

El Rol del Hidrógeno en la Transición Energética

Jorge Ferreiro

8 Junio 2022

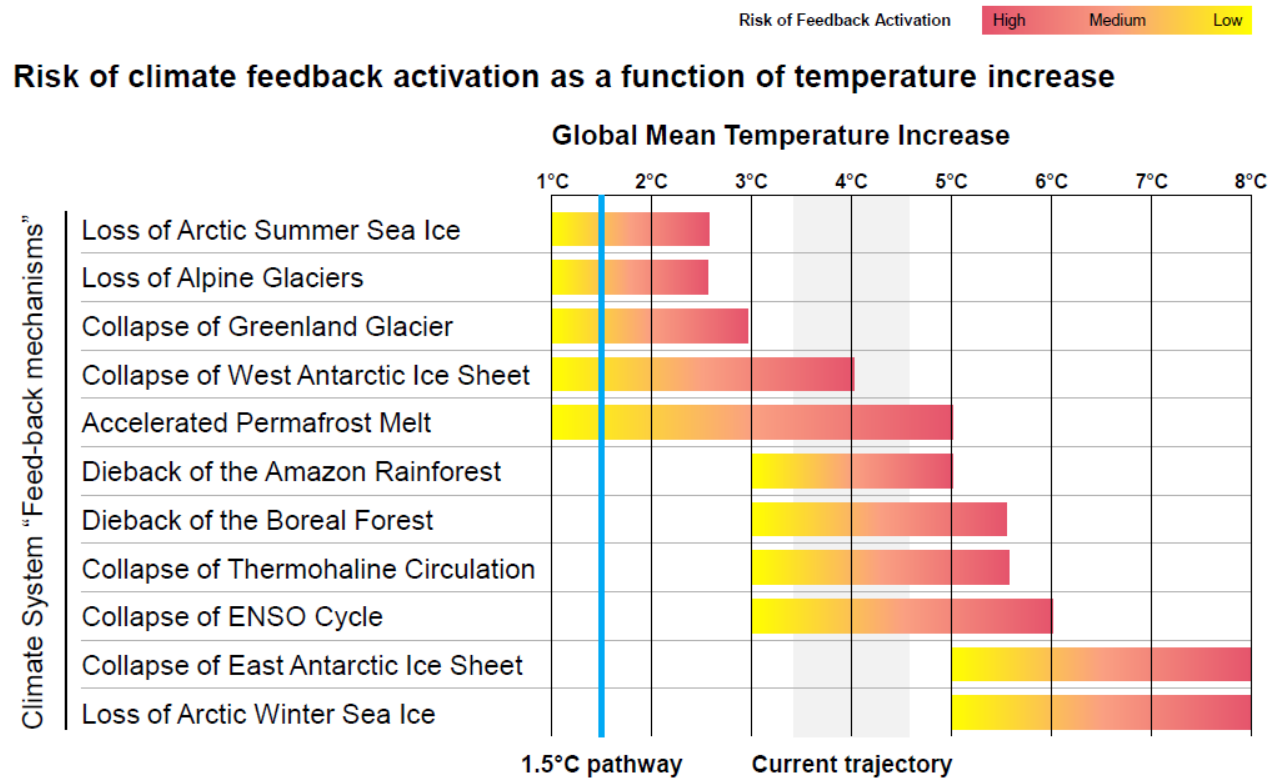
Cambio climático: una pandemia en cámara lenta



El riesgo de las realimentaciones positivas

Pasados los tipping points, el cambio no será lineal sino exponencial

But if the 1.5 °C threshold is exceeded climate feedback loops will lead to further warming and catastrophic impact on life on earth



Source: Steffan et al (2011), Frieler, K (2013), IPCC (2014), Robinson, Cavlov & Ganopolski (2012), Lenton, T. (2012) Levermann et al (2012), Rockstrom et al (2018), Shellnhuber et al (2016); IPCC Assessment Report 5, Chapter 2; "Improvements in the GISTEMP uncertainty model" NASA GISTEMP and Lenssen et al.; McKinsey 1.5C Scenario Analysis

El 84% de la energía primaria es de origen fósil
¿Qué podemos hacer ? ¿Electrificamos todo con renovables?



Sí, pero ...

Energía no es sólo electricidad ...



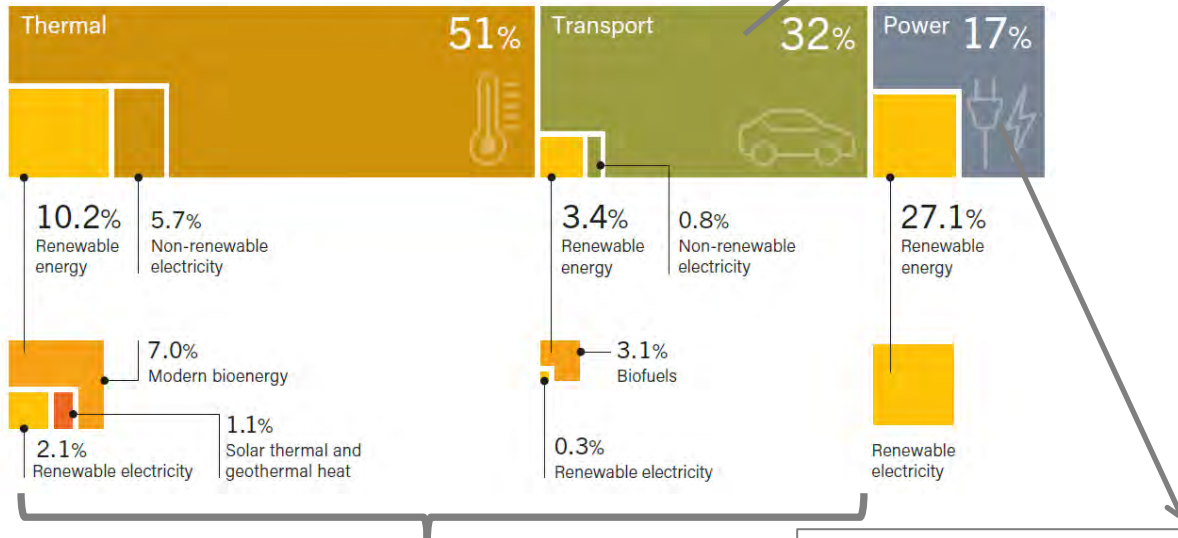
Energía no es sólo electricidad ...

Consumo final por sector

REN 21 - Global Status Report 2021

<https://bit.ly/3rwspA4>

FIGURE 4.
Renewable Energy in Total Final Energy Consumption, by Final Energy Use, 2018



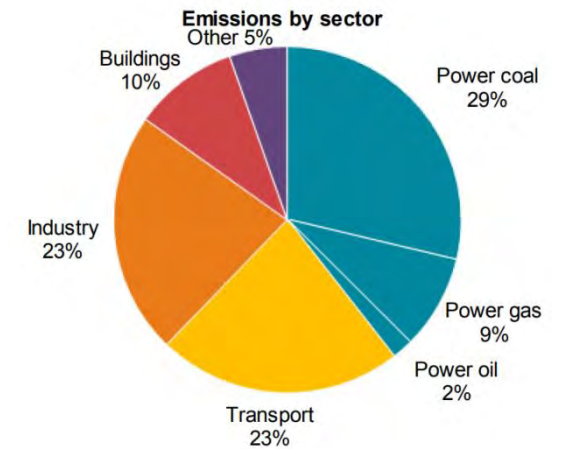
16% vehículos livianos (autos, motos, etc.)
16% vehículos pesados (camiones, buses, barcos, aviones)

Emisiones de CO2 relacionadas a energía

IEA - Global Energy and CO2 Status Report 2018

<https://bit.ly/3zz6QBA>

33 GtCO2 (75% de las emisiones antropogénicas)



Sector de "fácil" abatimiento

- 23000 TWh en 2019 (4X en 40 años vs 2X el total de energía)
- Fácil: Renovables sustituyen electrones por electrones
Difícil: Renovable sustituyen despachables por no despachables => es necesario almacenamiento gran capacidad y largo plazo
- Difícil: **Fósiles aún 64%** (carbón 39 %, gas natural 25%), renovables 26 %, nuclear 10 %

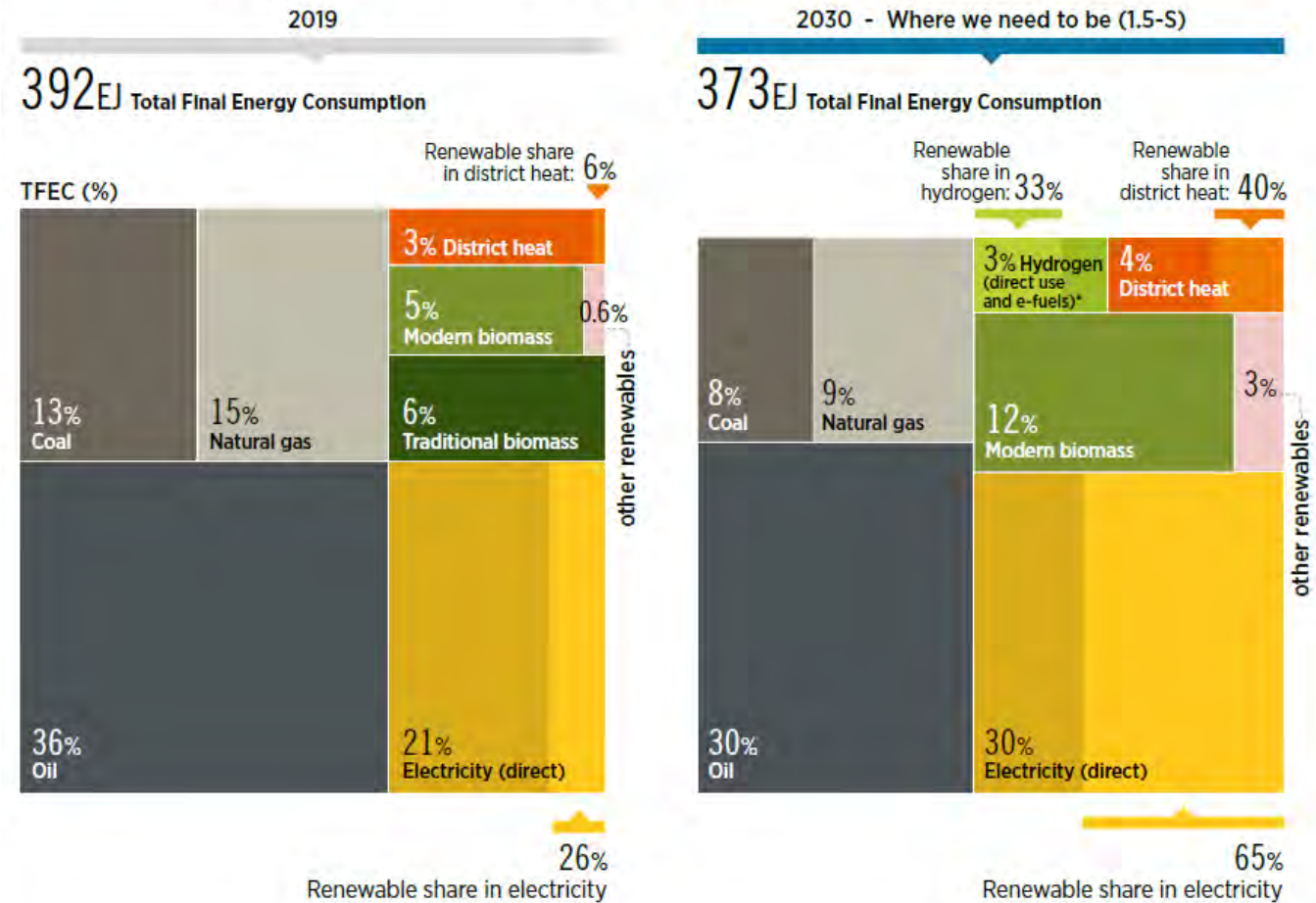
Sectores de difícil abatimiento

- Uso masivo de energía molecular de alta densidad energética: transporte utiliza el 60% del petróleo; **UK electricidad 330 TWh, gas 890 TWh**; procesos industriales de alta temperatura; materias químicas básicas; etc.

- Electricidad 40 %
- Transporte 23% (terrestre 18% marítimo 2,5% aéreo 2,5%)
- Industria 23%
 - Cemento 8% (si fuera un país, sería el tercer emisor de CO2)
 - Hierro y acero 4 ~ 7%
 - Hidrógeno 2,5%

Hacia un panorama energético diferente en 2030 ...

FIGURE 2.7 Breakdown of total final energy consumption by energy carrier in 2019 and 2030 (EJ) under the 1.5°C Scenario

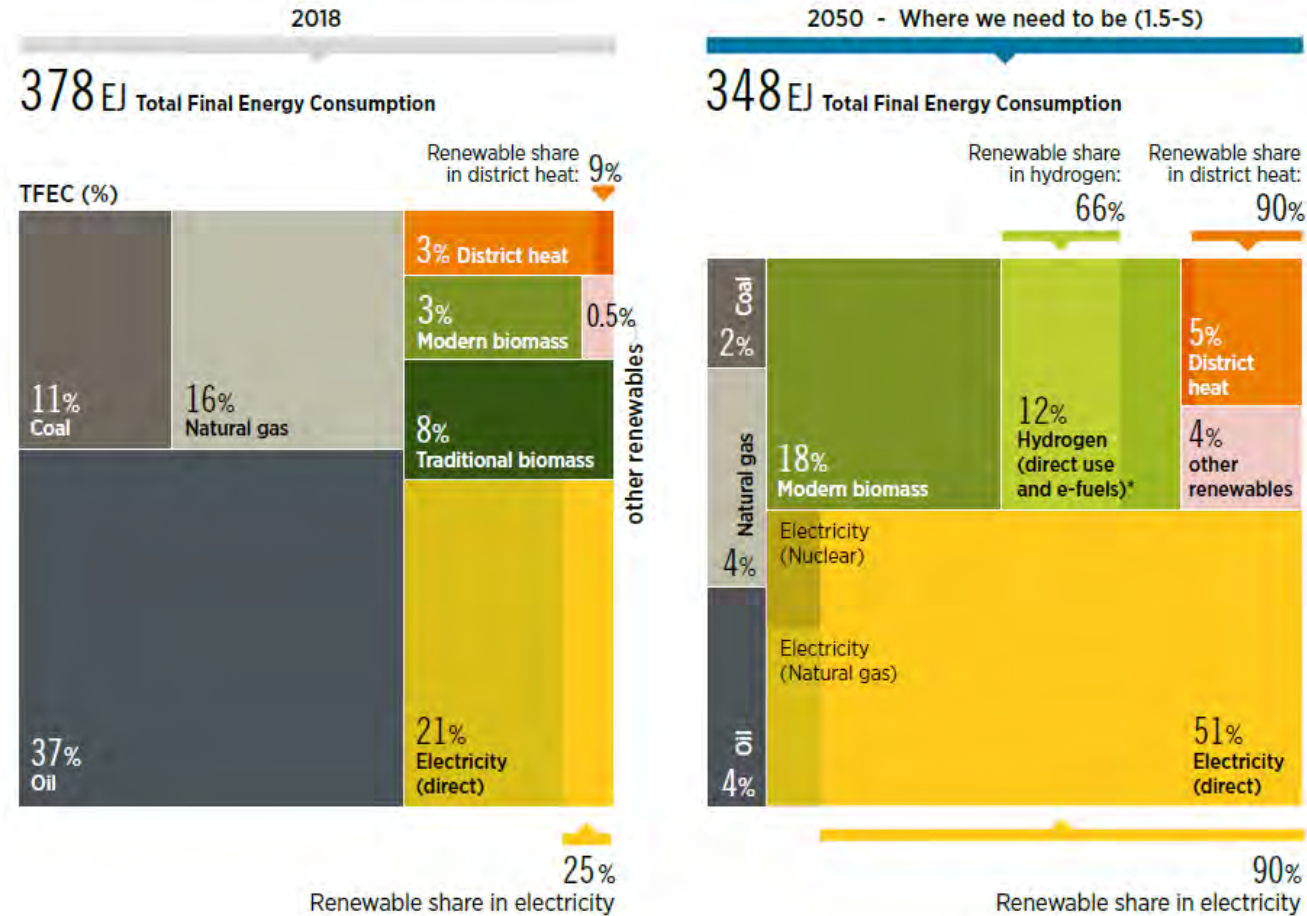


IRENA World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway (2022)

<https://bit.ly/3G1SH4s>

... y muy diferente en 2050

FIGURE 2.4 Breakdown of total final energy consumption (TFEC) by energy carrier in 2018 and 2050 (EJ) in the 1.5°C Scenario



IRENA World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway (2021)

<https://bit.ly/3iBoZl8>

Eficiencia:
Reducir el uso de energía
(reducir el tamaño de la torta)

Electrificación directa:
Fósiles por electrones verdes
* Ampliar la participación de renovables en la matriz eléctrica
* Ampliar la electrificación

Electricidad
20 % -> 50%

Vehículos eléctricos a batería

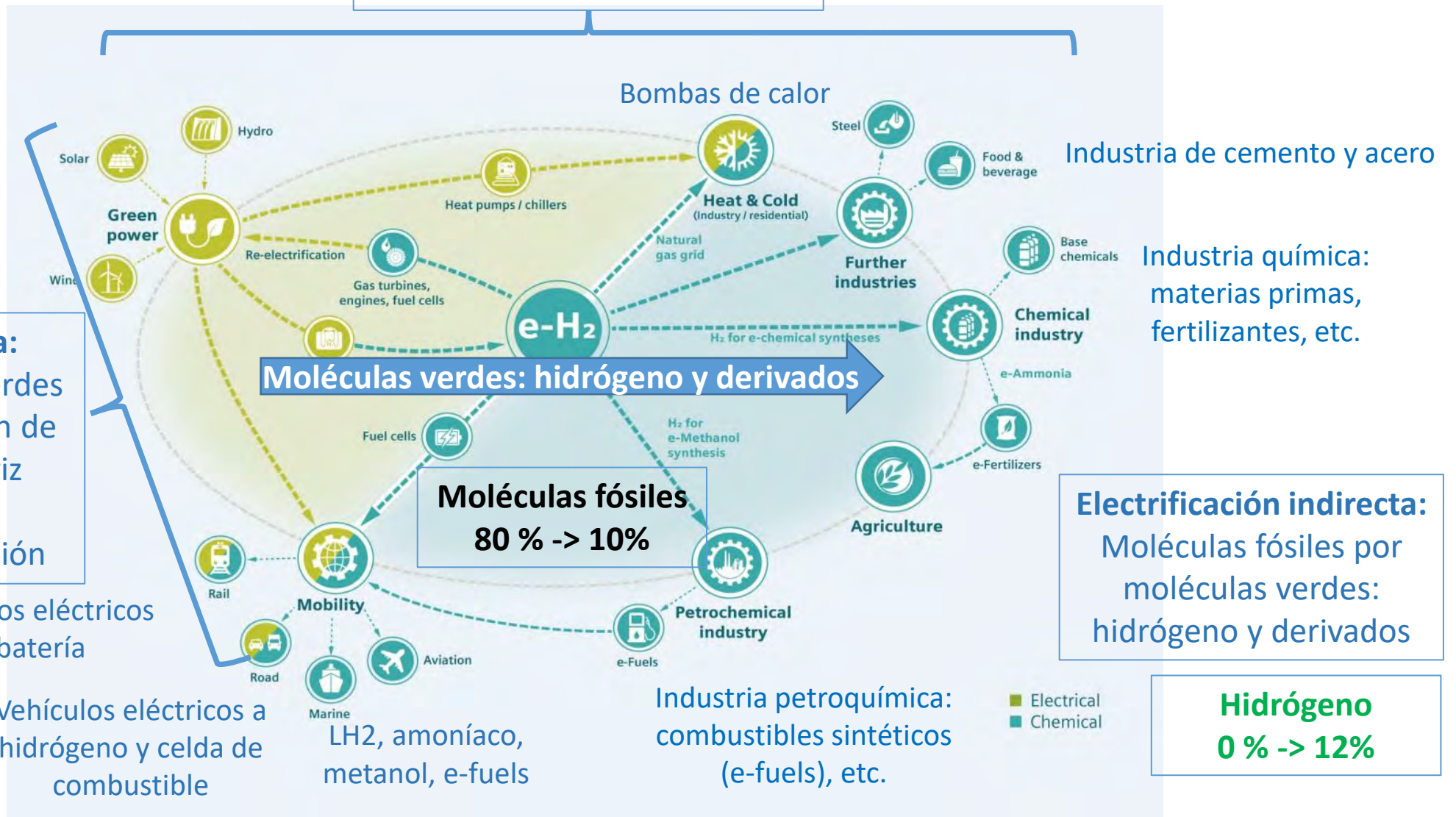
Vehículos eléctricos a hidrógeno y celda de combustible

LH2, amoníaco, metanol, e-fuels

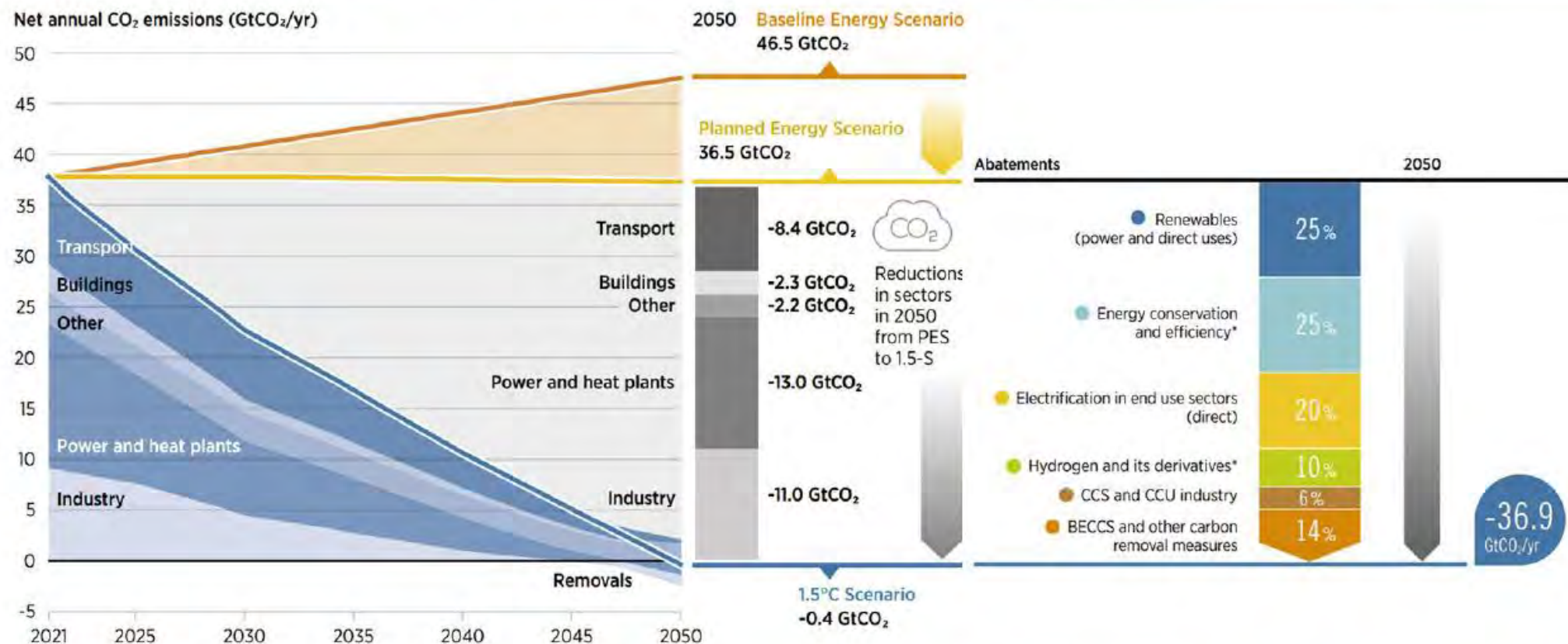
Industria petroquímica: combustibles sintéticos (e-fuels), etc.

Electrificación indirecta:
Moléculas fósiles por moléculas verdes: hidrógeno y derivados

Hidrógeno
0 % -> 12%



Renovables e hidrógeno en un escenario de 1.5°C



Hidrógeno puede contribuir al 10% de reducción de las emisiones de CO₂ pero la mayoría de la descarbonización viene de renovables, eficiencia energética y electrificación

IRENA World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway (2022)

<https://bit.ly/3G1SH4s>

En donde se usa el hidrógeno?

Energy-intensive industrial sectors



Iron and steel

In 2017:

- ➔ Consumed 32 exajoules (EJ) of energy
- ➔ Only 4% was from renewables
- ➔ Emitted 3.1 gigatonnes (Gt) of CO₂



Chemicals and petrochemicals

In 2017:

- ➔ Consumed 46.8 EJ of energy
- ➔ Only 3% was from renewables
- ➔ Emitted 1.7 Gt of CO₂



Cement and lime

In 2017:

- ➔ Consumed 15.6 EJ of energy
- ➔ Only 6% was from renewables
- ➔ Emitted 2.5 Gt of CO₂



Aluminium

In 2017:

- ➔ Consumed 4.5 EJ of energy
- ➔ 16% was from renewables
- ➔ Emitted 0.4 Gt of CO₂

Energy-intensive freight & long-haul transport sectors



Road freight

In 2017:

- ➔ Consumed 32.3 EJ of energy
- ➔ Only 1.5% was from renewables
- ➔ Emitted 2.3 Gt of CO₂



Aviation

In 2017:

- ➔ Consumed 13.5 EJ of energy
- ➔ A negligible share was from renewables
- ➔ Emitted 0.9 Gt of CO₂



Shipping

In 2017:

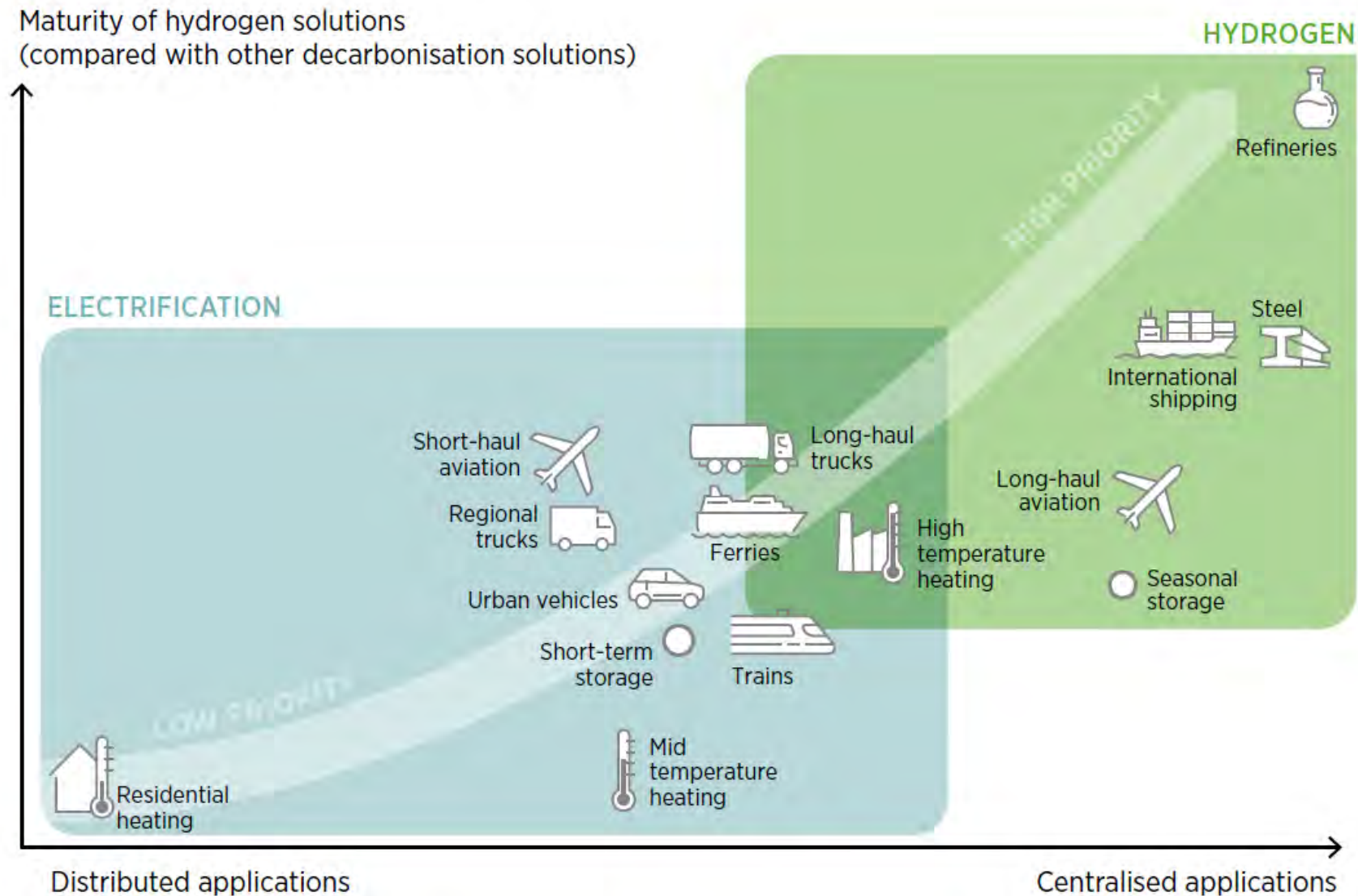
- ➔ Consumed 11.3 EJ of energy
- ➔ A negligible share was from renewables
- ➔ Emitted 0.9 Gt of CO₂

- Eficiencia energética
- Eficiencia de materiales
- Mejora de tecnología
- Uso directo de renovables
- Electrificación
- Hidrógeno
- Captura de carbono

Energía: 156 EJ/año
CO₂: 11.8 Gt/año

Sectores intensivos de energía representan aproximadamente 35% de la demanda global final de energía y de emisiones de CO₂ asociadas a energía

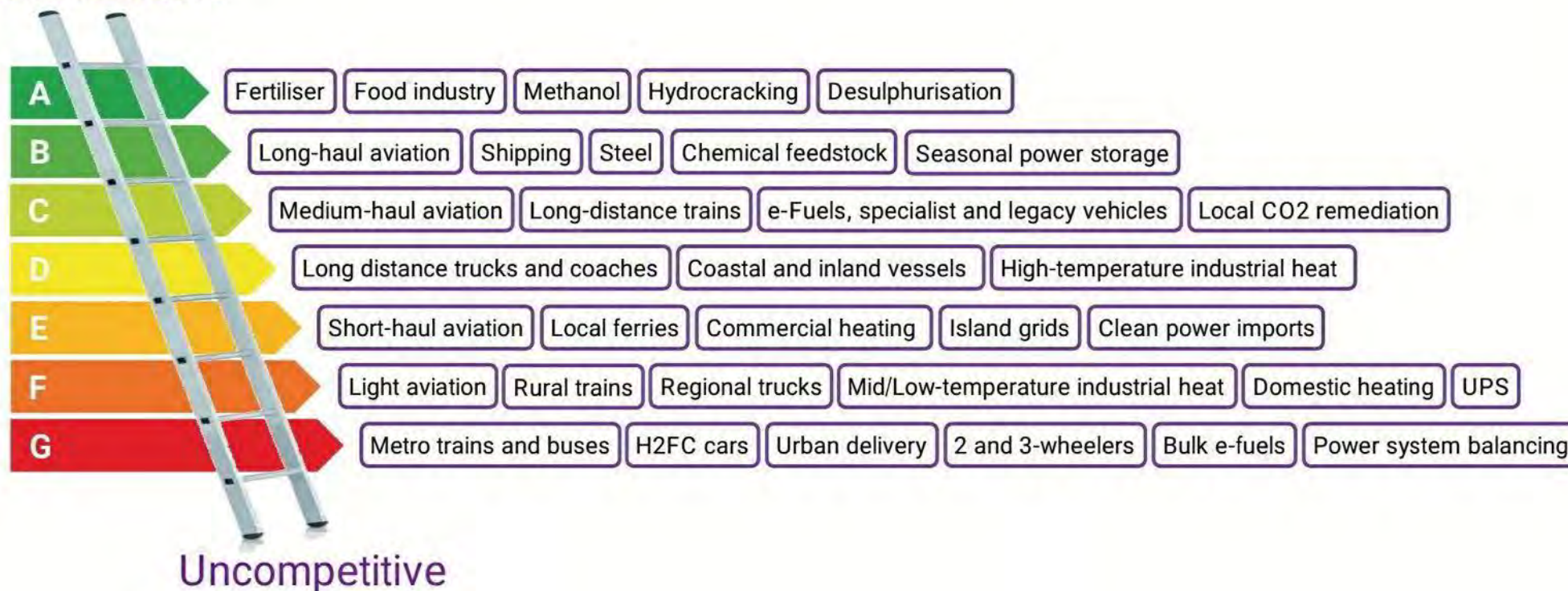
Figure S.3 Clean hydrogen policy priorities



Hydrogen: The Ladder

Liebreich
Associates

Unavoidable



Source: Liebreich Associates Concept: Adrian Hiel/Energy Cities

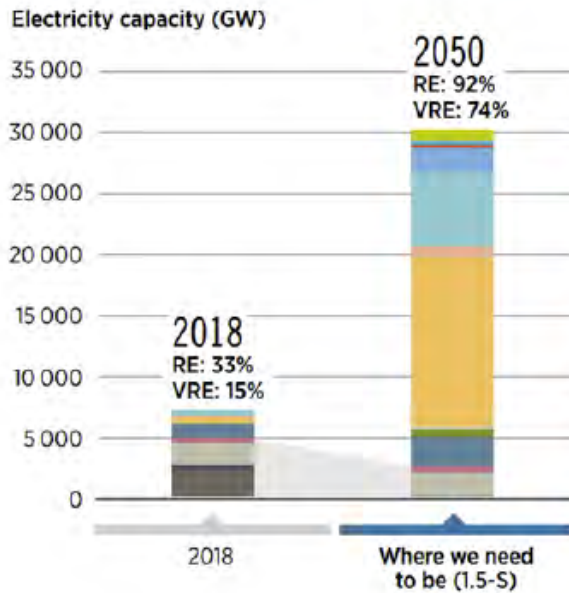
Michael Liebreich - The Clean Hydrogen Ladder [Now updated to V4.1] (2021)

<https://bit.ly/3mjiCi8>

<https://bit.ly/3zjTkFo>

El desafío en números:

Cuánto crecimiento es necesario?

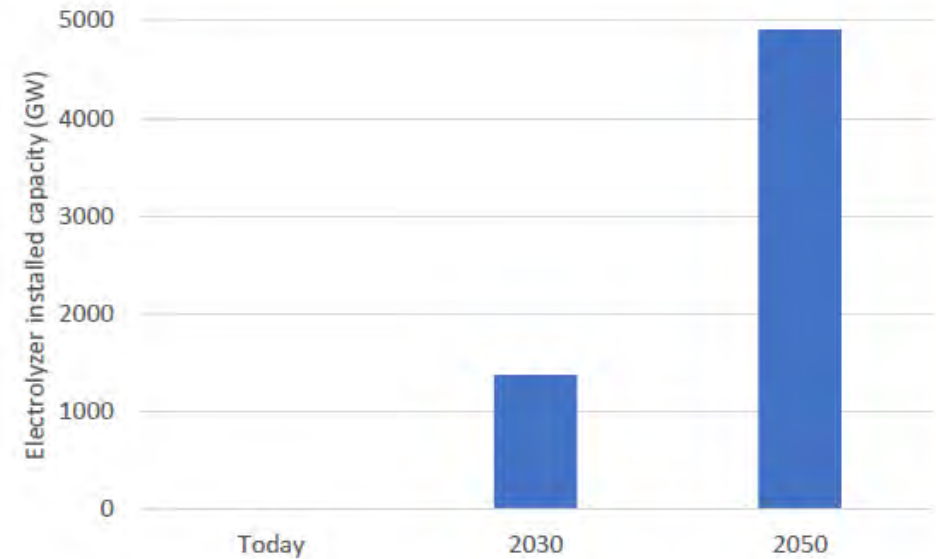


Energía renovable

- 3060 GW (hoy)
- 27700 GW (2050)
- PV. 14000 GW
- Eólica (on/off). 8100 GW

Pazo de instalación

- 840 GW/año (vs 260 GW/año hoy)



Hidrógeno

- 120 MtH₂ (hoy)
- 630 MtH₂ (2050)

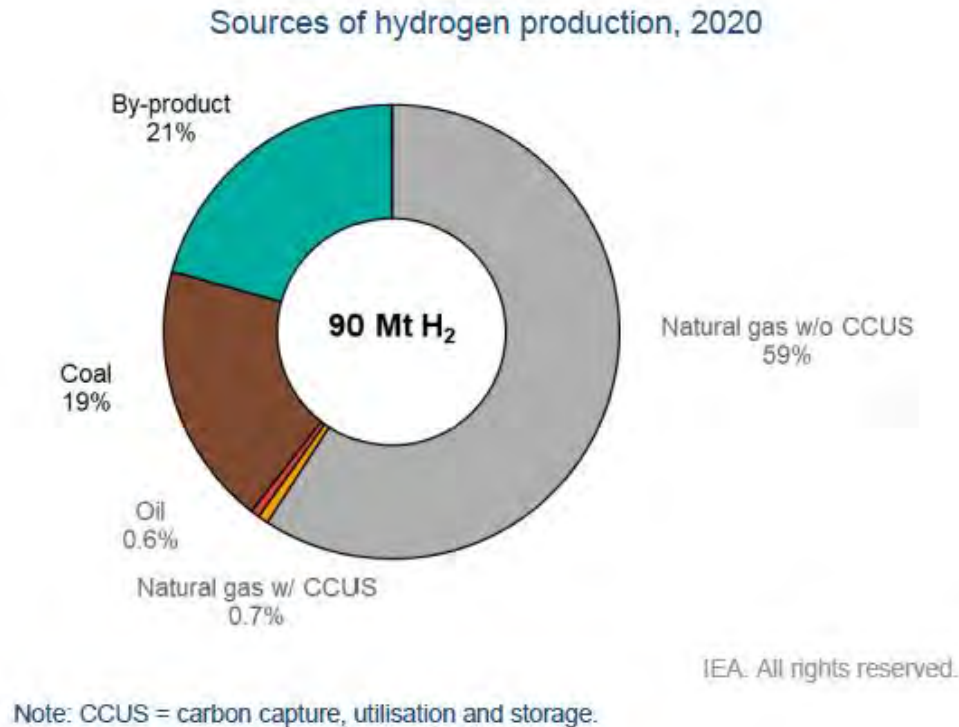
Electrolizadores

- 0.7 GW (hoy)
- 4900 GW (2050)

Producción de hidrógeno necesita crecer más de 5 veces e hidrógeno renovable necesita crecer de niveles despreciables hoy a casi 5 TW para el 2050

El desafío en números:

Sustituir todo el hidrógeno gris que se produce a partir de fósiles



Hidrógeno producido a partir de fósiles: 79 % de 90 millones de toneladas ~ 70 millones de toneladas.

Energía para producir 1 kg de hidrógeno ~ 50 kWh

70 millones toneladas ~ **3500 TWh**

- 14 % del total energía eléctrica consumida (24000 TWh)
- Energía eléctrica consumida por toda Europa (3800 TWh)

El desafío en números: Sustituir camiones y estaciones de servicio diesel por eléctricos

Tanque diesel camión pesado ~ 500 litros ~ 5 MWh energía química ~ **2 MWh energía eléctrica**

Surtidor ~ 33 litros/minuto ~ 20 MW potencia química ~ **8 MW potencia eléctrica**

Tanque subterráneo 20.000 litros ~ 200 MWh energía química ~ **80 MWh energía eléctrica**

Muchas estaciones tienen dos tanques ~ 160 MWh

1 litro diesel ~ 10 kWh energía química ~ 4 kWh energía mecánica/eléctrica
(eficiencia motor diesel camión pesado ~ 40 % y, para simplificar, eficiencia camión eléctrico 100 %)



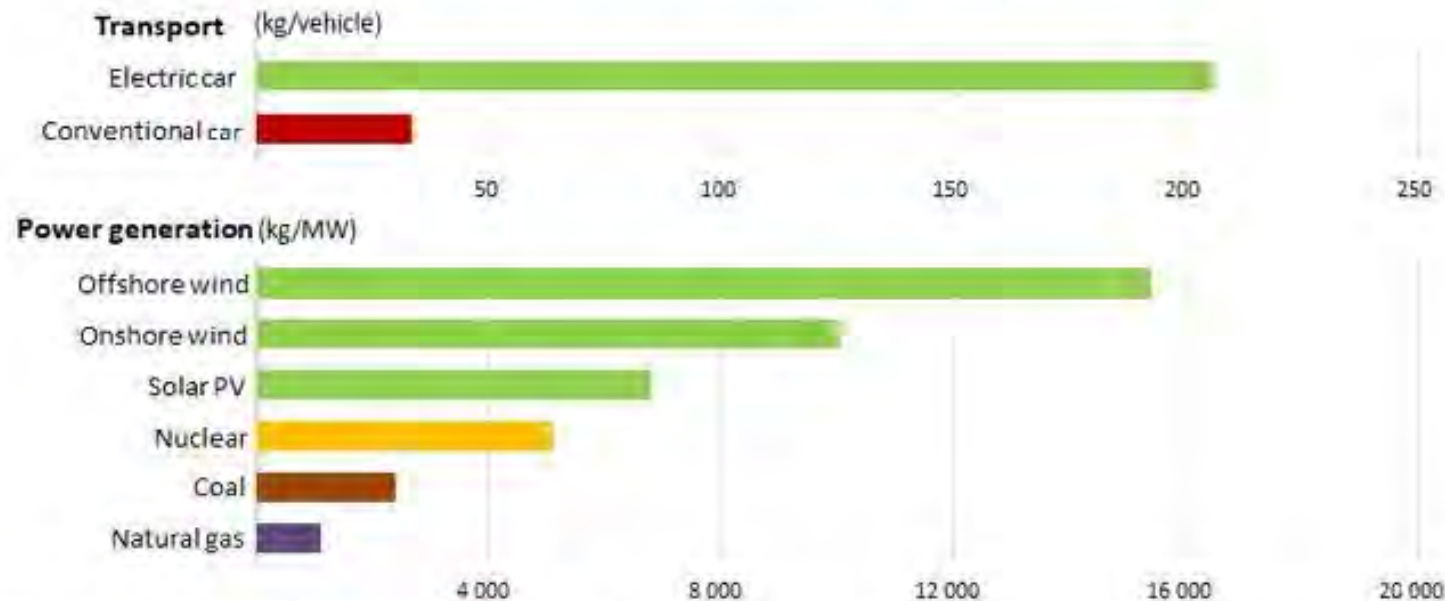
Sistema de almacenamiento de energía por batería
Hornsdale, Australia
130 MWh

Hornsdale Power Reserve
<https://bit.ly/3mpOlPk>

El desafío en números: Los minerales para la transición

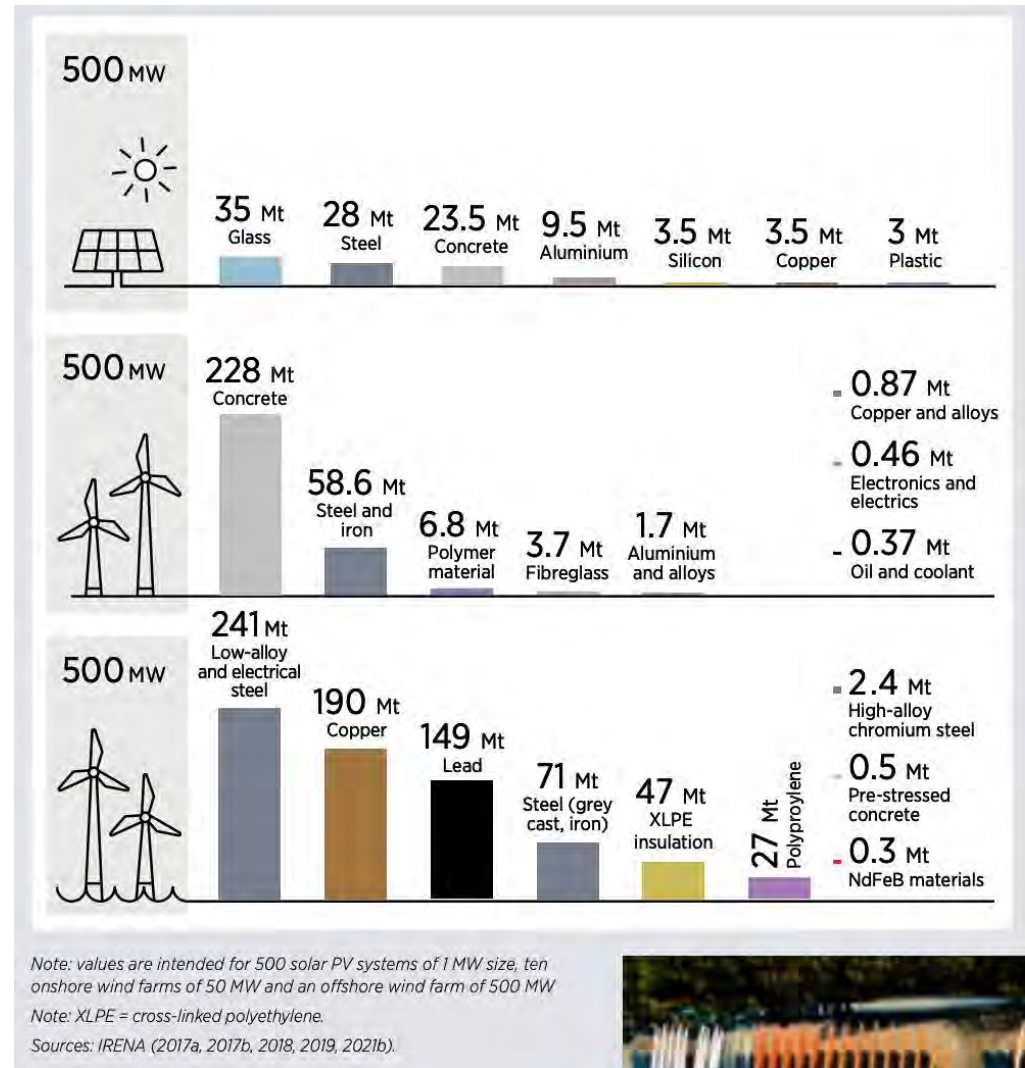
The shift to a more **mineral-intensive** energy system

Minerals used in selected energy technologies



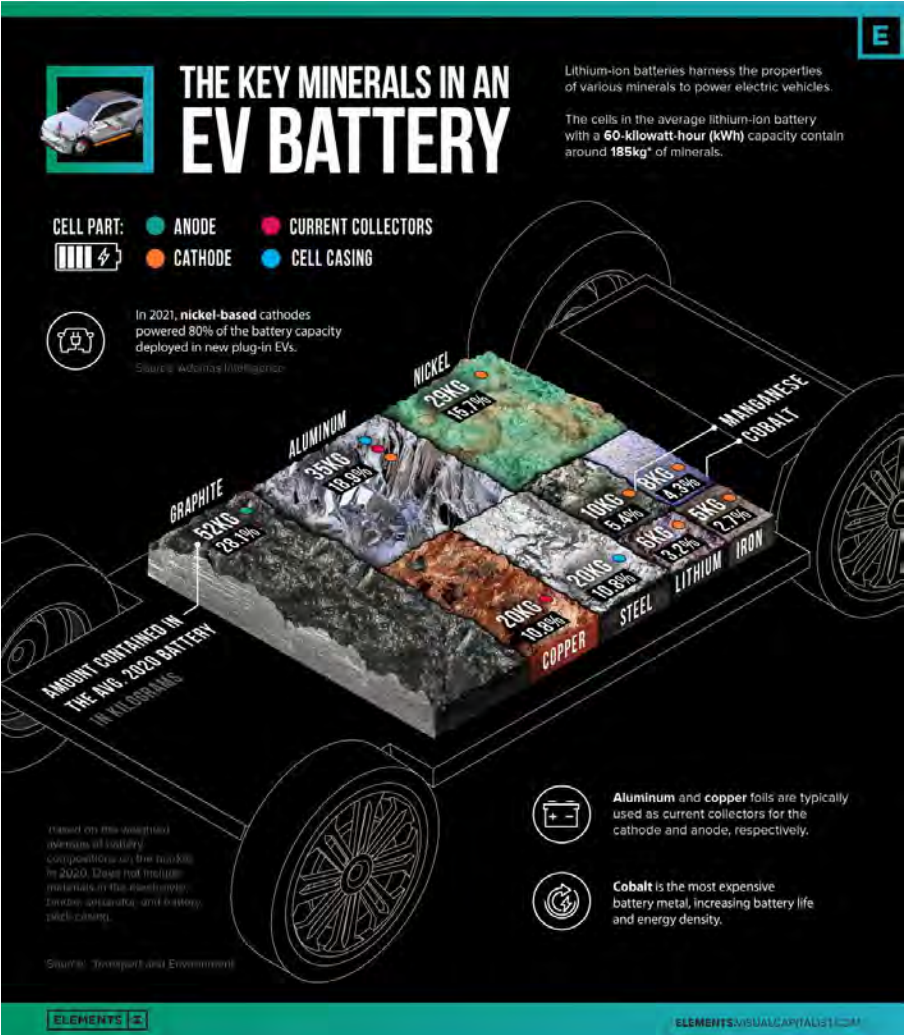
A typical electric car requires **six times** the mineral inputs of a conventional car, and an offshore wind plant requires thirteen times more mineral resources than a similarly sized gas-fired power plant

El desafío en números: Los minerales para la transición – Energía renovables no convencionales



El desafío en números:

Los minerales para la transición: Baterías para EV, almacenamiento de red, etc.



	kg mineral/60 kWh		concentration	kg ore/kg mineral	kg ore
Lithium	6	3,2%	0,2%, recovery 35%	1.429	8.571
Cobalt	8	4,3%	1,5% (1 ~ 2%)	67	533
Nickel	29	15,7%	1,2 % (0,2 ~ 3 %)	83	2.417
Graphite	52	28,1%	100%	1	52
Manganese	10	5,4%	35%	3	29
Copper	20	10,8%	0,7% chile	143	2.857
Steel	20	10,8%	55%	2	36
Aluminum	35	18,9%	25%	4	140
Iron	5	2,7%	55%	2	9
	185	100,0%			14.644
				Ratio ore/mineral	79

Visual Capitalist - The Key Minerals in an EV Battery (2022)
<https://bit.ly/3zfGiIL>

Hidrógeno para la electrificación del transporte pesado

La electrificación del **transporte se está segmentando** en vehículos eléctricos a:

- **Batería (battery electric vehicle - BEV)** para vehículos **livianos/corta distancia/baja utilización** (bicicletas, motos, autos particulares, flotas de taxis y utilitarios, logística última milla, buses y camiones urbanos, etc.)
- **Hidrógeno y celdas de combustible (fuel-cell electric vehicle - FCEV)** para vehículos de **uso intensivo de energía, típicamente pesados/larga distancia/alta utilización** (camiones y buses carreteros, camiones de minería, auto-elevadores, trenes, maquinaria de construcción, reach stackers, barcos, aviones, etc.).

Hidrógeno para la electrificación del transporte pesado

Ventajas **hidrógeno y celdas de combustible**: un orden de magnitud en densidad energética y en tiempo de carga

- **Densidad energética sistema hidrógeno (hidrógeno + tanques + celda) ~ 10 veces mayor que baterías**
 - **Peso del sistema hidrógeno ~ 10 veces menor que baterías**, clave para transporte pesado
 - **Tanques y celdas emplean materiales comunes** (plástico, fibras carbono, aluminio, acero) **en cantidad ~ 10 veces menor**. Cantidad platino celdas hoy ~ 50 gramos, tendencia a 5 gramos
 - **Menor costo y riesgo de suministro** de materias primas (baterías usan litio, cobalto, etc.)
 - **Menor desafío de fabricación y de disposición final / reciclaje**
- **Carga de hidrógeno en tanques es proceso físico, carga de baterías es proceso electroquímico.**
 - **Tiempo recarga hidrógeno 10 a 20 min ~ 10 veces menor que baterías**
 - La **carga rápida frecuente no afecta la vida útil** del tanque. Si afecta las baterías.
 - Se necesitan (t carga H₂/ t carga baterías) ~ 10 veces menos picos H₂ que cargadores
 - **Menor costo de infraestructura para grandes flotas** de vehículos pesados

Muchas gracias por vuestra atención

hidrogeno@ancap.com.uy