

# Centro Nacional del Hidrógeno

## El Hidrógeno, presente y futuro de la energía

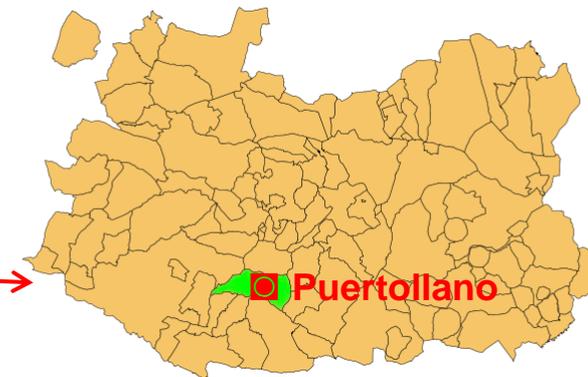
**D. Maximiano Bernabé Benítez**  
**Ingeniero de I+D del CNH2**

# ÍNDICE

1. El Centro Nacional del Hidrógeno
2. El hidrógeno, la electricidad y el agua
3. La Iniciativa Hydrogen Council
4. El hidrógeno como combustible alternativo para el transporte
5. Pilas de combustible en centros de procesamiento de datos
6. El Centro Nacional del Hidrógeno como parte de RedIRIS

# Centro Nacional del Hidrógeno

- **Centro Público de Investigación** creado a través de un Consorcio entre el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU), al que está adscrito, y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, al 50% cada uno.
- Está ubicado en Puertollano, Ciudad Real (Castilla-La Mancha).



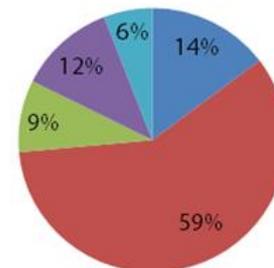
Sede CNH2 en Puertollano



# Centro Nacional del Hidrógeno

El CNH2 cuenta con una plantilla de 30 personas.

■ Doctor ■ Licenciado/Ingeniero ■ Diplomado/Ing. Técnico ■ FPII ■ Básica



# Actividades

El CNH2 desarrolla su actividad sobre la base de ejecución de **Proyectos de I+D+i**, que pueden ser:

- ✓ bajo contrato (financiados por empresas u entidades privadas),
- ✓ financiados públicamente (acogidos a convocatorias públicas internacionales, nacionales o regionales en los que participa a título individual o en colaboración con empresa y centros de investigación) o
- ✓ estratégicos (internos financiados por el propio centro).

También presta **servicios a terceros** (empresas e investigadores) de diferentes tipos: consultoría, caracterización y análisis, diseño y construcción de bancos de ensayo, estudios de seguridad y normativa, etc.



# Proyectos

## Internacionales y Europeos:

- PROYECTO HYACINTH. FCH-JU. SP1-JTI.FCH2013.5.3.
- ELECTRO MOVILIDAD MINERA MEDIANTE CELDAS DE COMBUSTIBLE. 18PTECC-89477.
- PROYECTO H2PORTS. H2020-JTI-FCH-2018-1 826339.
- PROYECTO KART H2. 2018-1-ES01-KA202-050425.



## Nacionales:

- PROYECTO COOPERA. RETOS INVESTIGACIÓN 2013.
- PROYECTO RENOVAGAS. RETOS COLABORACION 2014.
- PROYECTO LOWCOSTFC. RETOS INVESTIGACION 2015.
- PROYECTO ENHIGMA. RETOS COLABORACIÓN 2016.
- PROYECTO CONFIGURA. RETOS INVESTIGACION 2016.
- PROYECTO TOGETHER. RETOS COLABORACIÓN 2017.



## Regionales

- PROYECTO SHIPS4BLUE. (SODERCAN) RM16-XX-017.
- PROYECTO HIDROAM. PROYECTO INVESTIGACIÓN (JCCM) 2017.
- PROYECTO PIRBIOCLM. PROYECTO INVESTIGACIÓN (JCCM) 2017.
- PROYECTO AGROSOFC-CIM&3D. PROYECTO TRANSFERENCIA TECNOLOGICA 2017.



# Líneas Estratégicas de I+D+i

NORMATIVA Y SEGURIDAD	PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO	ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO	TRANSFORMACIÓN DE HIDRÓGENO	INTEGRACIÓN DE HIDRÓGENO	IMPLANTACIÓN TECNOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA
Desarrollo de la normativa	Electrólisis a partir de Energías Renovables	Hidrógeno gaseoso	Pilas de Combustible de Óxido Sólido (SOFC)	Sistemas Estacionarios	Percepción social de la incorporación del hidrógeno
Investigación en métodos de análisis de estudios de seguridad	Procesos fotolíticos y procesos biológicos	Hidruros metálicos	Pilas de Combustible Poliméricas (PEMFC)	Sistemas de Transportes	Formación y difusión
Sistema de detección de fugas y atmósferas explosivas		Materiales porosos	Power to Gas		Análisis Técnico-Económico
Validación, certificación y homologación de elementos y sistemas					Desarrollo de encuestas
					Realización de Jornadas Científico-Técnicas

# Colaboraciones

## Universidades y Centros de I+D+i:



## Administraciones:



# Colaboraciones

## Empresas:



# Participación Sectorial

## A nivel nacional:

- **Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTEHPC):** miembro del Grupo Rector, coordinador del Grupo de Trabajo de Otros Usos del Hidrógeno y subcoordinador del Grupo de Trabajo de Almacenamiento de Hidrógeno.
- **Asociación Española del Hidrógeno (AEH2):** vocal de la Junta Directiva.
- **Asociación Española de Pilas de Combustible (APPICE):** vocal de la Junta de Gobierno.
- **Plataforma Española de Seguridad Industrial (PESI).**
- **Plataforma Española de Redes Eléctricas (FUTURED).**
- **Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE).**
- **Plataforma Tecnológica Española de Automoción y Movilidad (MOVE2FUTURE).**
- Miembro de la **Red de Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (Red UCC+i)** de la FECYT.
- Miembro de **AENOR** (participación en Comités Técnicos): CTN181 "Hidrógeno", CTN218 "Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica" y CTN206/SC105 "Tecnologías de pilas de combustible", del que es Secretario.
- Miembro de **ALINNE** (Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas).
- El Centro tiene convenios suscritos con los principales centros de investigación nacionales: **CSIC**, **CIEMAT**, **INTA** y con diversos centros tecnológicos, empresas y universidades.



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



# Participación Sectorial

## A nivel internacional

- Miembro de **Hydrogen Europe Research**, research grouping de la Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU).
- Miembro de **Hysafe** (Safety of Hydrogen as an energy carrier).
- Miembro de **EERA** (European Energy Research Alliance).
- Miembro de la **IEA** (International Energy Agency), dentro de la Task 35 (*Renewable Hydrogen Production*) y coordinadores de la sub-task 5 (*Specific case studies*) dentro de la Task 38 (*Power-to-Hydrogen and Hydrogen-to-X: System Analysis of the techno-economic, legal and regulatory conditions*).
- Miembro de la **AFC TCP** (Advanced Fuel Cells Technology Collaboration Programme) como único representante español.



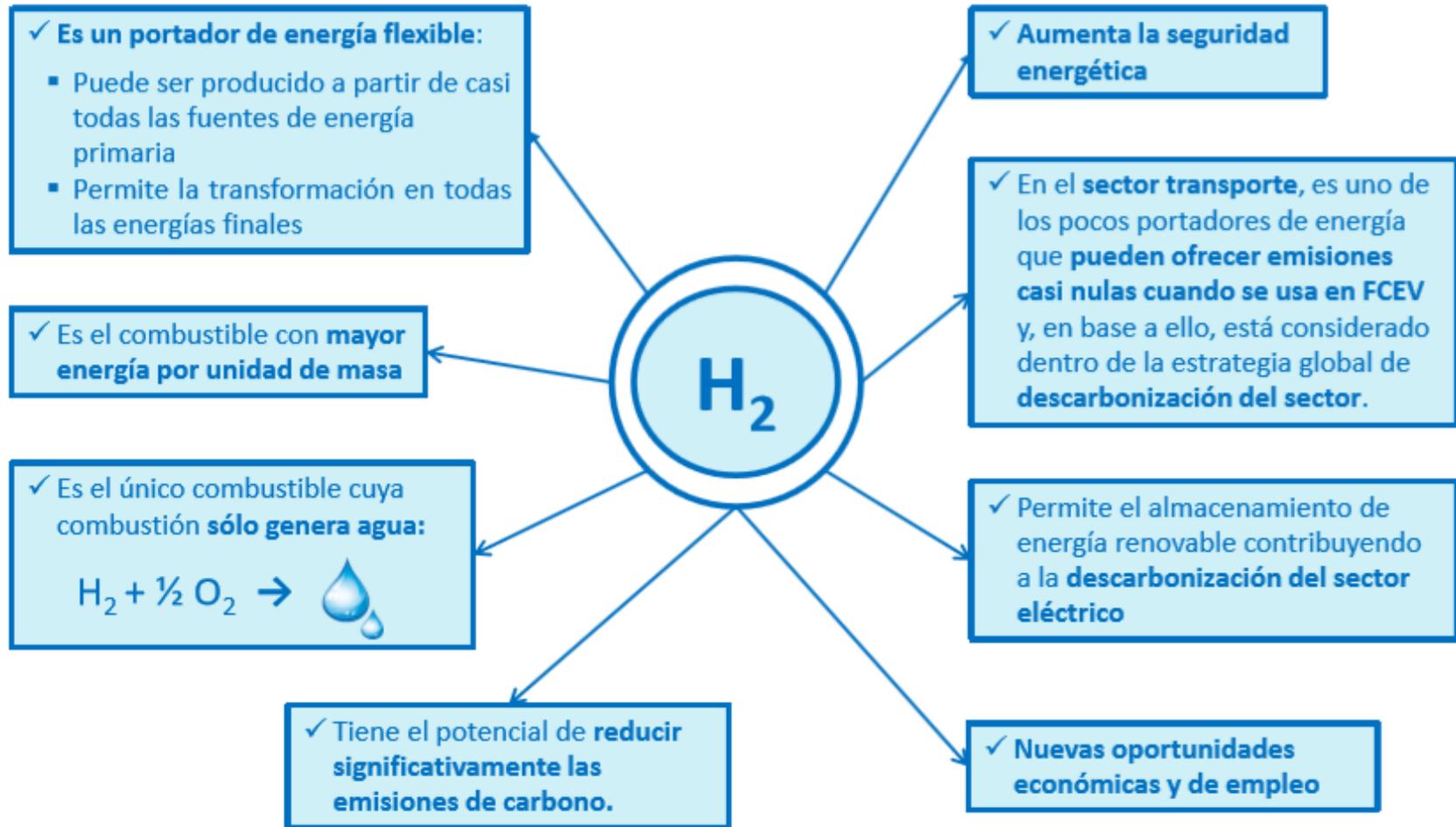
Technology Collaboration  
Programme on  
Advanced Fuel Cells

# Laboratorios

- I. Laboratorio de Electrólisis Alcalina**
- II. Laboratorio de Investigación y Escalado de Tecnología PEM**
- III. Laboratorio de Electrónica de Potencia**
- IV. Laboratorio de Microrredes**
- V. Laboratorio de Simulación**
- VI. Laboratorio de Caracterización de Materiales**
- VII. Laboratorio de Óxidos Sólidos**
- VIII. Laboratorio de Fabricación (Fab-Lab)**
- IX. Laboratorio de Almacenamiento**
- X. Laboratorio de Testeo de Tecnología PEM**
- XI. Laboratorio de Vehículos**
- XII. Laboratorio de Integración Doméstica**
- XIII. Laboratorio de Biotecnologías de Hidrógeno**

## 2. El hidrógeno renovable: la electricidad y el agua

¿Por qué hidrógeno?



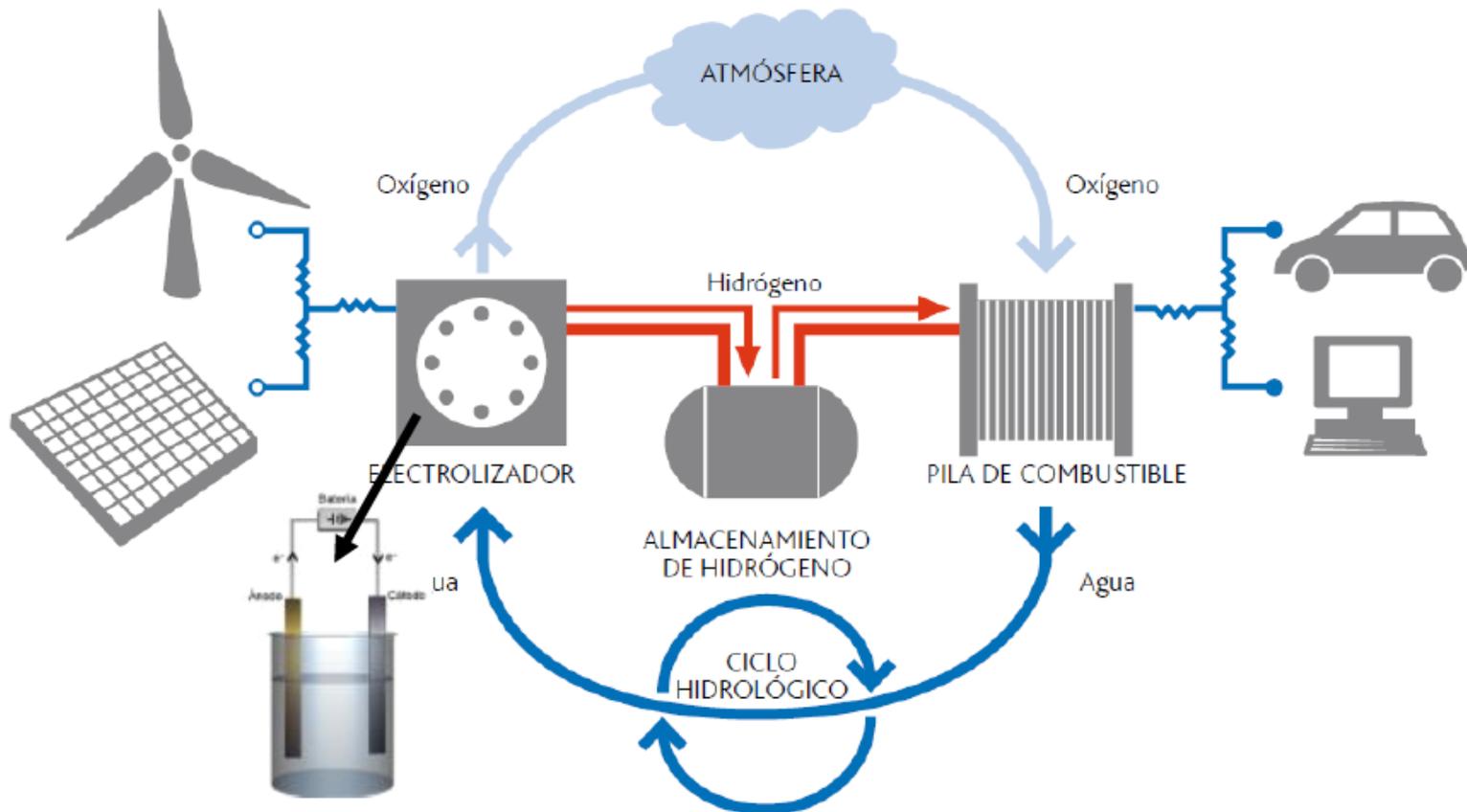
Fuente: PTE HPC

## 2. El hidrógeno renovable: la electricidad y el agua

Con procesos y tecnologías basados en el ciclo del agua, con suficiente grado de madurez

Power to H<sub>2</sub>:  
Electrolizer

H<sub>2</sub> to Power:  
Fuel Cell



## 2. El hidrógeno renovable: la electricidad y el agua

Con procesos y tecnologías basados en el ciclo del agua, con suficiente grado de madurez

### Hydrogen Math



10 Liters of drinking water

require



~ 57 kWh Electricity

to produce



1 kg Hydrogen



1 kg Hydrogen

contains



~ 33.3 kWhr Energy

Which allows you



24 days



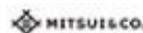
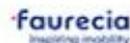
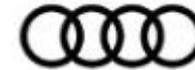
100km

(vs 50km with the same amount of energy using diesel)

Fuente: Hydrogenics.

### 3. La Iniciativa Hydrogen Council

# Hydrogen Council



### 3. La Iniciativa Hydrogen Council

Las perspectiva del hidrógeno para 2050 según Hydrogen Council es la siguiente:

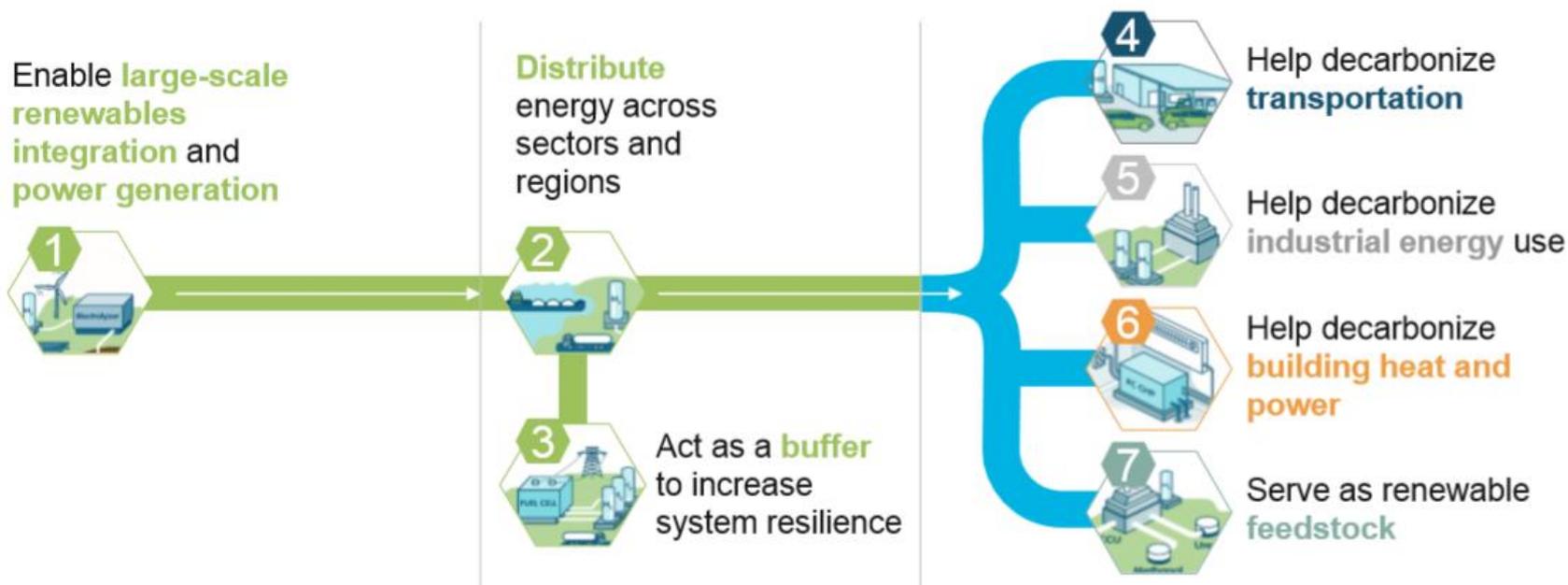


Fuente: Hydrogen Council

### 3. La Iniciativa Hydrogen Council

El hidrógeno puede jugar 7 roles en la transición energética

Enable the renewable energy system → Decarbonize end uses



Fuente: Hydrogen Council

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

### DIRECTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 22 de octubre de 2014

relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos

(Texto pertinente a efectos del EEE)

#### *Artículo 5*

#### Suministro de hidrógeno para el transporte por carretera

1. Los Estados miembros que decidan incluir puntos de repostaje de hidrógeno accesibles al público en su marco de acción nacional garantizarán, a más tardar el 31 de diciembre de 2025, la disponibilidad de un número adecuado de los mismos a fin de garantizar la circulación de vehículos con motor de hidrógeno, incluidos los que emplean pilas de combustible, dentro de las redes determinadas por dichos Estados miembros, incluyendo, en su caso, enlaces transfronterizos.

2. Los Estados miembros garantizarán que los puntos de repostaje de hidrógeno que sean accesibles al público y hayan sido implantados o renovados a partir del 18 de noviembre de 2017 cumplan las especificaciones técnicas establecidas en el anexo II, punto 2.

3. La Comisión estará facultada para adoptar actos delegados con arreglo al artículo 8, destinados a actualizar las referencias a las normas contempladas por las especificaciones técnicas establecidas en el anexo II, punto 2, cuando vayan a sustituirse dichas normas por nuevas versiones de las mismas adoptadas por los correspondientes organismos de normalización.

Reviste especial importancia que la Comisión siga su práctica habitual y lleve a cabo consultas con expertos, también de los Estados miembros, antes de adoptar dichos actos delegados.

En estos actos delegados se establecerán períodos transitorios de al menos 24 meses, antes de que las especificaciones técnicas en ellos contenidas o sus modificaciones sean vinculantes en cuanto a la infraestructura que se deba implantar o renovar.

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

En el sector de transporte. El H<sub>2</sub> será clave en la electrificación y descarbonización del sector del transporte

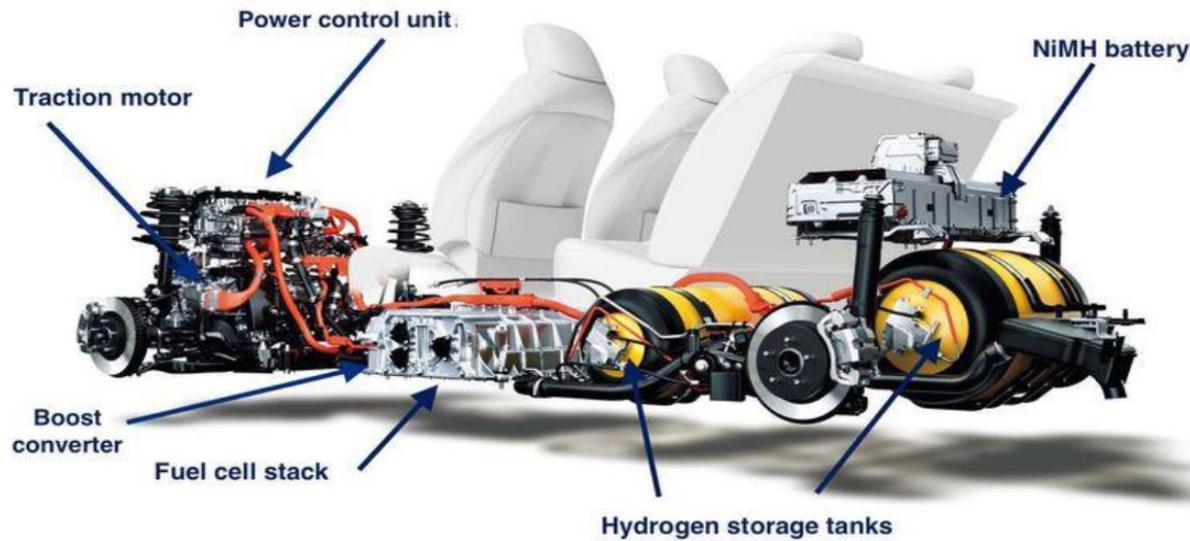
El vehículo eléctrico de pila de combustible (FCEV) es una realidad tecnológica

### Dedicated FCV



TOYOTA

ALWAYS A BETTER WAY



## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

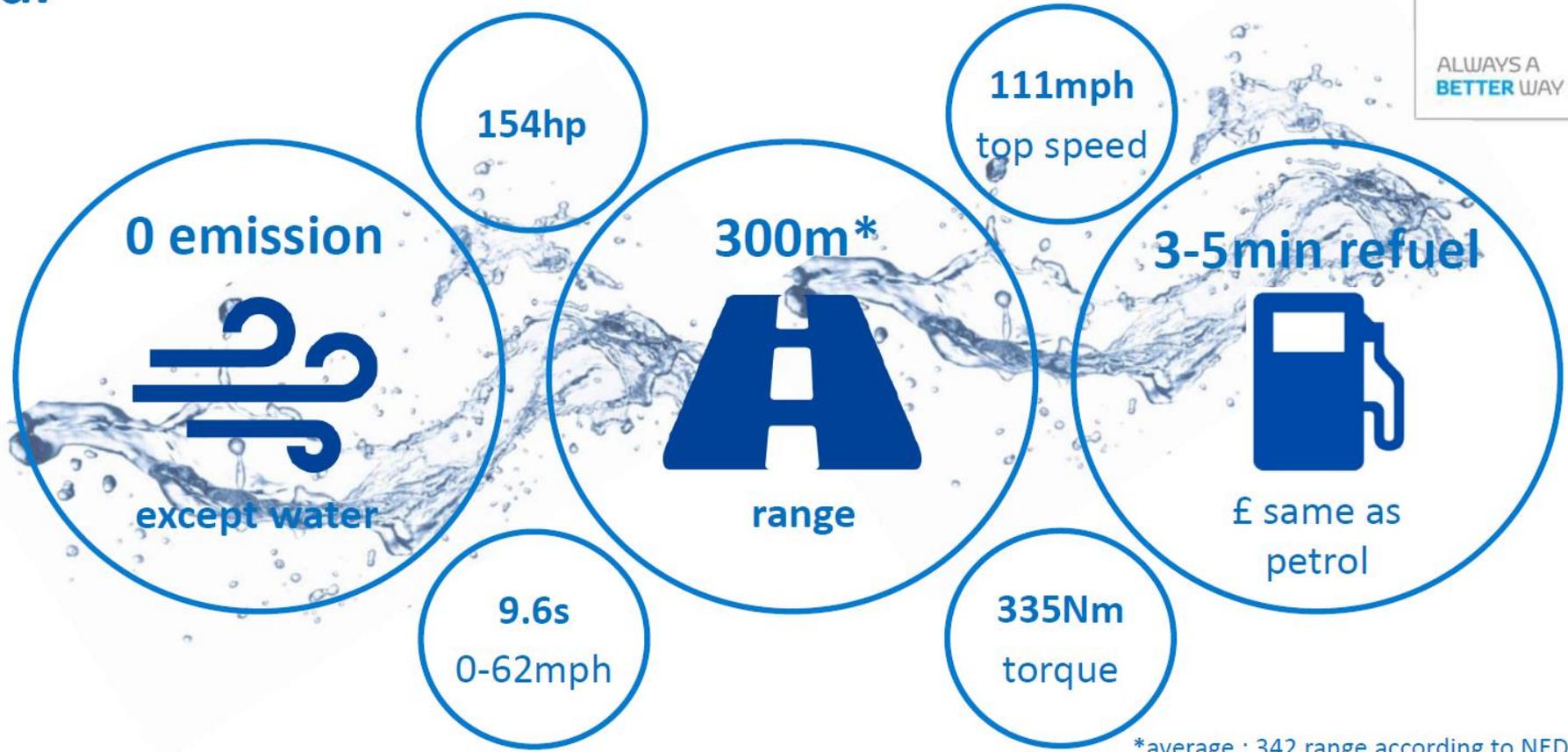
En el sector de transporte. El H2 será clave en la electrificación y descarbonización del sector del transporte

# Delivering an Eco Car as easy as a conventional car



TOYOTA

ALWAYS A BETTER WAY



\*average : 342 range according to NEDC

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

En el sector de transporte. El H<sub>2</sub> será clave en la electrificación y descarbonización del sector del transporte

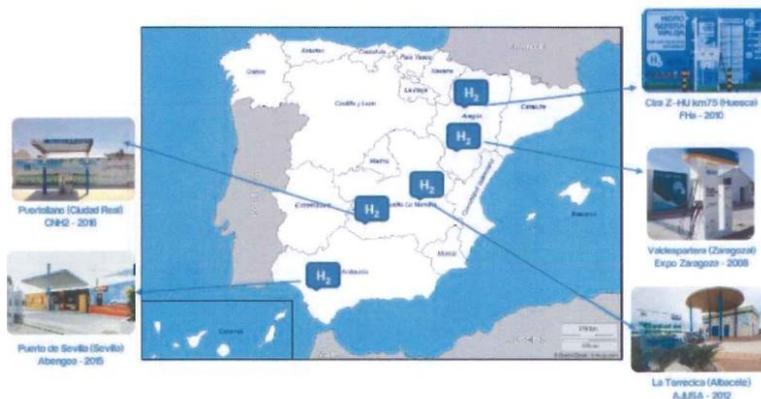
La infraestructura de carga vehicular se está desarrollando



January 2018:

- 328 HRS in the world.
- 139 HRS in Europe.
- 118 HRS in Asia.
- 68 HRS in North America.

In Germany, 24 public refuelling stations have gone into operation in 2017, turning the German public hydrogen refuelling infrastructure into the second largest globally with 45 public stations, ahead of the USA (40 stations) and only surpassed by Japan with 91 public stations. A total of 64 stations were opened worldwide in the past year.



- 5 HRS in Spain.

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

# Toyota H<sub>2</sub> applications growing



Toyota Fuel Cell Bus project – 100 buses for Tokyo 2020

Toyota Forklift

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

- 1.500 millones de euros 2007-2013.
- HRS estimadas en 2015: 50 (actualmente 20 en operación). Objetivo 2019: 100 HRS y objetivo 2023: 400 HRS.
- Prototipos de trenes de pila de combustible (Coradia iLint de ALSTOM).

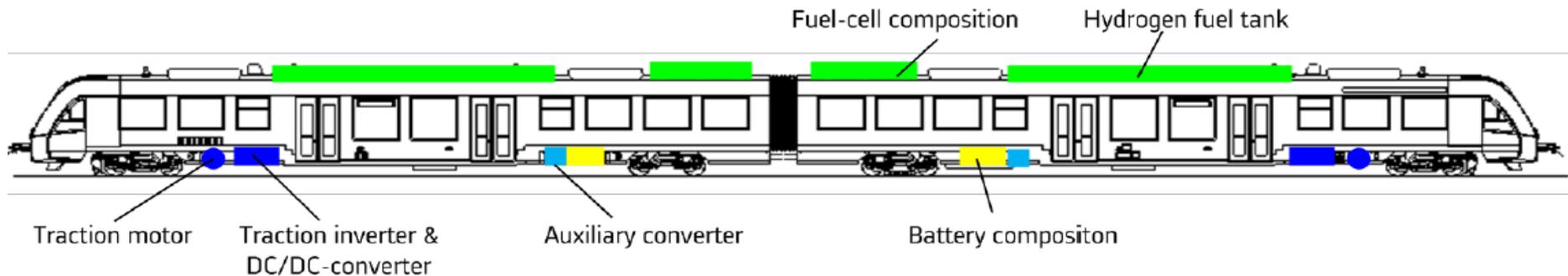


iLint, el nuevo tren de Alstom impulsado por pilas de hidrógeno. /JOHN MACDOUGALL (AFP)

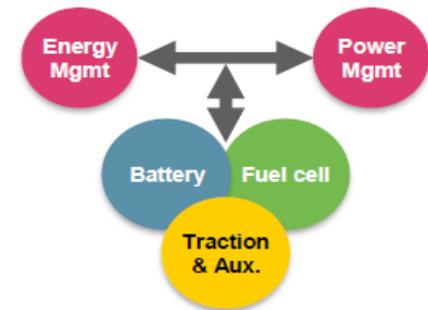


- > 500 aplicaciones domésticas (4 millones de horas de operación).
- En Abril de 2016 anuncia ayudas de 4.000 € al vehículo eléctrico de batería y 3.000 € al vehículo híbrido enchufable (1.200 M€ hasta 2019). 300 M€ para infraestructura.
- NIP 2 (2016-2025) con mayor presupuesto que NIP 1. 161 M€ de 2016 a 2018.
- MoU con CATARC (China Automotive Technology Research Center) incluyendo infraestructura.

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte



- Replacing diesel traction by electrical traction system
- Primary energy supply by hydrogen fuel cells
- Intermediate energy storage by Li-Ion batteries
  - to boost during acceleration
  - to recover kinetic energy during braking
- All electrical auxiliary supply



**Modern energy supply and storage system combined with intelligent energy management**

## 4. El hidrógeno como combustible alternativo para transporte

Estrategias en movilidad con hidrogeno en diferentes países.

COUNTRY	PROGRAM	FINDINGS				
		2015	2025	2030	2050	
		HRS	90	500	1,000	NA
		FCVs	200	500,000	1,87 mill	NA
		H2 (tons)	24	60,000	216,000	NA
		HRS	NA	355	600	>1,000
		FCVs	NA	167,000	773,000	7.3 mill
		H2 (tons)	NA	22,000	89,000	880,000
		HRS	65	380	1,150	NA
		FCVs	<500	255,000	1,27 mill	NA
		H2 (tons)	<100	30,600	152,000	NA
		HRS	12	185	NA	450 - 1000
		FCVs	26	87,000	NA	3,3 mill - 7,3 mill
		H2 (tons)	3.2	10,400	NA	394,000 - 880,000

## 5. Pilas de combustible en centros de procesamiento de datos

- **Características de los centros de procesamiento de datos**

- Requieren una alta calidad de suministro eléctrico.
- Suministro fiable de energía 24/7. Los apagones o cortes eléctricos, suponen la pérdida de millones de dolares a las compañías y y los problemas de calidad de la energía, como caídas o subidas de tensión, pueden interrumpir las operaciones y dañar equipos sensibles.
- Necesidades especiales para la refrigeración de los equipos.

- **Ventajas de las pilas de combustible:**

- **Generan electricidad** a través de una **reacción electroquímica**, no generando ninguna emisión contaminante, ya que los **subproductos** de la reacción son **calor y agua**.
- Tienen **carácter modular**, es decir, que a mayor número de celdas, mayor potencia tenemos.
- Es totalmente **silenciosa**, ya que no posee partes móviles.
- Pueden producir electricidad a un **coste más bajo** que la red. (Un tercio mejor por kw/h, para un cliente de california).
- Puede actuar **como sistema de extinción de incendios**, utiliza una corriente rica en nitrógeno para controlar el nivel de oxígeno.



*Instalación de Ebay de 6 MW de pila de combustible*

## 5. Pilas de combustible en centros de procesamiento de datos

- **Principales compañías que utilizan sistemas de generación eléctrica de pila de combustible**
  - **Apple** – Ha instalado 10 MW de pila de combustible junto con paneles solares en Carolina del Norte.
  - **Microsoft** – Ha ubicado una pila de combustible de 300 kW y un centro de datos en una planta de tratamiento de residuos, que funciona con metano renovable.
  - **Ebay** – Opera 6 MW de pila de combustible en su centro de datos en Utah.
  - **CenturyLink** – Alimenta su centro de datos con un sistema de pila de combustible de 500 KW
  - Otras compañías que usan pilas de combustible para alimentar sus centros de datos son AT&T, Google, Verizon, JPMorgan Chase, Willians-Sonoma, Cox etc.



*Instalación de Microsoft alimentada por pila de combustible*



*Sistema de pila de combustible de CenturyLink*

## 6. El CNH2 como parte de RedIRIS

- **Conectados a RedIRIS-NOVA**  
(Red Avanzada de Comunicaciones para la Investigación Española)  
mediante fibra oscura a 10Gbps
- **Necesidades de conectividad:**
  - Para que los investigadores puedan tener herramientas de comunicación necesarias con otros centros de investigación a nivel nacional e internacional
  - Acceso a la redes de investigación a nivel internacional mediante GÉANT
  - Conectividad a Internet a través de RedIRIS-NOVA de forma fiable.
  - La conectividad a RedIRIS-NOVA nos ha hecho dar un salto cualitativo en servicios a nuestros investigadores y personal externo.



## 6. El CNH2 como parte de RedIRIS

- **Servicios**

- Conectividad
- Calidad de correo electrónico – LAVADORA
- Monitorización de red y servicios
- Asesoramiento técnico personalizado para ICTSs
- Formación técnica
- Servicio de listas de distribución
- Certificados digitales
- En proceso: eduroam, SIR2, IRIS-SARA...



# Muchas gracias por su atención

**Maximiano Bernabé Benítez**

**Ingeniero de I+D del Centro Nacional del Hidrógeno**

**[Maximiano.bernabe@cnh2.es](mailto:Maximiano.bernabe@cnh2.es)**

