



Sala Dinámica 24
Puertos del Estado

Luis Navedo

Biogasfuelcell

SD-24. "IV Foro Portuario. Criterios de ecoeficencia portuaria" organizada por Puertos del Estado.

PILAS DE COMBUSTIBLE,
¿APLICACIÓN EN PUERTOS?

Luis Fdo. Navedo Natal
Director I+D , Biogás Fuel Cell

ÍNDICE

- 1. *BIOGAS FUEL CELL S.A.***
- 2. *PILAS DE COMBUSTIBLE***
- 3. *PEM APLICACIONES MOVILES***
- 4. *SOFC APLICACIONES ESTACIONARIAS***
- 5. *CONCLUSIONES***

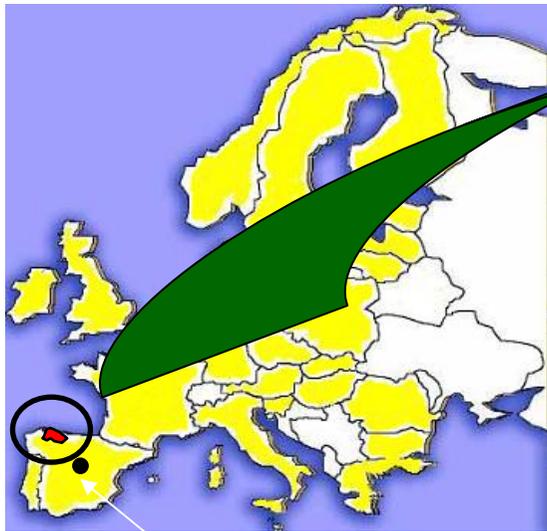


1 .- BIOGAS FUEL CELL S.A.

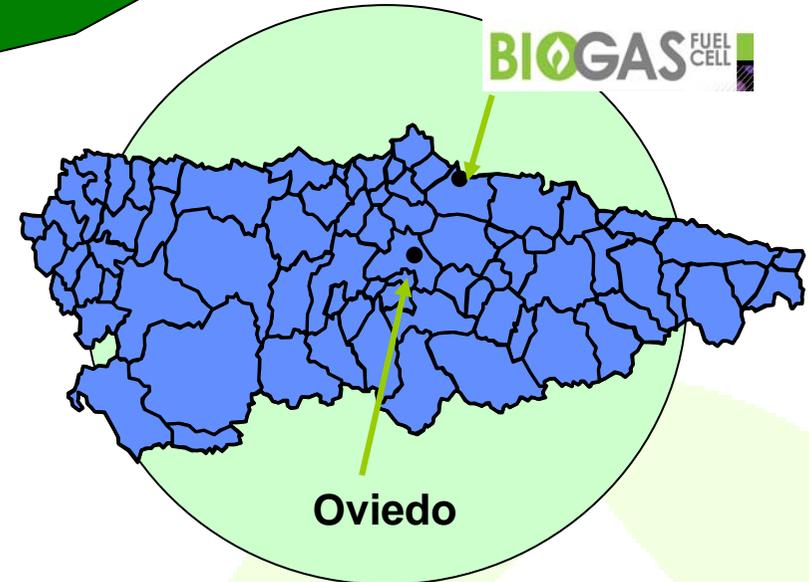
- 1. Situación geográfica*
- 2. Áreas de actuación*
- 3. Experiencia en proyectos*



SITUACIÓN GEOGRÁFICA



Madrid



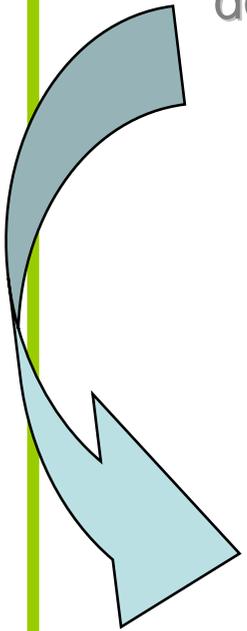
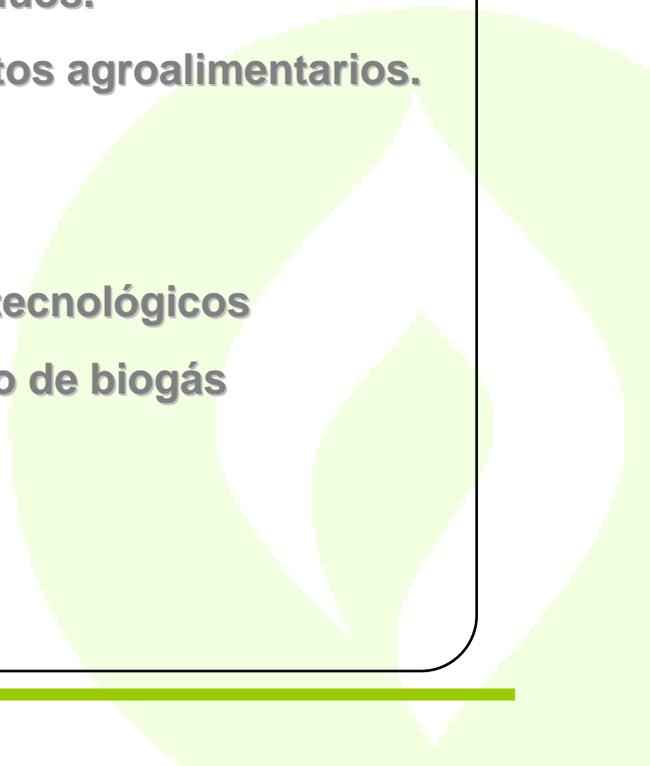
Oviedo

CONTEXTO

El Principado de Asturias se encuentra localizado en el Norte de España. Está rodeado al norte por el Mar Cantábrico al oeste por Galicia, al este por Cantabria y al sur por la cadena montañosa de los Picos de Europa. Con relación a España, Asturias asciende a un 2,8% de su población y un 2,09 % de su extensión.

ÁREAS DE ACTUACIÓN

Las áreas de actuación ofrecidas por BIOGAS FUEL CELL S.A. cubren una extensa gama de necesidades en el campo de las tecnologías de tratamiento de residuos y de biogás:

- 
- ✓ Biogás de vertederos y centros de tratamiento de residuos
 - ✓ Aprovechamiento energético de residuos.
 - ✓ Gestión y valorización de subproductos agroalimentarios.
 - ✓ Motores de combustión de biogás.
 - ✓ Cogeneración y Trigeneración.
 - ✓ Asesoramiento técnico en procesos tecnológicos
 - ✓ Pruebas con residuos en planta piloto de biogás
 - ✓ Pilas de Combustible.
 - ✓ Biocombustibles.
 - ✓ Empleo del biogás en automoción.
- 

EXPERIENCIA PROYECTOS I

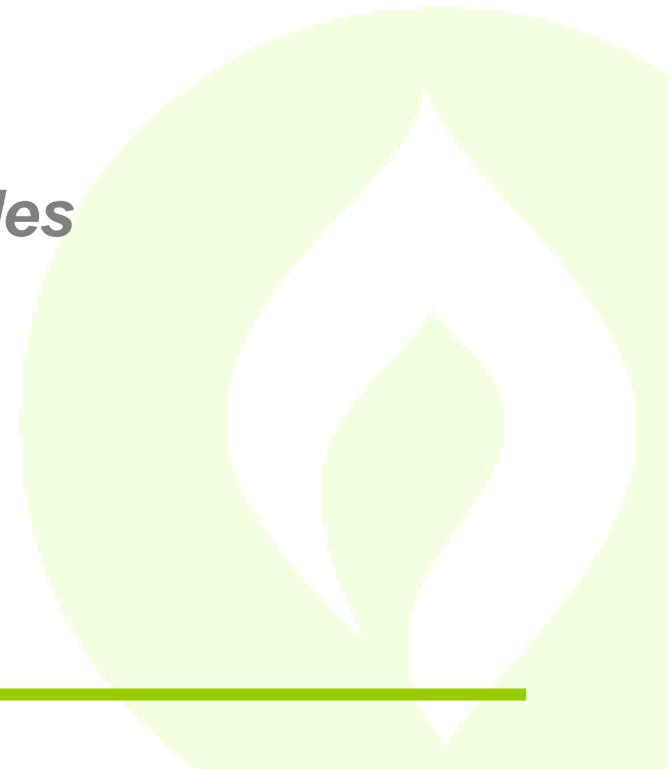
TÍTULO DEL PROYECTO	AÑOS	DESCRIPCIÓN	PROGRAMA DE AYUDA	SOCIOS
AMONCO. Advanced Prediction Monitoring and Controlling of AD process behaviors towards biogas usage in FC	2002-04	Proyecto general de investigación que abarca desde el proceso de producción de biogás hasta su posible utilización posterior en pilas de combustible	CRAFT Research Directorate General EC	Alemania (4) Austria (3) España (3) Dinamarca (1) Eslovaquia (1)
ENERWASTE. Implementation of an AD facility at Spanish slaughterhouse for a sustainable closed energy and waste cycle.	2002-03	Diseño y construcción de una planta piloto de biogás para el tratamiento de los residuos cárnicos de un matadero del Principado de Asturias	LIFE Environment Directorate General EC	Alemania (1) España(1) Austria (1)
ENERDEC. Maximum energy yield organic wastes and decontamination to high quality organic fertilizer by a microbiological hybrid process	2002-04	Estudio de un sistema de tratamiento del biogás para la eliminación de H ₂ S, CO ₂ y vapor de agua	CRAFT Research Directorate General EC	Austria (4) España (2) Italia(2) Alemania (1)
POLAR. Low cost adsorption refrigeration cycle for efficient energy utilization by small biogas CHP facilities	2002-04	Planta de trigeneración con motor de cogeneración y unidad de absorción de calor	CRAFT Research Directorate General EC	Alemania (4), Eslovaquia (2) España (2), Austria (1) Francia (1)

EXPERIENCIA PROYECTOS II

TÍTULO DEL PROYECTO	AÑOS	DESCRIPCIÓN	PROGRAMA DE AYUDA	SOCIOS
SOCOLD. Development and implementation of a cost effective adsorption refrigeration system using high temperature solar CPC	2004-06	Uso de un colector de energía solar para la generación de frío	CRAFT Research Directorate General EC	España (4) Alemania (2) Austria (2) Francia (1)
E-CHECK. Energy checks in Small and Medium Craft Enterprises	2005-07	Auditorías energéticas de empresas y orientación para el ahorro energético	ALTENER EIE Program	Alemania (3) Bulgaria (2) España (2) Grecia (1) Irlanda (1)
BIO-HYDROGEN. Development of a biogas reformer for Production Hydrogen for PEM Fuel Cells.	2005-07	Limpieza de biogás mediante biofiltro y utilización en una unidad de reformado para producir H ₂ .	CRAFT Research Directorate General EC	Alemania (3) Eslovaquia (1) España (3) Austria (3)
BIOSOFC. Design and demonstration of 4 CHP Plants using two 5 kW Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) working with landfill gas and biogas from anaerobic digestion.	2006-09	Biogas upgrading for a posterior use in SOFC and PEM Fuel Cells.	LIFE Environment Directorate General EC	España (4) Austria(2) Alemania(2)

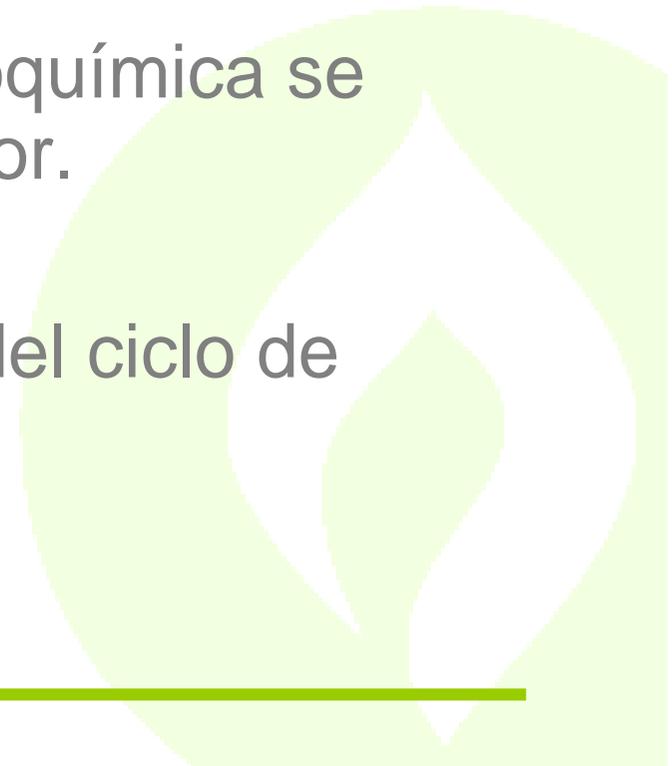
2.- PILAS DE COMBUSTIBLE

1. *Funcionamiento básico.*
2. *Esquema de funcionamiento.*
3. *Ventajas*
4. *Tipos de pilas de Combustibles*
5. *Aplicaciones diversas*

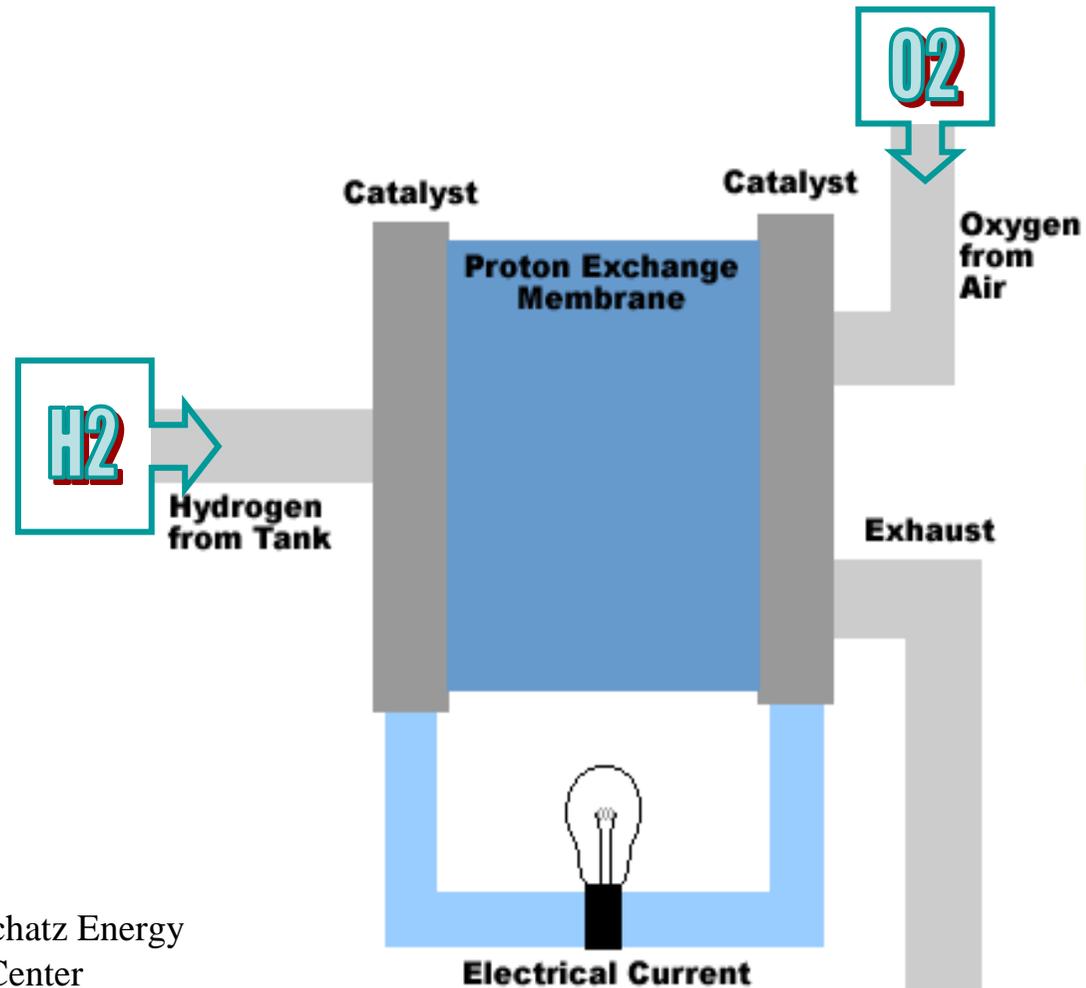


FUNCIONAMIENTO BÁSICO

- Dispositivo electroquímico que convierte la energía química de reacción directamente en energía eléctrica.
- Resultado de la reacción electroquímica se produce agua ,electricidad y calor.
- No sometida a las limitaciones del ciclo de Carnot.



Esquema de funcionamiento genérico



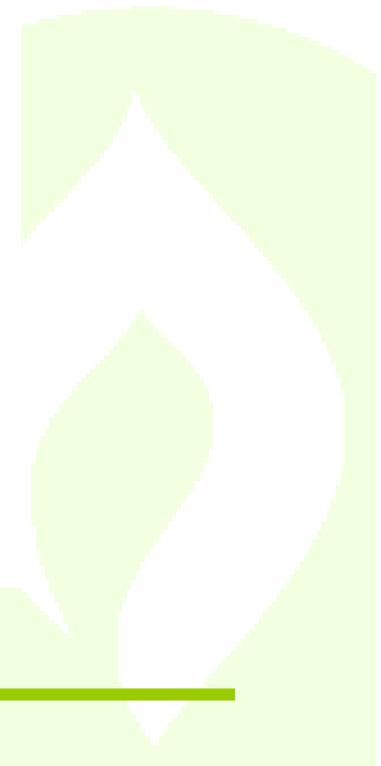
Fuente: Schatz Energy Research Center

© Schatz Energy Research Center

Electricidad

Calor

H₂O



Ventajas de las pilas de combustible

- ✓ **Beneficios medioambientales.**
 - ✓ Altas eficiencias en la utilización del combustible.
 - ✓ Emisión cero de contaminantes.
 - ✓ Reducción del peligro medioambiental inherente de las industrias extractivas.
 - ✓ Funcionamiento silencioso.

- ✓ **Beneficios técnicos.**
 - ✓ Admisión de diversos combustibles.
 - ✓ Altas densidades energéticas.
 - ✓ Bajas temperaturas y presiones de operación.
 - ✓ Flexibilidad de emplazamiento.
 - ✓ Capacidad de cogeneración.
 - ✓ Rápida respuesta a variaciones de carga.
 - ✓ Carácter modular.

- ✓ **Seguridad Energética**

- ✓ **Independencia de la red de suministro energético**

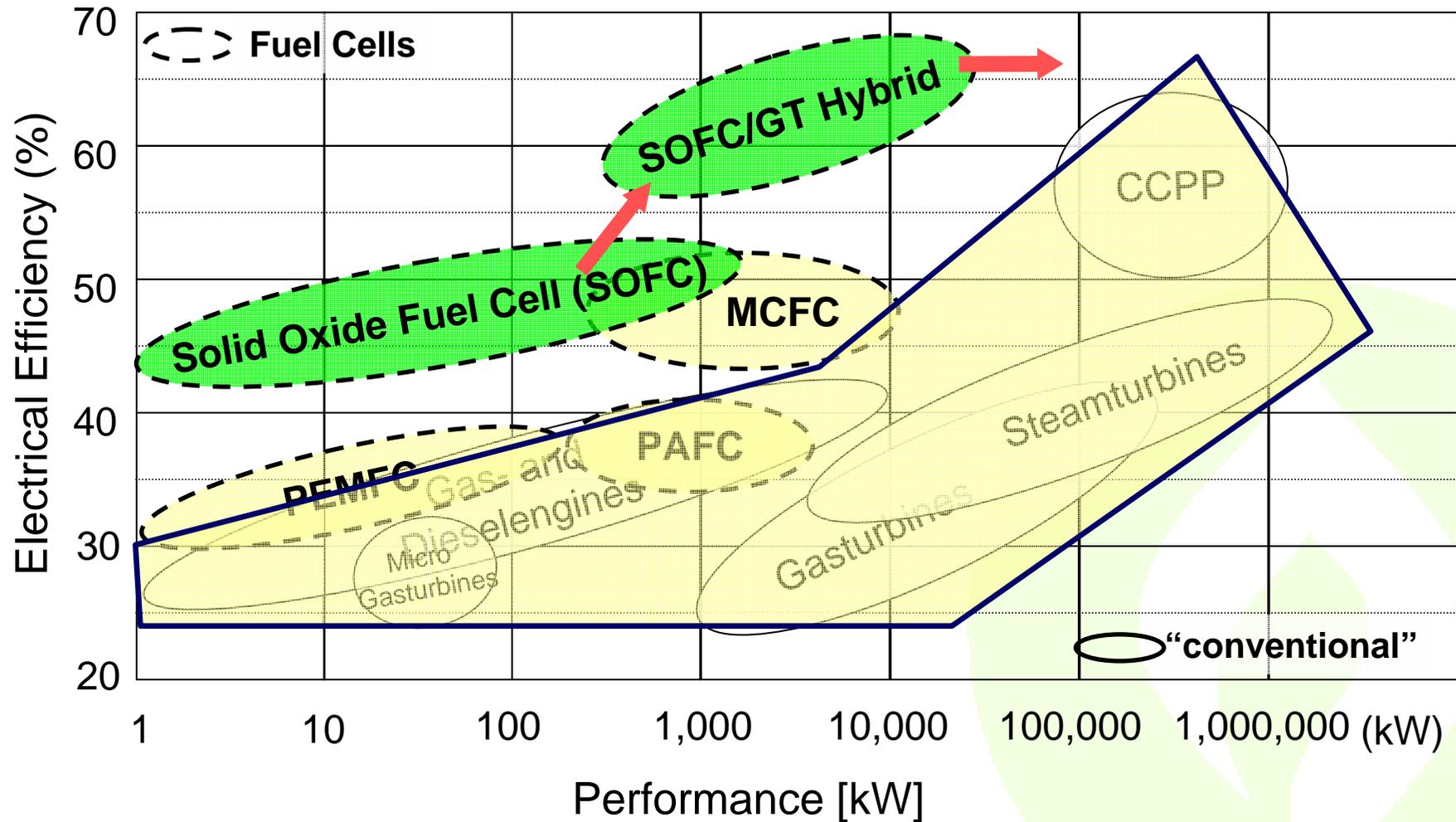
- ✓ **Pilas de combustible frente a baterías tradicionales**



Tipos de Pilas de combustible

	AFC	PEMFC	DMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Electrolito	KOH	Membrana de intercambio o protónico (Nafion®)	Membrana de intercambio o protónico	H ₃ PO ₄	Li ₂ CO ₃ / K ₂ CO ₃	ZrO ₂ / Y ₂ O ₃
Temperatura	65 – 220 °C	80 °C	80 °C	205 °C	650 °C	600–1000 °C
Ánodo	Ni Raney	Pt/C	Pt-Ru/C	Pt/C	Ni	Ni-ZrO ₂
Cátodo	Ag	Pt/C	Pt/C Mo ₂ Ru ₅ S ₅	Pt/C	NiO	LaMnO ₃ /Sr
Tiempo de encendido (h)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1 – 4	5 – 10	-
Densidad de potencia	620	420	-	250 (8 atm)	> 150	120
Eficiencia	> 50	32 – 45	30 – 40	36 – 45	43 – 55	43 – 55
H ₂	Comb	Comb	Comb	Combustible	Comb	Comb
CO	Veneno	Veneno	Veneno	Veneno	Comb	Comb
CH ₄	Diluyente	Diluyente	Diluyente	Diluyente	Comb	Comb
S	Veneno	Veneno	Veneno	Veneno	Veneno	Veneno
Rango de potencia	5 – 150 kW	5 – 250 kW	5 kW	50 kW – 11 MW	100 kW–2 MW	100 – 250 kW
Aplicaciones	Transporte, vehículos espaciales, aplicaciones militares, sistemas de almacenamiento de energía			Sistemas estacionarios de generación distribuida de potencia eléctrica y calor		

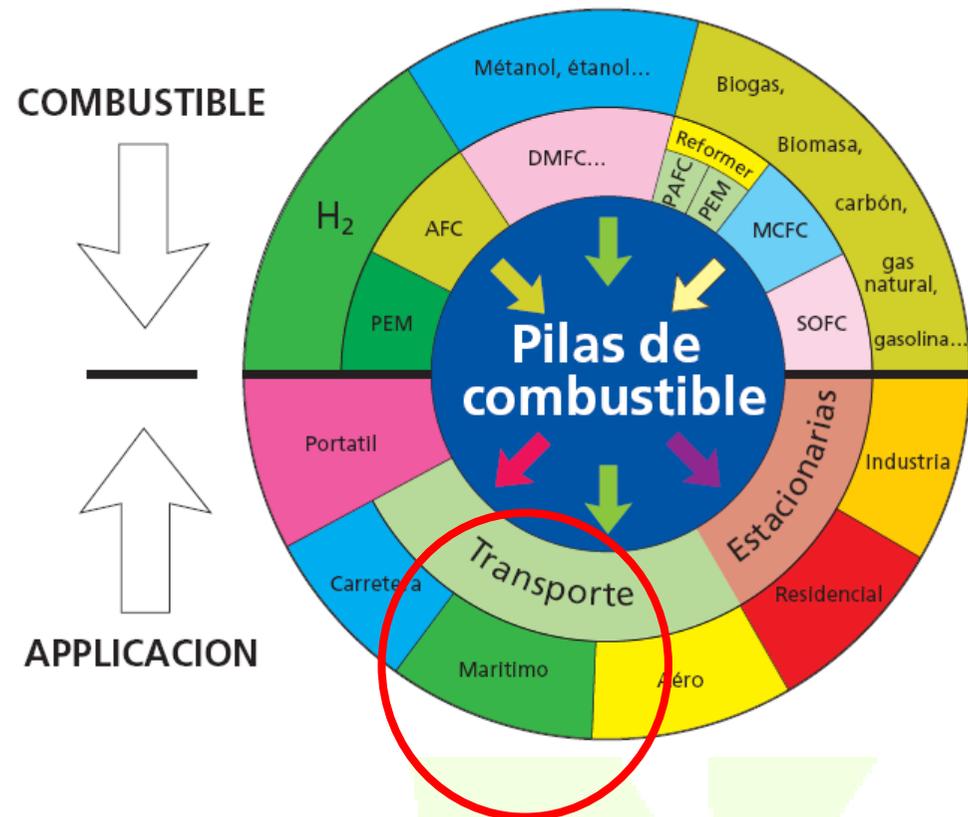
Comparativa de rendimientos



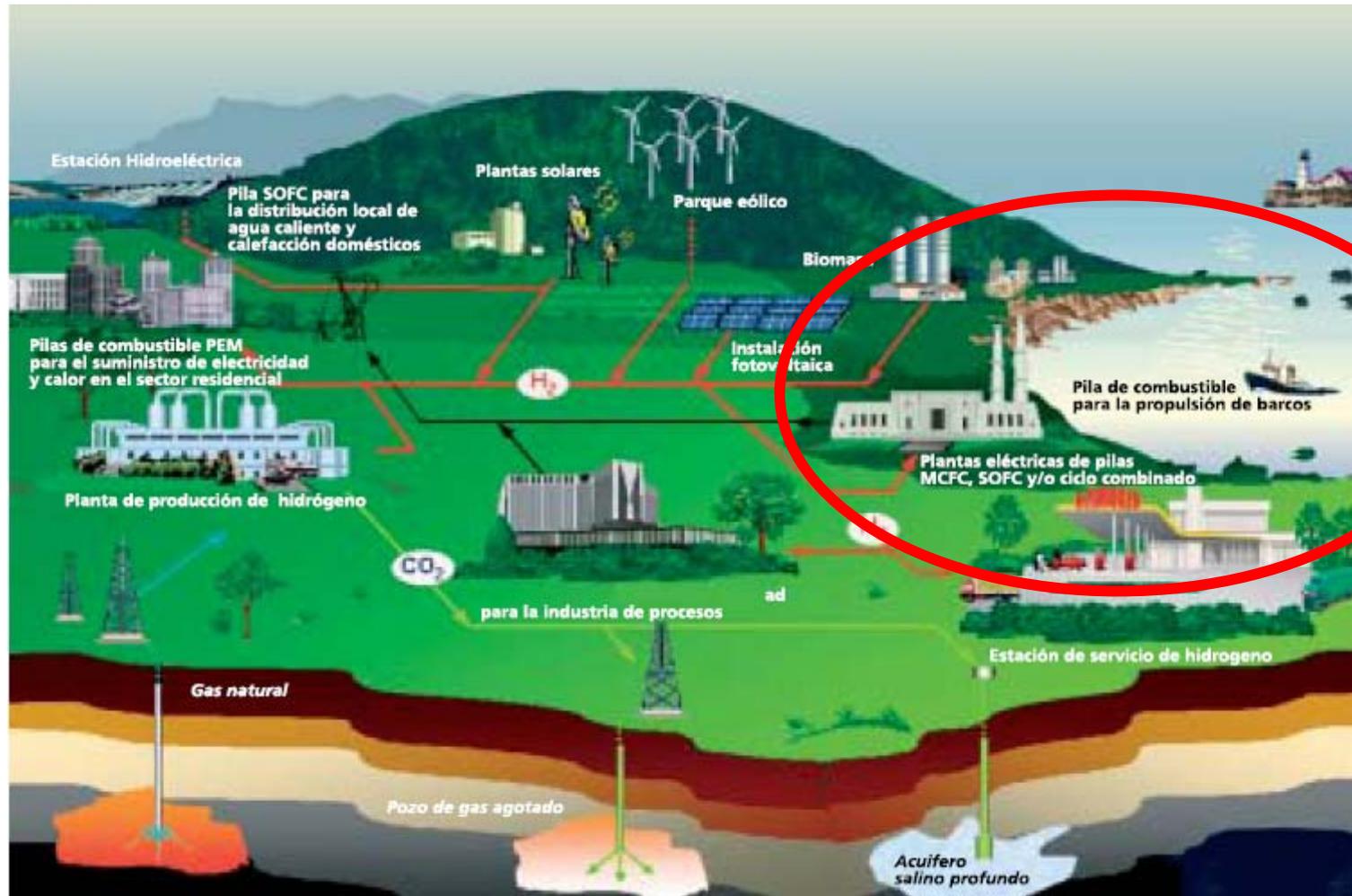
Alimentación y aplicaciones

Amplia variedad de productos:

- ✓ **dispositivos portátiles** tales como teléfonos móviles y *laptops*, que utilizarán pilas de tamaño muy pequeño,
- ✓ **aplicaciones móviles** como coches, vehículos de transporte, autobuses y buques,
- ✓ **aplicaciones estacionarias** como generadores de calor y energía en los sectores doméstico e industrial.



Esquema Posibles Aplicaciones



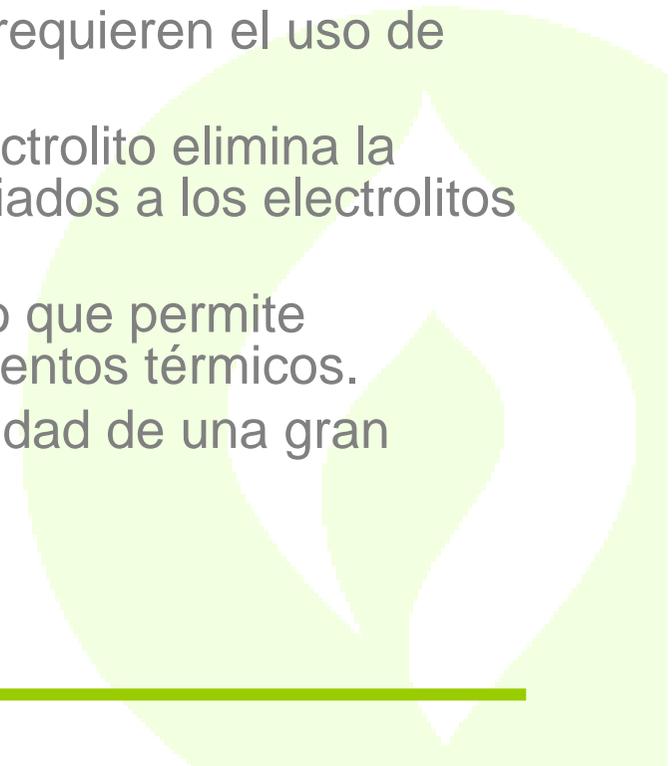
3 .- PEM APLICACIONES MÓVILES

1. *Funcionamiento básico*
2. *Esquema funcionamiento*
3. *Ventajas*
4. *Aplicaciones en puertos*
5. *Ejemplos*

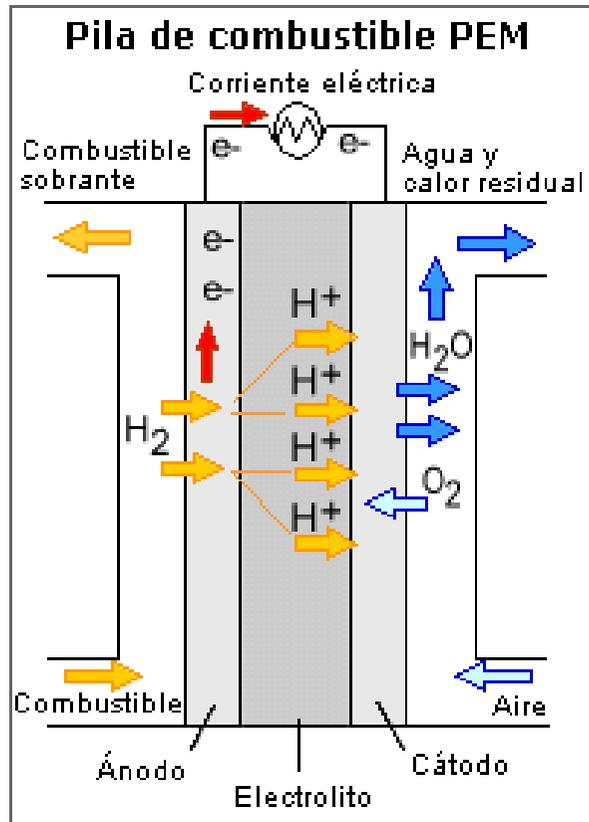


Funcionamiento básico

- La Pila de Combustible de Membrana de Intercambio protónico o Pila de Combustible Polimérica (PEM, del inglés Proton Exchange Membrane) ofrece densidades de corriente mucho mayores que las de cualquier otro tipo de pilas de combustible.
- Las Pilas PEM pueden ser alimentadas por combustibles reformados y con aire.
- Necesitan hidrógeno y oxígeno y agua, y no requieren el uso de fluidos corrosivos.
- La utilización de un polímero sólido como electrolito elimina la corrosión y los problemas de seguridad asociados a los electrolitos líquidos.
- Su temperatura de funcionamiento es baja, lo que permite arranques instantáneos y no requiere aislamientos térmicos.
- Los últimos avances apuntan hacia la posibilidad de una gran reducción de costes de esta tecnología.



Esquema de Funcionamiento básico

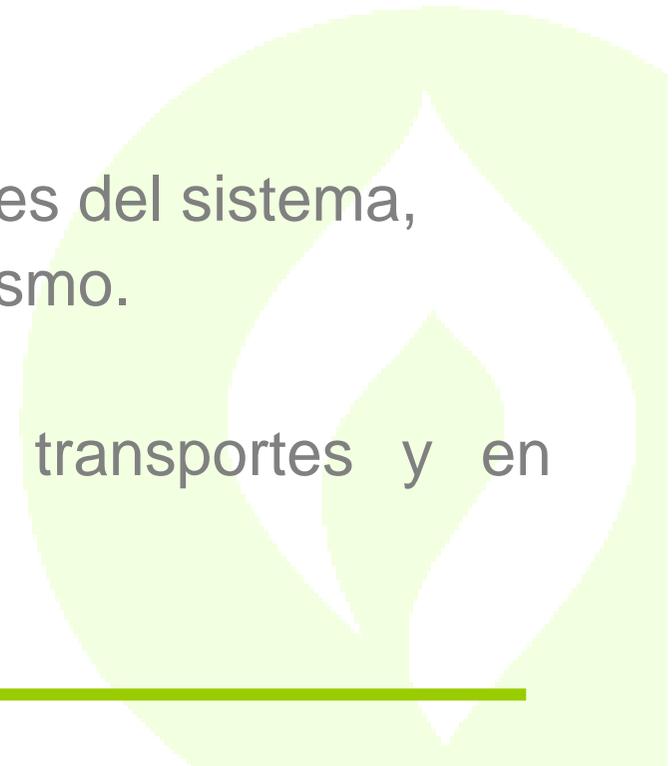


	PEMFC
Electrolito	Membrana de intercambio protónico (Nafion®)
Temperatura	80 °C
Ánodo	Pt/C
Cátodo	Pt/C
Tiempo de encendido (h)	< 0,1
Densidad de potencia	420
Eficiencia	32 – 45
H_2	Comb
CO	Veneno
CH_4	Diluyente
S	Veneno
Rango de potencia	5 – 250 kW

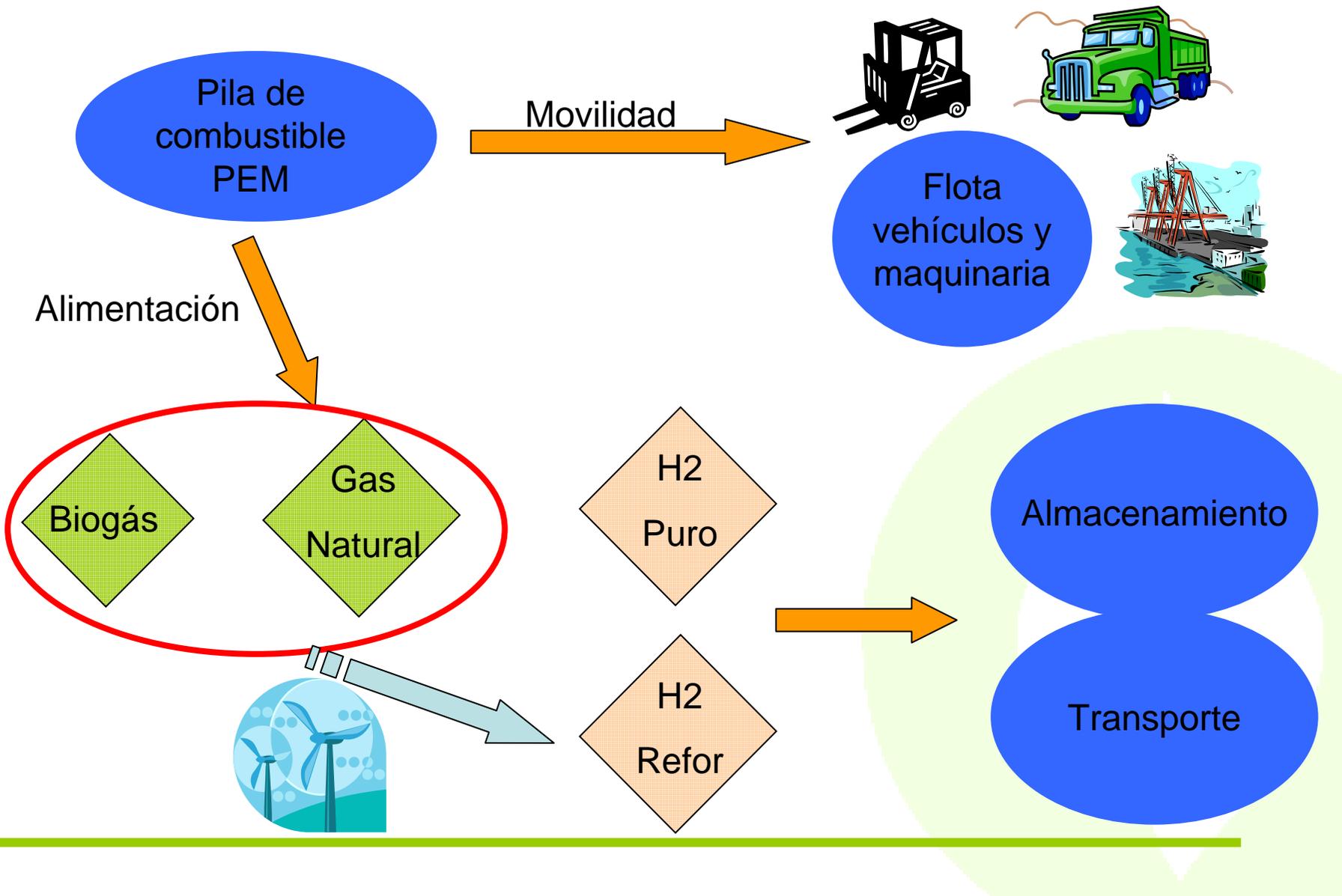


Ventajas de las pilas PEM

- ✓ proporcionan una densidad energética elevada,
 - ✓ ligeras y de tamaño pequeño,
 - ✓ electrolito sólido reduce la corrosión y problemas de manejo,
 - ✓ bajas temperaturas,
 - ✓ encendido rápido,
 - ✓ menor desgaste entre los componentes del sistema,
 - ✓ por tanto, aumenta la duración del mismo.
-
- ✓ Ideales en aplicaciones portátiles, transportes y en hogares.



Aplicaciones en puertos



Ejemplos

DCH
Velocidad máxima: - km/h
Potencia máxima del stack: 12 W
Potencia máxima del motor: - kW
Par máximo del motor: - Nm
Autonomía: -
Peso: - kg
Otros datos: la pila de



HYDROXY – HYDROXY 100
Velocidad máxima: 5,5 km/h
Potencia máxima del stack: 100 W (PEMFC)
Potencia máxima del motor: - kW
Par máximo del motor: - Nm
Autonomía: -
Peso: 40

SIEMENS / HDW – 221A
Velocidad máxima: 145 km/h
Potencia máxima del stack: 300 kW (PEMFC)
Potencia máxima del motor: 50 kW
Par máximo del motor: 239 Nm
Autonomía: 15 días
Peso: - kg



4 .- SOFC APLICACIONES ESTACIONARIAS

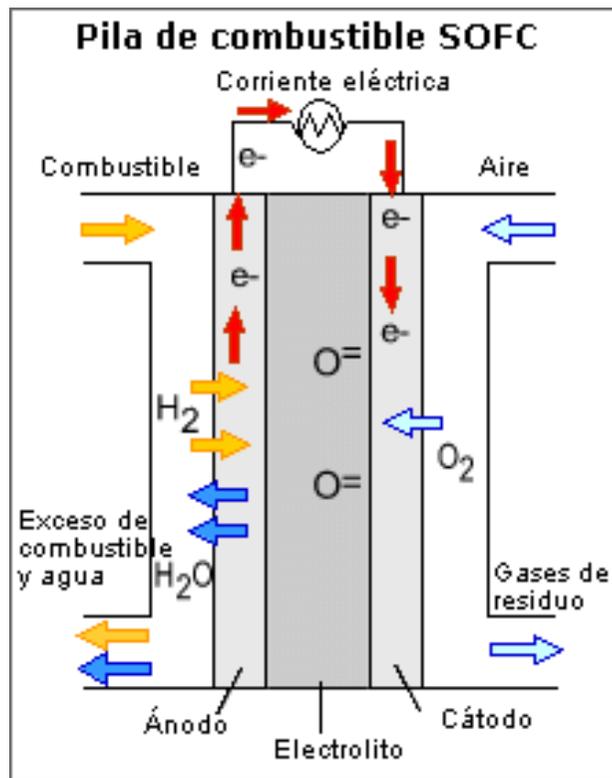
1. *Funcionamiento básico*
2. *Esquema funcionamiento*
3. *Ventajas*
4. *Aplicaciones en puertos*
5. *Ejemplos*



Funcionamiento básico

- Estas celdas operan entre 900- 1000°C, temperatura a la que tiene lugar la conducción iónica de iones oxígeno.
- Ánodo es una mezcla de cerámico y metal, Ni-ZrO₂,
- Cátodo, una manganita de lantano dopada con estroncio o selenio.
- Debido a su alta temperatura de trabajo, pueden utilizar el calor residual que generan en el proceso de reformado del combustible.
- La posibilidad de trabajar a mayor densidad de corriente y sin problemas de corrosión, las convierten en una alternativa interesante y como la más prometedora en pilas de combustible de alta temperatura.

Esquema de funcionamiento



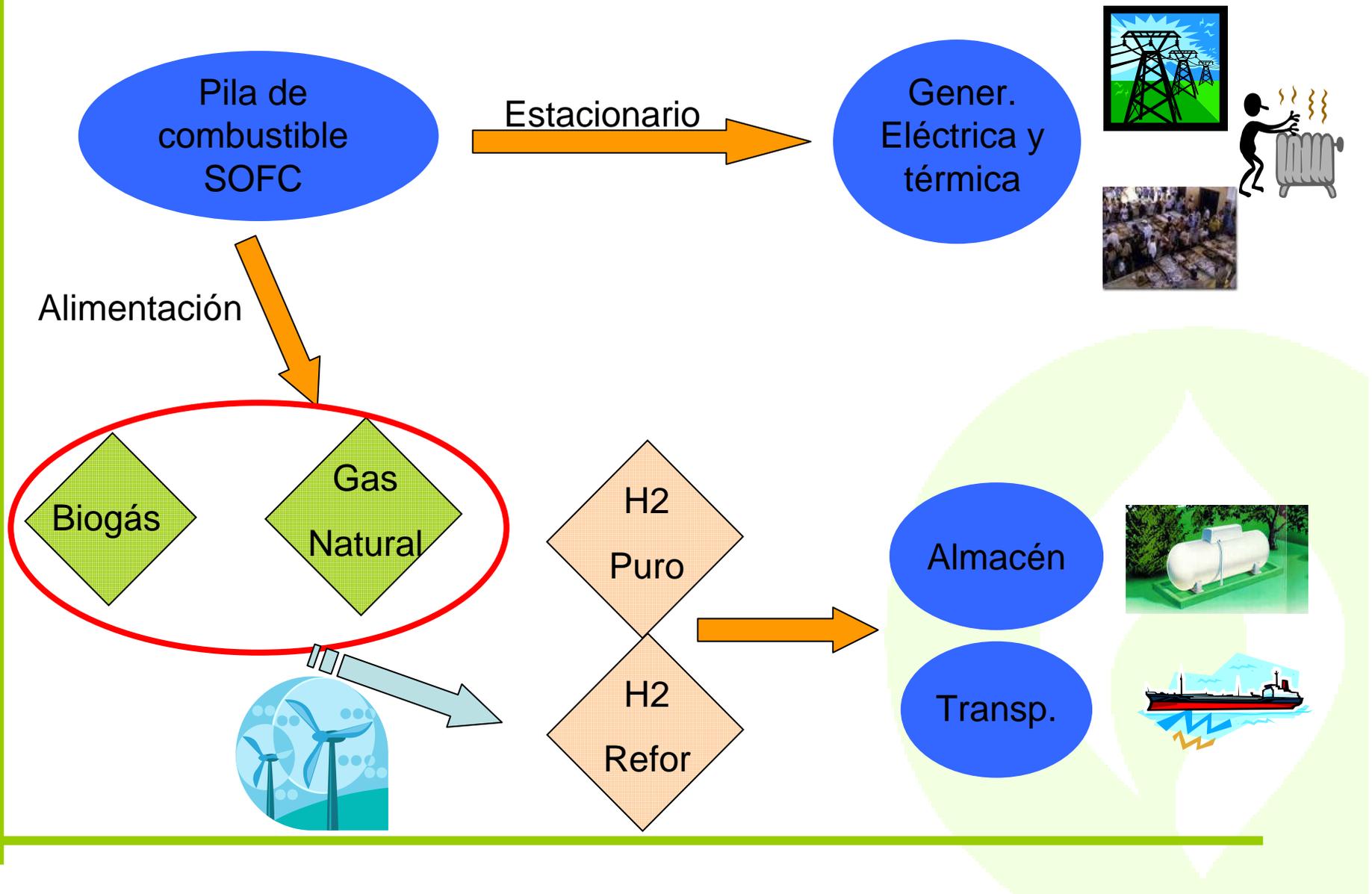
	SOFC
Electrolito	ZrO_2 / Y_2O_3
Temperatura	600–1000 °C
Ánodo	Ni-ZrO ₂
Cátodo	LaMnO ₃ /Sr
Tiempo de encendido (h)	-
Densidad de potencia	120
Eficiencia	43 – 55
H ₂	Comb
CO	Comb
CH ₄	Comb
S	Veneno
Rango de potencia	100 – 250 kW



Ventajas de las SOFC

- ✓ Trabajan a altas temperaturas, el calor de rechazo permite trabajar con turbinas de gas o vapor o para cogenerar.
- ✓ Electrolito Sólido, la construcción de cerámica sólida de la celda ayuda al problema de corrosión caracterizado por las celdas de electrolito líquido.
- ✓ El diseño de la celda presenta formas tubulares o planas.
- ✓ La ausencia de líquido también elimina el problema de movimiento del electrolito y no inunda los electrodos.
- ✓ Las reacciones cinéticas de la celda son rápidas.

Aplicaciones en puertos



Ejemplos



ACUMENTRICS

Tipo de producto: Sistemas de recuperación, sistemas de telecomunicaciones, generación distribuida, lugares aislados, aplicación residencial, comercial, industrial y militar.

Estado: Comercial

Tipo: SOFC

Combustible: gas natural (estándar), propano, etanol, metanol, hidrógeno (opcional)

Potencia eléctrica: 2 kW – 100 kW

Potencia térmica: 4.000 W

Eficiencia eléctrica: 40 – 50 %

Eficiencia global la planta: 75 %



ACUMENTRICS

Tipo de producto: Sistemas de recuperación, sistemas de telecomunicaciones, generación distribuida, lugares aislados, aplicación residencial, comercial, industrial.

Estado: Investigación

Tipo: SOFC

Combustible: biogas, hidrógeno (opcional)

Potencia eléctrica: 5kW

Eficiencia eléctrica: 40 – 50 %

Eficiencia global la planta: 75 %

SIEMENS POWER GENERATION

Tipo de producto: aplicación industrial con cogeneración

Estado: en pruebas

Tipo: SOFC

Combustible: gas natural

Potencia eléctrica: 25 – 100 kW

Potencia térmica: -

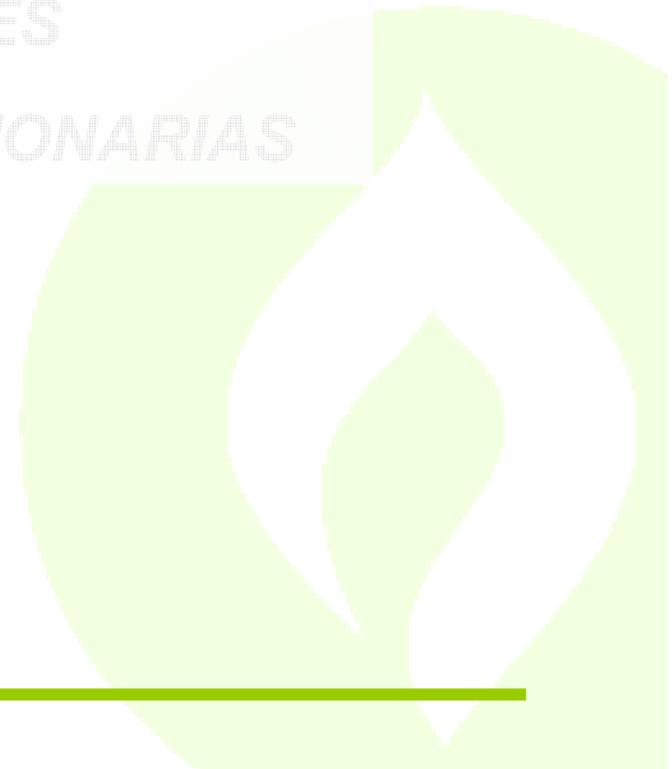
Eficiencia eléctrica: 47 – 50 %

Eficiencia de la planta: >80 %



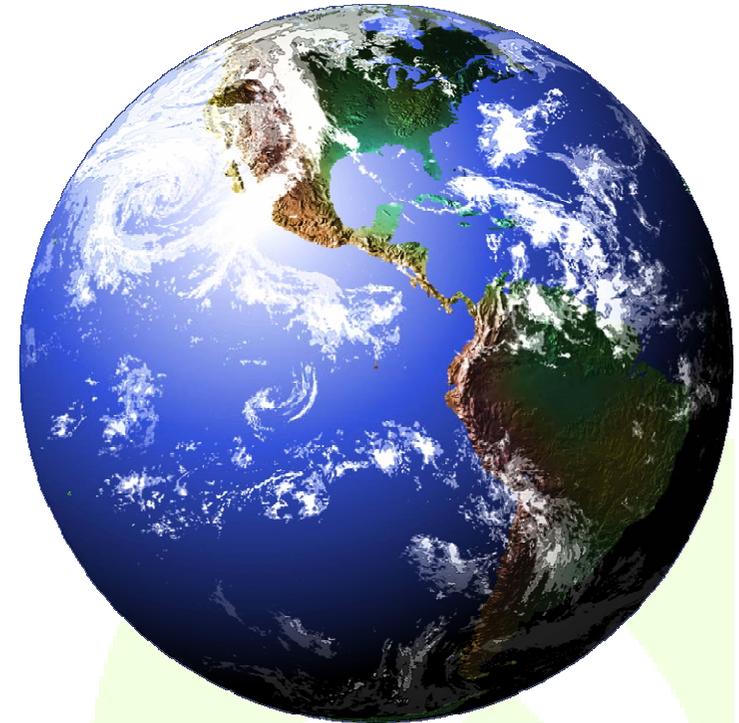
5 .- CONCLUSIONES

1. *BIOGAS FUEL CELL S.A.*
2. *PILAS DE COMBUSTIBLE*
3. *PEM APLICACIONES MOVILES*
4. *SOFC APLICACIONES ESTACIONARIAS*
- 5. CONCLUSIONES**

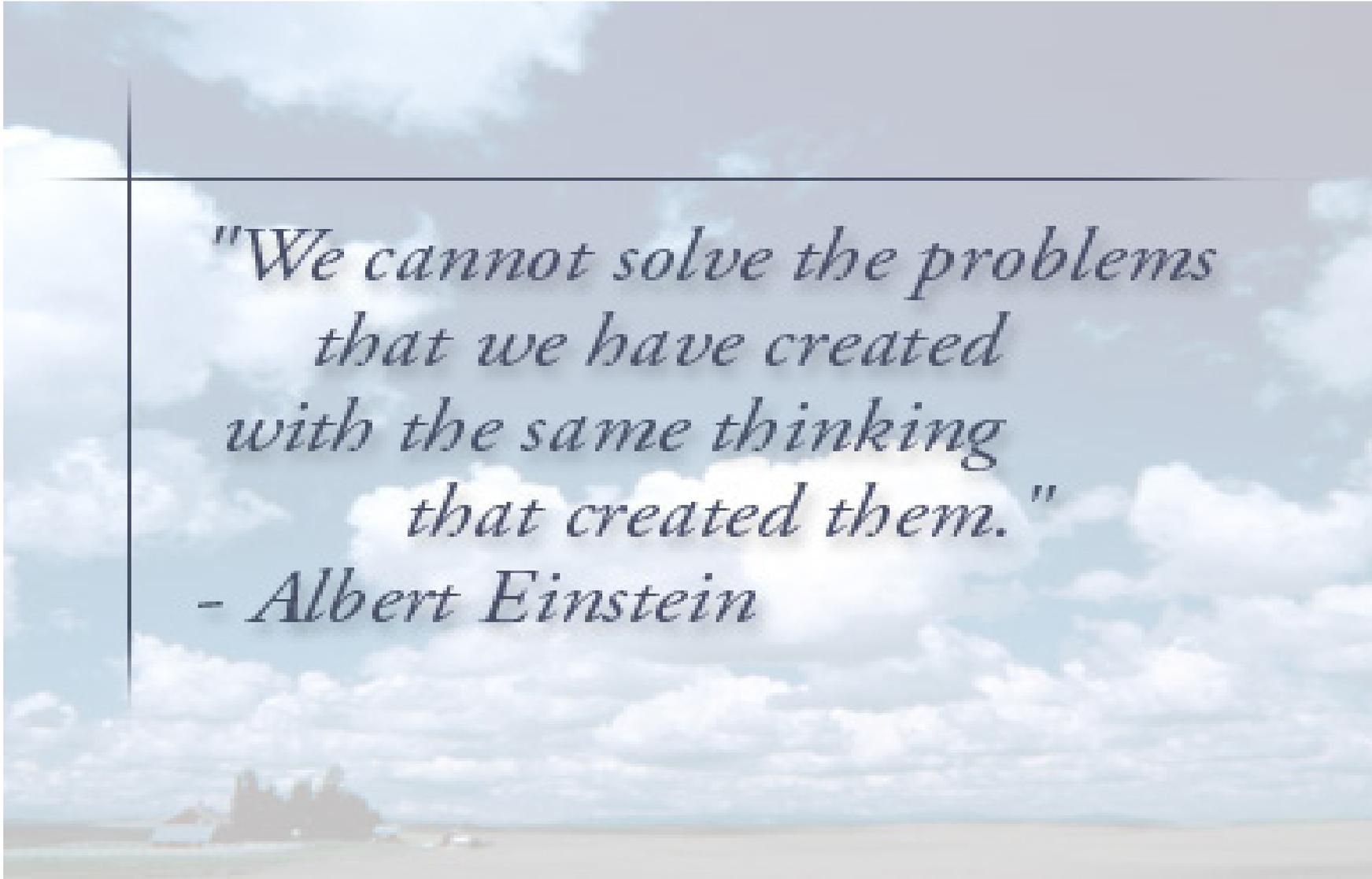


Conclusiones

- Son una alternativa ecoeficiente en la generación de energía eléctrica
- Marco regulatorio eléctrico
- Si bien es cierto que los costos de instalación son elevados, las pruebas que se han realizados han demostrados que los costos de operación y mantenimiento son mínimos.



Cita Final



*"We cannot solve the problems
that we have created
with the same thinking
that created them."
- Albert Einstein*

SD-24. "IV Foro Portuario. Criterios de ecoeficencia portuaria" organizada por Puertos del Estado.

PILAS DE COMBUSTIBLE,
¿APLICACIÓN EN PUERTOS?

Luis Fdo. Navedo Natal
Director I+D , Biogás Fuel Cell