



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

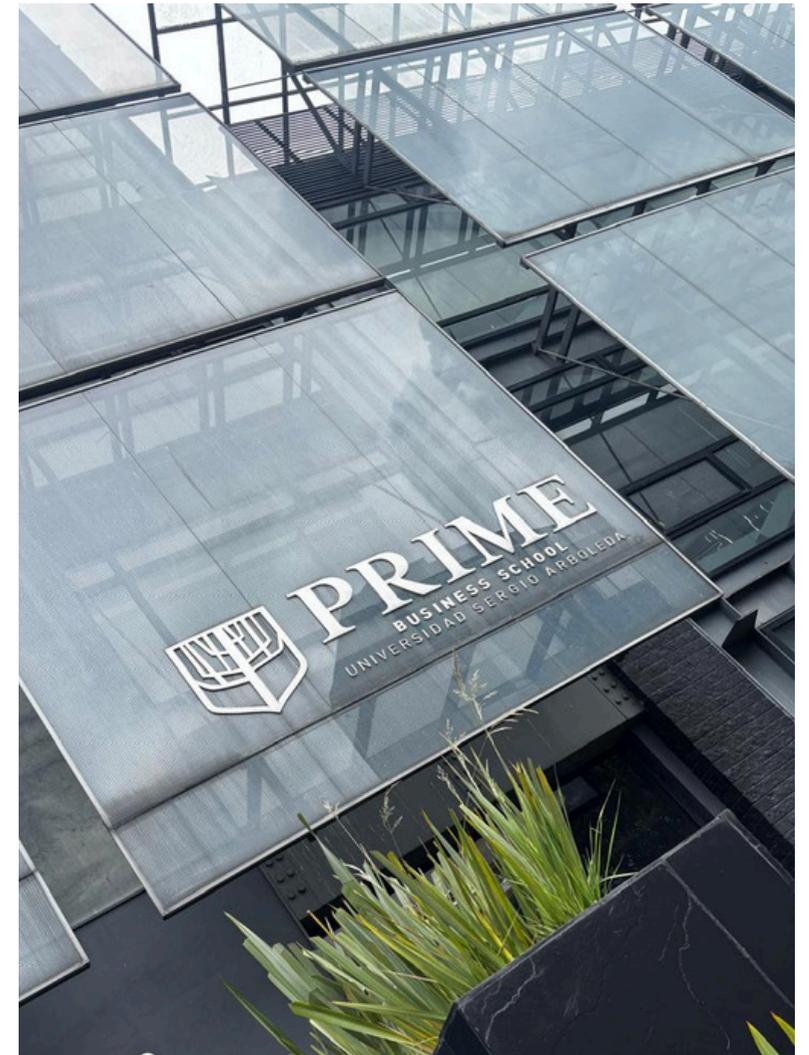
LA MAESTRÍA EN **GESTIÓN ENERGÉTICA**

presenta

MASTER CLASS N.º4



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA





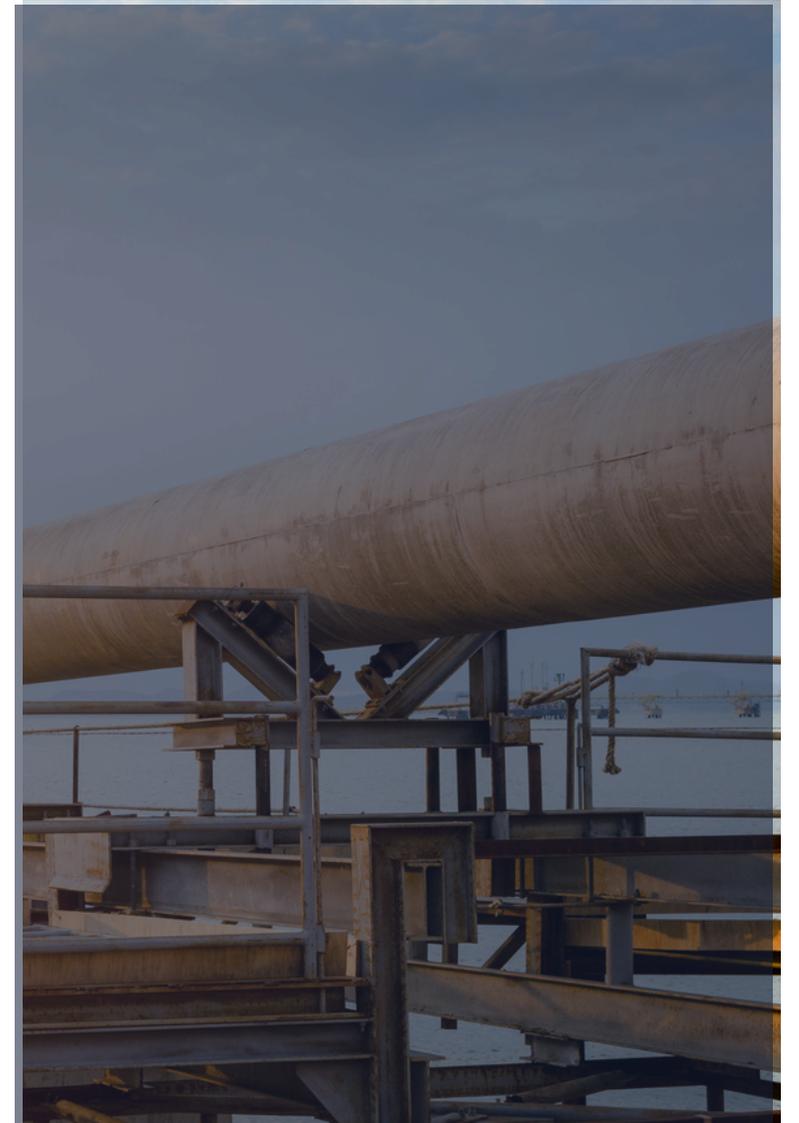
PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

Master Class Energy Management

SÍ O SÍ: DESCARBONIZACIÓN – ENERGÍAS RENOVABLES – CADENA DE VALOR DEL H2

CESAR L. BARCO G. Mag.
Gerente general.

9 de julio
6:00 p.m.



ORDEN DEL DÍA



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

- 1 Palabras de bienvenida y presentación de Carlos Ortega, PhD(C) y director del área académica de Business Innovation de PRIME Business School.
- 2 Presentación Cesar L. Barco G. Mag.
- 3 Conferencia.
- 4 Preguntas y respuestas.
- 5 Cierre del evento.



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

CARLOS EDUARDO ORTEGA

Director Área Académica Business Innovation
PRIME Business School.



- Doctor (C) en Administración de Empresas.
- Máster en innovación para el desarrollo empresarial bilingüe.
- Consultor en Roadmapping.



CESAR L. BARCO G. Mag.
Gerente general.

- Ing. Eléctrico, Mg.en Ciencias Económicas, con Certificación Ejecutiva en Estrategia e Innovación del MIT – SLOAN y estudios de posgrado en Gestión de Tecnología, Desarrollo Gerencial y Desarrollo Directivo. Es PMP desde 2005 certificado por el PMI (Project Management Institute).
- Consultor, Empresario y Profesor de prestigiosas universidades en temas de Gerencia de Proyectos, Energía Eléctrica y FNCER. Entre sus logros se destaca la obtención en 2023 de la primera certificación otorgada por la UPME para un proyecto de Hidrógeno Verde en Colombia y la distinción con el premio de proveedor icónico de Ecopetrol en categoría ambiental en 2024, por la Dirección del proyecto I+D+i, ENECO₂.
- Cuenta con experiencia superior a 30 años en el sector “Oil & Gas” y más de 5 años en Energías Renovables no Convencionales.

MAESTRÍA EN GESTIÓN ENERGÉTICA (MGE)

UN MBA EN
ENERGY
MANAGEMENT



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

OBJETIVO

Formar líderes integrales, comprometidos con el desarrollo nacional, y competentes para desempeñarse con éxito en diversos ámbitos de la gestión de empresas relacionadas con la industria energética.

Más información



[Página MGE - Universidad Sergio Arboleda](#)

Horario: viernes de 5:00 p.m. a 9:30 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 1:30 p.m.

Valor matrícula 2025: \$48.795.400.





PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

Diplomado en Cadena de Valor del Hidrógeno (H2)

PROMESA DE VALOR

Desarrollar competencias relacionadas con la **Cadena de Valor del Hidrógeno**, con el fin de desarrollar los proyectos que apalancarán el cumplimiento de las políticas colombianas y globales.

Horario: Lunes a Jueves 6:00 p.m. a 8:00 p.m.

Valor matrícula 2025: \$3.300.000

Intensidad: 95 horas

FACTOR DIFERENCIAL

Enfoque **teórico – práctico** para emprender con iniciativas alrededor de la Cadena de Valor del Hidrógeno. Con profesores con experiencia en el desarrollo de nuevas tecnologías.

COMPETENCIAS

- Capacidad para interpretar variables del sector energético asociadas a la Cadena de Valor del Hidrógeno.
- Habilidad para identificar oportunidades que permitan formular estrategias y proyectos energéticos.



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

Curso en Administración de Transición Energética

PROMESA DE VALOR

capacidad para enfrentar y debatir diversos temas relacionados con la **transición energética** desde los negocios, marco legal, finanzas y aspectos tributarios.

FACTOR DIFERENCIAL

Docentes expertos **nacionales** e **internacionales** provenientes de sectores público, gremial y empresarial, con una profunda experiencia en el ámbito energético.

COMPETENCIAS

- Capacidad para comprender y aplicar conocimientos teóricos y prácticos en el sector energético, con un enfoque integral.
- Capacidad de gerenciar y administrar proyectos para energías renovables.

EXPLORA NUESTRAS OPCIONES DE FORMACIÓN



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

**MAESTRÍA EN GESTIÓN
ENERGÉTICA (MGE)**

**DIPLOMADO EN CADENA DE
VALOR DEL HIDRÓGENO (H2)**

**CURSO EN ADMINISTRACIÓN
DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA**



Más información aquí



INFORMES



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

ALEXANDER SINTURA **Coordinador**

✉ alexander.sintura@usa.edu.co

☎ 325 75 00 Extensión 2836



Grabación Master Class



PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

1. GEOPOLÍTICA Y PETRÓLEO INTERNACIONAL: Repercusiones en Colombia

Por: Alberto Cisneros Lavaller (Ph.D)



[Haz clic aquí para ver la grabación](#)



2. GEOPOLÍTICA PETROLERA

Medio Oriente y Colombia, ¿algo en común?

Por: Alberto Cisneros Lavaller (Ph.D)



[Haz clic aquí para ver la grabación](#)



Pronto estaremos compartiendo la grabación de la **Master Class N°3**.

*Energy Management.
Sí o Sí: Descarbonización - Energías Renovables - Cadena de valor del H2*

Por: César L. Barco G.



Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

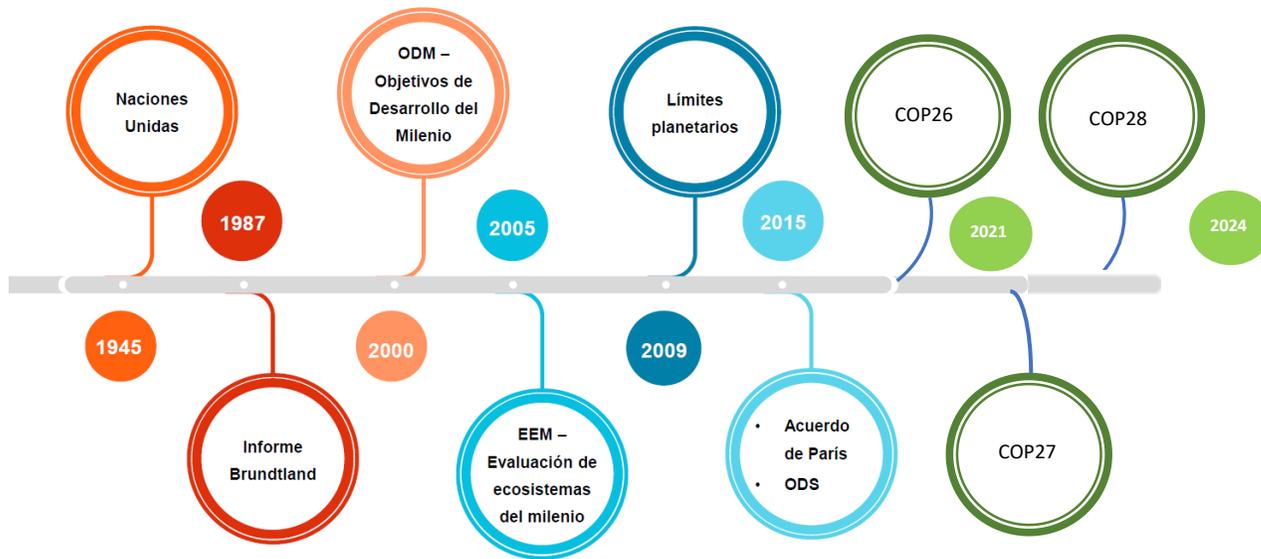
Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Compromiso global hacia la descarbonización de las operaciones



- Desde hace varias décadas, se han hecho esfuerzos a nivel mundial, para motivar el trabajo hacia la reducción del calentamiento global. De estos han surgido iniciativas tales como el **Pacto de Paris** y guías como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS**), en los cuales se han propuesto metas para los diferentes países.
- No obstante, solamente en la actualidad, a través de la **Transición Energética** en la que están envueltas la mayor parte de las naciones, se está encontrando una estrategia que permita cumplir con las acciones de fondo que necesita la humanidad.

Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible)



Las Naciones Unidas en el año 2015, en su asamblea general, declararon una agenda 2030 para el desarrollo sostenible, fijando así 17 objetivos y 169 metas;

Los ODS se consideran un punto de partida importante para unificar criterios y medir posibilidades homogéneas en realidades diversas y heterogéneas.

INDICADOR	2015	LATEST YEAR
7.1.1 Proportion of population with access to electricity	 957.5 million people without access to electricity	685 million people without access to electricity (2022)
7.1.2 Proportion of population with primary reliance on clean fuels and technology for cooking	 2.7 billion people without access to clean cooking	2.1 billion people without access to clean cooking (2022)
7.2.1 Renewable energy share in total final energy consumption	 16.7% share of total final energy consumption from renewables	18.7% share of total final energy consumption from renewables (2021)
7.3.1 Energy intensity measured as a ratio of primary energy and GDP	 4.9 MJ/USD primary energy intensity	4.6 MJ/USD primary energy intensity (2021)
7.a.1 International financial flows to developing countries in support of clean energy research and development and renewable energy production, including in hybrid systems	 12.3 USD billion international financial flows to developing countries in support of clean energy	15.4 USD billion international financial flows to developing countries in support of clean energy (2022)
7.b.1 Installed renewable energy-generating capacity in developing and developed countries	 250 watts per capita installed renewables capacity	424 watts per capita installed renewables capacity (2022)

Contenido

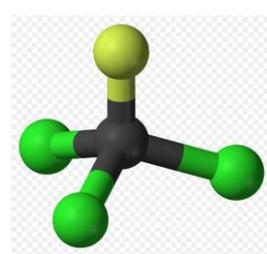
- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Potencial de calentamiento atmosférico - PCA

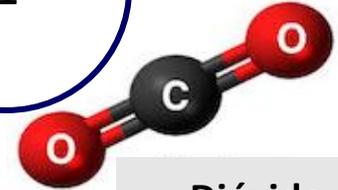
El Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) es una medida que compara la capacidad de un gas **para atrapar calor en la atmósfera** con la capacidad del dióxido de carbono (CO₂) durante un período específico de tiempo, usualmente 100 años.



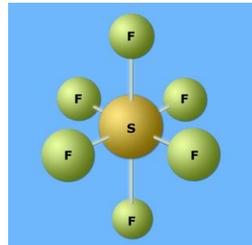
1810

HCFC-22 R-22
Clorodifluorometano

1



Dióxido de Carbono – CO₂



23500

Hexafluoruro de azufre

Óxido nitroso – N₂O



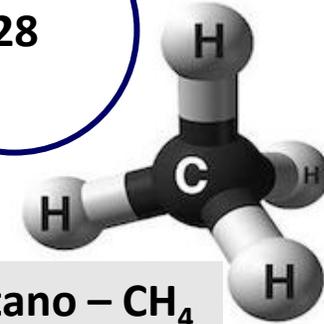
265



Vapor de agua

N/A

28



Metano – CH₄

$$\text{Emisiones de CO}_2 + \text{emisiones de CH}_4 * \text{PCA}_{\text{CH}_4} + \text{emisiones de N}_2\text{O} * \text{PCA}_{\text{N}_2\text{O}} = \text{total emisiones de CO}_2\text{e}$$

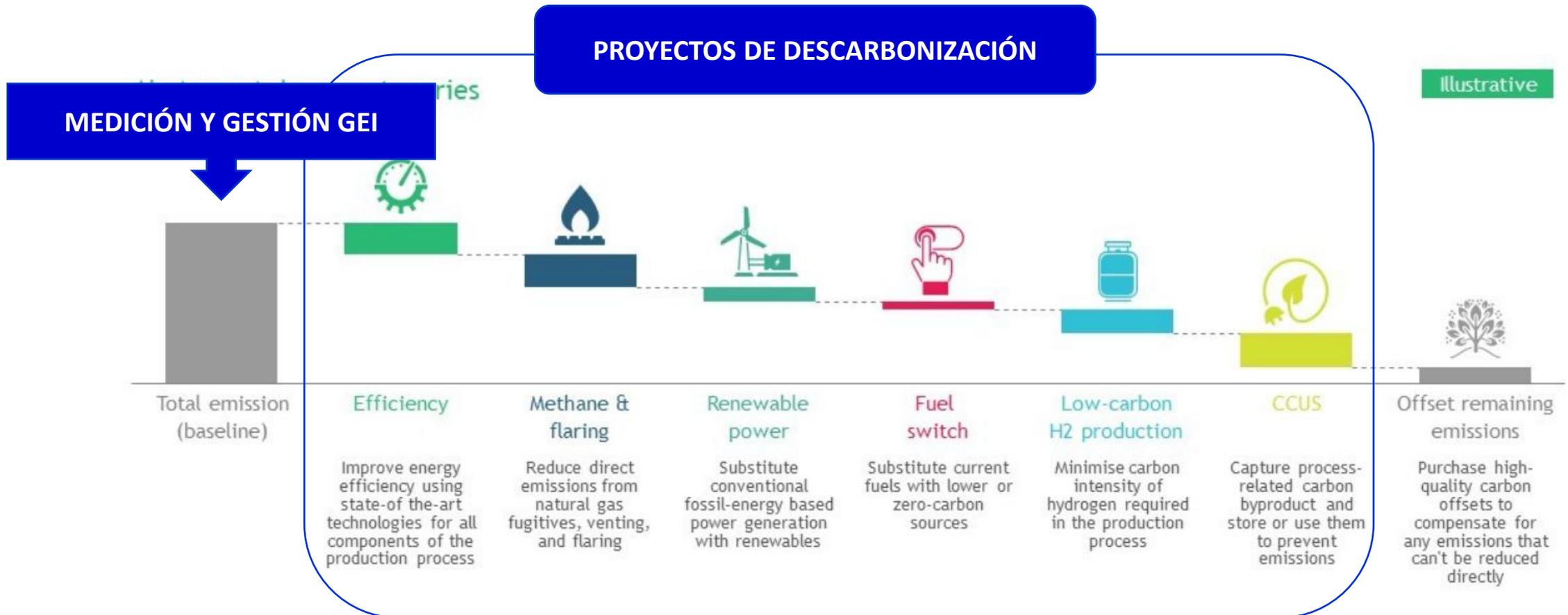
1

28

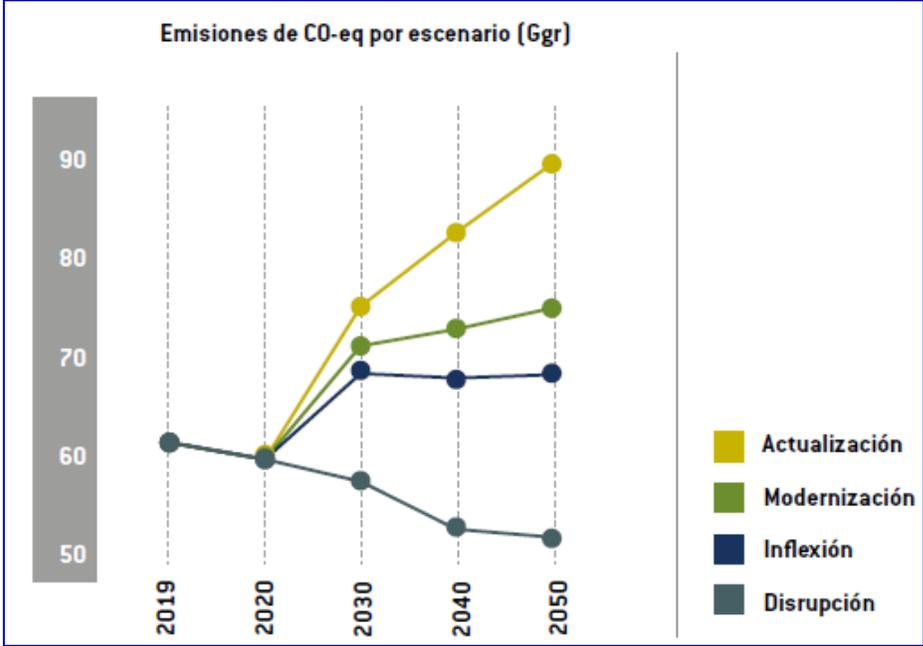
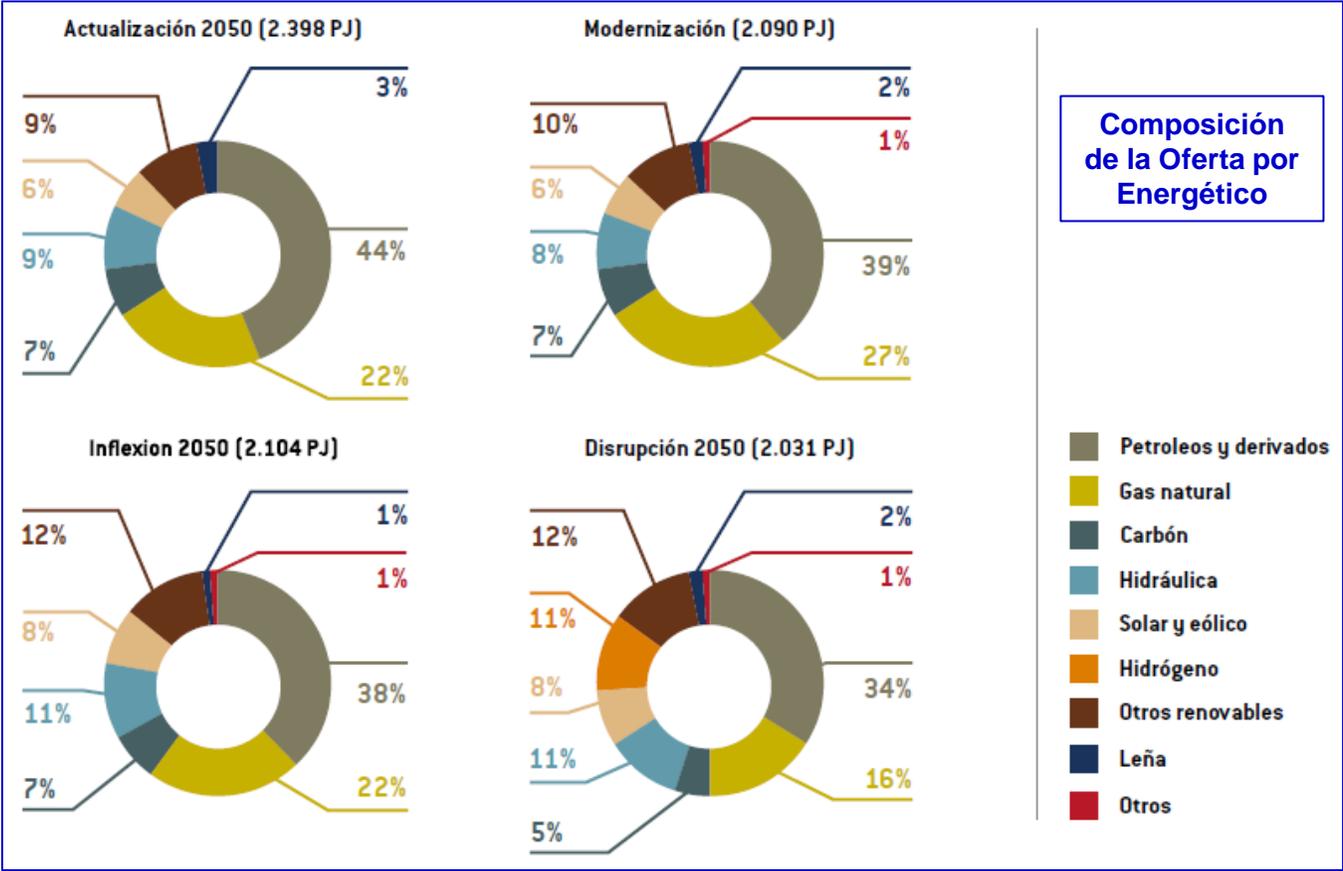
265



Camino de la descarbonización



Matriz energética: Escenarios



Fuente: UPME. Plan Energético Nacional 2020 - 2050

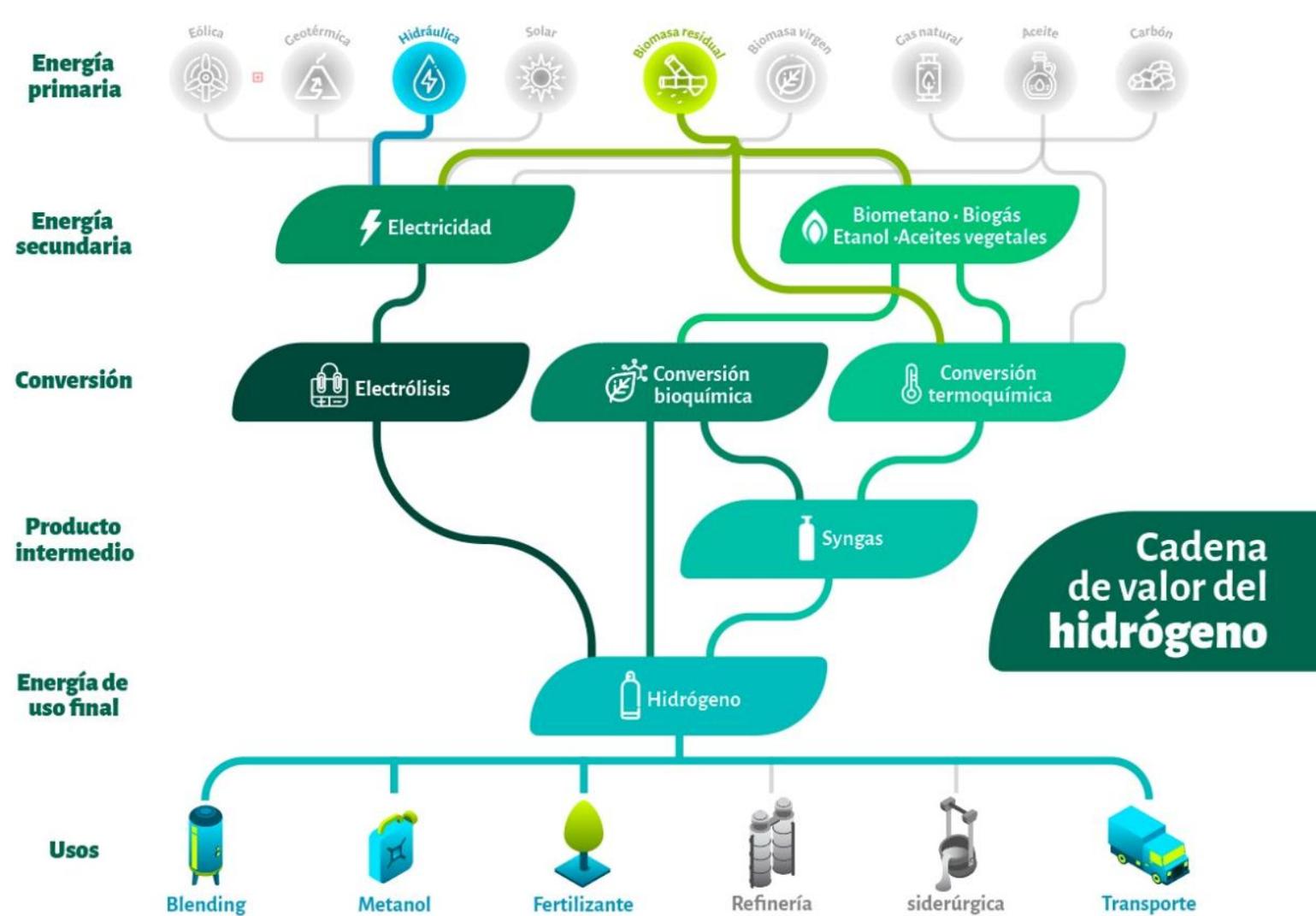
Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Energías Renovables



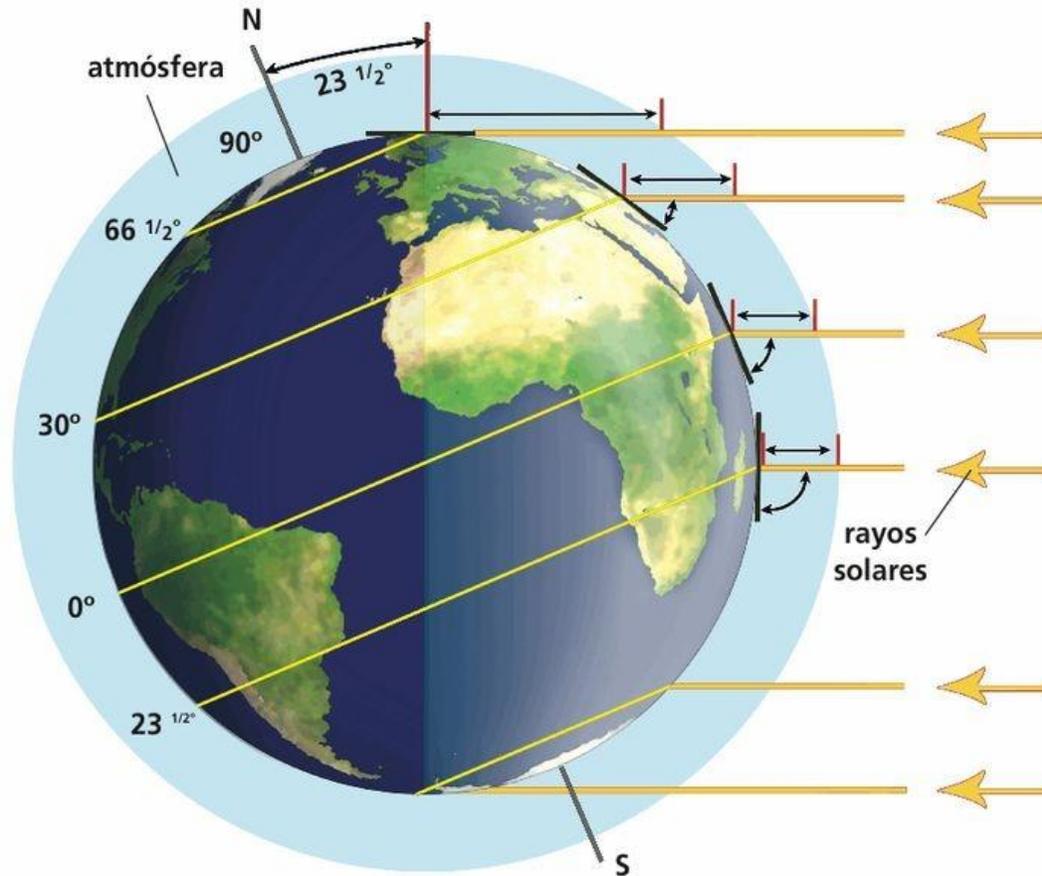
Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Generación de energía

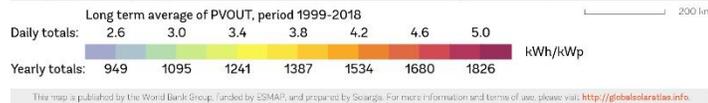
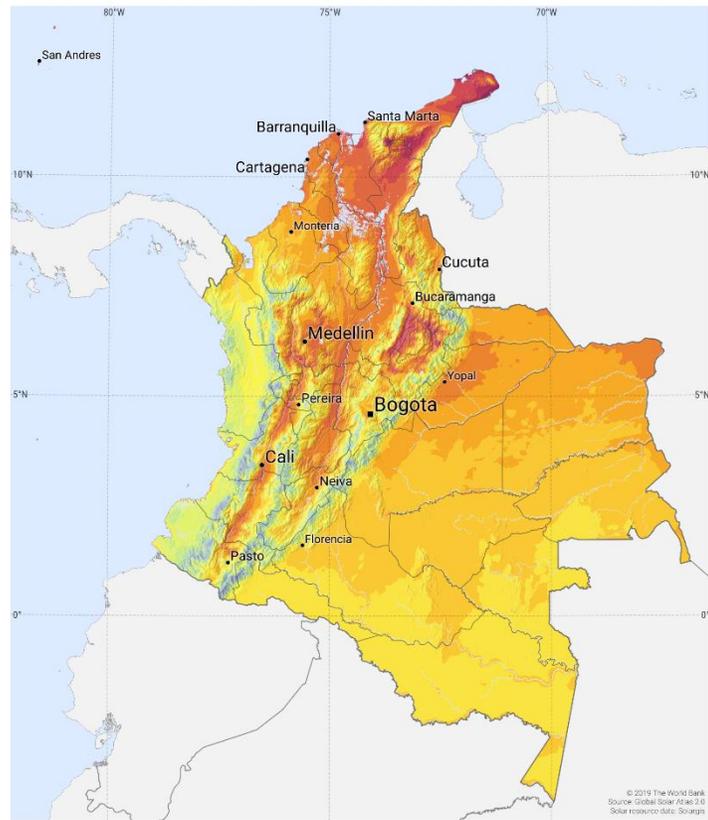


$$\text{Ángulo ópt.} = 3.7^\circ + 0.69 * \text{Latitud}^\circ$$

- La energía solar fotovoltaica se basa en el **efecto fotovoltaico**, que es la capacidad que tienen ciertos materiales (generalmente silicio) para generar electricidad cuando son expuestos a la luz solar.
- Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de **absorber fotones** (partículas lumínicas) y **liberar electrones**, generando una corriente eléctrica.
- Las de silicio monocristalino se obtienen a partir de un único cristal de silicio puro y alcanzan la máxima **eficiencia, entre un 18 % y un 20 %**.
- Las de silicio policristalino se elaboran en bloque a partir de varios cristales, por lo que resultan más baratas y poseen una eficiencia media de entre el 16 % y el 17,5 %.
- Las de silicio amorfo presentan una red cristalina desordenada, lo que conlleva peores prestaciones (eficiencia media de entre un 8 % y un 9 %).

Atlas Solar

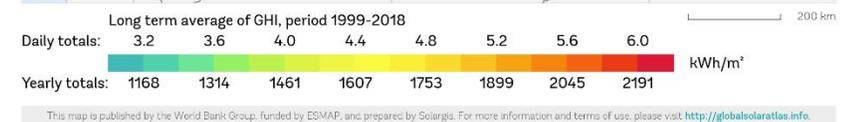
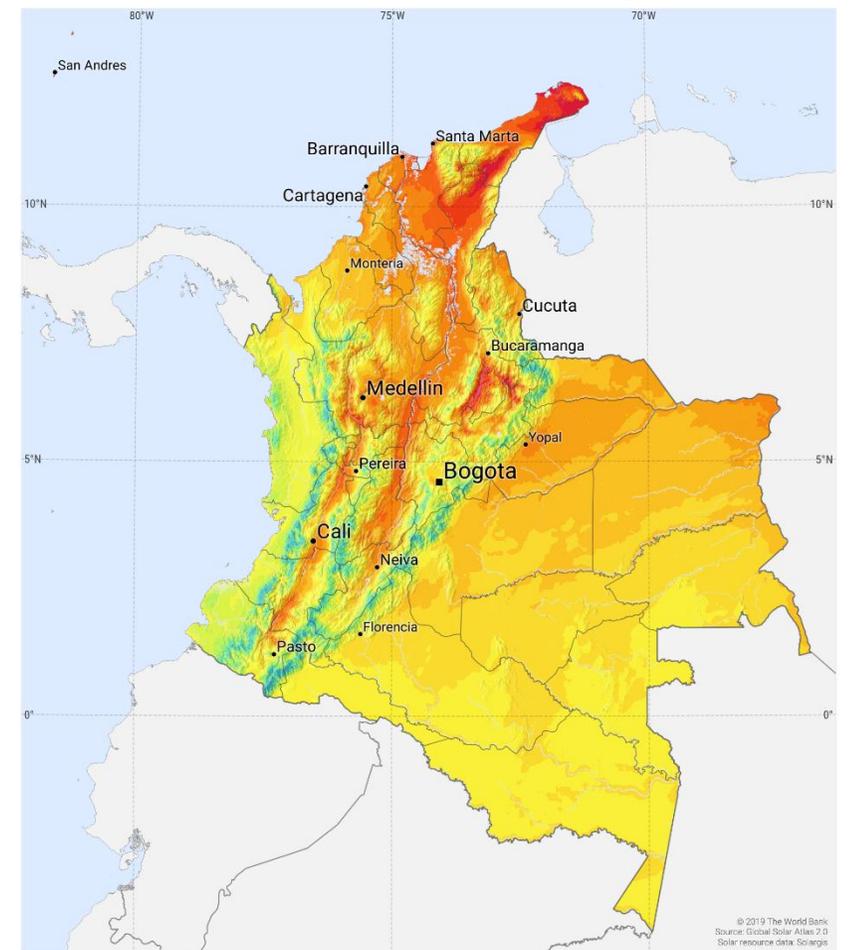
SOLAR RESOURCE MAP
PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL
COLOMBIA



SOLAR RESOURCE MAP
DIRECT NORMAL IRRADIATION
COLOMBIA



SOLAR RESOURCE MAP
GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION
COLOMBIA



Beneficios y reglas de dedo gordo

- Se trata de una **fuerza abundante de energía**, puesto que el sol emite continuamente enormes cantidades de radiación que pueden ser aprovechadas.
- Además, su utilización contribuye a **reducir la dependencia de combustibles fósiles** y a mitigar el cambio climático al no generar emisiones de gases de efecto invernadero durante su operación.
- **Ahorros** por sistemas de energía solar fotovoltaica están entre el 20% y el 40%
- **Beneficio Social**



Dibulla: conexión de 275 hogares por primera vez a la energía eléctrica mediante este sistema de energía renovable no convencional. Fuente: MinEnergía <https://www.youtube.com/watch?v=de5uLGC9NuY>

- 1 MWh de energía FNCER reduce aproximadamente 0,493 Toneladas de CO_{2e} (resolución UPME 000705 de 2024)
- 1 MWp de capacidad instalada tiene un costo de USD 1 millón y requiere 1 Hectárea
- 1 Bono (Crédito) de Carbono corresponde a reducir la emisión de 1 Ton de CO₂
- 1 Bono de Carbono puede tener un valor aproximado de USD \$5,5
- 1 m² de panel genera 400 W de DC.

Contenido

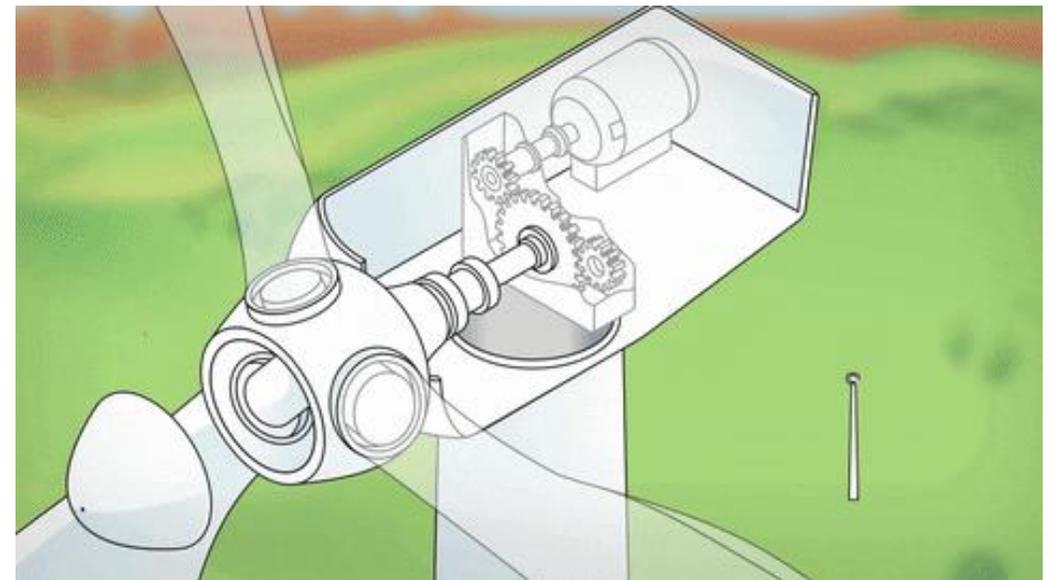
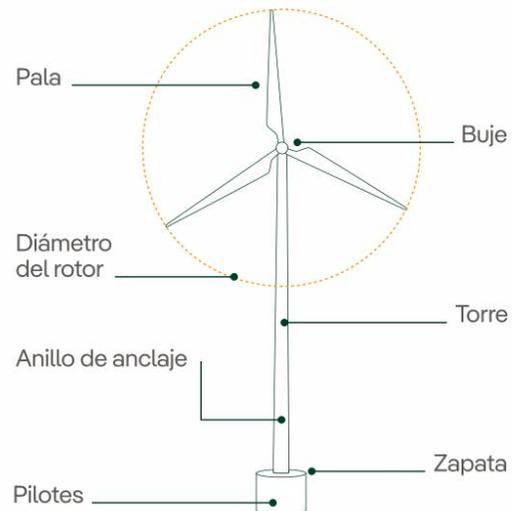
- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Energía Eólica

- La energía eólica es aquella que se obtiene a partir de la **fuerza del viento**.
- A través de un **aerogenerador** que transforma la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica.
- El proceso de extracción se realiza principalmente gracias al rotor, que transforma la energía cinética en energía mecánica, y al generador, que transforma dicha energía mecánica en eléctrica.
- Los aerogeneradores han de orientarse en la dirección del viento.



Energía Eólica

La potencia que se puede extraer a una turbina eólica puede determinarse mediante la siguiente relación [7]:

$$P = \frac{1}{2} * A * c_p * \rho * u^3 \quad (5)$$

$$\rho = \left(\frac{353,05}{t} \right) * e^{-0,034*(z/t)} \quad (6)$$

donde A es el área circular de barrido de las palas del aerogenerador (m^2); c_p es el coeficiente de potencia; ρ es la densidad del aire (kg/m^3); u es la velocidad del viento (m/s); t es la temperatura del aire (grados kelvin) y z es la altura sobre el nivel del mar del aerogenerador (m).

Fuente: CIAE (Centro de Inteligencia de Ahorro de Energía), México

En la Fig. 3 se muestra la típica curva de potencia P (v) de un generador moderno [6], [7]:

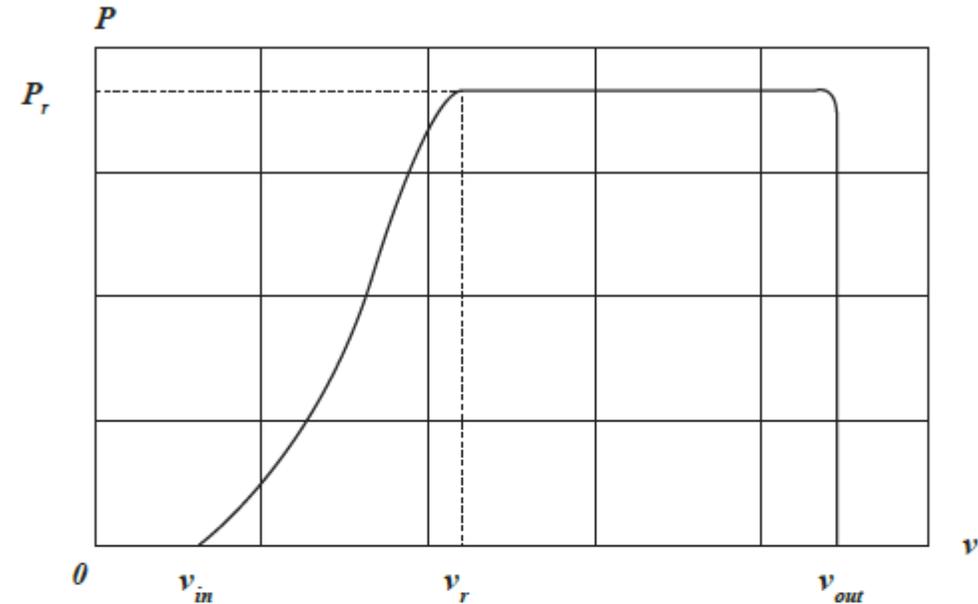


Figura 3: Curva de potencia de un aerogenerador

donde v_{in} es la velocidad del viento de conexión o de arranque, a partir de la cual el aerogenerador produce energía; v_r es la velocidad del viento a la cual el aerogenerador alcanza su potencia nominal P_r y v_{out} es la velocidad del viento de corte, sobre la cual el aerogenerador debe ser apagado.

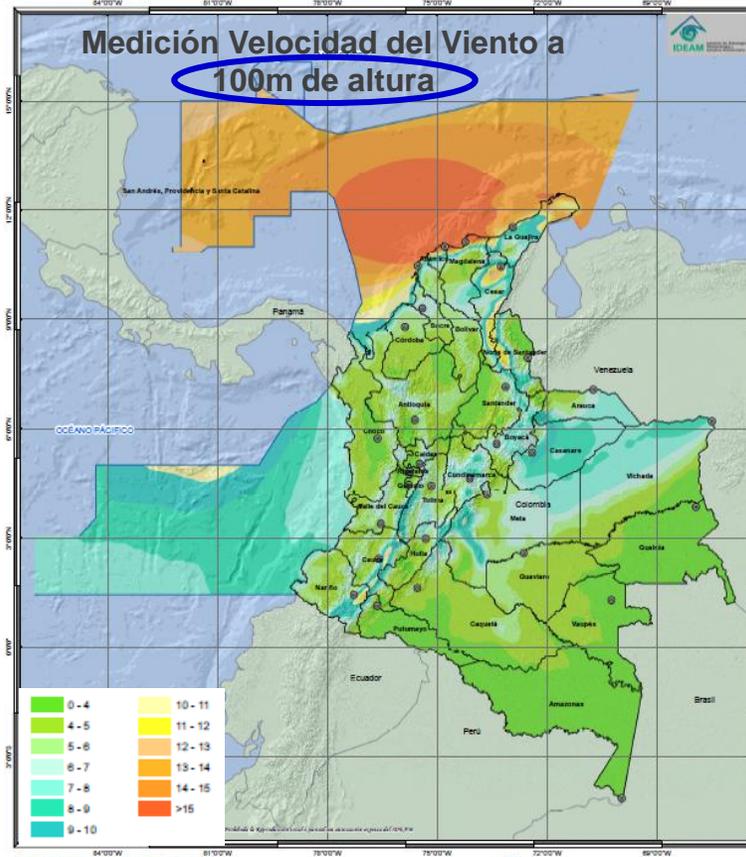
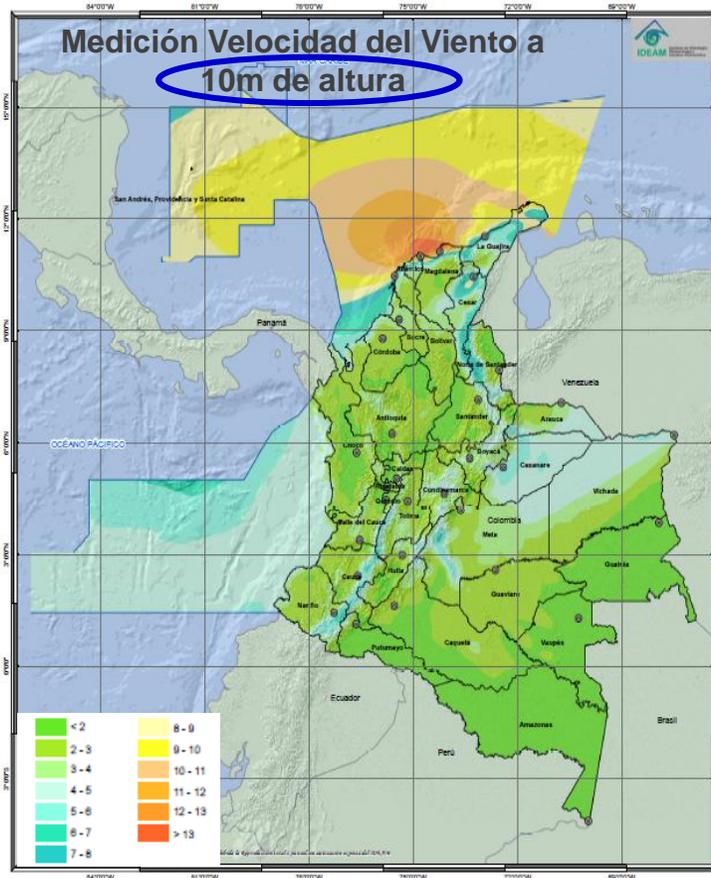
Energía Eólica: Otras variables de diseño

- **Separación entre aerogeneradores:**
 - Superior a 7,5 diámetros en dirección del viento dominante
 - Superior a 2,5 diámetros entre rotores en dirección perpendicular al viento dominante
- **Factores que influyen en la eficiencia del sistema:**
 - Rugosidad del terreno
 - Turbulencia del clima
 - Obstáculos del viento
 - Efectos: de la estela, del parque, túnel, de la colina
- **Regla de dedo gordo: MMUSD \$1,25 a 1,75/MW (70% aerogenerador)**



Fuente: Isagen - Parque Eólico Guajira 1,20 MW

Energía Eólica



- En el **Caribe Colombiano** contamos con una capacidad alta de generación de energía eólica.
- De acuerdo con el registro de proyectos en la UPME, se tienen cerca de 15 aprobados con una capacidad total de aproximadamente 2000 MW, en su mayoría en la Guajira.
- Comparaciones en producción de CO₂/ kWh:
 - 6.5 gramos, aerogenerador Delta 4000 de Nordex
 - 1,053 gramos, por Carbón
 - Ser humano 42 gramos por hora

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMmMyZmM1MGMtNzExZC00NzJk5ODAtNWUyMzYxMGwMGYzliwidCI6IjMzZWYwNmM5LTBiNjMtNDg3MC1hNTY1LWZzc5NWlxNmE1MyIsImMiOiR9>

Fuente: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>

Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Energía Geotérmica

La energía geotérmica tiene un menor impacto ambiental respecto a fuentes energéticas convencionales:

- La menor emisión de gases de efecto invernadero GEI y sólidos suspendidos en el aire y no requiere de la ocupación de grandes extensiones de tierra para su desarrollo.
- A diferencia de la mayoría de **las energías renovables**, **la geotermia no depende de las variaciones climáticas**, como sí lo hacen las fuentes eólica, solar e hidroeléctrica.
- Su aprovechamiento es local, esto quiere decir que el recurso se aprovecha en la región donde este se encuentra.



CENTRAL GEOTÉRMICA DEL CALOR DE LA TIERRA A LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1 Pozos de extracción

Excavaciones en el terreno que interceptan el **fluido geotérmico** y permiten que ascienda

Profundidad media
400 - 450 m

2 Tuberías de vapor

Tuberías que transportan el vapor de los **pozos de extracción** a la **turbina**

3 Turbina de vapor

Transforma la **energía cinética** del vapor en **energía mecánica** de rotación

4 Compresor

Extrae los **gases no condensables** presentes en el fluido geotérmico

5 Alternador

Transforma la **energía mecánica** en **energía eléctrica**, enviándola al transformador para alimentar la red

6 Condensador

Disminuye la temperatura del vapor que sale de la turbina transformándolo en **agua**

7 Torre de refrigeración

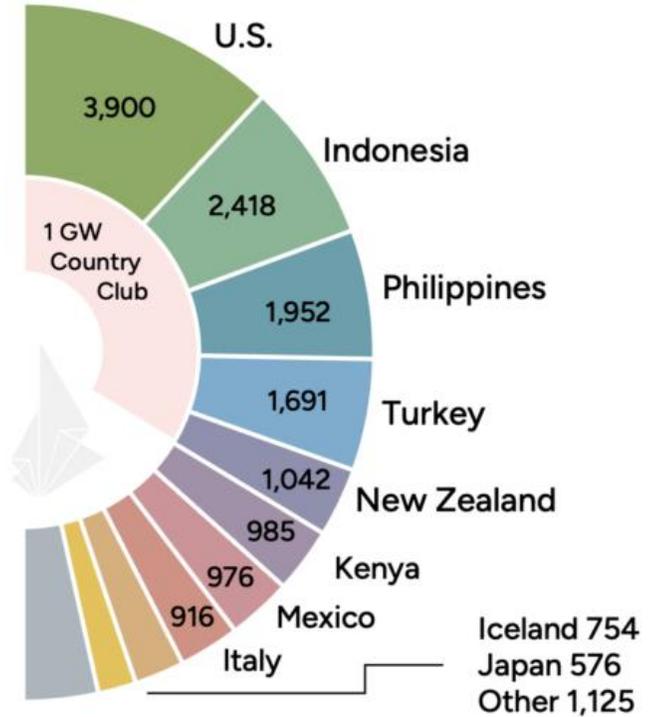
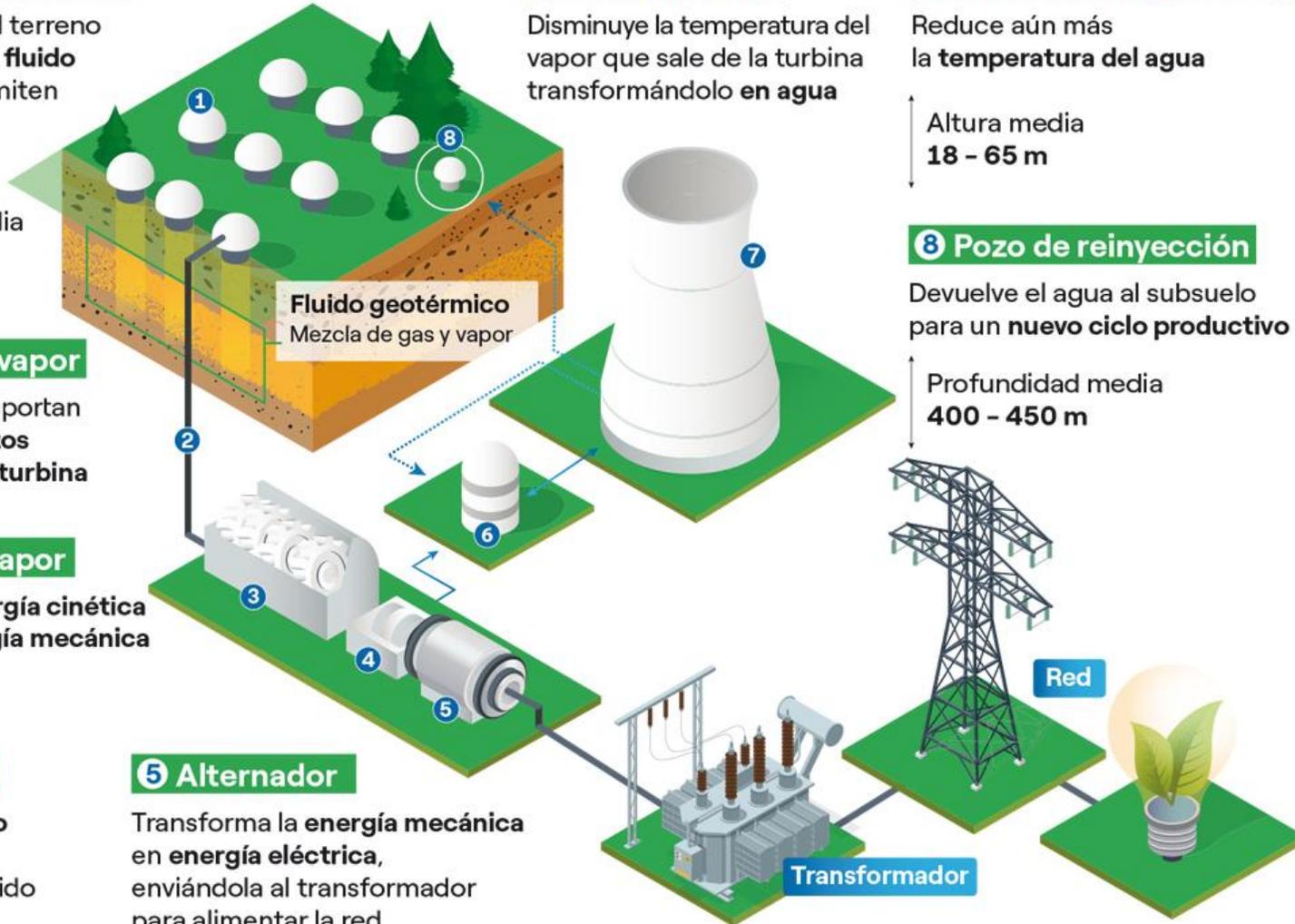
Reduce aún más la **temperatura del agua**

Altura media
18 - 65 m

8 Pozo de reinyección

Devuelve el agua al subsuelo para un **nuevo ciclo productivo**

Profundidad media
400 - 450 m



Source: ThinkGeoEnergy Research 2024

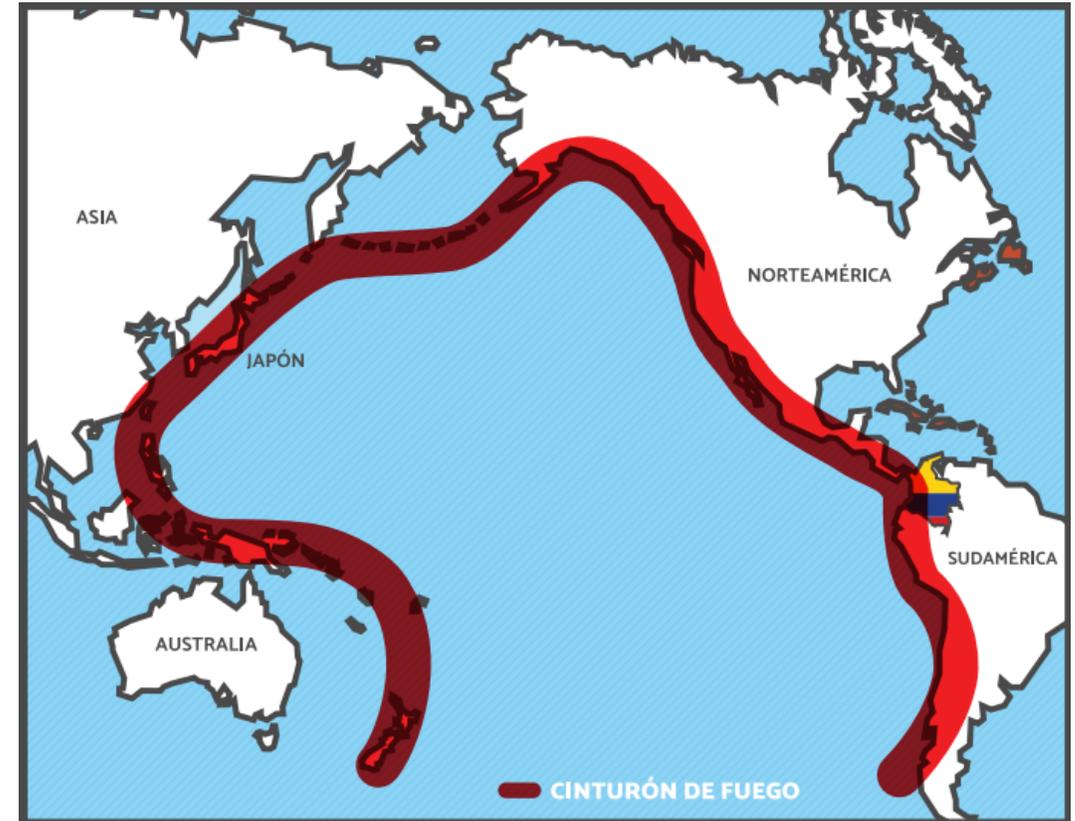
Top 10 de países con capacidad instalada en geotermia

Total mundial: 16,335 MW

Energía Geotérmica en Colombia

En Colombia además por su localización en el Cinturón de fuego del Pacífico (zona de muy alta actividad volcánica y sísmica, localizada en la periferia del Océano Pacífico), existen volcanes de actividad reciente o actual.

- En el campo Las Maracas en Casanare, Colombia.
- Es un proyecto conjunto de Parex, la Universidad Nacional de Colombia-Medellín y el gobierno nacional a través del Ministerio de Minas y Energía
- Energía geotérmica de pequeña escala de 100 kW.



Contenido

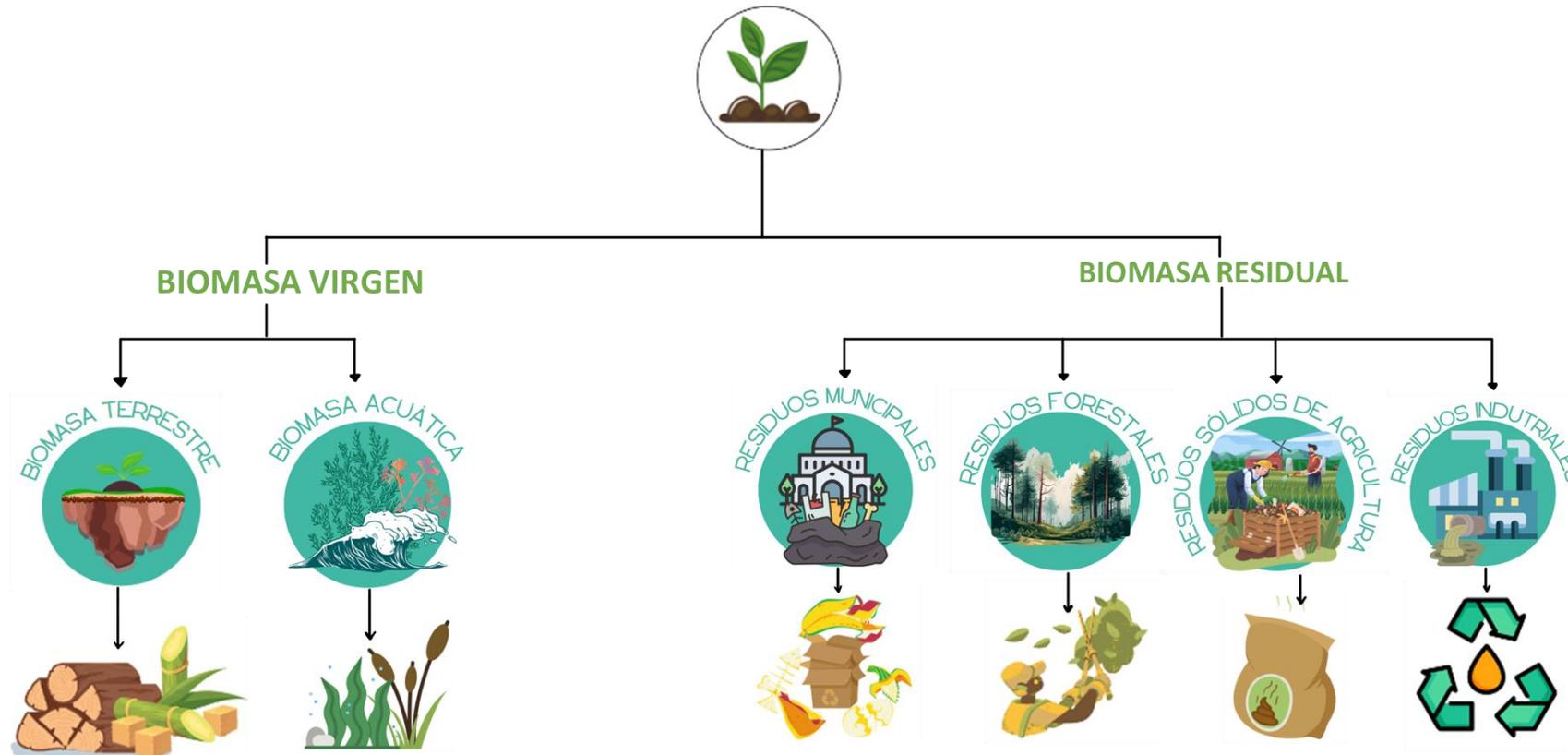
- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



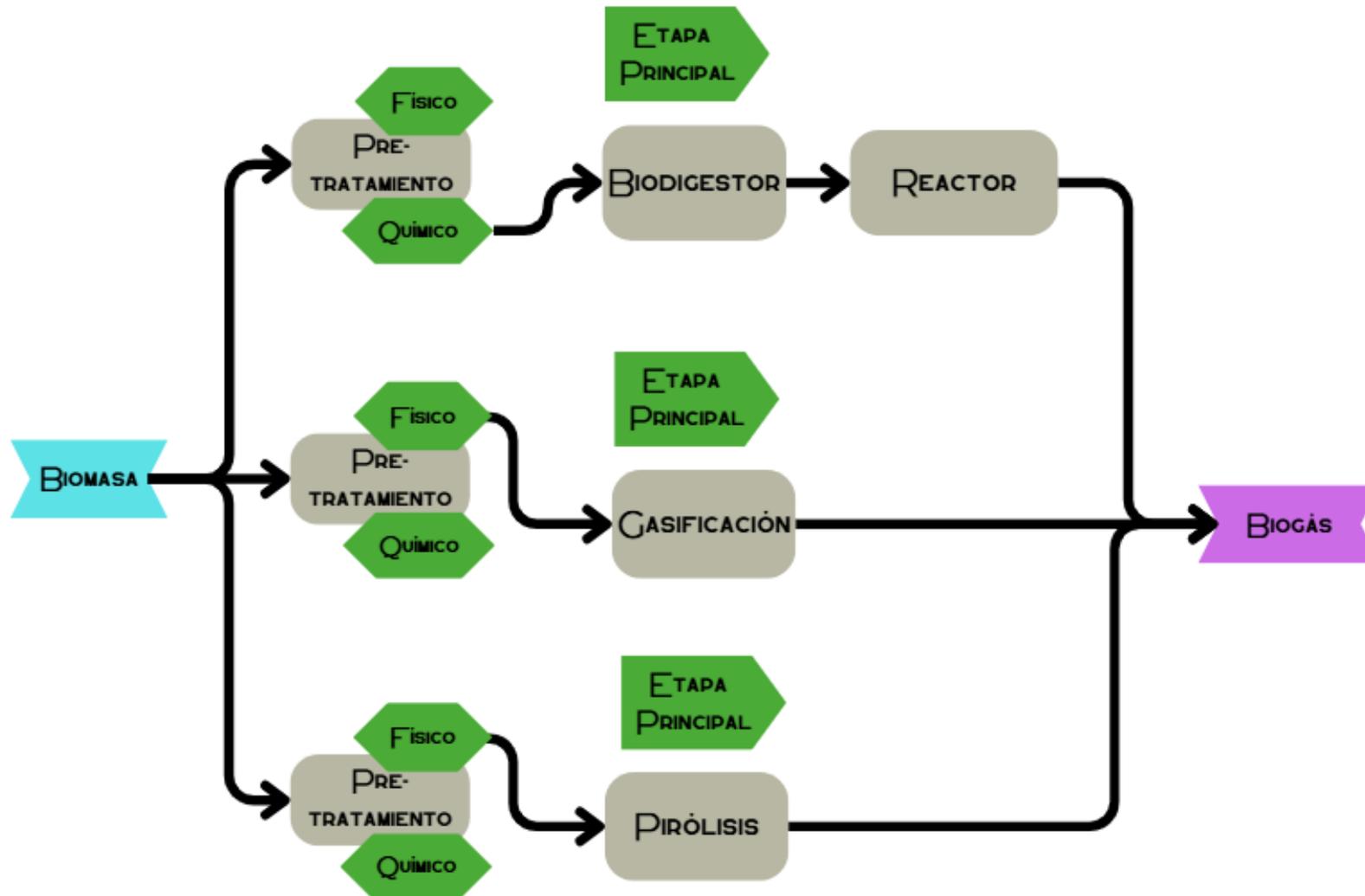
Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Biomasa

- Se considera la biomasa como recurso renovable porque forma parte del flujo natural y repetitivo de los procesos de la naturaleza.

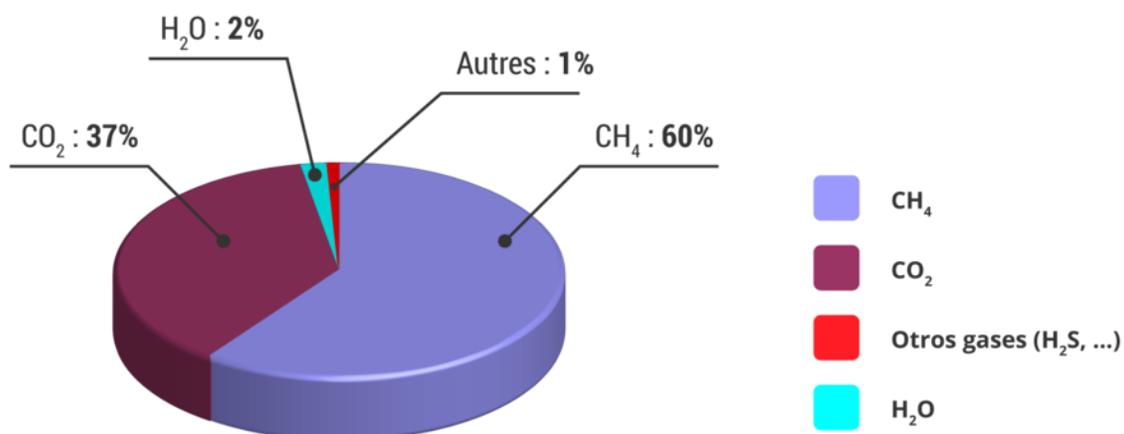


Tecnologías de producción de biogás y gas de síntesis

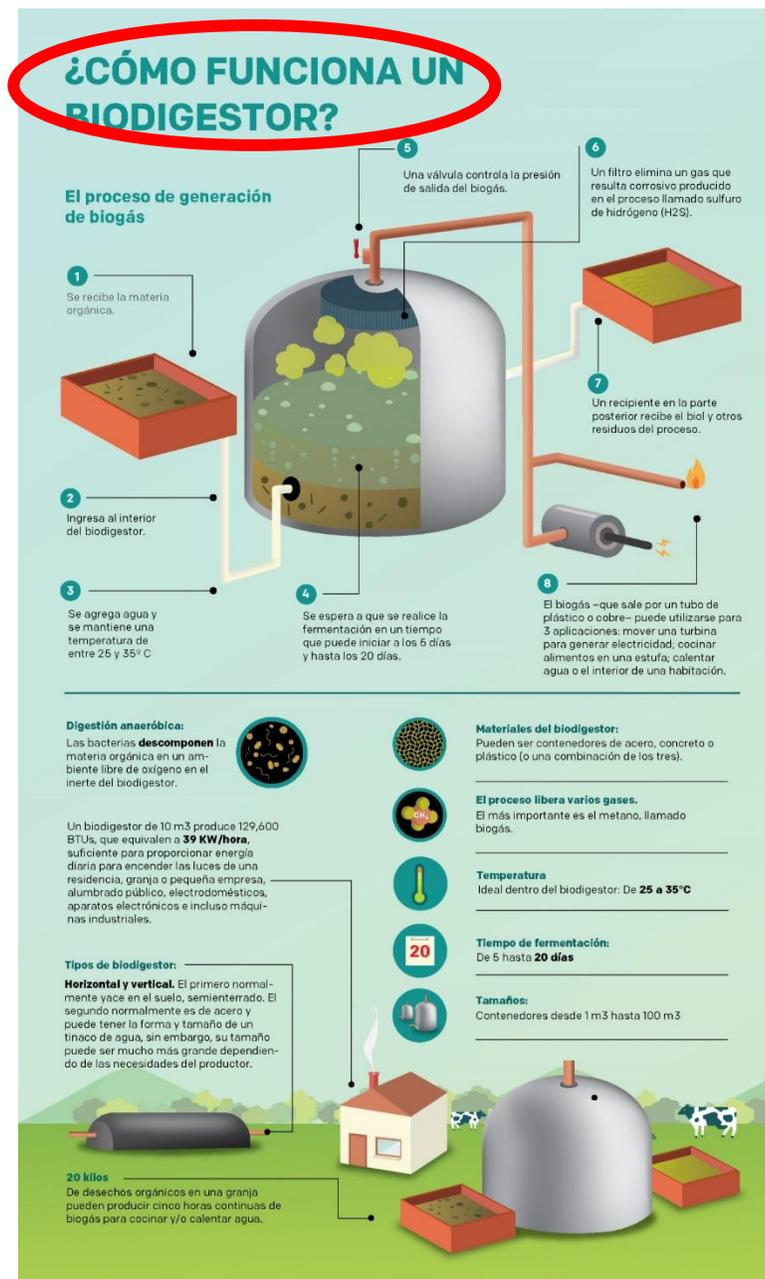


- El Biogas se obtiene por la degradación anaerobia (sin oxígeno) de residuos orgánicos.
- Este proceso se lleva a cabo en un biodigestor (contenedor cerrado) donde se deposita dicha materia orgánica.

Composición media del biogás



Fuente: https://www.shutterstock.com/es/search/biogas?image_type=vector



Obtenido de: <https://www.ecocontenedores.cl/biodigestores/>

Contenido

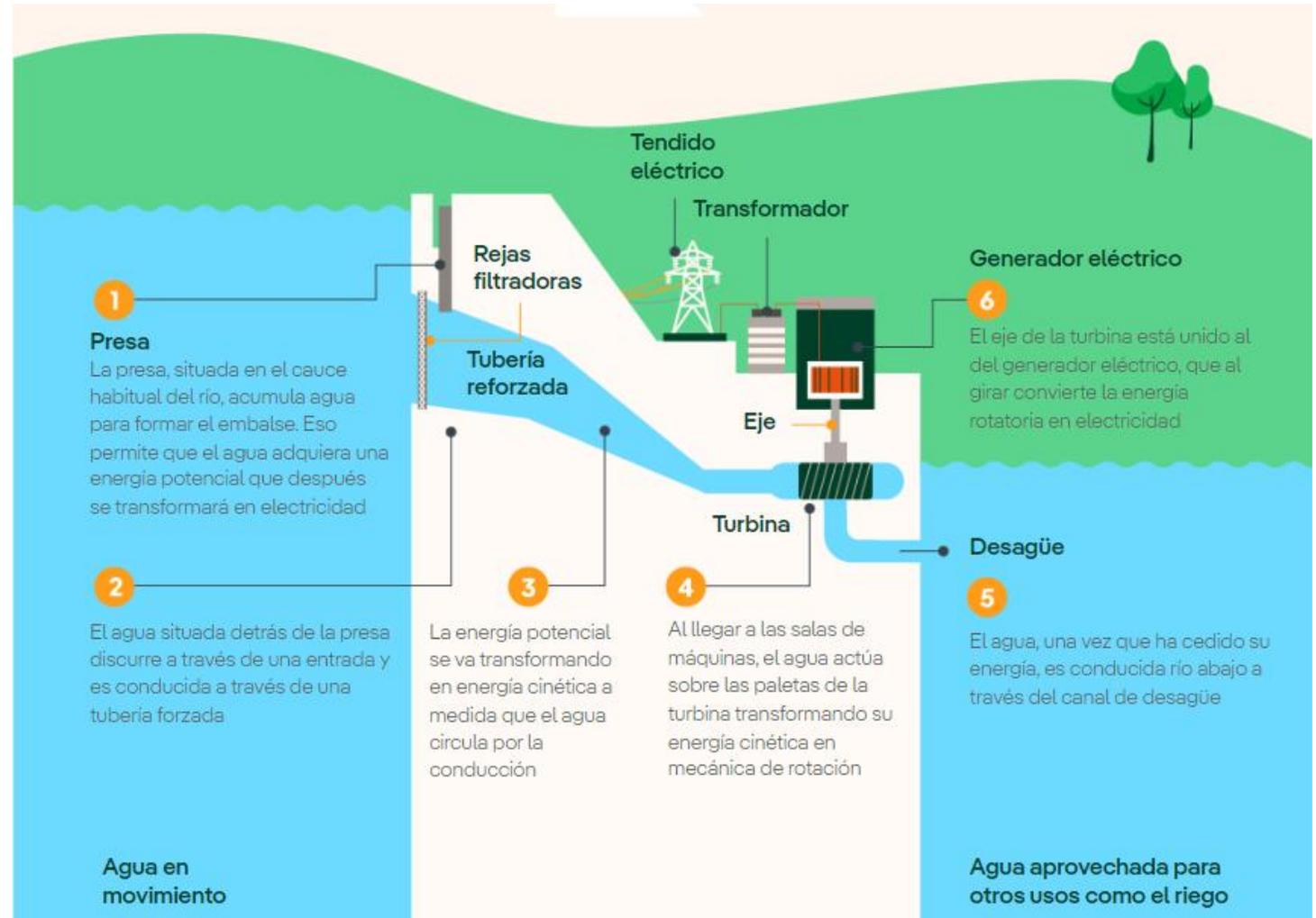
- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

¿Cómo funciona?

Conocida como energía hidroeléctrica, es aquella que se genera al transformar la energía potencial existente entre dos masas de agua situadas a distinta altitud o cota en energía eléctrica.



Fuente: <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica>

Clasificación PCH

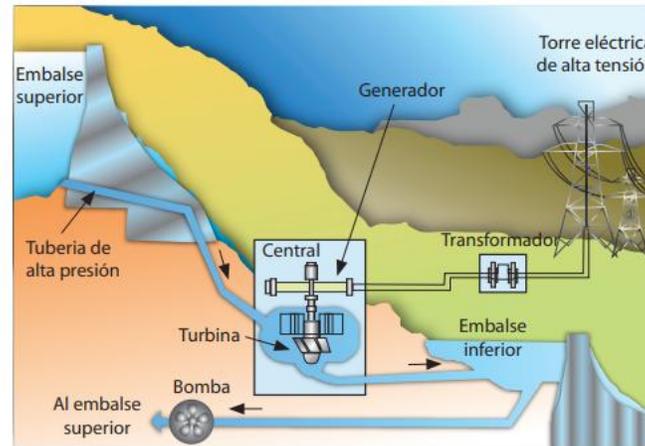
Filo de Agua

- El funcionamiento de la central se adapta al régimen de caudales que discurre por el río, sin alterarlo.



Con embalse

- Este tipo de instalación permite almacenar agua y regular su funcionamiento para atender las necesidades de la demanda.
- La capacidad de almacenamiento se consigue

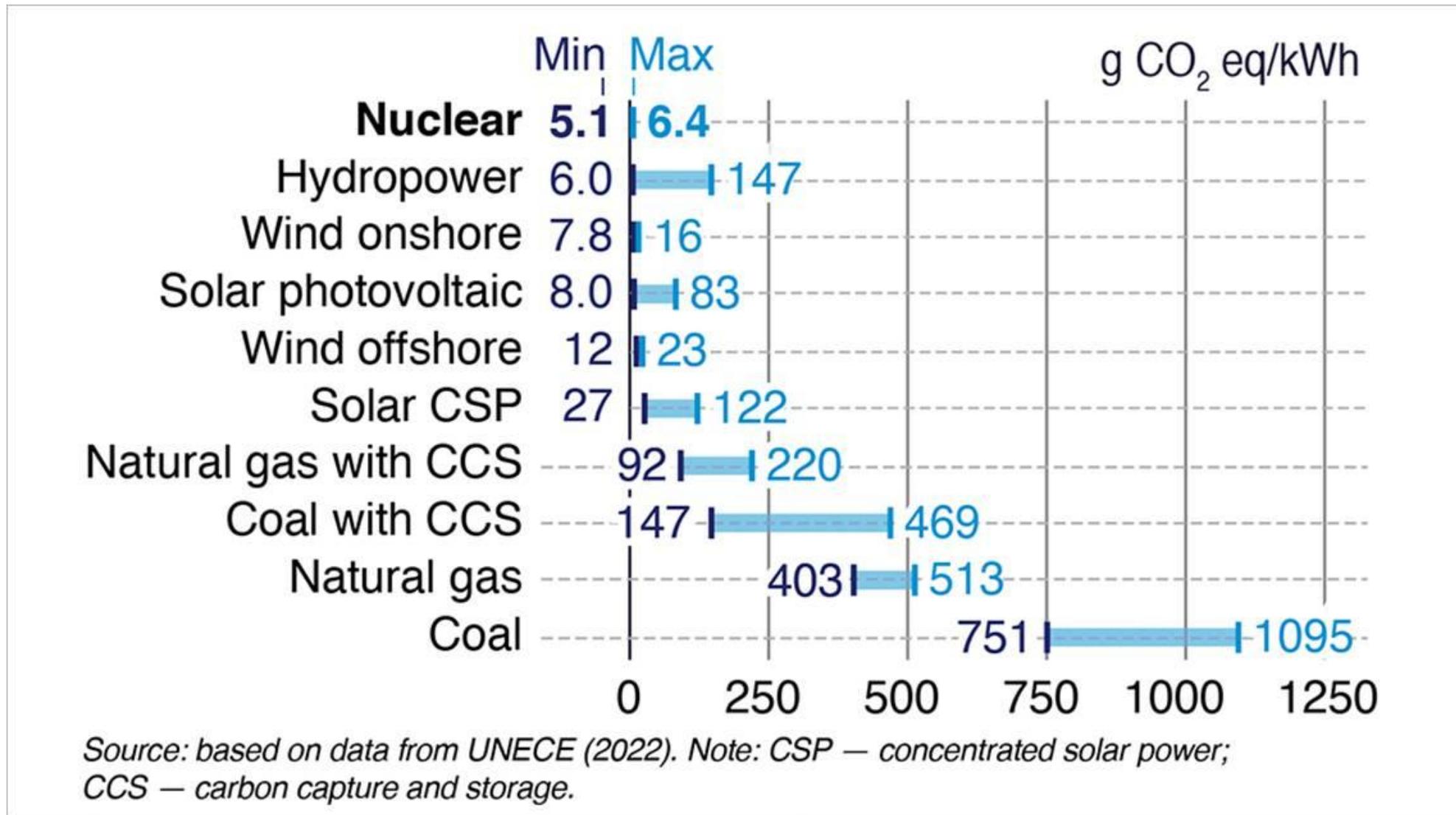


Reversible o de bombeo

- Estas instalaciones, al tiempo que generan electricidad, son capaces de acumular energía eléctrica bombeando agua a un embalse superior.
- Además, es más rentable y aporta estabilidad, seguridad y sostenibilidad al sistema eléctrico, al producir gran cantidad de energía con un tiempo de respuesta muy rápido y sin crear ningún tipo de emisión a la atmósfera.

Fuente: <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica>

Emisiones por tecnología



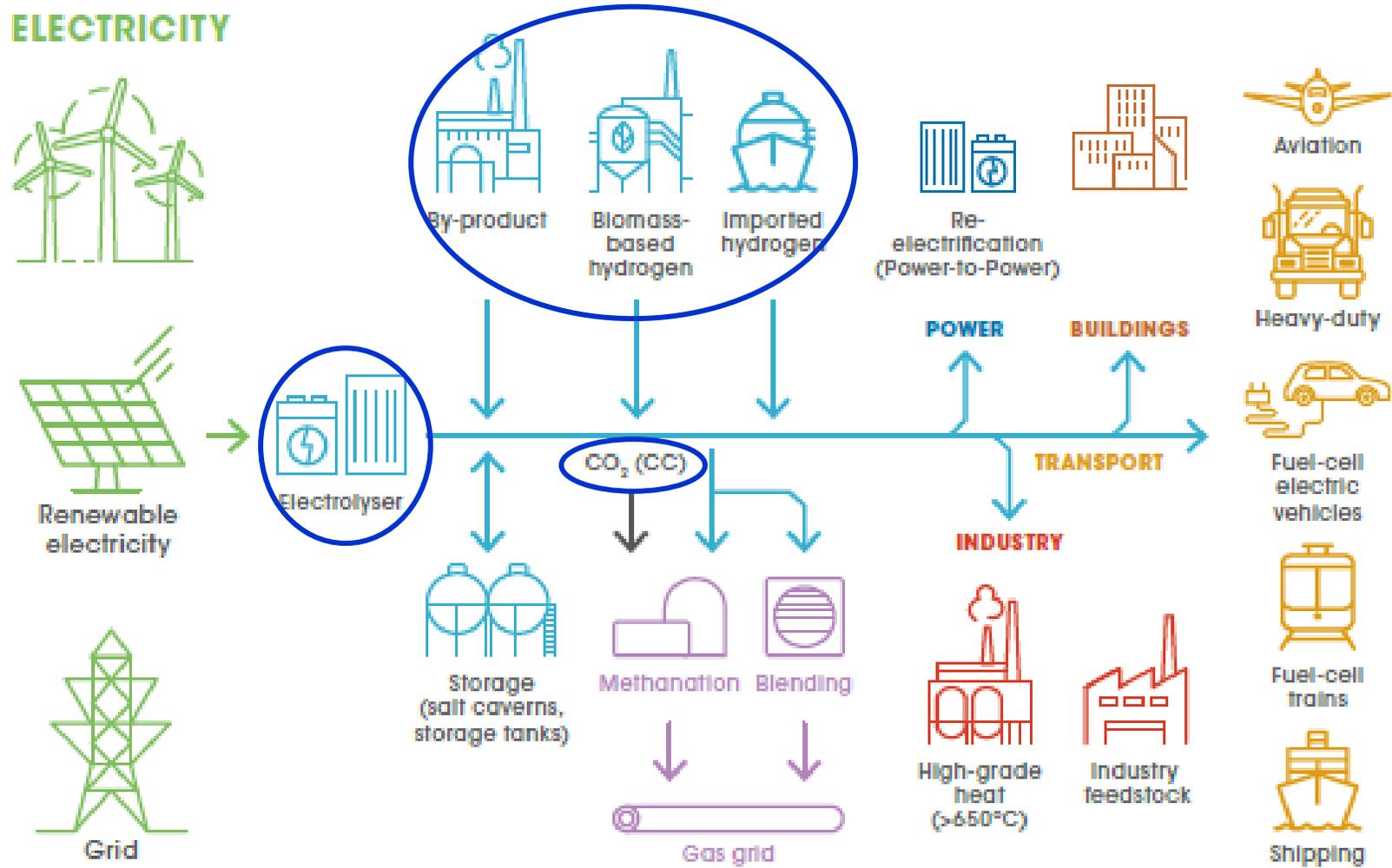
Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones



Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Cadena de valor de Hidrógeno



Source: IRENA, 2018a

César L. Barco G.

Comparación métodos de producción Hidrógeno

H2 Gris

96% SMR

Eficiencia = 75 - 80%

Pureza = 95 - 99,8%

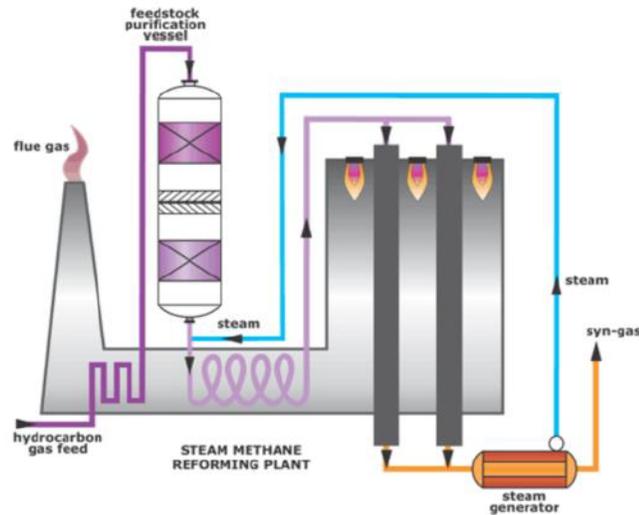
Gas Natural
3,2 - 3,6 kg



Agua
6,6 L



Electricidad
2,5 kWh



Hidrógeno
1 kg



CO₂
10 - 12 kg



H2 Azul

H2 Verde

4% Electrólisis

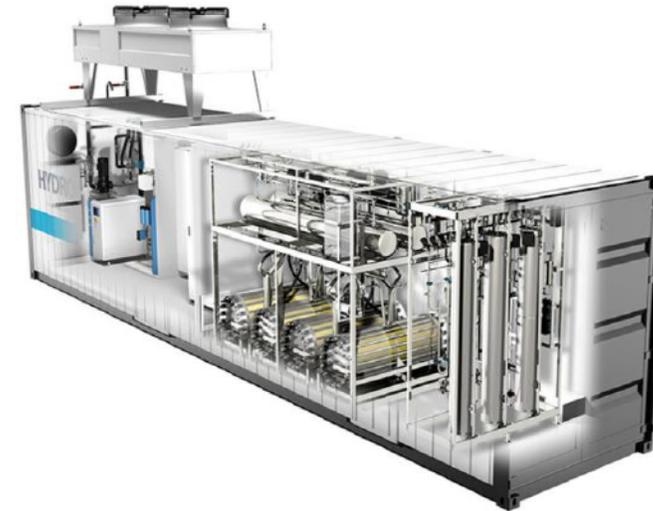
Eficiencia = 60 - 70%

Pureza = 99,999%

Agua
9 - 10 L



Electricidad
50 kWh



Hidrógeno
1 kg



Oxígeno
8 kg



Fuente: Hydrogenics

Fuente: AirScience Technology

Fuente: Tecnologías del Hidrógeno y Perspectivas para Chile 2019 - 4e Chile

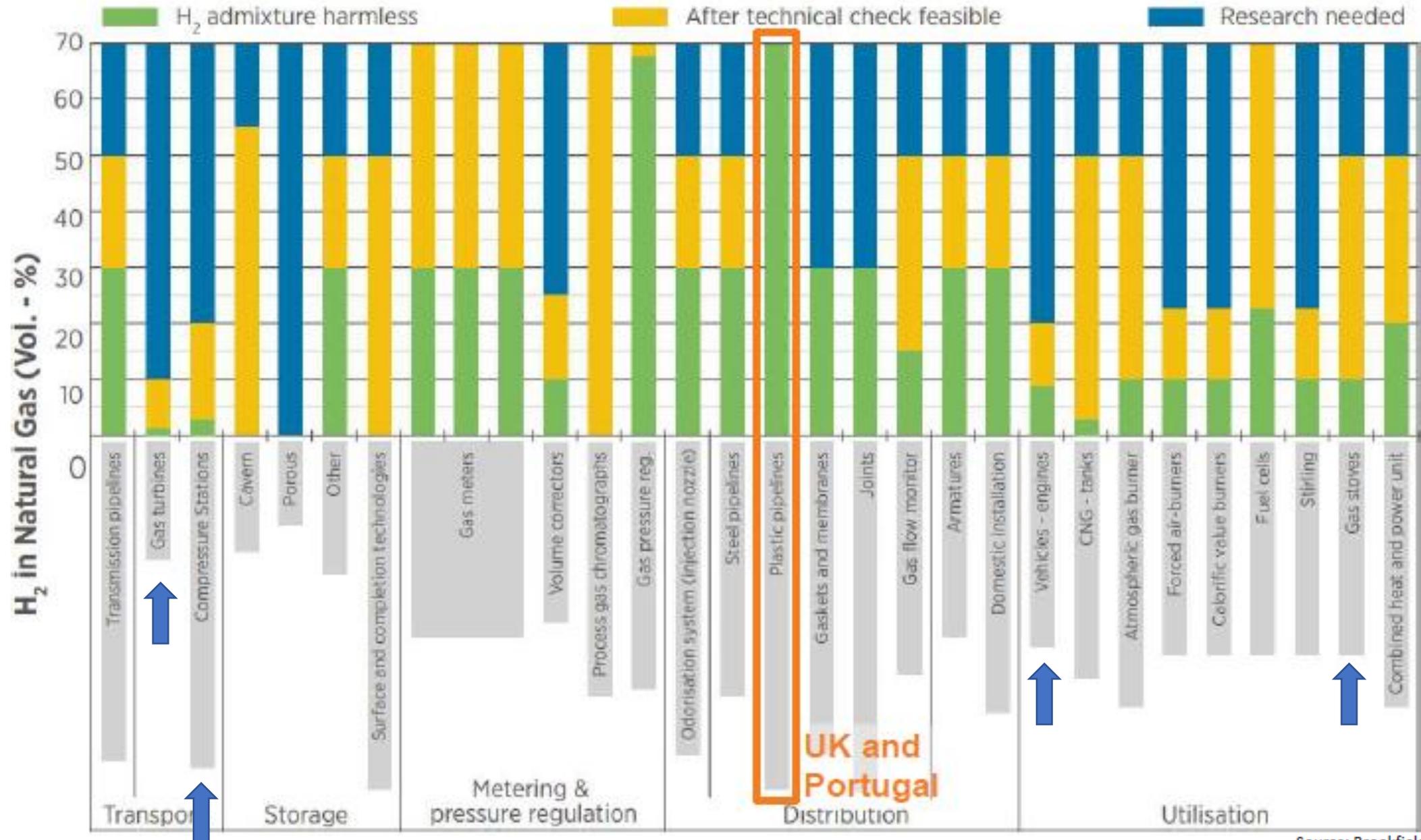
Contenido

- Descarbonización
 - Acuerdo de París
 - Compromiso global
 - Camino a la descarbonización
- FNCER
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - Energía Eólica
 - Energía Geotérmica
 - Energía a partir de biomasa
 - Energía hidráulica
- Cadena de valor del hidrógeno
 - Cadena de valor del hidrógeno
 - Aplicaciones

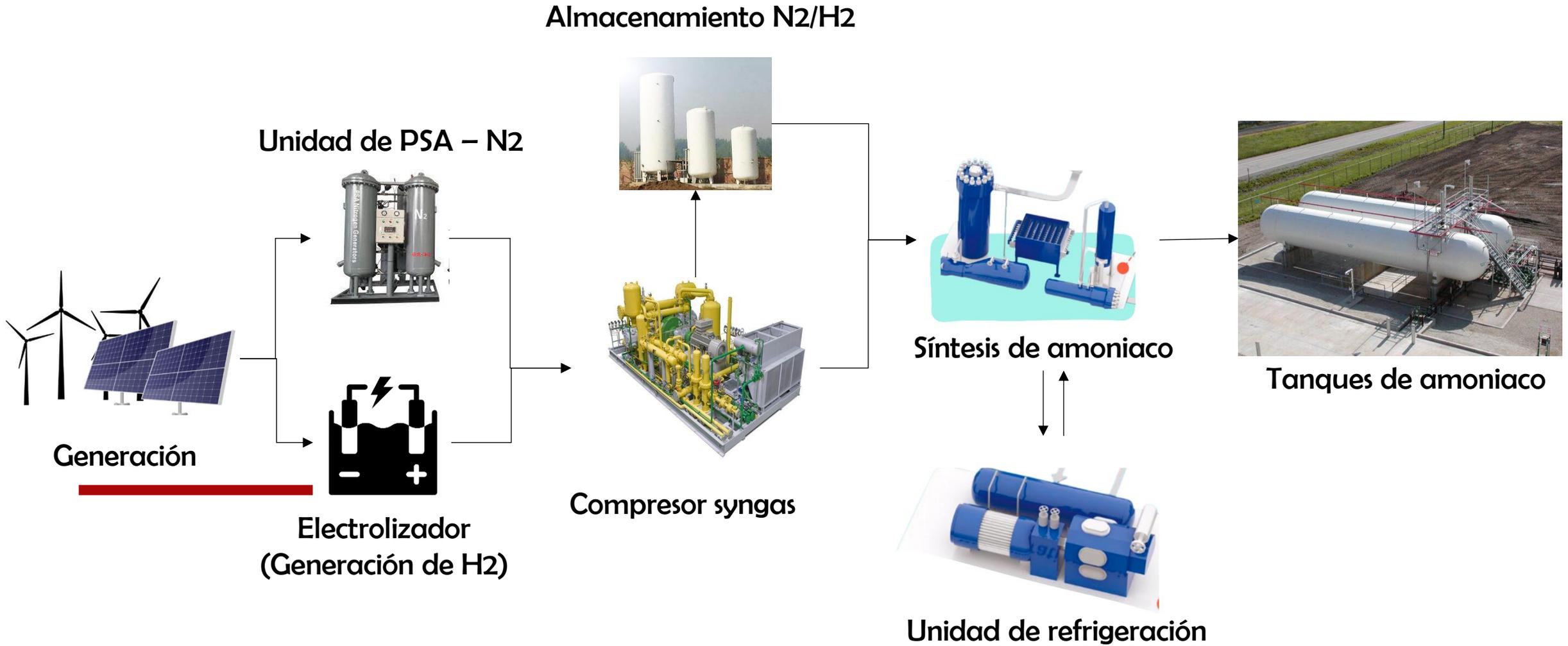


Primer Parque Solar en Nariño Colombia – Parque Solar Naos 1

Hydrogen Blending Potential by Gas Supply Chain Segment

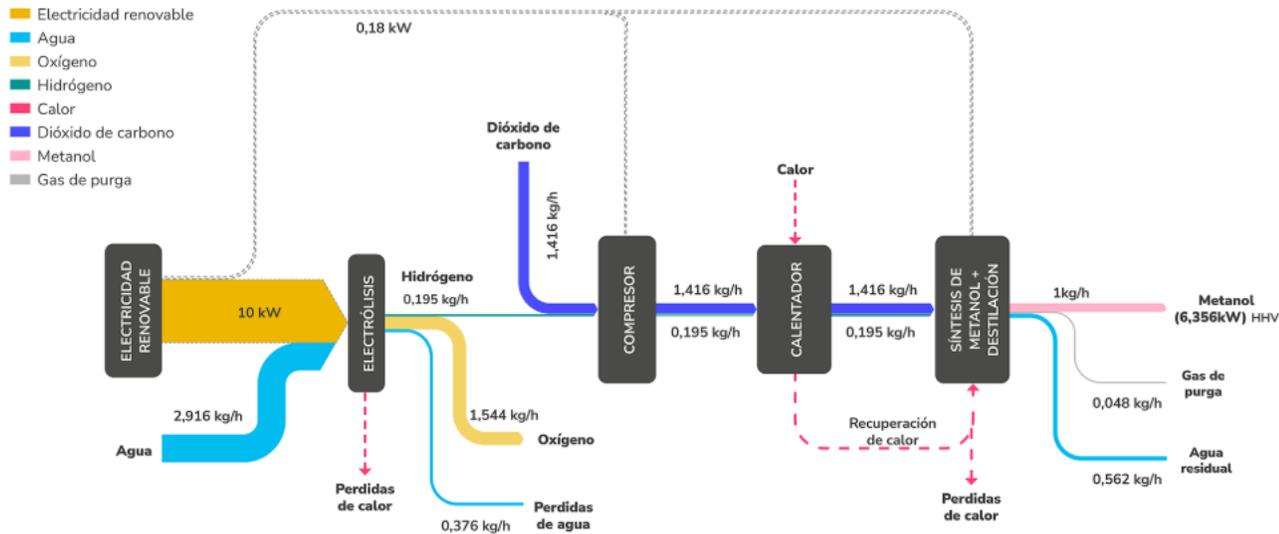


Topología planta de Amoniaco

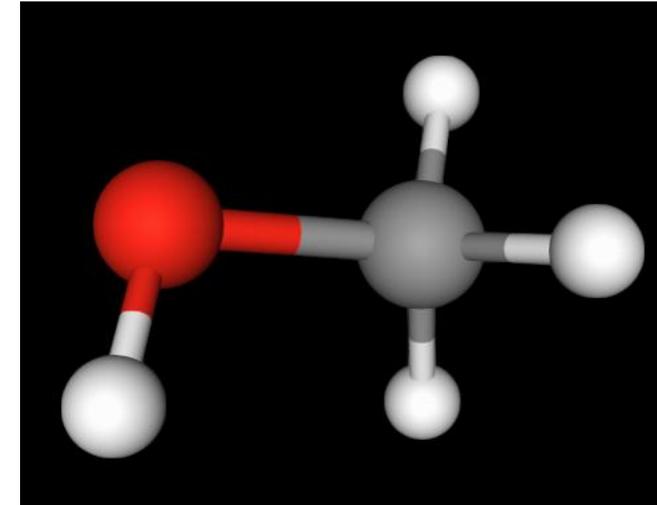
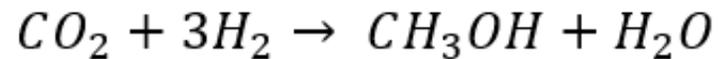


Planta metanol

Proceso de síntesis de metanol a partir de hidrógeno verde

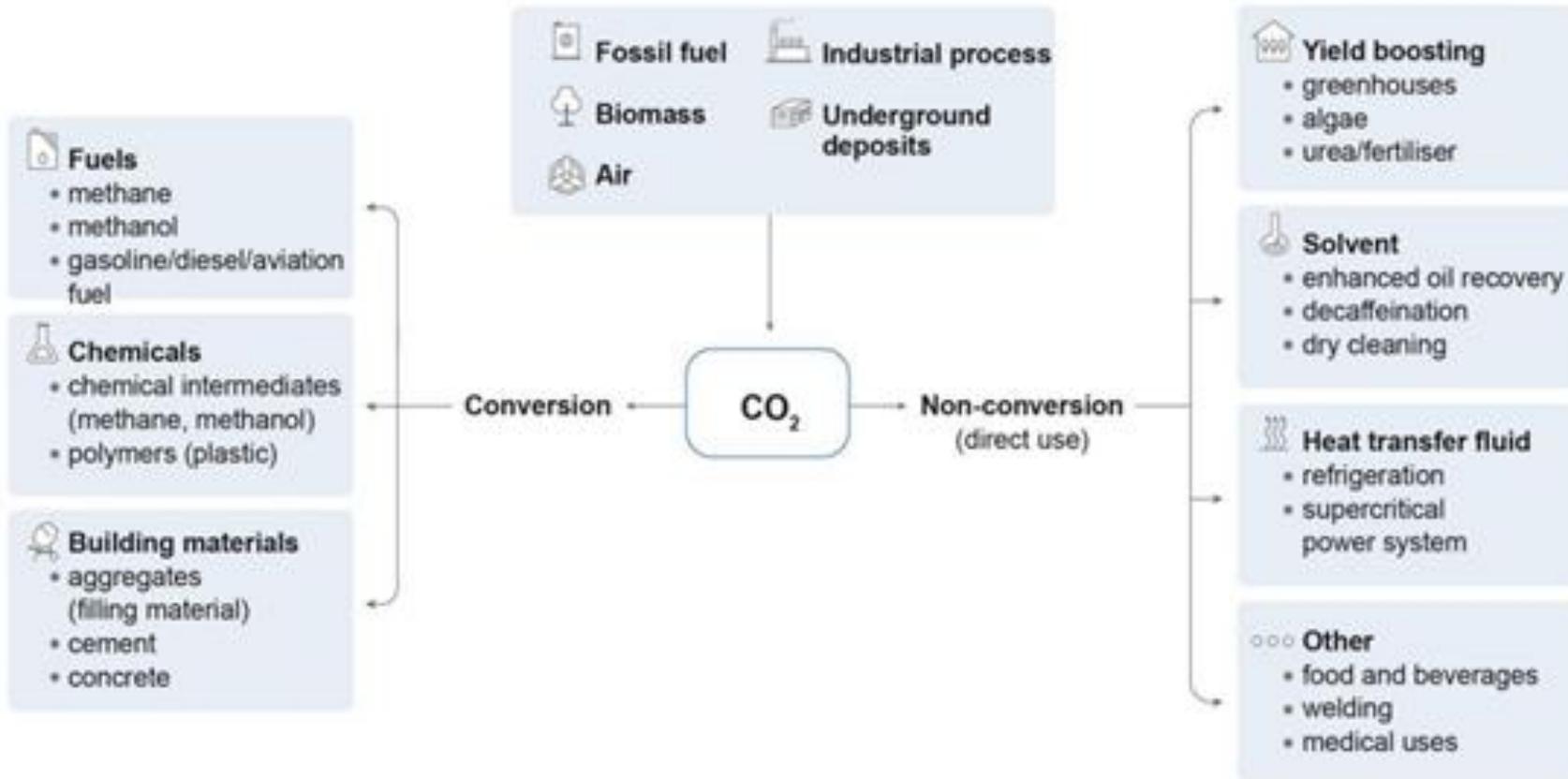


Adoptado de: GIZ Colombia. 2023. Estudio técnico-económico para la identificación y evaluación de tecnologías PtX en Colombia.



1. Producción de hidrógeno verde.
2. Captura de dióxido de carbono.
3. Proceso Fischer-Tropsch donde se produce metanol.

Usos del CO2



CO₂ utilization

• Fuels and Chemicals

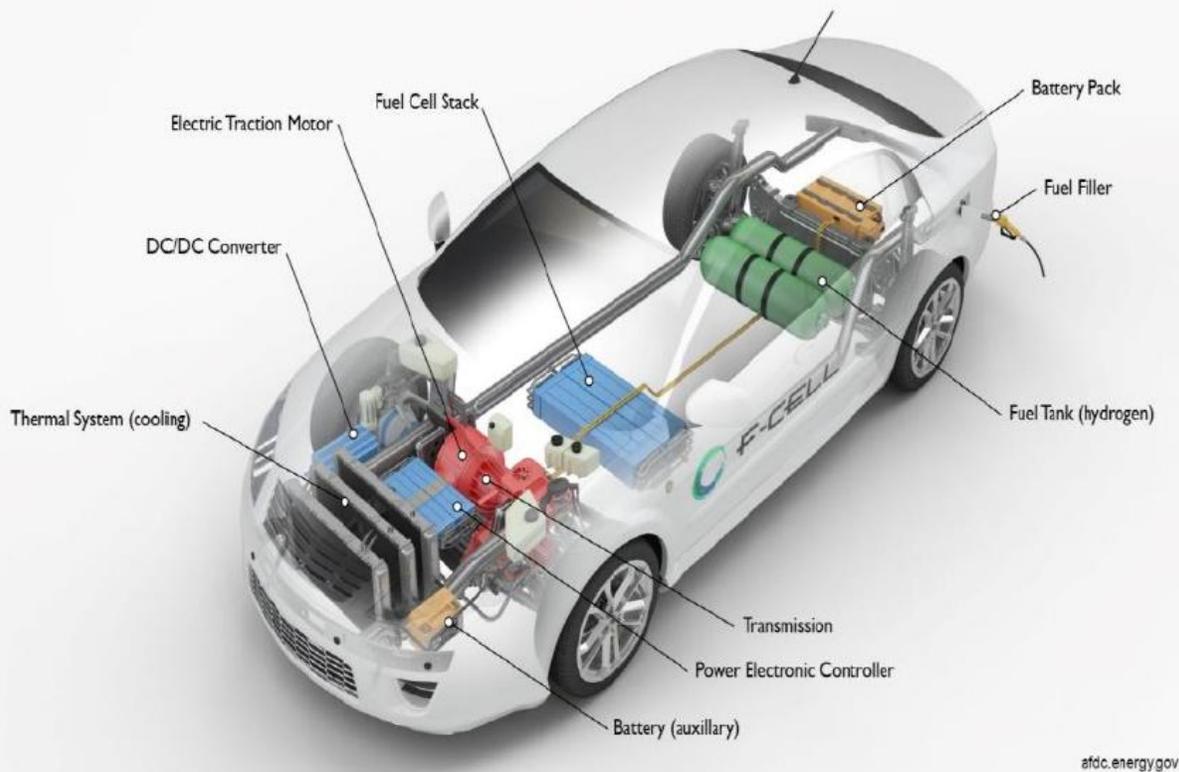
- Methane
- Methanol
- Urea
- Carbon monoxide
- Formic acid
- Cyclic carbonates
- Salicylic acid
- CO₂ based polymers (polycarbonate plastics)



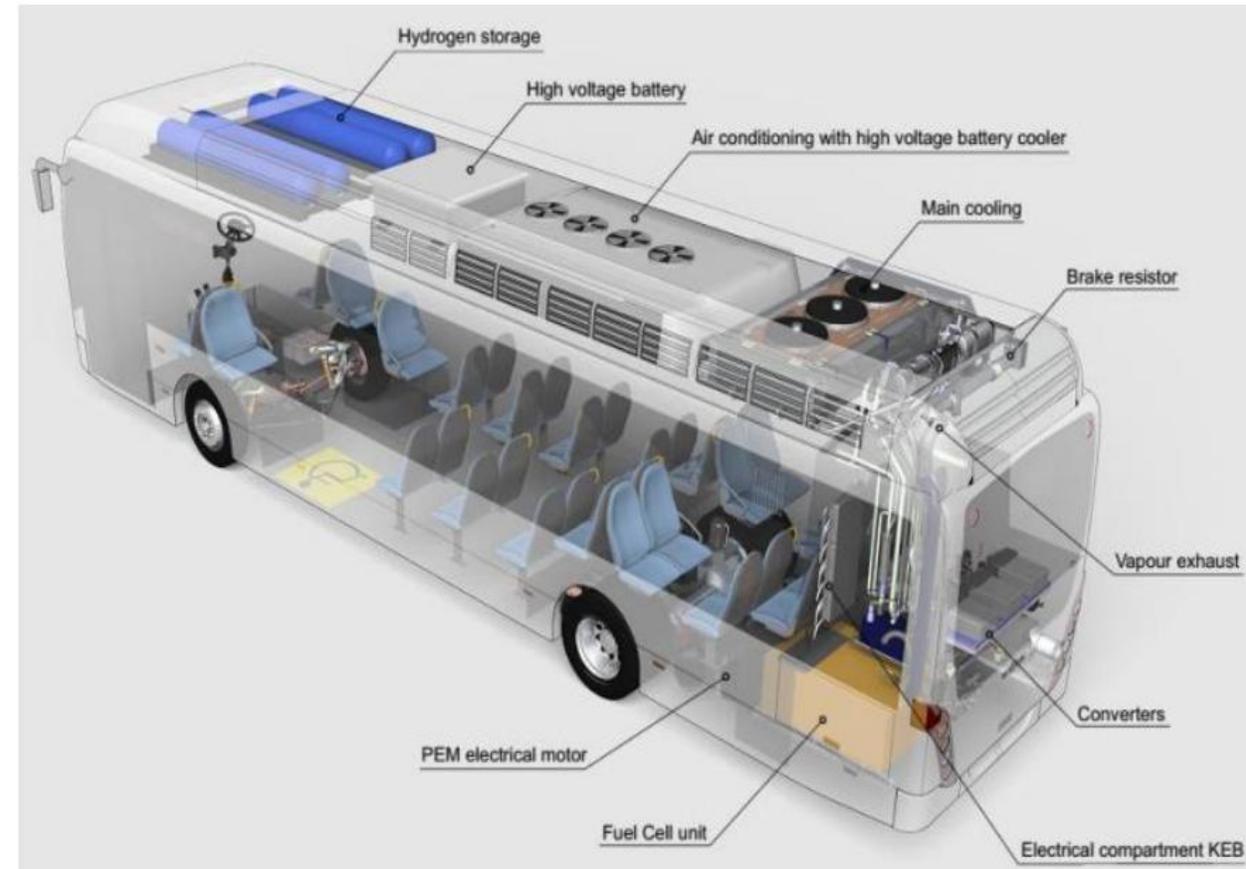
Aplicaciones de las celdas de hidrógeno

Se tiene un gran avance en el desarrollo de Celdas de H₂, en particular Ballard, empresa canadiense. El uso principal ha sido tradicionalmente para la **movilidad de vehículos**, pero también se empiezan a tener desarrollos **estacionarios de generación de energía**.

Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle



afdc.energy.gov



César L. Barco G.

¡Gracias!

ConnectEP

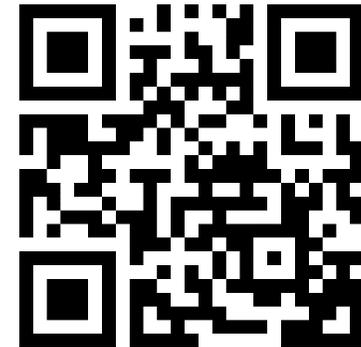
Connecting Energy & Projects

Cesar Barco
Gerente General
en ConnectEP



César L Barco G
Gerente General
cbarco@connect-ep.com
Celular: +57 320 4982153

Página web
ConnectEP





PRIME
BUSINESS SCHOOL
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

GRACIAS

