



Hidrógeno Verde: Prospectivas de República Dominicana, oportunidades y retos

Proyecto Transición Energética



Contenido

1. Revisión marco regulatorio aplicable.
2. Sectores de consumo energético
3. Uso actual del hidrógeno en República Dominicana
4. Análisis de costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica: internacional y nacional.
5. Potenciales aplicaciones en República Dominicana
6. Diagnóstico de la infraestructura en República Dominicana
7. Diagnóstico del marco regulatorio e institucionalidad en aspectos de seguridad
8. Análisis de barreras y oportunidades

Revisión del Marco Regulatorio Aplicable

Hidrocarburos

- Ley de Hidrocarburos y su Reglamento de Aplicación.
- Ley 37-17 que reorganiza al MICM.
- Requisitos de cualificación para distribución y comercialización de hidrocarburos.
- Normas calidad productos del petróleo.
- Licencias de comercialización del gas natural.
- Requisitos obtención de permiso de construcción de gasoductos de gas natural.

No hay mención explícita del hidrógeno, pero pueden servir como **marco de referencia**.



Revisión del Marco Regulatorio Aplicable

Seguridad

- Transporte Terrestre de Sustancias y Materiales Peligrosos.
- Gestión Sustancias y Desechos Químicos Peligrosos.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Normas Técnicas Dominicanas.

No hay mención explícita del hidrógeno en temas de seguridad, su figura **aplica como sustancia peligrosa** por su **inflamabilidad**.

Aplican además **normativas para cilindros de gases comprimidos**.



INSTITUTO DOMINICANO
PARA LA CALIDAD

Revisión del Marco Regulatorio Aplicable

Incentivos y Otros

- Ley 57-07 Incentivo al Desarrollo de Fuentes Renovables.
- Ley 103-13 Importación de vehículos de energía no convencional.

La ley 57-07 hace mención explícita del hidrógeno. La definición de hidrógeno es verde. La 103-13 hace referencia a **vehículos a base de hidrógeno**, sin especificar tecnología.

Pacto Nacional para la Reforma del Sector Eléctrico: manda a **evaluar el uso del hidrógeno** en el acápite 9.9.1.

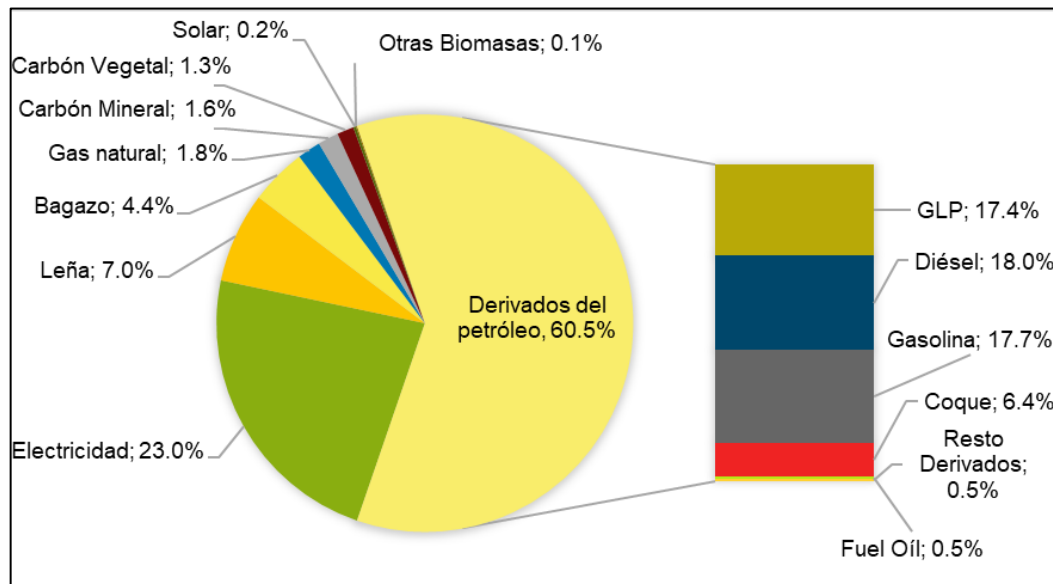


Consumo Energético

Estado

Consumo final 2018

Se basó principalmente en **derivados del petróleo y electricidad**.

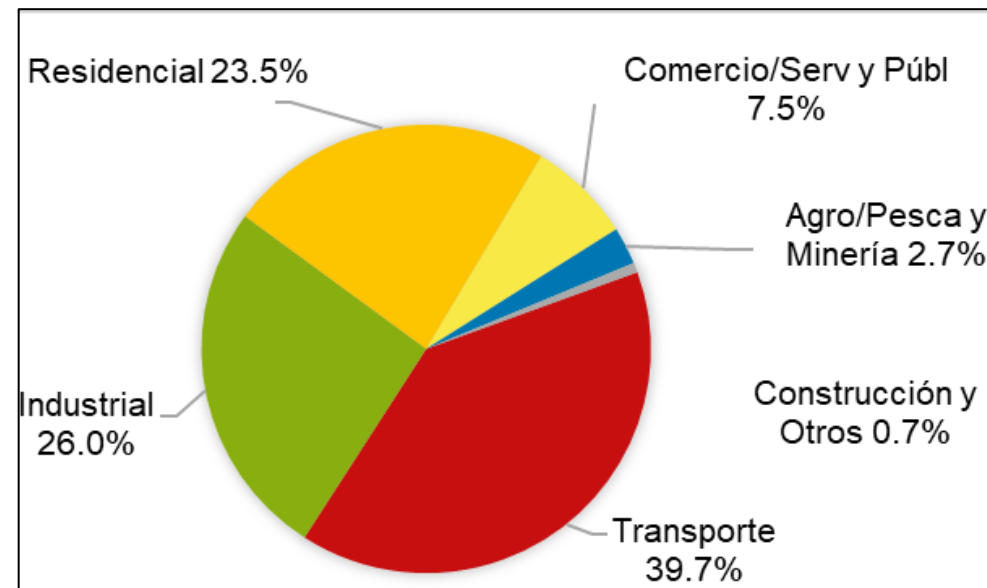


Fuente: MEM.

Consumo por sector

Transporte e industria representan el mayor consumo. Su principal fuente son los derivados del petróleo.

- Transporte > 98 %
- Industria 39,3 %



Fuente: Comisión Nacional de Energía.

Consumo Energético

Infraestructura Energética

El 60% del mercado de derivados del petróleo es ocupado por REFIDOMSA.

- El crudo se recibe en la terminal de Nizao por un oleoducto de 27,3 km.
- Los productos terminados se reciben en un atracadero a mar abierto y en los muelles del Puerto Río Haina y Puerto Azua.

El gas natural ingresa por AES Andrés y se transporta principalmente por gasoductos.

La biomasa y sus derivados son los **únicos combustibles producidos localmente.**



Subsector Eléctrico

Costos Electricidad Renovable

En el año 2020 el costo marginal a corto plazo promedió 67,05 US\$/MWh (93,56 US\$/MWh en 2021).

Referencia de costos de energías renovables:

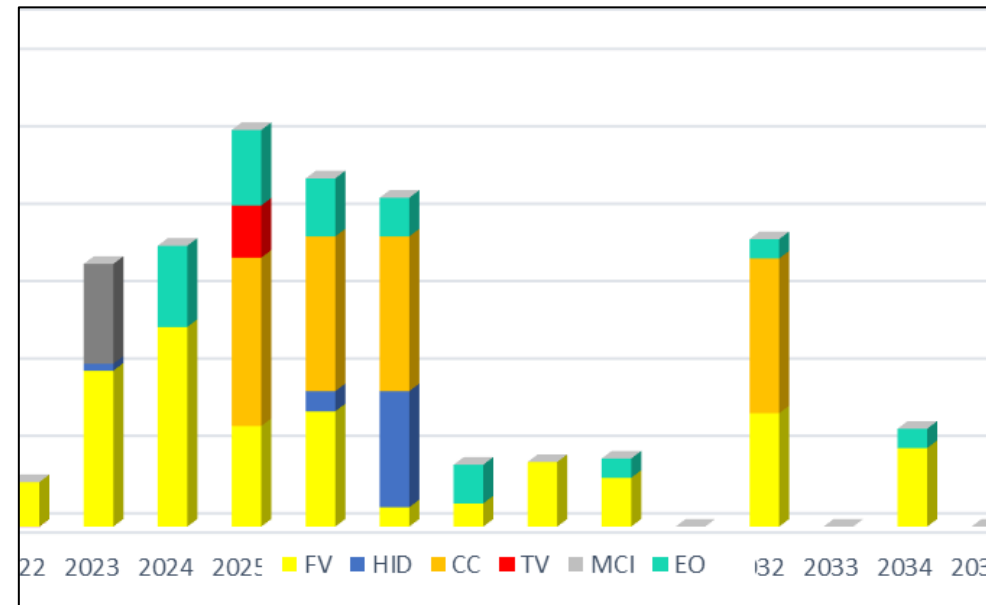
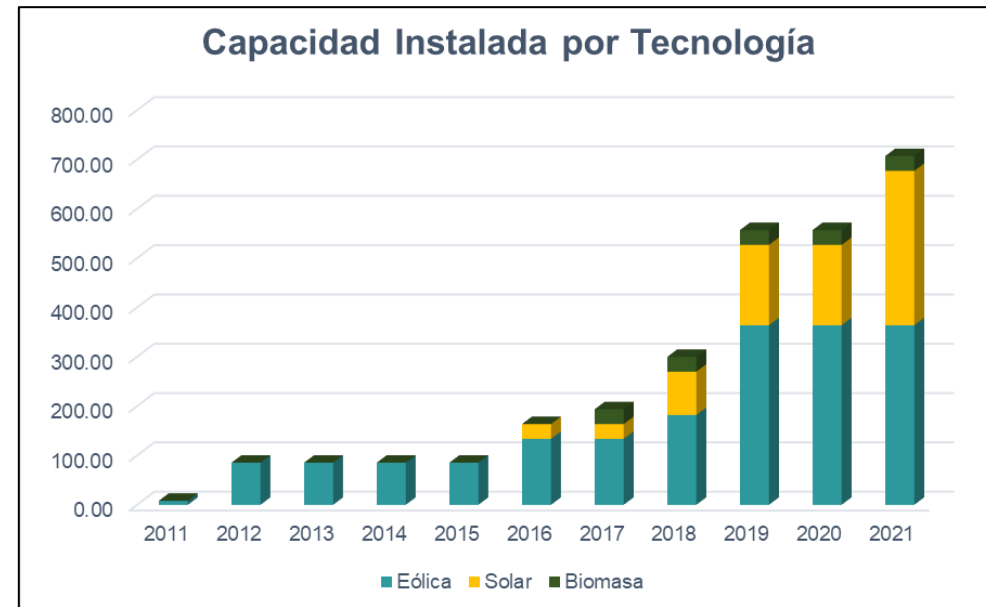
- Poder especial 121-15
 - Para eólica: 115.0 US\$/MWh – 138.0 US\$/MWh
 - Para solar: 125.0 US\$/MWh – 142.8 US\$/MWh
- Estudio régimen económico CNE
 - Para eólica: 63.00 US\$/MWh – 87.90 US\$/MWh
 - Para solar: 79.00 US\$/MWh – 118.12 US\$/MWh
- Plan Energético Nacional
 - Para eólica: 75 US\$/MWh – 90 US\$/MWh
 - Para solar: 55 US\$/MWh – 80 US\$/MWh



Subsector Eléctrico

Crecimiento de las EERR

- La generación con ERNC (biomasa, solar FV y eólica) representaron el **9,05 % de la generación eléctrica** del SENI en el 2021.
- Primeras plantas ERNC fueron eólicas, ahora existe un gran crecimiento en la capacidad con solar FV en los próximos años.
- Bajo el escenario de cumplimiento de los objetivos climáticos **se pronostica** una participación del **26 %** de fuentes ERNC en la **generación eléctrica al 2025**.



Sectores

Transporte

Los principales combustibles utilizados son la gasolina, el gasoil y el GLP, con mínima participación de la electricidad y gas natural.

Algunos datos relevantes del sector transporte son:

- El **parque vehicular incrementó 77 %** entre 2010-2020.
- Emisiones de GEI de transporte terrestre fueron 7,3 millones tCO₂eq TTW (tank-to-wheel) en 2018.
- Al 2020, se habían importado 1.905 vehículos eléctricos, al **2030 se esperan** alrededor de **341.000**.
- Transporte marítimo y aéreo son basados en su totalidad en combustibles fósiles.

Emisiones de CO ₂ en t _{eq}		
Categoría de Vehículo	CO ₂ TTW	CO ₂ WTW
Para pasajeros (carros y jeeps)	2.834.240	3.374.339
Taxis	211.562	238.384
Motocicletas	1.325.413	1.586.685
Buses pequeños	201.258	244.801
Buses urbanos estándar	69.531	92.455
Buses turísticos	698.988	945.484
Vehículos de carga ligera	591.961	824.379
Camiones < 7,5t	663.167	889.231
Camiones 7,5-16t	225.902	305.687
Camiones 16-32t	306.060	417.929
Camiones >32t	165.918	227.624
Total	7.294.000	9.147.000

Fuente: Grutter Consulting.

Sectores Industria

Manufactura local

La industria alimenticia, dedicada mayormente a la elaboración de alimentos.

Fuente energética: residuos de biomasa, electricidad y gasoil principalmente.

Minería e industria no metálica

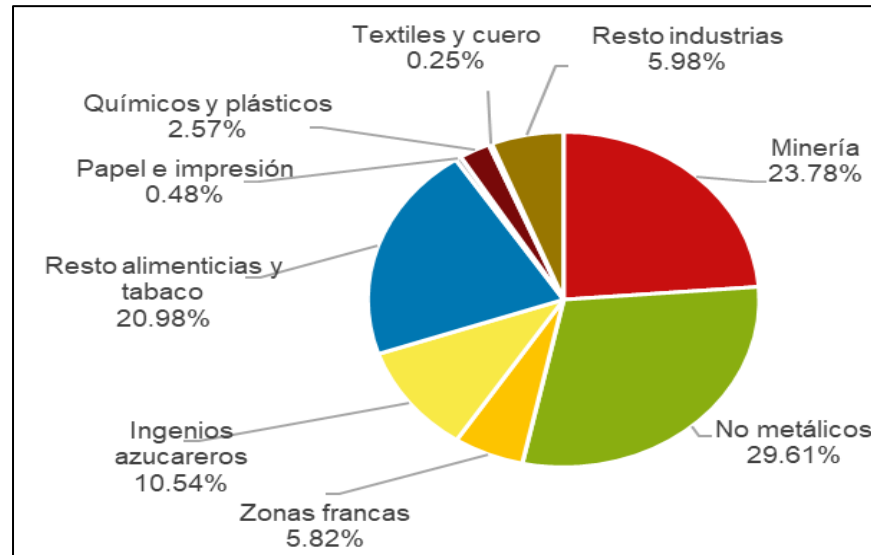
En minería, se da la explotación de minerales metálicos y minerales no metálicos. En los no metálicos, la industria del cemento, cal, yeso, etc.

Fuente energética: electricidad, fueloil y gasoil principalmente.

Zonas francas

En zonas francas, las actividades de las empresas son variadas, incluyendo servicios, confecciones y textiles, tabaco y derivados, productos agroindustriales, entre otros.

Fuente energética: electricidad, leña y GLP.



Fuente: MEM.

Uso actual del hidrógeno en República Dominicana

No hay producción de hidrógeno local. Las empresas que lo importan siguen normas internacionales para la gestión de este.

El **volumen de comercialización** ronda por **150,500 m3 anual**. El mercado es estacional y depende netamente de la disponibilidad.

Usos en el país:

- **Refinería.** En los procesos de hidrodeshidrosulfuración y desnitrificación.
- **Centrales eléctricas.** Como refrigerante de generadores térmicos.
- **Industria alimenticia.** Se utiliza para la fabricación de margarinas a través de la hidrogenación.





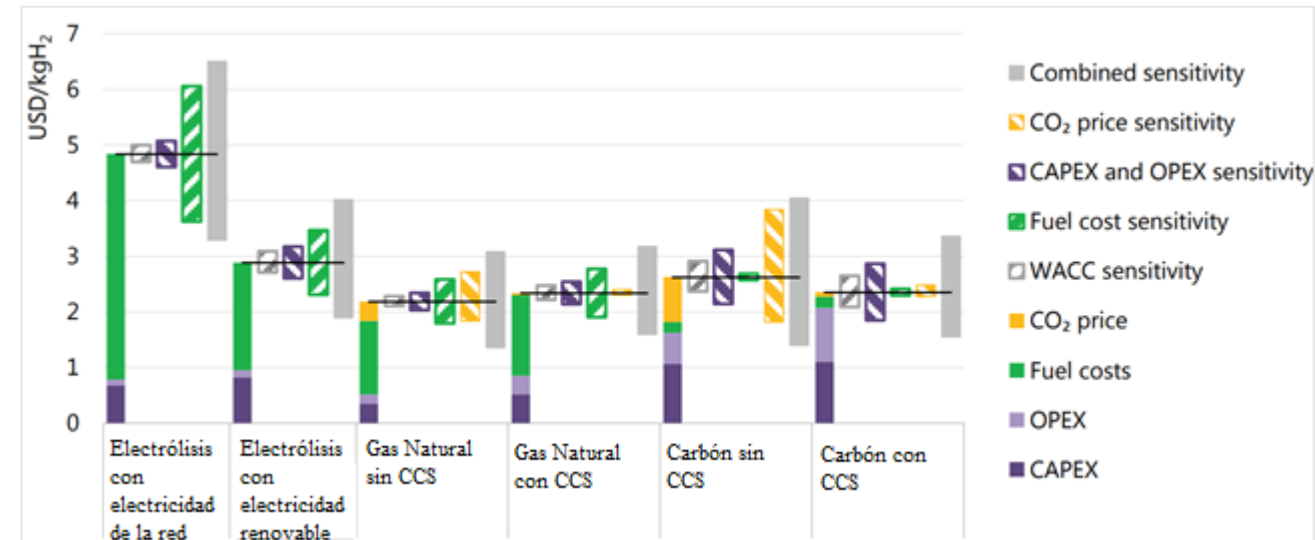
Análisis de costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica

Internacional y nacional

Costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica

Internacional

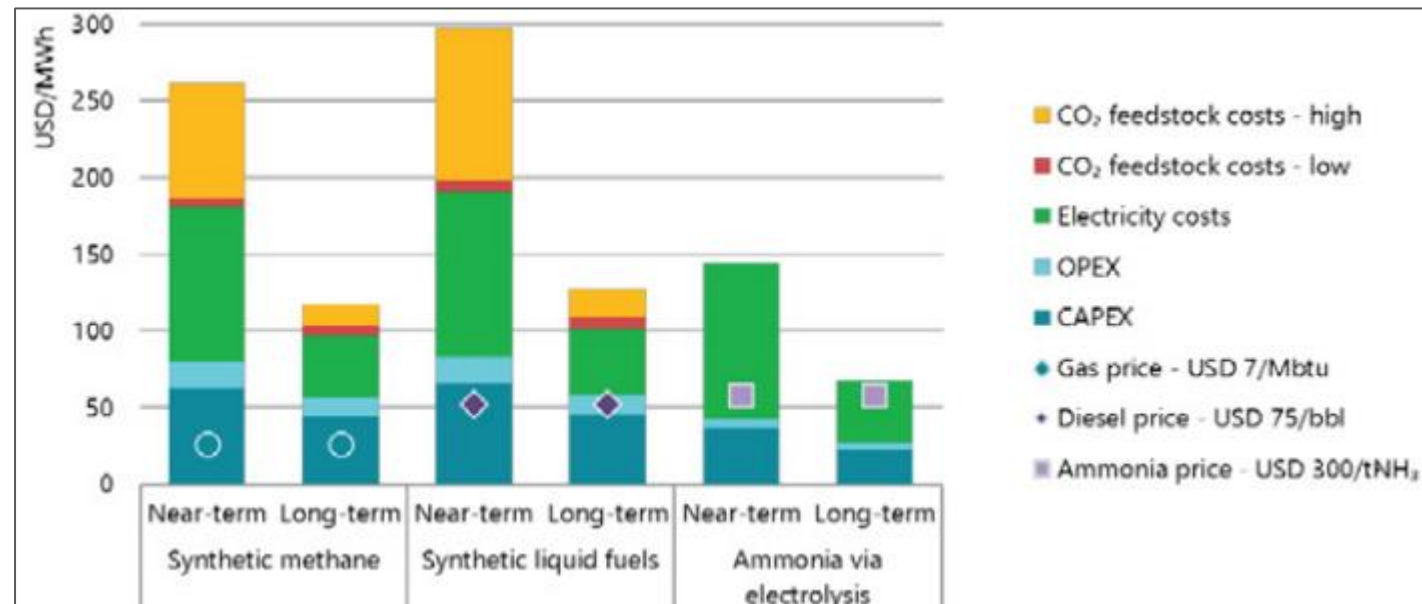
- Componentes **costo hidrógeno verde** con electrólisis: CAPEX, eficiencia de conversión, costo de electricidad, horas operativas del electrolizador y el costo del agua.
- El promedio global de hidrógeno verde podría llegar a los **3 US\$/ kgH₂ en el 2030**.
- Al 2030, el hidrógeno fósil **permanecerá más barato que el verde** (sin aplicar precios de emisión de carbono).
- Costos más competitivos proyectados en **Chile, China y el norte de África**.



Costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica

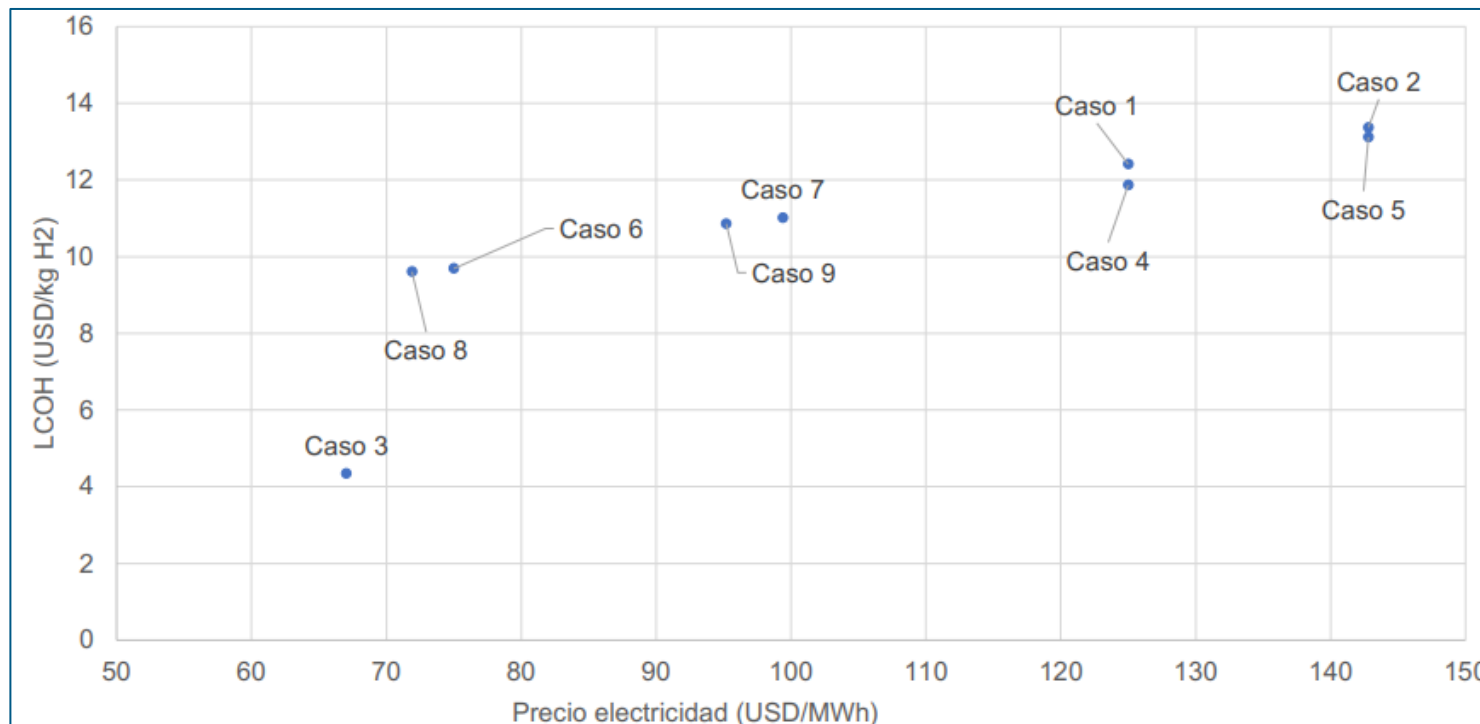
Internacional

- Según el Hydrogen Council, al 2030 las aplicaciones de hidrógeno en **buses, trenes, camiones y SUV** alcanza el **umbral de rentabilidad**.
- Para producción de **sustancias y combustibles sintéticos**, costos dependen fuertemente del **CAPEX (30-40% del costo)** de cada planta particular.
- El amoníaco a partir de hidrógeno verde a largo plazo, es la sustancia/combustible sintético con mayor prospectiva, alcanzando **precios más competitivos que el amoníaco convencional**.



Costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica Nacional

- Se evaluaron **nueve casos para estimar el LCOH** en el país a partir de energías renovables. Ocho casos consideraron un **electrolizador PEM de 1.25 MW en plantas FV de 4 y 8 MWp** en distintas zonas del país, y un caso con consumo netamente de la red.



- CAPEX: 2210 \$/kW
- OPEX: 1 % del CAPEX (sin considerar costo eléctrico)
- Sustitución del stack en el año 10 con un coste de 256 \$/k
- Vida del proyecto: 15 años
- WACC: 7.4 %
- Consumo energético: 54 kWh/kg H₂, teniendo en cuenta la etapa compresión

Costo de producción de hidrógeno verde con solar y eólica Nacional

- El **menor LCOH** (4.35 USD/kgH₂) se obtiene con **suministro eléctrico de la red** (Caso 3), sin embargo, este no es verde porque solo una mínima de electricidad de la red es renovable.
- El principal factor que influye en el LCOH de los demás casos es el **costo de la electricidad renovable** fotovoltaica en el país.
- Para un LCOH más bajo se pueden crear estrategias como la construcción de plantas híbridas (eólica-FV) que permitan una mayor utilización del electrolizador.
- La IEA estima que **al 2050** el costo del hidrógeno verde en la República Dominicana puede alcanzar valores de **entre 1.4 y 1.6 USD/kgH₂**.



Potenciales aplicaciones

Potenciales Aplicaciones

Sector Industrial

Cementeras

- Los hornos cementeros son el **61 % del consumo de energía útil** en industrias no metálicas, utilizando coque (63 %) y carbón (32 %).
- Al **inyectar parcialmente hidrógeno verde** en los hornos, se reducen las emisiones provenientes de esta industria.

Producción de amoníaco y fertilizantes verdes

- En el país se usa para la limpieza y como materia prima para fabricación de fertilizantes.
- El **amoníaco verde** podría **reemplazar** el **amoníaco convencional** que se importa al país..

Minería metálica

- El principal uso en la producción de oro, plata y cobre sería como **combustible**.
- En la producción de ferroníquel se podría estudiar la posibilidad de utilizarlo como **agente reductor**.

Potenciales Aplicaciones

Sector Transporte

Recolectores de basura

- Las celdas de combustible ofrecen un **rango mayor, recarga rápida y carga útil más efectiva.**



Transporte minero

- Los equipos mineros de celda de combustible podrían lograr **misma movilidad, potencia y rendimiento que los diésel,** gozando de limpieza ambiental.



Montacargas

- Tienen **recargas más rápidas que los eléctricos a batería** y un desempeño en el tiempo más estable.

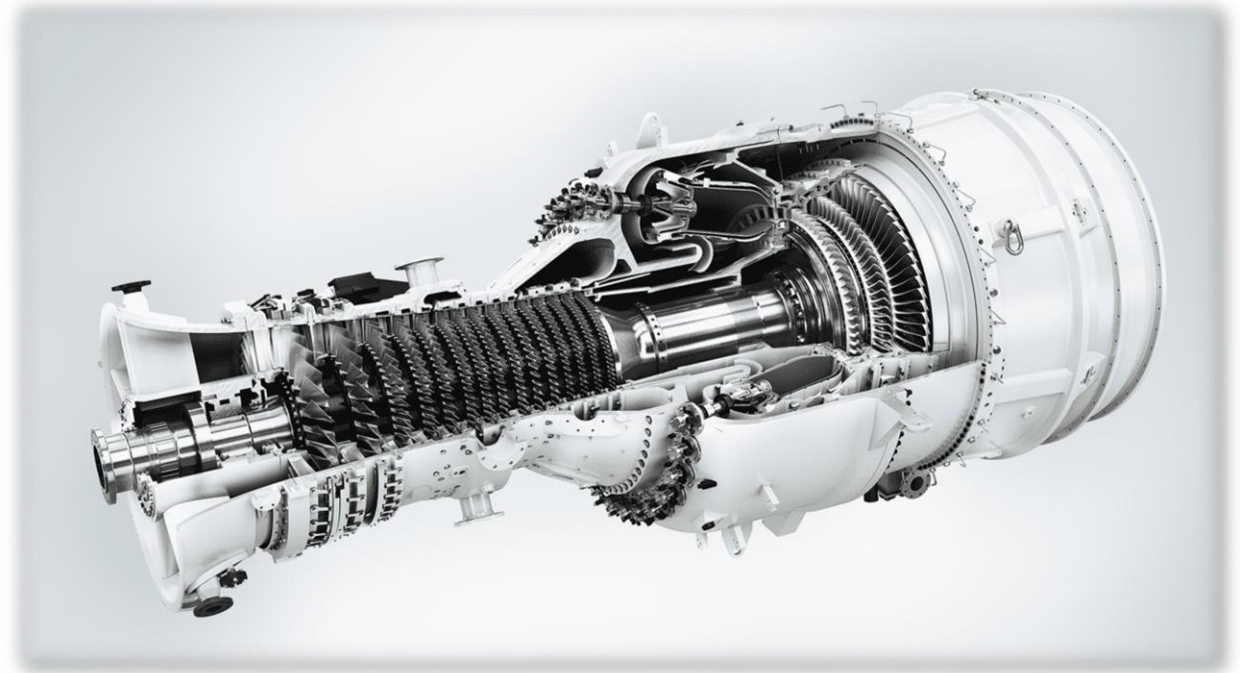


Potenciales Aplicaciones

Industria Eléctrica

Generación eléctrica con hidrógeno y amoníaco

- Las turbinas de gas modernas son capaces de **operar** en una amplia gama de **concentraciones de H₂ verde**.
- También los MCI pueden operar con hidrógeno y existen programas de desarrollo de motores y turbinas que puedan **operar directamente con amoníaco** (Wärtsilä, MAN, Mitsubishi entre otros).

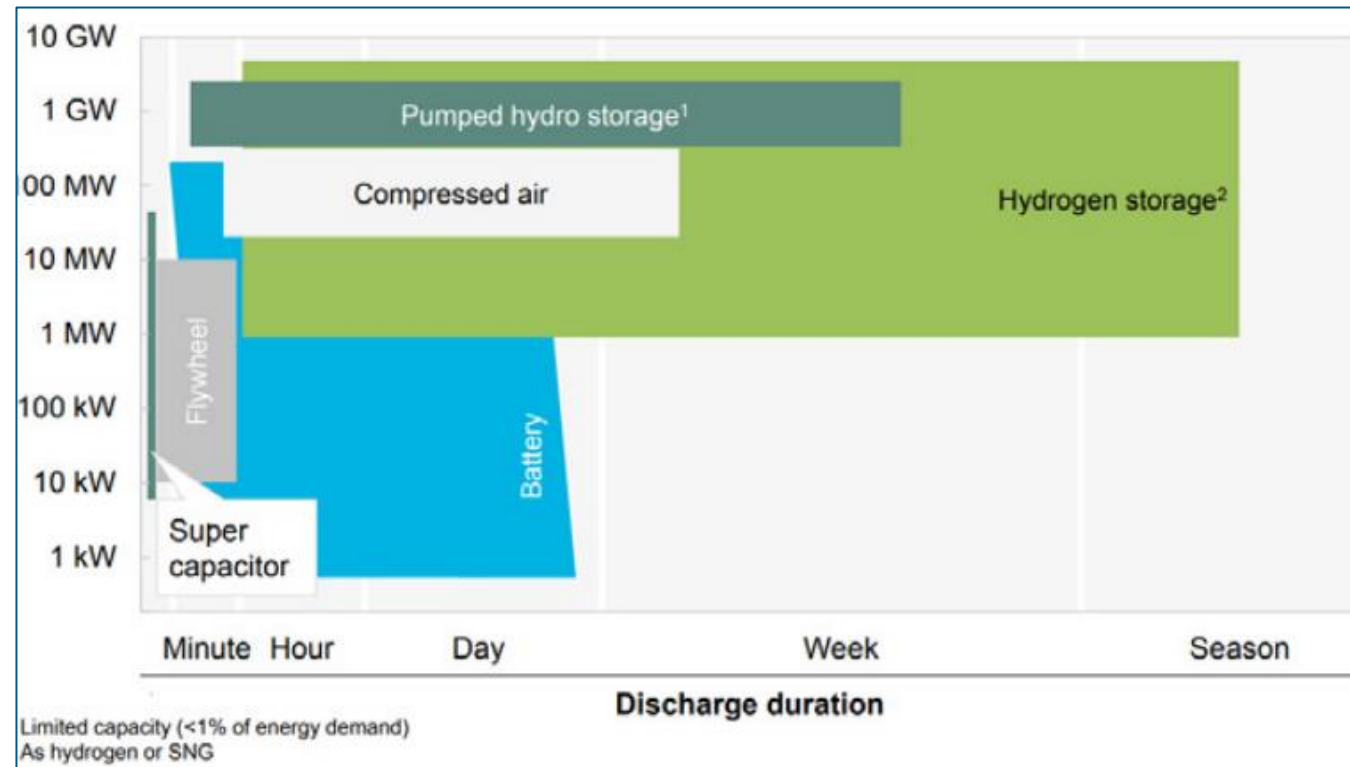


Potenciales Aplicaciones

Industria Eléctrica

Almacenamiento para la red

- El almacenamiento de hidrógeno para luego producir electricidad e inyectar a la red es técnicamente más factible que las baterías **para almacenamiento a largo plazo** (días hasta estaciones).



Diagnóstico de la infraestructura en el país

Infraestructuras de combustibles

- Aún es pronto para pensar en **reacondicionar** o **construir infraestructura** para combustibles como hidrógeno, amoníaco o metanol.
- Para proyectos piloto de camiones o buses con hidrógeno se puede pensar en **hidrógeno verde in situ** en las propias estaciones de expendio.



Fuente: AES Dominicana

Diagnóstico de la infraestructura en el país

Infraestructura eléctrica e hidráulica

Infraestructura eléctrica

- Transmisión planificada absorbe parte de nueva generación renovable.
- Oportunidades de **valorizar el potencial renovable** donde no llega la transmisión.
- **Posibilidad de blending** de hidrógeno en plantas de ciclo combinado y MCI.



Infraestructura de agua

- **Consumo pequeño de agua** para producción de hidrógeno verde.
- 9 litros de agua para 1 kg de hidrógeno (consumo estequiométrico).
- Se requeriría igualmente estudio impacto ambiental.

Diagnóstico del marco regulatorio e institucional

Normativa actual

- Ley No. 37-17. Establece competencias del **MICM** en mercado de **derivados del petróleo y otros combustibles.**
- Reglamento Transportación Terrestre de Sustancias y Materiales Peligrosos (autorización y registro con **MIMARENA y el INTRANT**)
- Reglamento Gestión de Sustancias y Desechos Químicos Peligrosos (permiso del **MIMARENA**)
- NORDOM 836. Etiquetado de productos químicos (INDOCAL)



Análisis de barreras y oportunidades

Barreras

1. Para precios competitivos es necesaria **electricidad renovable más barata.**
2. El mercado actual de hidrógeno es **pequeño y limitado.**
3. No hay **marco regulatorio claro** para la cadena de valor del hidrógeno.
4. Normativas de seguridad actuales tratan al H2 **como sustancia peligrosa.**
5. El almacenamiento deberá realizarse en tanques a **presión, licuado o mediante vectores.**



Análisis de barreras y oportunidades

Oportunidades

■ Sector turismo:

- Autobuses turísticos; cruceros que utilicen amoníaco o metanol verde.
- Otras infraestructuras turísticas difíciles de electrificar.

■ Sector agrícola:

- Fertilizantes con derivados del hidrógeno (amoníaco verde).
- Combustible para vehículos y maquinarias pesada.

■ Sector industrial y minero:

- Camiones mineros y vehículos de intralogística.
- Hornos y calderas, en sustitución de coque de petróleo y carbón.
- Como agente reductor.



**Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Domicilios de la Sociedad:
Bonn y Eschborn, Alemania

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60 - 0
F +49 228 44 60 - 17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79 - 0
F +49 61 96 79 - 11 15

E info@giz.de
I www.giz.de