracterización del recurso eólico en entorno urbano

- Dificultad de cuantificar el efecto de los obstáculos
- Flujo turbulento del viento
- Importantes variaciones espaciales en pocos metros.







Integración de minieólica en entorno urbano: modelo residencial

- Instalado sobre el suelo.
- Zona con edificaciones cercanas:
  - Residencial
  - Agrícola / ganadero
  - Servicios (polígono industrial, gasolinera …)
- Hasta 100 kW
- Solución más utilizada

Integración de minieólica en entorno urbano: sobre el edificio

- Instalado sobre la azotea
- Se suele producir:
  - Disminución del potencial
  - Aparición de turbulencias
- Hasta 5 kW
- Posibilidad de utilización conjunta con la fotovoltaica
- Solución cuestionada, pero de grandes posibilidades

Integración de minieólica en entorno urbano: integrada en el edificio

Torre SACYR Madrid

World Trade Center de Bahrein

- Forma parte del edificio. (Edificios emblemáticos)
- Hasta centenares de kW
- Muchos proyectos pero muy pocas experiencias

Cuales son los puntos clave desde el punto de vista de I+D

- Precio alto especialmente en los miniaerogeneradores de muy pequeña potencia para conexión a red.
- Falta de procedimiento de evaluación de recurso adecuado a este tipo de tecnología, especialmente en entorno urbano.
- Hace falta realizar mas ensayos e ir hacia la certificación.

Proyectos en marcha en España

Proyecto PSE-MINIEÓLICA

Fomento de la Tecnología Eólica de Pequeña Potencia

2007 - 2011

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

robotiker tecnalia

MINI EÓLICA

BESEL

ARANA GARCIA Y OLANO

SyV Sacyr Vallehermoso

Cafestore

Del Valle Aguayo

IN-NOVA PROGRAMA DE INNOVACION INTERNACIONAL

MODELIZACIÓN ATMOSFÉRICA REGIONAL MAR

AEMet Agencia Estatal de Meteorología

ecer s.a. EBRO-CANTABRICA DE ENERGIAS RENOVABLES

INDESMEDIA EOL S.A.

LEIA

Windeco Tecnología eólica

SOLENER

J.Bornay AEROGENERADORES

LOISTESPIRALL ENERGYMOVE

CETPEC

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA

obeki

Trama TecnoAmbiental

USC

Instituto de Investigaciones Tecnológicas

REOLTEC.NET PLATAFORMA EÓLICA TECNOLÓGICA

www.minieolica.ciemat.es

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Proyectos en marcha en España

Proyecto PSE-MINIEÓLICA

OBJETIVO PRINCIPAL

Incrementar la viabilidad de la tecnología eólica nacional de pequeña potencia para su uso en todo tipo de aplicaciones, conectadas a la red, aisladas, instaladas en una torre como soporte, en la cubierta de edificios o en aplicaciones novedosas como la producción de hidrógeno.

Colaboración entre todas la entidades participantes para **disminuir el coste específico de los aerogeneradores** de pequeña potencia y **aumentar la eficiencia y fiabilidad de la tecnología** de generación eólica distribuida de potencia nominal hasta 100 kW, fomentando el uso de la misma tanto en aplicaciones aisladas como conectadas a red.

Estructura del proyecto

AGENTES TECNOLÓGICOS

- CIEMAT
- ROBOTIKER
- UNIVERSIDAD DE MURCIA
- LEIA
- INTA
- UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID
- UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA
- CETPEC
- PORTOS DE GALICIA
- AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA
- CENER

SECTOR INDUSTRIAL

- WINDECO
- SOLENER
- BORNAY
- IDM
- ECERSA
- ARGOLABE
- DEL VALLE AGUAYO
- OBEKI
- TTA
- INGETEAM
- ZIGOR

APLICACIONES

- LOISTESPIRAL
- BESEL
- INNOVA
- CAFESTORE
- SACYR VALLEHERMOSO
- ARANA GARCIA Y OLANO

Proyecto PSE-MINIEÓLICA

Conclusiones

- Existe un **gran mercado** para el empleo de pequeños aerogeneradores en aplicaciones aisladas en países en vías de desarrollo así como de pequeños aerogeneradores conectados a red .
- La tecnología de pequeños aerogeneradores funciona pero presenta …:
    - Elevados costes.
    - Baja fiabilidad especialmente en zonas de mucho viento.
    - Bajas prestaciones
- Existen empresas españolas bien posicionadas en el proceso de lanzamiento de la tecnología **MINIEÓLICA.**
- Existen propuestas de I+D para todos los problemas planteados.
- La mayoría de las propuestas son multi-tecnológicas por lo que se requiere de grupos de I+D bien preparados en cada una de las tecnologías, numerosos, bien gestionados y con recursos humanos y económicos suficientes.
- Se requiere apoyo público y desarrollo tecnológico.

MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN!!!

ignacio.cruz@ciemat.es

Ciemat