APLICACIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA

Ignacio Cruz

Lista de problemas

- Problemas de suministro de energía en áreas remotas.
- Problemas de fluctuaciones de corto plazo de la potencia eólica.
- Problemas para garantizar el suministro de energía eólica a la red.
- Problemas de inyección masiva de la energía eólica en red por falta de demanda de energía.

Participantes

- **Centros de I+D: (9)**
  - CIEMAT
  - CENER
  - CIDAUT
  - CIRCE
  - TEKNIKER
  - INASMET
  - LABEIN
  - ROBOTIKER
  - CARTIF
- **Empresas: (5)**
  - GAMESA
  - CESA
  - ECOTECNIA
  - TAIM
  - ALSTOM

Quien tiene que liderar los proyectos de aplicaciones eólicas?

Problemas de suministro de energía en áreas remotas.

POSIBLES SOLUCIONES:

- Sistemas eólicos aislados
- Sistemas eólicos híbridos conjuntamente con otra fuente de energía:
  - Sistemas eólico-hidráulico.
  - Sistemas Eólico-fotovoltaico.
  - Sistemas Eólico-diesel o gas.
- Sistemas eólicos para bombeo o desalación.

Problemas de suministro de energía en áreas remotas.

NECESIDADES DE I+D:

- Desarrollo de tecnología eólica de pequeña potencia (hasta 100 kW).
- Desarrollo de sistemas de control y supervisión modulares , eficientes y fiables para sistemas híbridos.
- Desarrollo de proyectos de demostración.

Problemas de suministro de energía en áreas remotas.

Proyecto de desarrollo de tecnología minieólica:

- PSE-MINIEÓLICA

Proyectos de sistemas híbridos compactos y modulares

- Proyecto CICLOPS I y II (Ecotecnia)

Proyectos eólicos aislados desarrollados:

- Sistema Eólico-Diesel de Punta Jandia (Fuerteventura).(CIEMAT)
- Proyecto SDAWES. Pozo Izquierdo Gran Canaria Desalación Eólica (ITC).
- Proyecto Eólico-Diesel de la isla de Maio. Cabo Verde. (ADES)
- Proyecto Eólico Diesel en Vietnam. MADE ER-Greenpower
- Proyecto Eólico-Diesel en isla Juan Fernandez (Chile) CNE
- Proyecto eólico-batería de las islas Galapagos (Ecuador) (TTA)
- Proyecto eólico de la isla del Hierro (ITC)
- Proyecto BAIA DOS TIGRES (ANGOLA) (EREDA)

Problemas de fluctuaciones de corto plazo de la potencia eólica.

POSIBLES SOLUCIONES:

Tecnologías de almacenamiento de energía a corto plazo: (segundos-minutos)

- **Volantes de inercia avanzados.**
- **Supercondensadores.**
- **Baterías electroquímicas**
- **Bobinas superconductoras.**

Comparación tecnológica

Centrales de base de Carbón y de Gas Natural 400 MW

- Proporcionan ± 20 MW en regulación, o el 5% de la carga
- Ya participan en el mercado de producción de energía
- El ciclado constante reduce la eficiencia.

Centrales de punta de Carbón y de Gas Natural hasta 75 MW

- Proporcionan ± 20 MW en regulación
- Operación típica de seis a ocho horas diarias.
- Por debajo de la potencia pico operan con baja eficiencia.

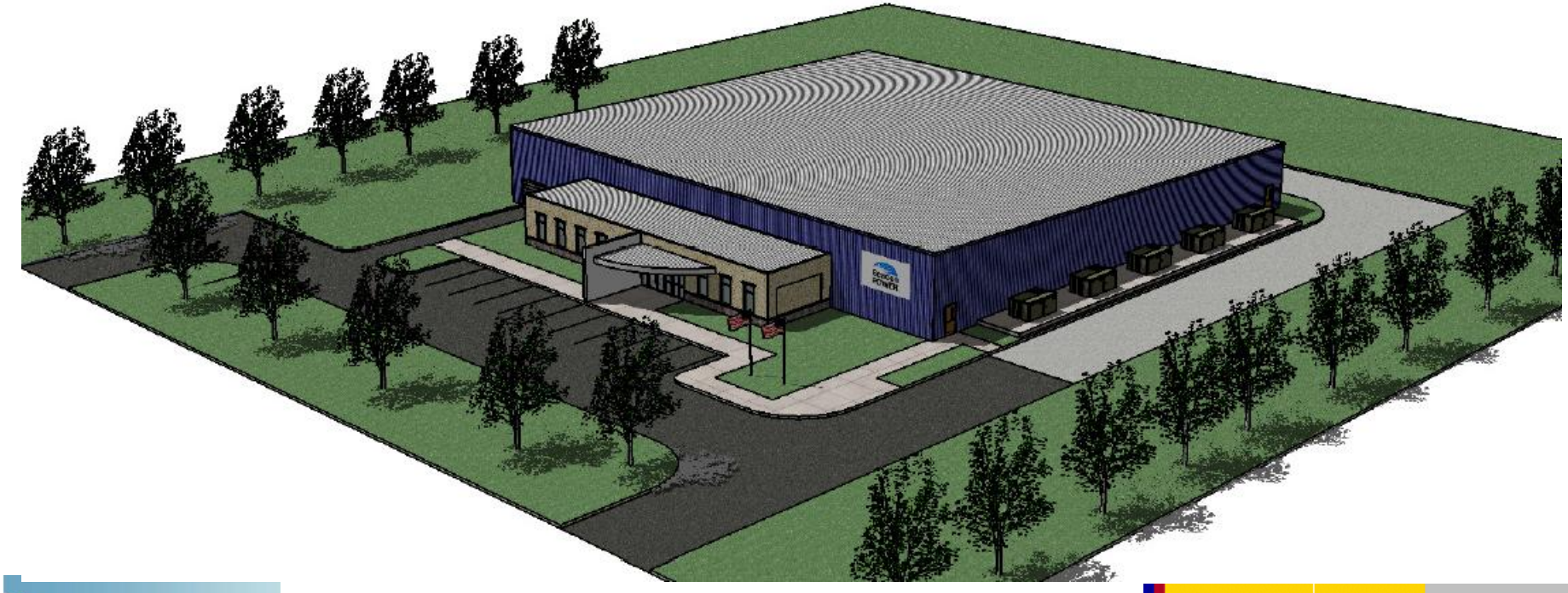
Plantas con Volantes de inercia y baterías de 20 MW

- Proporcionan ± 20 MW regulación
- Operación 24 horas diarias.
- La eficiencia del volante de inercia no se ve afectada por el ciclado

PLANTA DE REGULACIÓN DE FRECUENCIA DE 20 MW CON VOLANTES DE INERCIA

20 MW Plant containing 200 Flywheels

- Generic building design with a footprint of 22,400 ft^2
  - 20,600 ft^2 Flywheel plant
  - 1,800 ft^2 Office/Conference/Storage Area ft^2
- Simple construction allows for pre-engineered buildings
- Can be built without local water and sewer



Problemas de fluctuaciones de corto plazo de la potencia eólica.

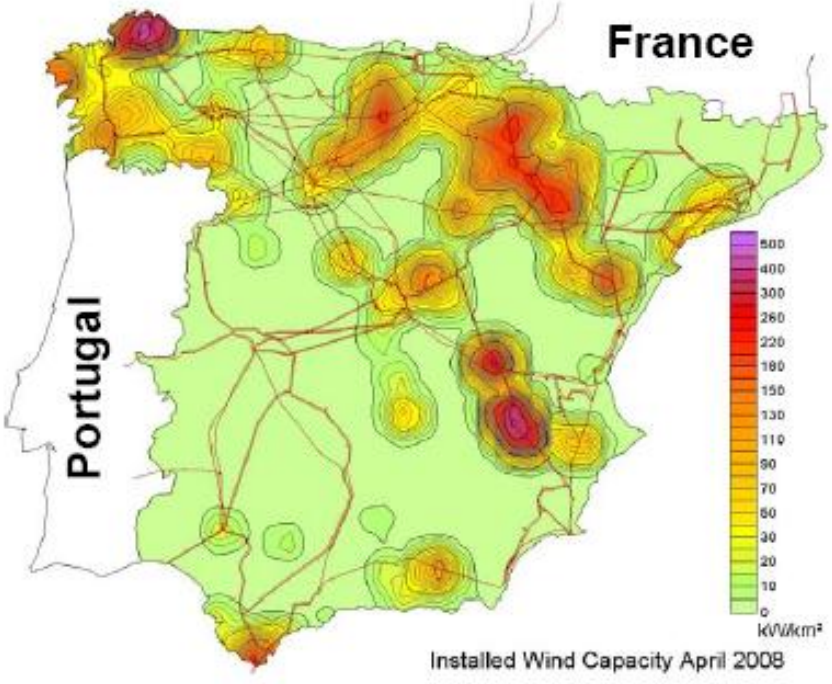
NECESIDADES DE I+D:

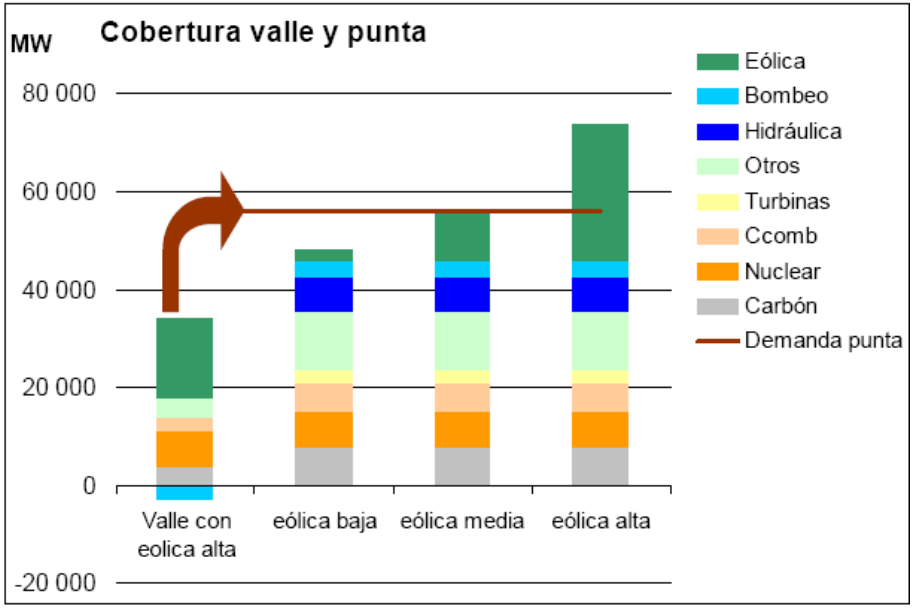
- Desarrollo de volantes de inercia avanzados.
  - Rotores de materiales compuestos.
  - Rodadura magnética.
  - Maquinas eléctricas de alta velocidad
- Desarrollo de supercondensadores.
- Desarrollo de electrónica de potencia.
- Desarrollo de proyectos de demostración

Proyectos en marcha en España

- Desarrollo de volantes de inercia avanzados.
  - Proyecto PSE-SAVE (TEKNIKER)
- Desarrollo de supercondensadores.
  - Proyecto PSE-SAVE (TEKNIKER)
- Desarrollo de electrónica de potencia.
  - Proyecto WINDFACTS (GAMESA)
- Desarrollo de proyectos de demostración.

Problemas para garantizar el suministro de energía eólica a la red.





Fuente: REE

Problemas para garantizar el suministro de energía eólica a la red.

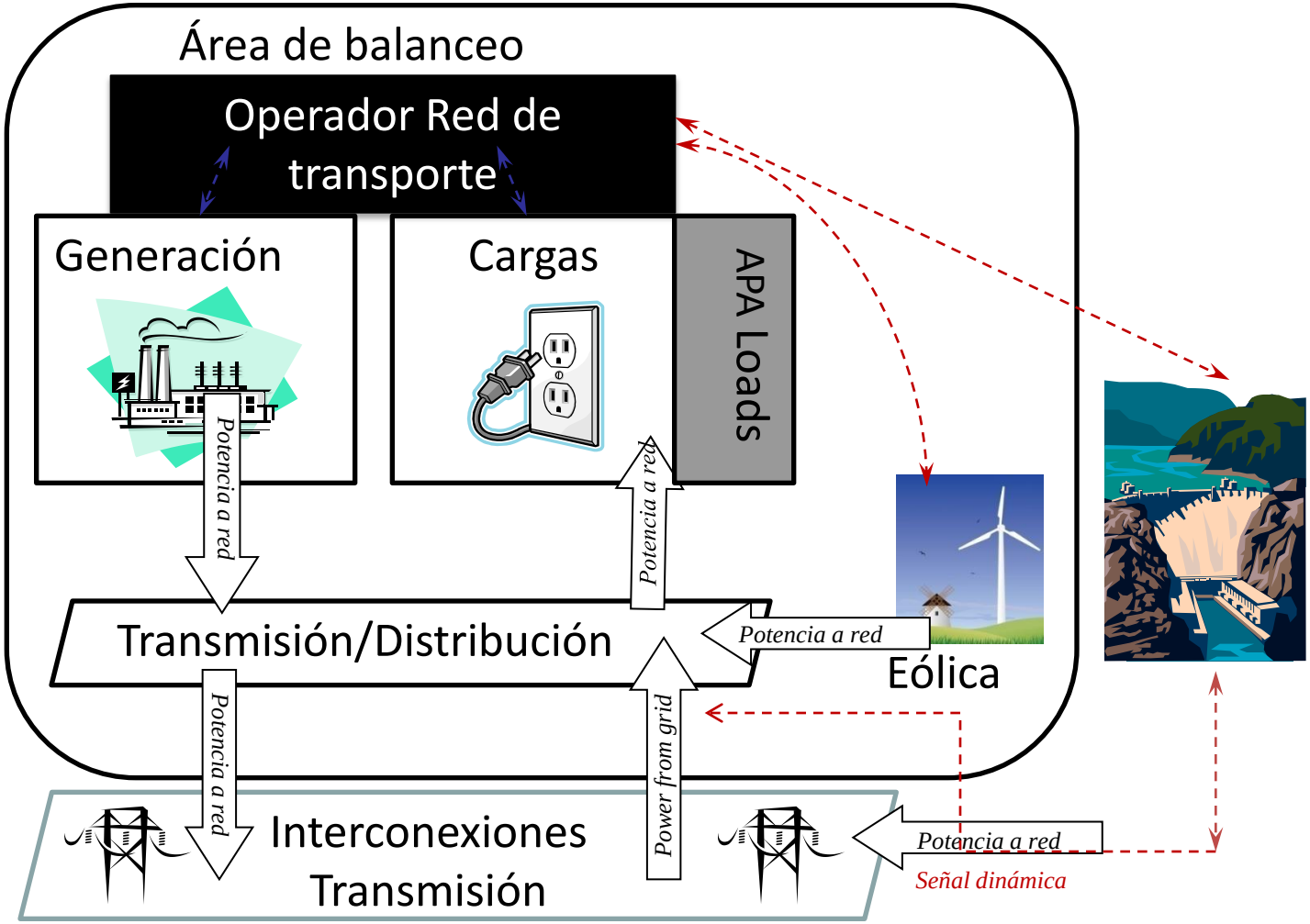
POSIBLES SOLUCIONES:

Tecnologías de almacenamiento CENTRALIZADO de energía a medio-largo plazo: (horas-días):

- **Bombeo de agua**
- **Baterías REDOX**
- **Aire comprimido**
- **Hidrógeno**

Gran necesidad de TIC
(Tecnologías de Información y Comunicación)

Control conjunto eólica-bombeo hidráulico.



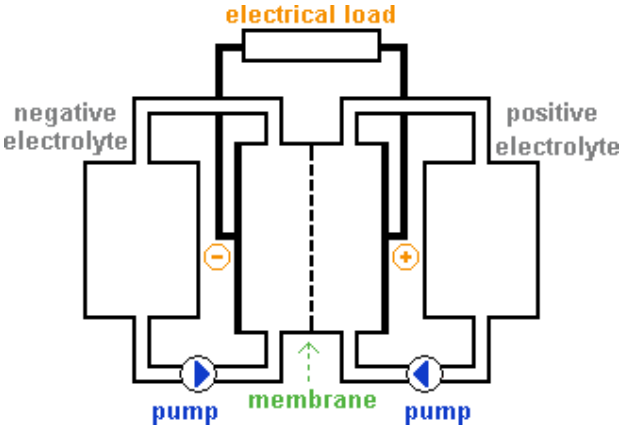
Baterías de gran capacidad

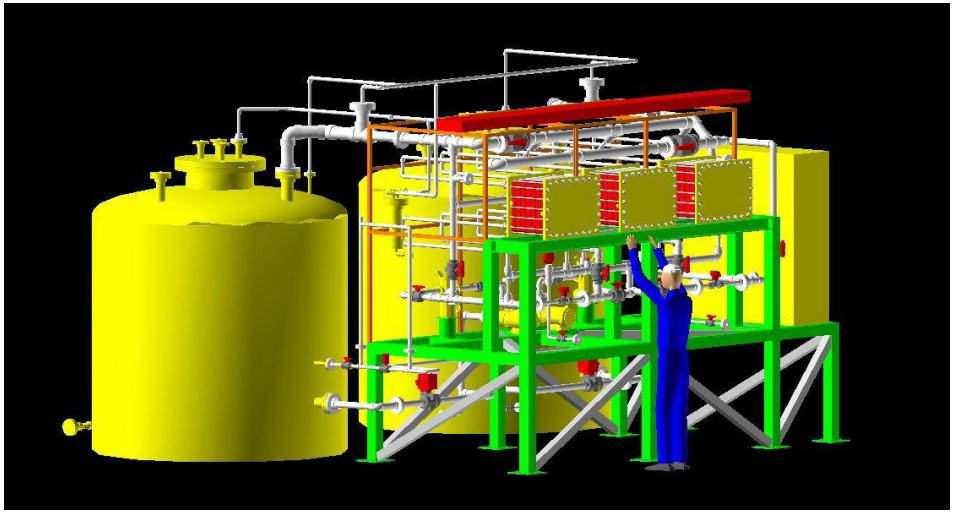
TECNOLOGÍAS YA DESARROLLADAS:

- Baterías VRB (Batería Redox de Vanadio)
- Batería de Sulfuro de Sodio NAS
- Batería de Bromo - Polisulfuro de Sodio (Sistema Regenesys).
- Otras??

Batería de Flujo de Vanadio en RISO-DTU

- Costes actuales:
  - 250 kW/2 MWh
  - 1 Mill USD
- Densidad de energía:
  - 25Wh/Kg.
- Unidad en RISO:
- 15 kW/120 kWh
- Convertidor de cuatro cuadrantes.
- Operación conectado a red y en isla.





Batería REDOX de Vanadio

- Batería de vanadio VRB (Vanadium Redox Battery) SEI Osaka (Japón) 100 kWh.
- Proyecto SUBARU Filtrado de variaciones de potencia de parque eólico mediante una batería VRB
- El sistema es perfectamente escalable hasta los 10MW de potencia y 10 horas de capacidad de almacenamiento.
- La energía se recupera instantáneamente (<1ms).

Batería de Sulfuro de Sodio- NAS

Proyecto de estabilización de la red con inyección eólica mediante baterías (Futamata (Rokkashyo, Aomori) Japón)

Subvención:
19 Mill. Euros

2MW x 17 conjuntos, baterías NAS

Vista panorámica del campo de baterías

Fuente: Japan Wind Development Co Ltd and METI

Batería de Bromo-Polisulfuro de Sodio

- Sistema REGENESYS
- Capacidad: **15 MVA 8 horas** (120 MWh)
- Desarrollado por Innogy (RWE) en Barford (RU) y posteriormente en Mississippi (EEUU) con la TVA (Tennesee Valley Authority) 120 MWh
- Proyectos por ahora abandonados por razones de precio y/o ambiental. Ahora la empresa VRB Power Systems (CA) es la propietaria

Detalle del tamaño de los tanques de electrolito

Baterías REDOX

- Ventajas
  - Gran potencia de salida (decenas de kW)
  - Recarga muy rápida

- Inconvenientes
  - Precio
  - Problemas ambientales

En España

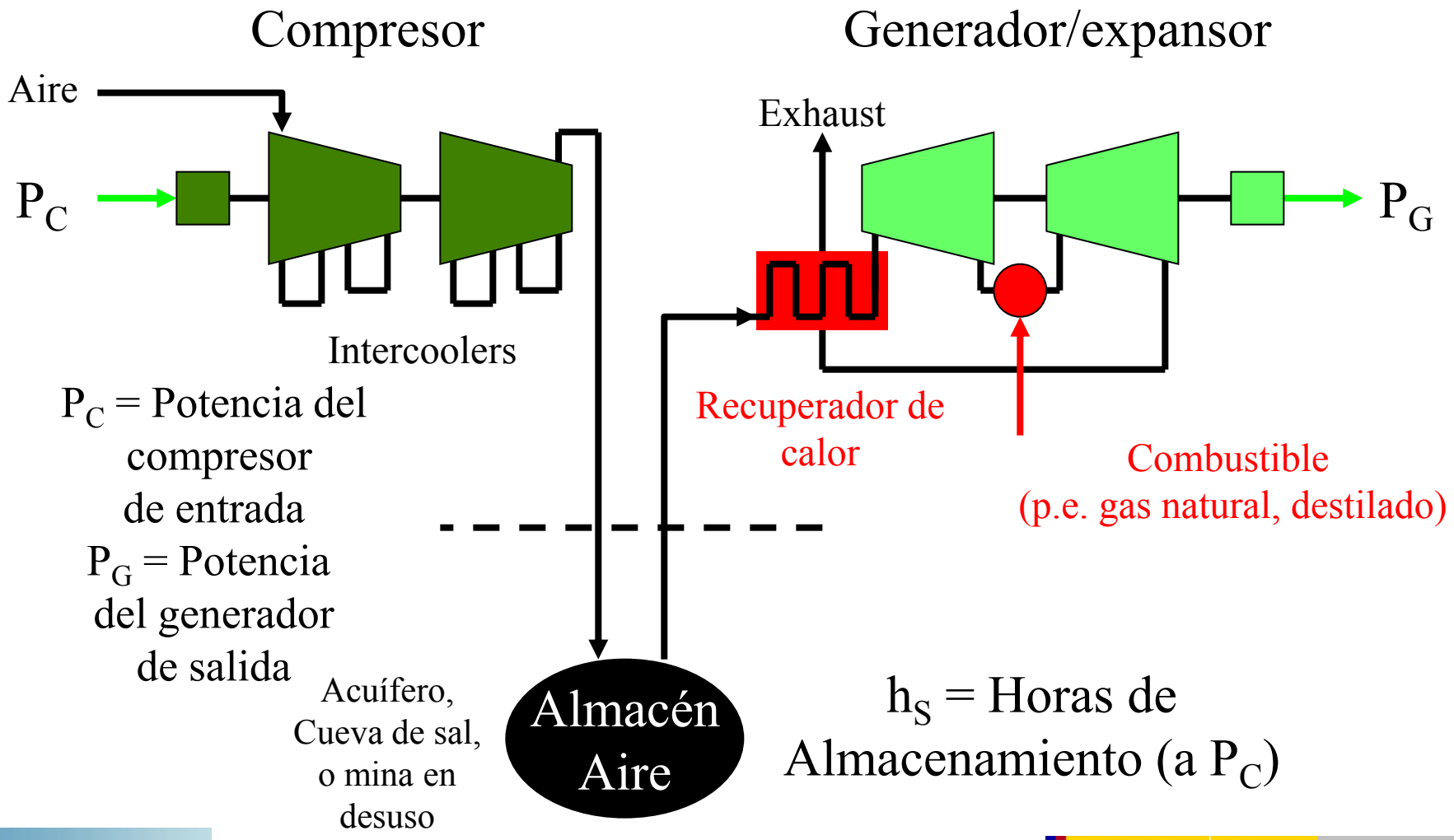
GAMESA

- **Batería de flujo REDOX para almacenamiento masivo junto al nuevo aerogenerador GAMESA G1XX que ahora esta en pruebas**
- **Aerogenerador de 4,5 – 128 m diámetro (G1xx)**

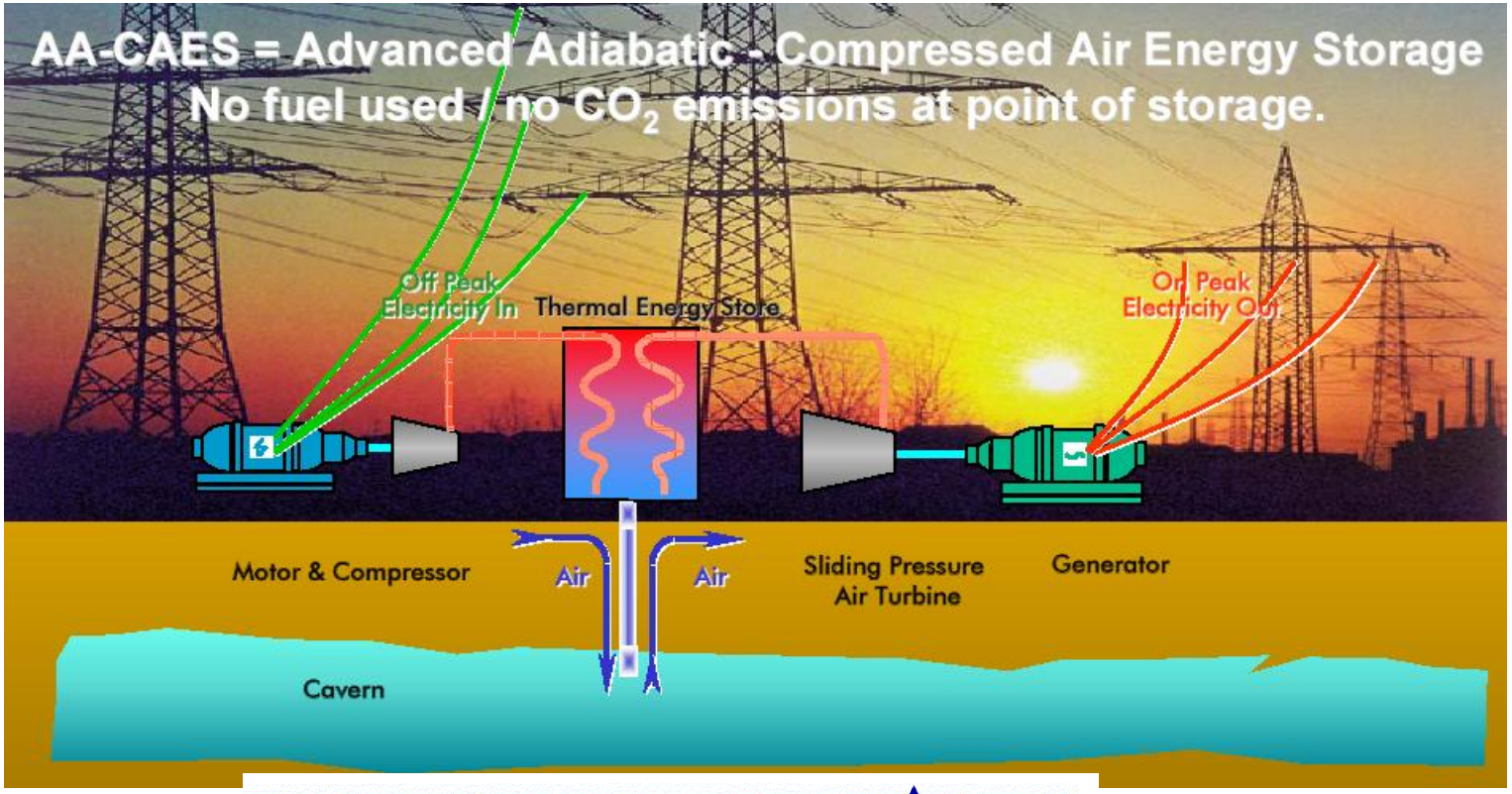
Aire Comprimido

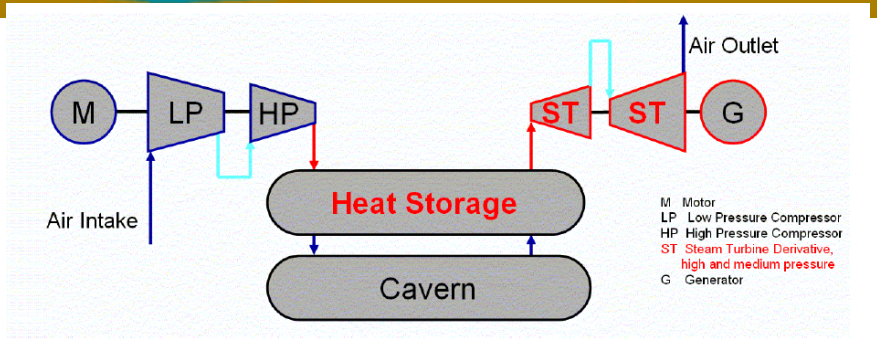
- Básicamente es convertir la energía eléctrica de origen eólico en energía almacenada mediante la compresión de aire dentro de un depósito o cueva. (Hasta 300 MW)
- **Con emisiones:** El aire comprimido posteriormente **se calienta mediante la combustión de otro combustible (gas)** y se expande en una turbina produciendo energía eléctrica y calor reutilizable.
- **Emisiones 0: Sistema adiabático**. Este aire comprimido se calienta mediante el calor extraído al aire en la compresión. (En este caso hace falta algún sistema de almacenamiento de energía térmica)

Sistema de Almacenamiento por aire comprimido

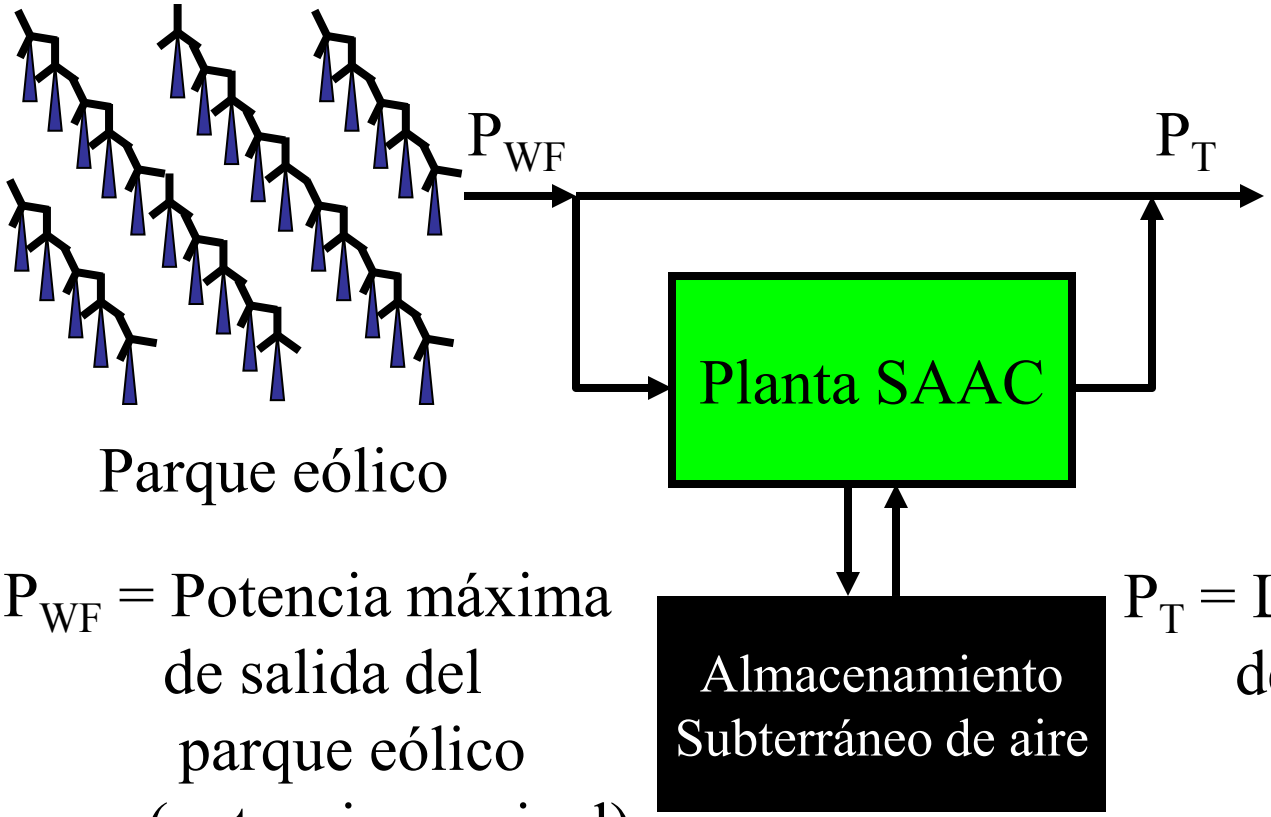


Sistema CAES Adiabático





Modelo Eólico - Aire comprimido



P_{WF} = Potencia máxima de salida del parque eólico (potencia nominal)

P_T = Línea de transmisión de máxima potencia

En ésta aplicación el SAAC permite operar al parque eólico como una central de base.

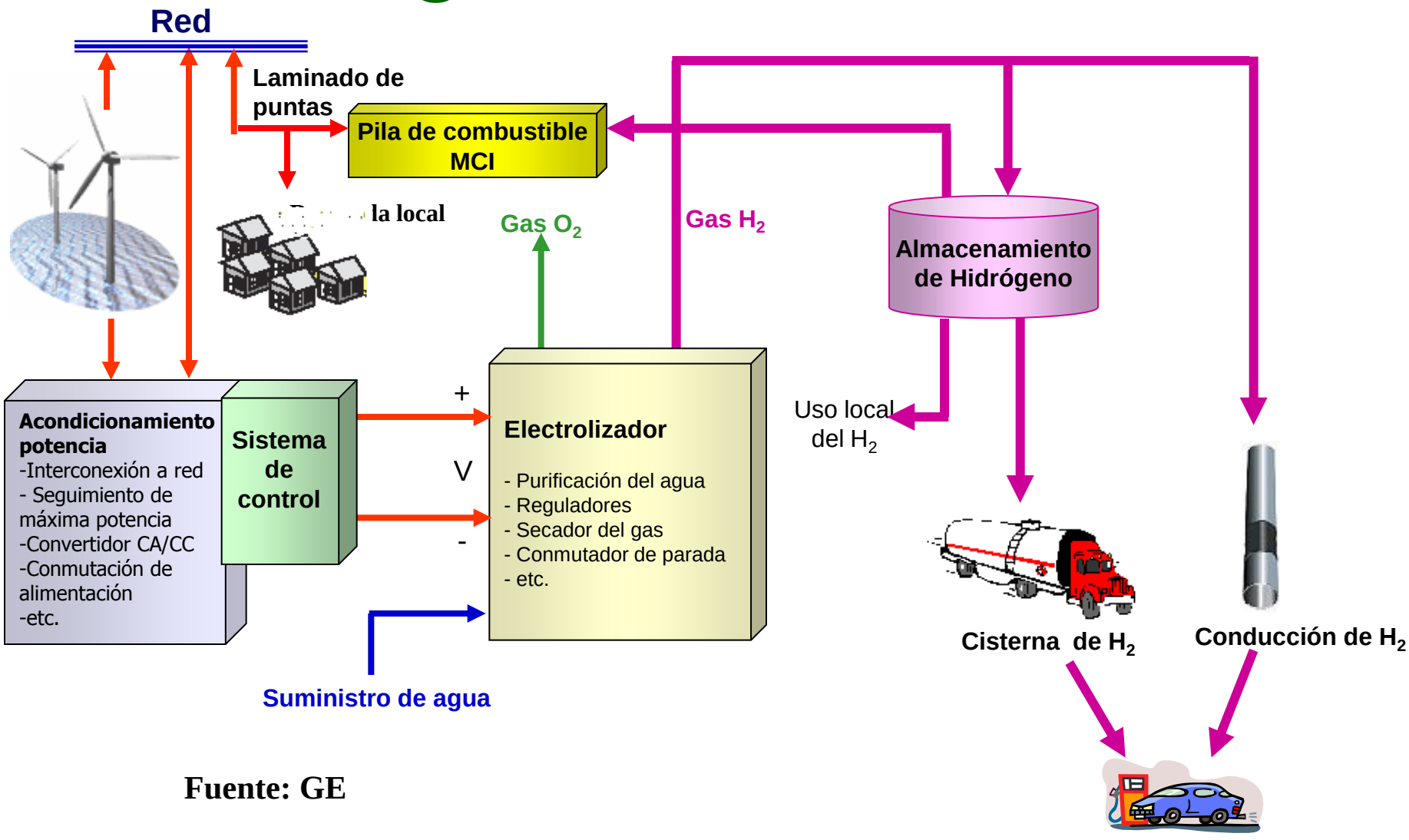
Hidrógeno Centralizado

Aplicaciones posibles:

- **Apoyo en la integración de la energía eólica en la red:**
  - Almacenamiento a corto plazo para evitar fluctuaciones de potencia eólica.
  - Almacenamiento a medio plazo para evitar el lucro cesante en casos de sobre generación eólica.
  - **Almacenamiento a largo plazo para ofrecer energía eólica garantizada (evita desvíos).**

- **Producción directa de hidrogeno a partir de la energía eólica:**
  - **Inyección en tubería especifica o de gas natural.**
  - **Autoconsumo.**

Hidrógeno Centralizado



Fuente: GE

Hidrógeno Centralizado

- **NECESIDADES DE I+D:**
- Desarrollo de sistemas de control y supervisión.
- Desarrollo de electrolizadores fiables, de alta eficiencia y competitivos en coste.
- Desarrollo de sistemas de almacenamiento eficientes, seguros y competitivos.
- Desarrollo de pilas de combustible fiables, de alta eficiencia y competitivas en coste.
- Desarrollo de motores de combustión para hidrógeno.

Hidrógeno: Pilas de combustible

Ventajas:

- Baja o nula contaminación
- Alta eficiencia
- Bajo coste (a largo plazo)
- Permite cogeneración de electricidad y calor.
- Producción de energía descentralizada.
- Intrínsecamente limpia utilizando hidrógeno renovable.
- Fácil de integrar con energías renovables

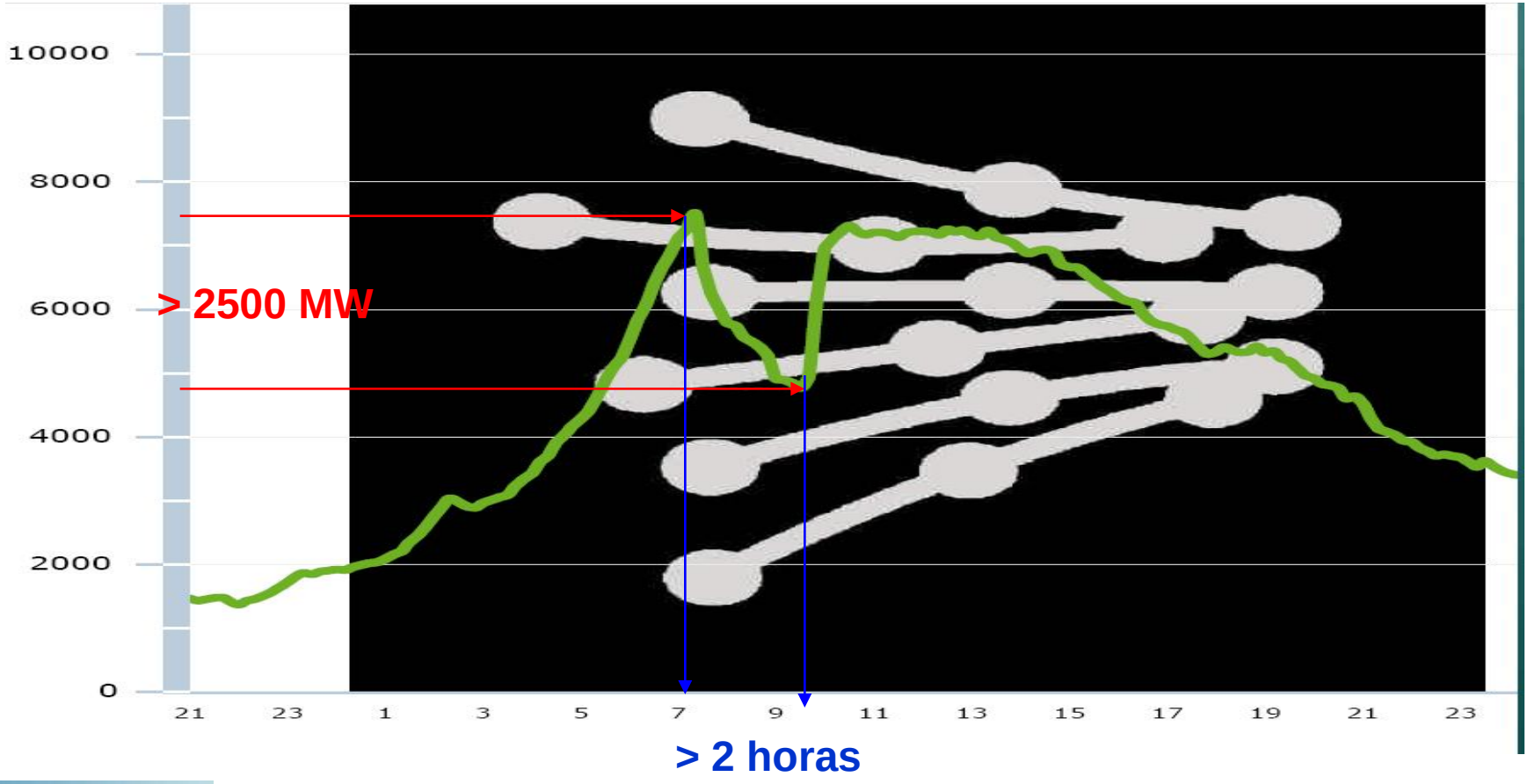
Inconvenientes:

- Coste
- Fiabilidad
- Vida útil

Proyectos en marcha en España

- Acciona **ha creado un centro piloto para la producción de hidrógeno a partir de energía eólica. El centro piloto de El Perdón, producirá hidrógeno por electrólisis del agua.**
- Gas Natural **y la Xunta han promovido la primera planta europea de** producción y almacenamiento de hidrógeno **de Europa, ubicada en el Parque Eólico de Sotavento, en Xermade (Lugo) y Monfero (La Coruña).**
- **La instalación se encuentra en el Parque Tecnológico de Boecillo VALLADOLID en operación desde el año 2005. Liderado por BESEL, ha contado con la colaboración de CARTIF, CIEMAT, CARBUROS METÁLICOS y ENERMAN.**
- **Proyecto Wind to Hydrogen WH2H (Corporación Tecnológica de Andalucia)** Este tipo de instalaciones gestionará de forma más eficiente la energía eléctrica generada por parques eólicos pudiendo adaptar la curva de producción a la demanda del mercado, realizar una producción de energía constante, corregir desvíos respecto de la producción prevista por los sistemas de predicción, y optimizar económicamente la energía generada.
- **Proyecto ITHER. Fundación del Hidrógeno de Aragón Instalación en el Parque Walqa de 635 kW eólicos en tres aerogeneradores con un electrolizador alcalino y otro PEM**
- **Proyecto RES2H2. Instituto Tecnológico de Canarias ITC. Producción de hidrógeno y agua poteble. Aerogenerador V27-225 kW. Electrolizador de alta presión 40 kW 25 bar Tanque de 500 Nm3**

Problemas de inyección masiva de la energía eólica en red por falta de demanda de energía.



Problemas de inyección masiva de la energía eólica en red por falta de demanda de energía.

POSIBLE SOLUCIÓN:

- Gestión de la demanda de energía.
  - Producción masiva de frío o calor.
  - Bombeo no reversible
  - Desalación masiva de agua de mar.
- Almacenamiento de energía en forma distribuida no regenerativa.
  - Coches híbridos.
  - Coches eléctricos con baterías.
  - Coches eléctricos con pila de combustible.

Gran necesidad de TIC
(Tecnologías de Información y Comunicación)

Proyectos en marcha en España

- **Proyecto Nigh Wind** (UE-FP7): Proyecto de investigación para el diseño de baterias de refrigeración que almacenan energía en periodos de alta generación y baja producción
- **Proyecto REVE** (Regulación eléctrica con vehículos eléctricos)

Conclusiones

- 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.
- El futuro desarrollo de la energía eólica a nivel nacional depende en gran parte de la capacidad de desarrollar soluciones del tipo propuesto o aumentar el nivel de interconexión eléctrica.
- El futuro desarrollo de las energías renovables en todo el mundo, garantiza la rentabilidad a largo plazo de la mayoría de las inversiones realizadas en este tipo de soluciones.