

Infraestructuras de repostaje de H₂: modalidades y situación actual.



3 de junio de 2019



Índice



1. Contexto: transición energética
2. El Hidrógeno y su papel en la transición energética.
3. El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte.
4. Infraestructuras de repostaje de hidrógeno.
5. Planes de movilidad a nivel internacional.
6. Actividad de Enagás en H₂.
7. Conclusiones.

1.- Contexto: transición energética



Objetivos a 2030	Europa	España
Eficiencia energética	32,50%	39,60%
Renovables en consumo final	32%	42%
Reducción GEI respecto 1990	40%	21%



➤ Políticas de protección del medio ambiente:

- Tanto desde una componente más global de **cambio climático** (CO2...) como desde el punto de vista local de **polución urbana** (NOx, partículas...).

➤ Políticas de sostenibilidad económica y de seguridad de suministro energético:

- Disminuyendo la dependencia de terceros a la hora de disponer de los combustible fósiles actuales.



"Madrid activa el protocolo de contaminación y reduce a 70 km/h la velocidad en la M-30".
El Confidencial. 14/01/2019.c



"Barcelona pierde la batalla contra la contaminación".
El País. 2/03/2019.

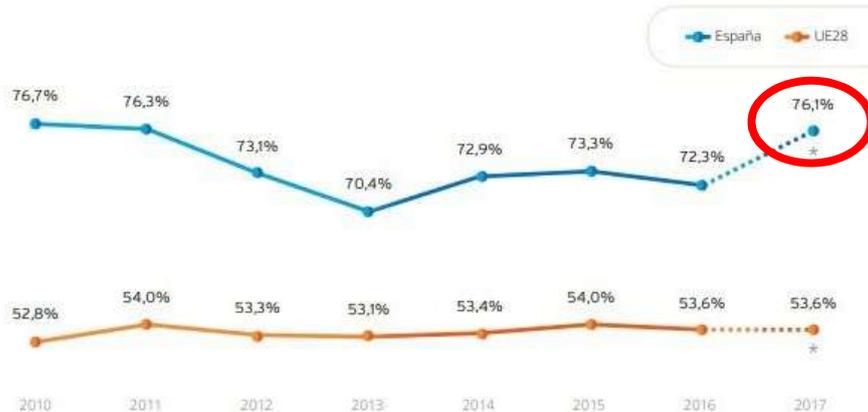
1.- Contexto: transición energética



Gráfico
2.6

Dependencia energética

Fuente: Eurostat, MINETAD, CARBUNION y APPA Renovables



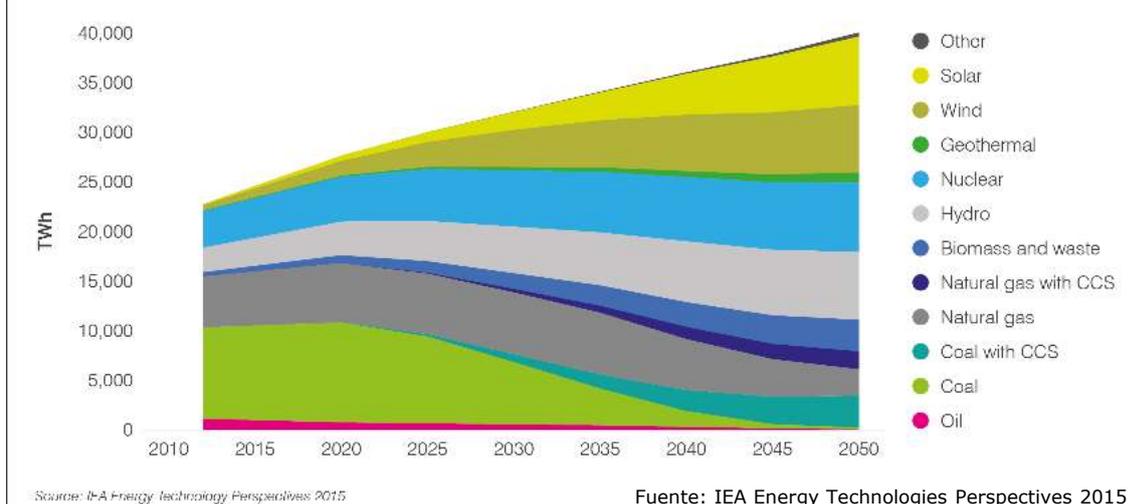
* Estimación APPA Renovables

<https://www.appa.es/>

1.- Contexto: transición energética



International Energy Agency (IEA) 2°C Scenario: contribution to global electricity in 2050

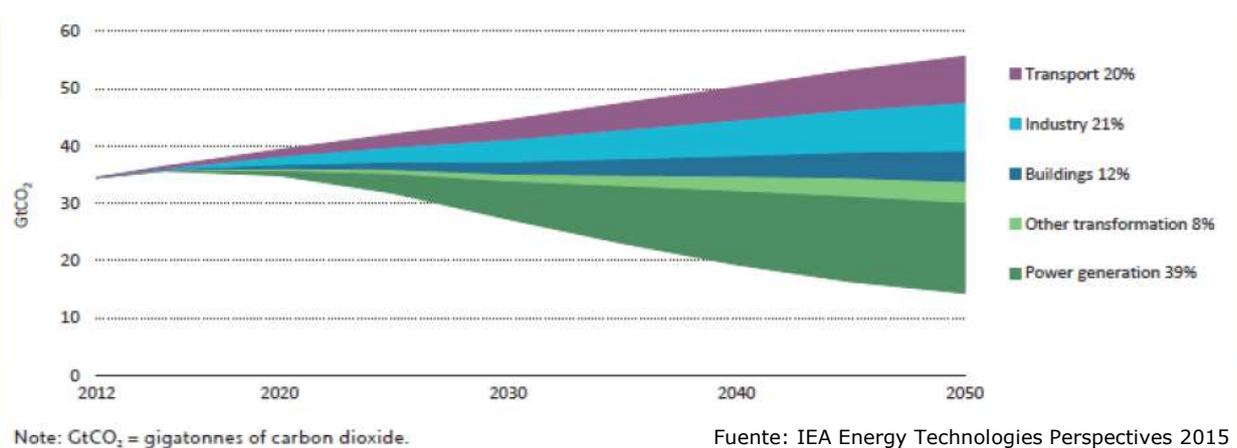


IEA 2°C scenario From the Harmony booklet

1.- Contexto: transición energética



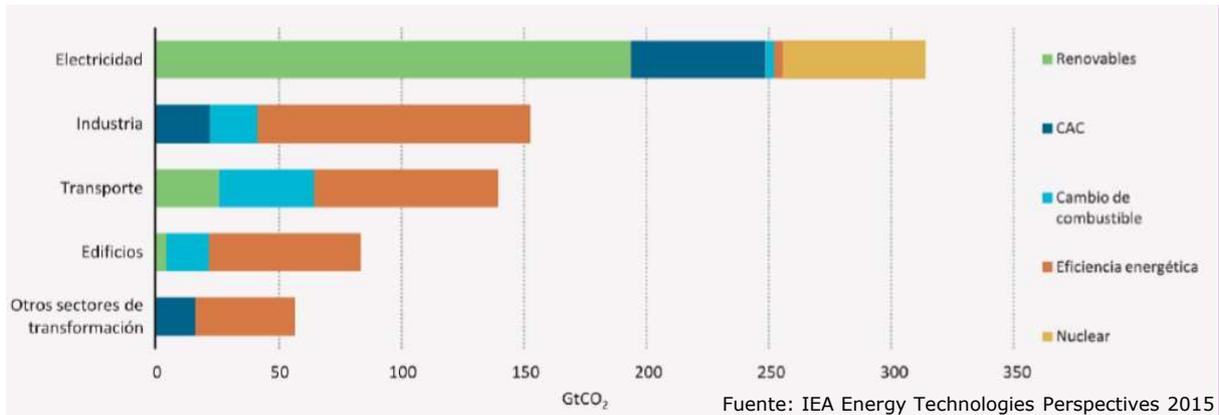
International Energy Agency (IEA): Energy-related carbon emission reductions by sector in ETP 2DS 2°C



1.- Contexto: transición energética



International Energy Agency (IEA) 2°C Scenario: reducciones acumuladas de CO2 por sector y tecnología para 2050



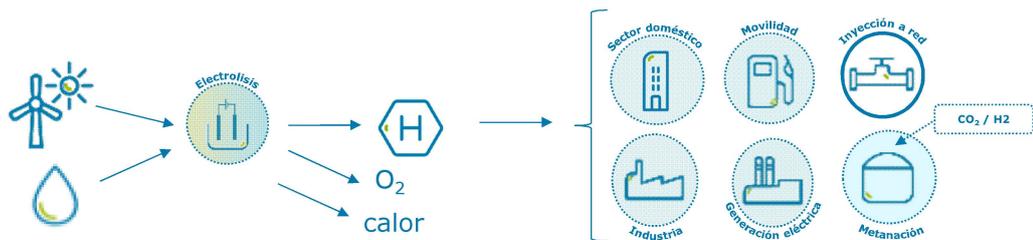
2

2.- El Hidrógeno y su papel en la transición energética



Vector Energético:

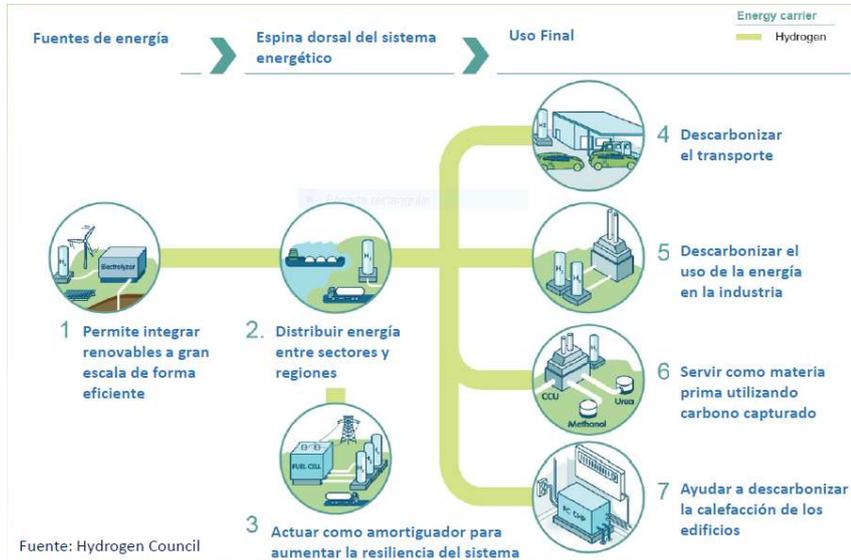
- Presente en hidrocarburos, alcoholes y agua.
- Hay que producirlo, a partir de:
 - Reformado de gas natural > 95%.
 - **Electrolisis del agua**
 - En investigación: a partir de gasificación de biomasa, ciclos termoquímicos del agua, ciclos bio o foto...
- Combustible con mayor energía por unidad de masa:
 - PCI: 120 MJ/kg
 - PCS: 141,86 MJ/kg
- Permite almacenamiento de energía renovable contribuyendo a la descarbonización del sector eléctrico.
- Sector transporte:
 - Emisiones locales nulas cuando se usa en FCEV
 - Emisiones nulas cuando se obtiene a partir de EERR.



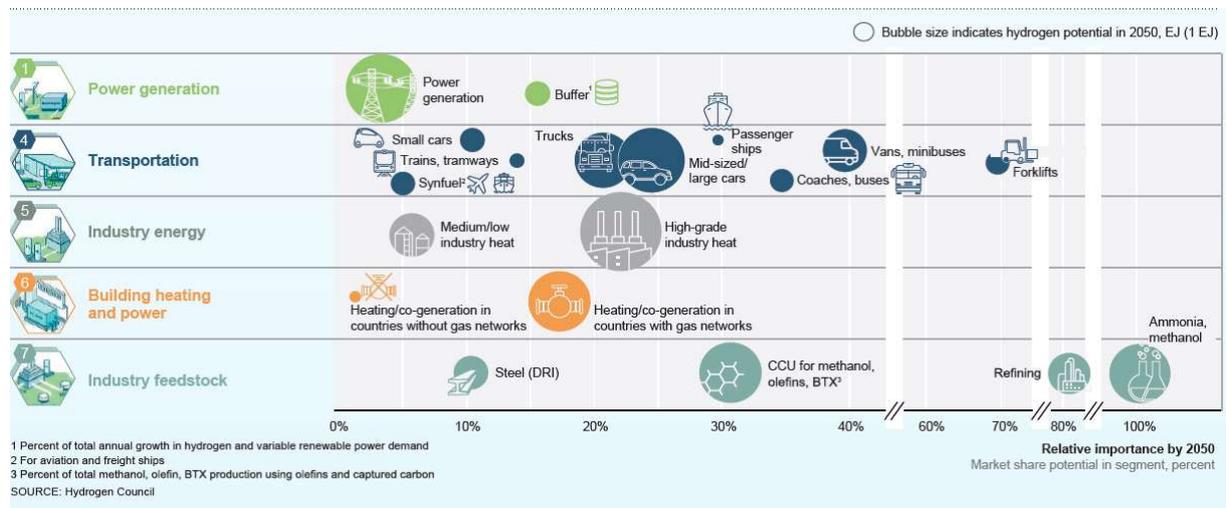
2.- El Hidrógeno y su papel en la transición energética



7 funciones del H2 en la descarbonización de los principales sectores de la economía:

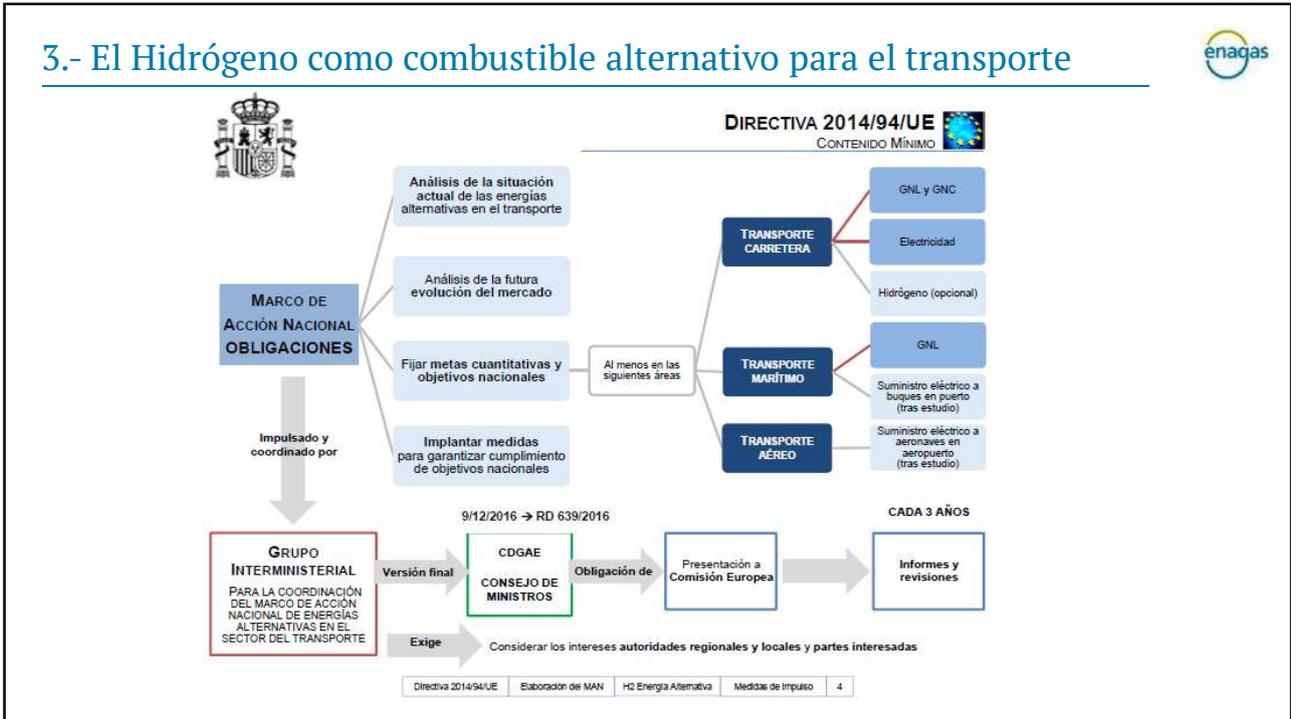


3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte

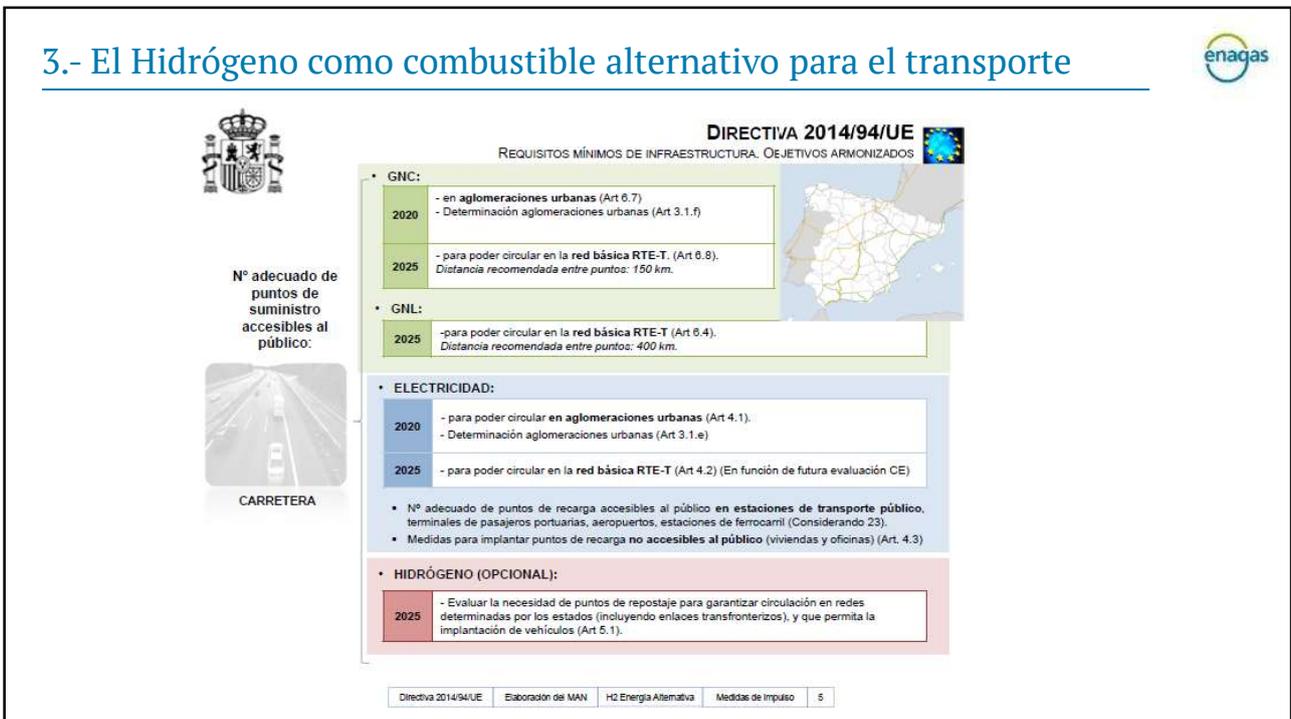


Perspectivas de despliegue de hidrógeno en todos los sectores a 2050
 (Fuente: Hydrogen Europe, febrero 2018)

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



DIRECTIVA 2014/94/UE

REQUISITOS MÍNIMOS DE INFRAESTRUCTURA. OBJETIVOS ARMONIZADOS



MARÍTIMO



AÉREO

INFORMACIÓN A USUARIOS (Art 7)

- GNL:**
 - 2025** N° adecuado puntos repostaje en puertos marítimos red básica RTE-T (Art 6.1).
 - 2030** N° adecuado puntos repostaje en puertos interiores de la red básica RTE-T (Art 6.2).
- ELECTRICIDAD:**
 - 2025** Evaluar la necesidad de suministro de electricidad en puertos para buques atracados, prioritariamente en la red básica RTE-T (Art 4.5).
- ELECTRICIDAD:**
 - Evaluar el suministro eléctrico en aeropuertos para aeronaves estacionadas (Art 3.1.h).
- Información sobre vehículos de motor que pueden repostar con cada tipo de combustible.
 - Disposiciones de etiquetado sobre energías alternativas (EESS, vehículos, etc.)
 - Energías disponibles en las estaciones de repostaje y compatibilidades.
 - Información al usuario de precios comparados según procedimiento a definir por la CE
 - Datos sobre ubicación geográfica de puntos de suministro accesibles al público.

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



EL HIDRÓGENO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA

CARACTERÍSTICAS



EL HIDRÓGENO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS



EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO

- Dos aplicaciones: pilas de combustible y motores de combustión interna.

PRODUCCIÓN Y CONSUMO

- Hasta la fecha, el hidrógeno se destina mayoritariamente a usos industriales y se produce mayoritariamente por reformado de gas natural en las refinerías.
- España presenta gran potencial de producción de hidrógeno por electrólisis a partir de renovables (las energías renovables aportaron en 2015 el 37% de la producción eléctrica peninsular y un 43% en 2014)

EMISIONES

- De "tanque a rueda": Emisiones NULAS → Sólo se emite vapor de agua y calor.
- De "pozo a rueda": Las emisiones varían según el proceso de obtención del hidrógeno
 - Reformado de gas natural: Puede presentar menor huella de carbono que gasolina/diesel
 - Electrólisis: Emisiones asociadas al mix nacional de generación eléctrica
 - Mejor solución: Electrólisis con garantía de que la electricidad ha sido producida con energías renovables (Hidrógeno verde).

FISCALIDAD

Actualmente el hidrógeno utilizado en vehículos eléctricos de pila de combustible (FCEV) no está sometido a fiscalidad.

APLICACIONES DEL HIDRÓGENO EN EL TRANSPORTE

	T. CARRETERA	T. MARÍTIMO	T. FERROVIARIO	T. AÉREO
HIDRÓGENO	Turismos y autobuses de pila de combustible (FCEV)	Proyectos experimentales	Proyectos experimentales	Proyectos experimentales

RAZONES PARA SU DESPLIEGUE:

- Disminución significativa en las emisiones (tanto de GEI como de contaminantes locales).
- Reducción dependencia energética lo que contribuye a la seguridad suministro y mejora la balanza comercial.
- Autonomía similar a los vehículos gasolina/diesel → 500-600 km en turismos y 350 km en autobuses.
- Tiempo de repostaje similar a los vehículos gasolina/diesel → 3 minutos para el llenado de un turismo (5kg) a 700 bar.
- Aprovechamiento del potencial renovable español → Permite la producción de hidrogeno verde (100% renovable) y mejora la gestión de las energías renovables intermitentes (eólica y solar).
- Desarrollo regional dado que el hidrogeno puede ser producido localmente.

LIMITACIONES A SUPERAR:

- Precio de los vehículos → Turismos de media 50.000-60.000€. Actualmente sólo las marcas Hyundai (modelo ix35) y Toyota (modelo Mirai) comercializan vehículos en la UE. El modelo de Honda (Clarity) está pendiente de poder ser matriculado en España. Los fabricantes europeos (BMW, Mercedes, VW y Audi) prevén iniciar su comercialización a partir de 2017-2020.
- Gran variabilidad del precio de venta del hidrógeno según el proceso productivo (reformado de gas natural, electrólisis, etc.) y de la logística.
- Elevadas inversiones en la infraestructura de suministro → Hidrogenera con producción in situ: 1,5 ME.
- España es un país muy extenso con núcleos de población dispersos → Elevado nº de hidrogeneras necesario para garantizar desplazamientos
- Concienciación medioambiental de los potenciales usuarios y reticencias en materia de seguridad (700 bares).

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



EL HIDRÓGENO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA SITUACIÓN EN EL TRANSPORTE Y EVOLUCIÓN PREVISTA



• **INFRAESTRUCTURA DE REPOSTAJE EXISTENTE**: 6 hidrogeneras

CCAA	Ubicación	Año de apertura	Estado de operación	Tipo Acceso	Operador de la estación
ANDALUCÍA	Santúcar la Mayor (Sevilla)	2010	En operación	Accesible para público	Abengoa
	Puerto de Sevilla (Sevilla)	2015	En operación	Accesible para el público	Abengoa
ARAGÓN	Valdespartera (Zaragoza)	2008	En operación	Uso restrictivo	Expo Zaragoza Empresarial, S.A.
	Ctra Zaragoza-Huesca km 75 (Huesca)	2010	En operación	Accesible para el público	Fundación del Hidrogeno de Aragón
CASTILLA LA MANCHA	La Torreica (Albacete)	2012	En operación	Accesible para el público	AJUSA
	Puertollano (Ciudad Real)	2016	En operación	Accesible para el público	CNH2



2019-2020

MARCO DE ACCIÓN NACIONAL DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE

DESARROLLO DEL MERCADO E IMPLANTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO.

EN CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, DE 22 DE OCTUBRE DE 2014.

14 de octubre de 2016

COMBUSTIBLES	PARQUE		INFRAESTRUCTURA ACCESIBLE PÚBLICO (Nº de estaciones)	
	ACTUAL (Aprox.)	ESTIMADO 2020	ACTUAL	ESTIMADO 2020
GNC (ligeros y camiones urbanos)	4.400	17.200	34	85 (20 en construcción y 31 en proyecto)
GNL (camiones pesados)	250	800	15	44 (9 en construcción y 20 en proyecto)
ELECTRICIDAD (ligeros)	18.200	150.000	1.660	3.300
GLP (ligeros)	50.000	200.000 - 250.000	468	800-1.000
HIDRÓGENO (ligeros y autobuses urbanos)	Proyectos Demostración	500	6	20 (4 en proyecto)
BIOCARBURANTES	-	-	100 (87 de biodiesel B-7 y 13 de bioetanol E-5)	100

Evolución marcada por el Real Decreto 1085/2015, de diciembre, de fomento de los biocarburos

Directiva 2014/94/UE	Elaboración del MAN	H2 Energía Alternativa	Medidas de impulso	9
----------------------	---------------------	------------------------	--------------------	---

COORDINADO POR SECRETARÍA GENERAL DE INDUSTRIA Y DE LA PRODUCCIÓN Y MEDIANA EMPRESA PRESIDENCIA DEL GRUPO INTERMINISTERIAL

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte

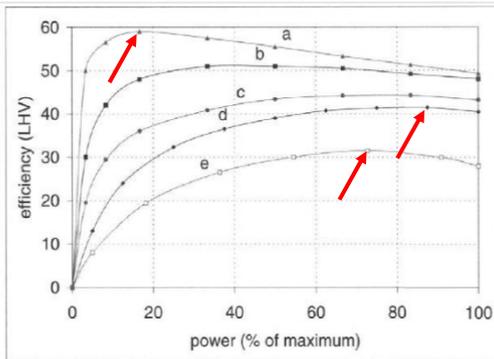
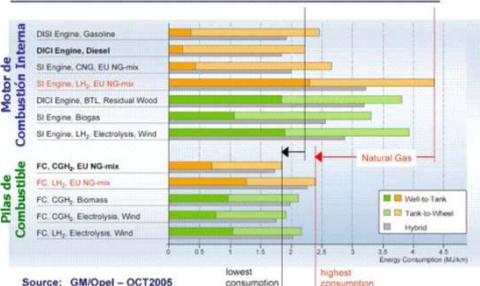


FIGURE 10-2. Comparison of the efficiency of fuel cells and internal combustion engines:

- a) fuel cell system operating at low pressure and low temperature;
- b) fuel cell system operating at high pressure and high temperature;
- c) fuel cell system with an onboard fuel processor;
- d) compression ignition internal combustion engine (diesel);
- e) spark ignition internal combustion engine (gasoline).

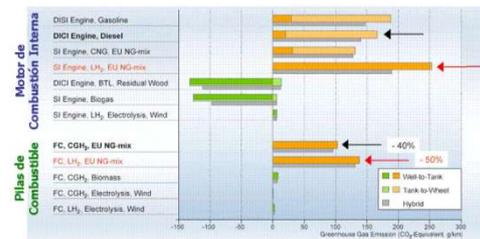
Ref.: Frano Barbir, PEM Fuel Cells: Theory and Practice.

Consumo de Energía "Pozo a Rueda"



Source: GM/Opel - OCT2005

Emisiones de Gases Inverandero en Perspectiva "Pozo a Rueda"

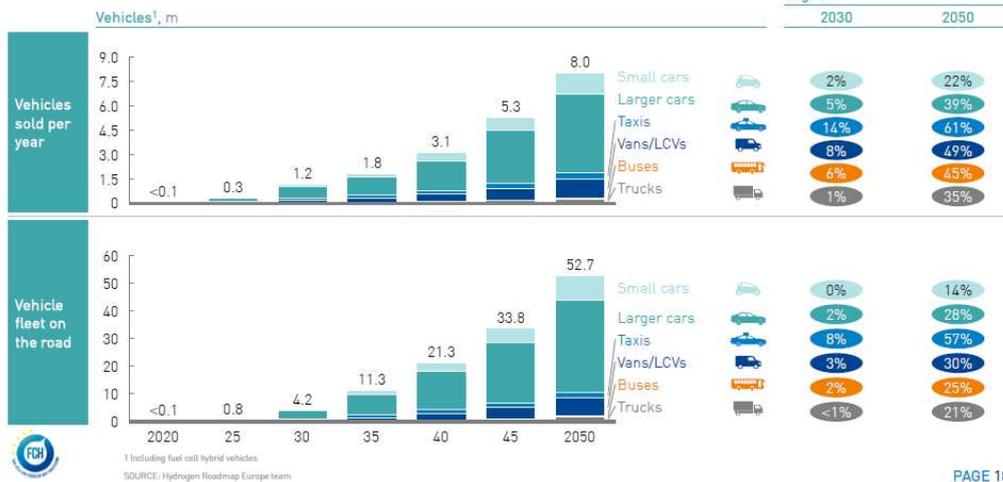


Source: GM/Opel - OCT2005

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



CARS ARE MANUFACTURED IN THE GREATEST QUANTITIES AND ACHIEVE SIGNIFICANT PENETRATIONS IN COMMERCIAL FLEET CATEGORIES

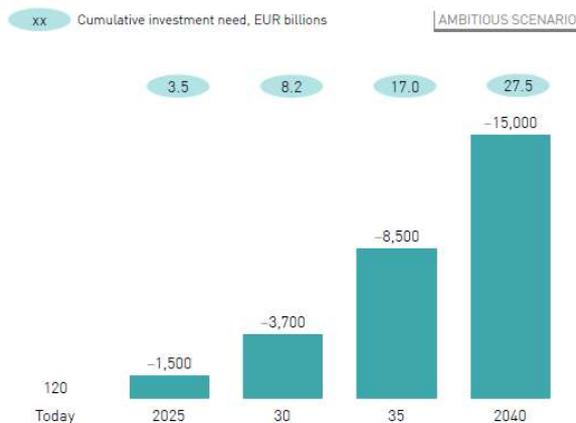


3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



THE EQUIVALENT OF ~3,740 REFUELING STATIONS WOULD BE REQUIRED BY 2030, IMPLYING INVESTMENT NEEDS OF EUR ~8.2 BN

Required large HRS¹, number

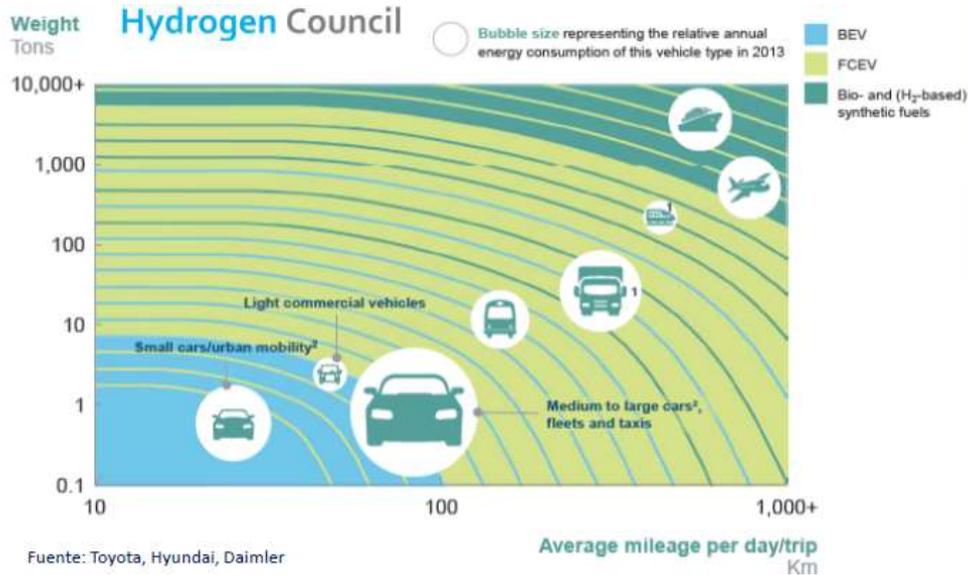


Current and planned HRS in Europe

HRS in operation² Number of HRS announced and/or planned until 2025



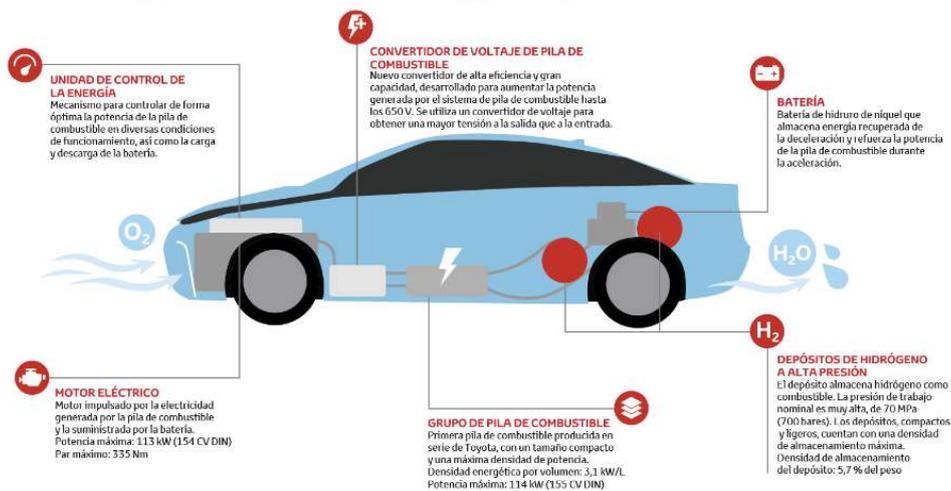
3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



Explicación de la tecnología de pila de combustible



Nuestro sistema de pila de combustible es en realidad un paso más en la evolución de nuestra tecnología híbrida, en la que una pila de combustible de hidrógeno ocupa el lugar del motor de gasolina. La pila de combustible produce electricidad que alimenta el motor que propulsa el vehículo, todo ello sin más emisiones que vapor de agua.

Fuente: Toyota

3.- El Hidrógeno como combustible alternativo para el transporte



Toyota Mirai



Hyundai Nexo



Kangoo. Symbio FC.



Coradia iLint de Alstom



Energy Observer. Toyota



Element One. HES Energy Systems



Proyecto Hype. STEP.



Toyota



Van Hool & Ballard



Hydrogenesis. Auriga Energy.

4.- Infraestructuras de repostaje de hidrógeno

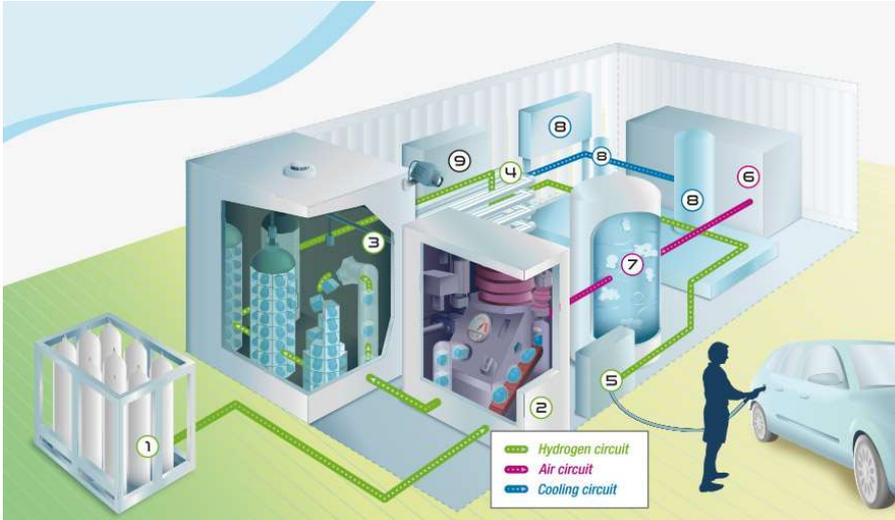
- **FASE INICIAL:** Demanda reducida y localizada:
 - Producción localizada en el punto de consumo:
 - Producción de H₂ in situ en la estación de servicio o
 - Suministro de H₂ por botellas.
 - Gestión de flotas cautivas (carretillas elevadoras, autobuses, taxis, etc).
- **FASE MADURA:** Red mínima de puntos de suministro existente:
 - Producción en plantas centralizadas.
 - Transporte de H₂ a destino a través de camiones (≈ 600 bares) o gasoductos.



EL200N	
40 ft	1 MW
200 Nm ³ /h H ₂	
435 kg/day H ₂	
~90 coches/día	
Flota >600 coches	

EL60N	
20 ft	<300 kW
60 Nm ³ /h H ₂	
130 kg/day H ₂	
>25 coches/día	
Flota 175 coches	

4.- Infraestructuras de repostaje de hidrógeno



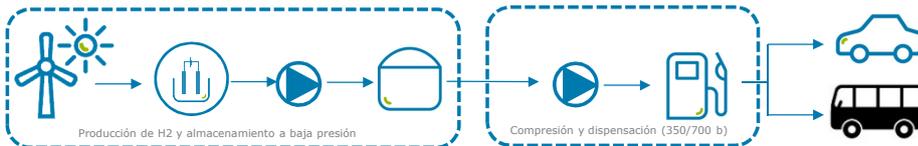
1. Fuente de H2: botellas, tanques o camiones a baja presión (200 bares).
2. Compresión de H2 a través de boosters.
3. Almacenamiento.
4. Intercambiador para enfriar H2.
5. Dispensador.
6. Compresor de aire para H2.
7. Almacenamiento de H2 (850/450 b).
8. Líquido refrigerante.
9. Sistema de control.

Fuente: Hydrogen Mobility Europe. <https://h2me.eu/about/how-an-hrs-works/>

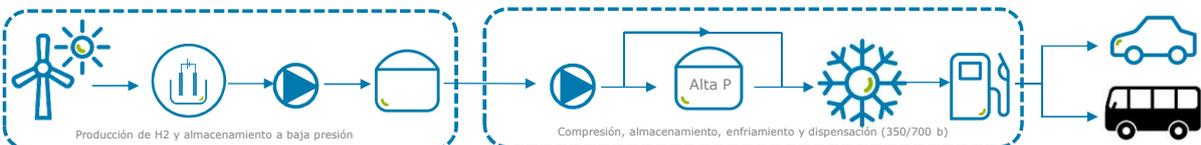
4.- Infraestructuras de repostaje de hidrógeno



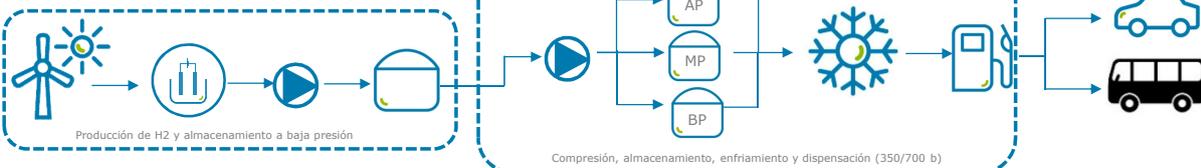
Configuración Time-Fill



Configuración Fast Fill



Configuración Cascade Fast Fill



5.- Planes de movilidad a nivel internacional



- 48 nuevas HRS públicas en operación en 2018



- Feb 2019: 369 HRS (273 de acceso público).
 - 9 nuevas HRS en Japón
 - América del Norte: 10 nuevas HRS (6 en California)
- 81 HRS en desarrollo:
 - Holanda: 17
 - Francia: 12
 - Canadá: 7
 - Corea del Sur: 27
 - China: 18
- Europa: 152 HRS en operación
 - Alemania: 60 HRS en operación
- Asia: 136 HRS en operación
 - Japón: 96 HRS
 - China: 4 HRS
- América del Norte: 78 HRS en operación
- América del Sur: 2 HRS en operación
- Australia: 1 HRS en operación

Fuente: <http://h2stations.org>

5.- Planes de movilidad a nivel internacional



Comparativa de despliegue de HRS entre 2015-2030

	Alemania	Reino Unido	Países Bajos	Francia	Dinamarca	California	Japón	Corea del Sur
2015-2020	100	65	20	22	15	68	100	43
2020-2025	400	300	80	355	185	100	1000	168
2025-2030	900	1100	200	600				500

% de HRS respecto a estaciones de servicio convencionales

	Alemania	Reino Unido	Países Bajos	Francia	Dinamarca	California	Japón	Corea del Sur
Estaciones de repostaje	14.000	8.600	4.200	12.000	1.975	10.000	34.000	13.000
2015-2020	0,7%	0,8%	0,5%	0,2%	0,8%	0,7%	0,3%	0,3%
2020-2025	2,8%	3,5%	1,9%	3,0%	9,4%	1,0%	2,9%	1,3%
2025-2030	6,2%	12,8%	4,8%	5,0%				3,8%

Media para 2020: 0,5% Media para 2015: 2,5% Media para 2030: 5%

5.- Planes de movilidad a nivel internacional



Comparativa de despliegue de FCEV entre 2015-2030

	Alemania	Reino Unido	Países Bajos	Francia	Dinamarca	California	Japón	Corea del Sur
2015-2020	10.000	20.000	1.500	1.000	1.000	20.000	15.000	5.000
2020-2025	100.000	300.000	15.000	100.000	100.000		100.000	50.000
2025-2030	1.800.000	1.600.000	150.000	800.000	300.000		500.000	

6. Actividad de Enagás en hidrógeno



Enagás: 50 años de experiencia

Compañía midstream

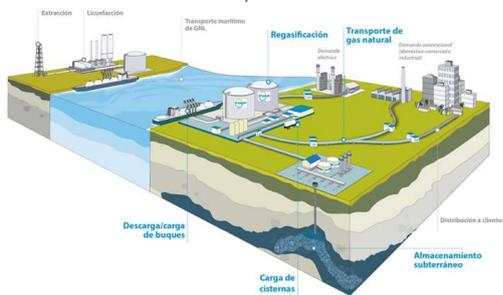
Líder en infraestructuras de gas natural

Nuestro conocimiento tecnológico, experiencia y liderazgo en el desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructuras gasistas y nuestra sólida estructura financiera, nos posicionan como un referente internacional

TSO independiente por la Unión Europea

Principal compañía de transporte de gas natural en España

Gestor Técnico del Sistema Gasista español



México
Terminal GNL TLA Altamira
Estación de compresión Soto La Marina
Gasoducto Morelos

Perú
Transportadora de Gas del Perú (TgP)
Compañía Operadora de Gas del Amazonas (Coga)

Chile
Terminal de GNL Quintero

España
12.000 km de gasoductos
6 terminales de GNL (+1 en desarrollo)
3 instalaciones de almacenamiento subterráneo

Grecia
DESFA

Grecia, Albania e Italia
Gasoducto Trans Adriático (TAP)

Qué hacemos



Almacenamiento



GNL



Transporte

Proyectos en curso: algunos ejemplos



Producción de H₂



SUN2HY

Desarrollo de la tecnología de **foto electrocatálisis** para la **producción de hidrógeno renovable**.

Hoy en día, la tecnología está en un prototipo a escala de laboratorio (TRL 4) y el objetivo de esta primera etapa (2018-2020) es lograr un nivel precomercial (TRL 6) más una prueba piloto.

Co-Electrólisis



ECO

El Proyecto ECO (**Efficient Co-Electrolyser for Efficient Renewable Energy Storage**) se centra en el desarrollo de la tecnología de **electrólisis simultánea de vapor y CO₂** para la conversión del exceso de electricidad



Inyección de H₂



HIPS-NET (Hydrogen in Pipeline Systems - Network)

Proyecto europeo con **37 entidades**.



Recopilar información sobre la concentración de hidrógeno admisible en la red de gas natural, en base a proyectos en ejecución y finalizados. Igualmente, recoge información sobre todos los aspectos que se relacionan con la inyección de hidrógeno en redes de gas natural, la economía del hidrógeno en general y aspectos relacionados con la tecnología Power to Gas (PtG).

Próximos proyectos e iniciativas



Producción de H₂ renovable



POWER TO GREEN HYDROGEN MALLORCA

Desarrollo de una planta de hidrógeno renovable conectada a una planta fotovoltaica, para su uso en flotas de autobuses y posible inyección a red.



Inyección de H₂

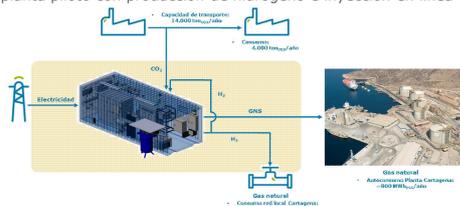


Planta de CARTAGENA

Objetivo: Fase 2: Escalado de la Fase 1.

Desarrollos previstos en la planta de Regasificación de Enagas de Cartagena:

- Fase 1: Instalación de una planta piloto con producción de hidrógeno e inyección en línea de gas natural.



Lloseta tendrá la planta de hidrógeno renovable más grande de Europa

La ministra Merino y Arangiz presentan un anteproyecto para reindustrializar el municipio tras el cierre de la cementera Pírcos Enagas. Acciona y la grupo Cersa

El proyecto de hidrógeno no tiene el 100% de certeza de ser un éxito

Expectativas de futuro: Gases renovables



➤ Enagás apuesta por las energías renovables no eléctricas como solución energética clave para el proceso de descarbonización y de cara a alcanzar dos objetivos principales:

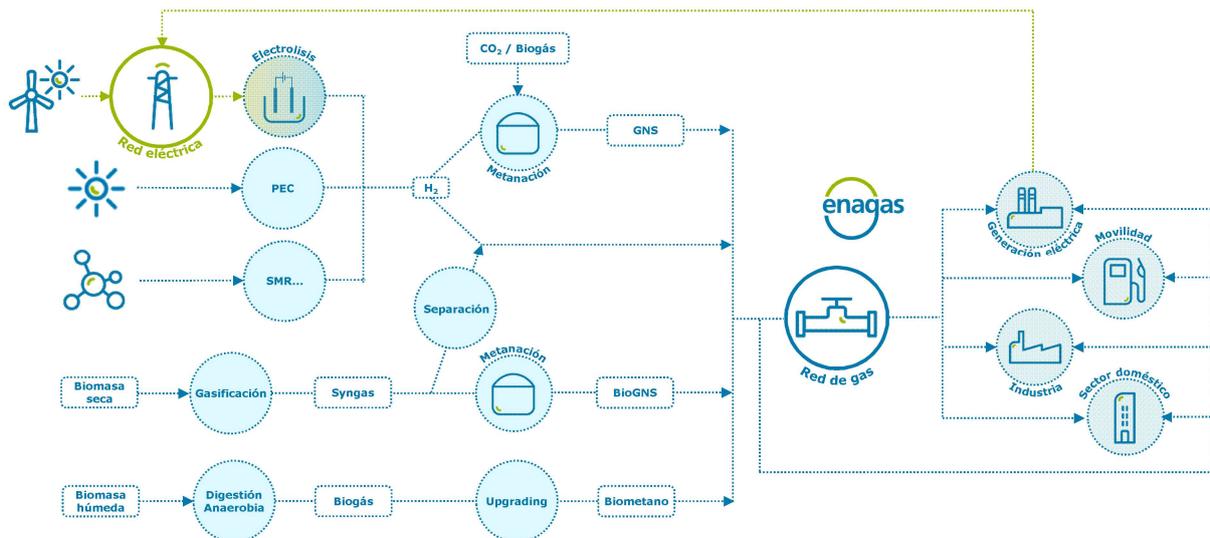


Gas For Climate: a path to 2050



"We conclude that it is possible by 2050 to scale up renewable gas (biomethane and renewable hydrogen) production in the EU to a quantity of 122 billion cubic metres by 2050. We also conclude that using this gas with existing gas infrastructure, smartly combined with renewable electricity in sectors where it adds most value, can lead to €138 billion societal cost savings annually compared to decarbonisation without a role for renewable gas."

Nuevos vectores energéticos: Oportunidades para España



7.- Conclusiones



- El H2 está llamado a jugar un papel fundamental en la descarbonización de la economía a nivel mundial (gas renovable).
- Se necesita una cartera de tecnologías de baja emisión de carbono para alcanzar los objetivos del 2DS; algunas soluciones serán ampliamente aplicables, mientras que otras deberán aplicarse en sectores específicos.
 - La tecnología del H2 favorece la aplicación de toda esta cartera de tecnologías de baja emisión de C.
- El rol del H2 será mayor a mayor incursión de las energías renovables en el sistema energético, dado que:
 - Rapidez de respuesta (s)
 - Permite operar a diferentes % carga
 - Sistema de gestión de energía
- En el sector transporte, los vehículos híbridos eficientes, como los HEVs y los PHEVs, logran reducir las emisiones. No obstante, la descarbonización completa del transporte requerirá el desarrollo de vehículos cero-emisiones como los FCEVs y los BEVs.
- Es necesario desarrollar normativa y reglamentación que integre al H2 como vector energético no eléctrico.
- Son necesarios mecanismos de financiación de infraestructuras asociadas al despliegue del H2 en el sector transporte.

Gracias

mjaen@enagas.es

