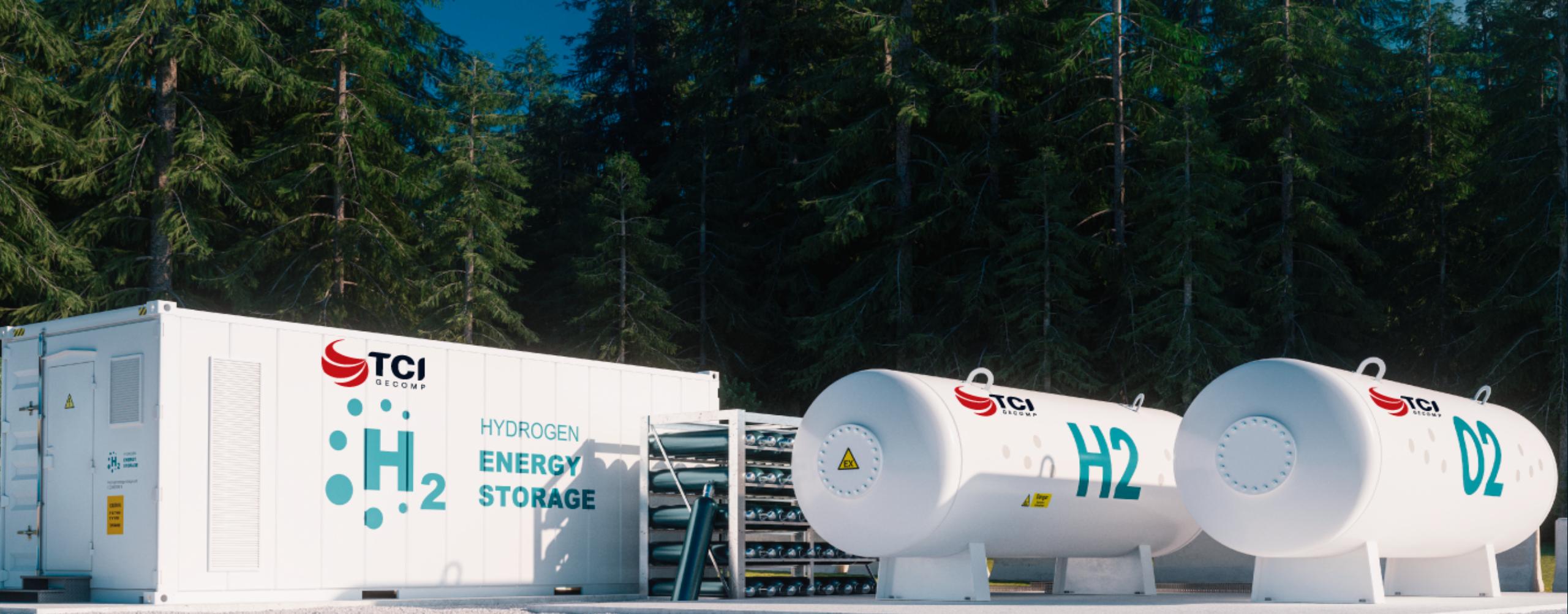




ESTUDIO DE INSTALACIÓN DE GENERACION DE HIDRÓGENO 100 MW





FUTURO - DESCARBONIZACION - TECNOLOGIA - ENERGIAS
ENERGETICO RENOVABLES

ESTUDIO BASE PLANTA H2 VERDE 100 MW



Datos de partida

Instalación de producción de hidrógeno 100 MW

DATOS PARTIDA

Coste electricidad	40,00 €/MWh
Horas funcionamiento	8.760,00 h/año
CAPEX electrolizador	480,00 €/kW
Licencias instalación	40.000,00 €/MW
Canalizaciones Incluye parte eléctrica	3,50% CAPEX ELY
Obra civil, edificio atmosfera explosiva	20,00% CAPEX ELY
Nuevo Stack (todo el empaquetado sin el resto de sistemas de filtrado tuberías etc.)	30,00% CAPEX ELY
Almacenamiento H2 (a 30 bares) como diapo 2	3,00% CAPEX ELY
Años amortización	20,00 años

DATOS TÉCNICOS ELECTROLIZADOR

Capacidad instalada	100,00 MW
Consumo eléctrico para alcalino	49,00 kWh/kg H2
Consumo elect. específico	4,41 kWh/Nm ³
Capacidad instalada de producción de hidrógeno al principio de la vida	2.040,82 Kg/h
Días disponibilidad anual	358,00 días/año
Días mantenimiento	7,00 días/año
Pérdidas eficiencia (datos de Green deal)	0,19% %/1000 h
Hidrógeno producido BOL	17.520.000 kg/año
Consumo eléctrico	858.480,00 MWh año
Mantenimiento	2% CAPEX ELY
Factor de disponibilidad	98%



Datos de partida

Para el estudio hemos tomado los términos de referencia del Green Deal publicados por la comisión europea.

LC-GD-2-2-2020 Develop and demonstrate a 100 MW electrolyser upscaling the link between renewables and commercial/industrial applications



EN English

[Home](#) > [Strategy](#) > [Priorities 2019-2024](#) > [A European Green Deal](#)

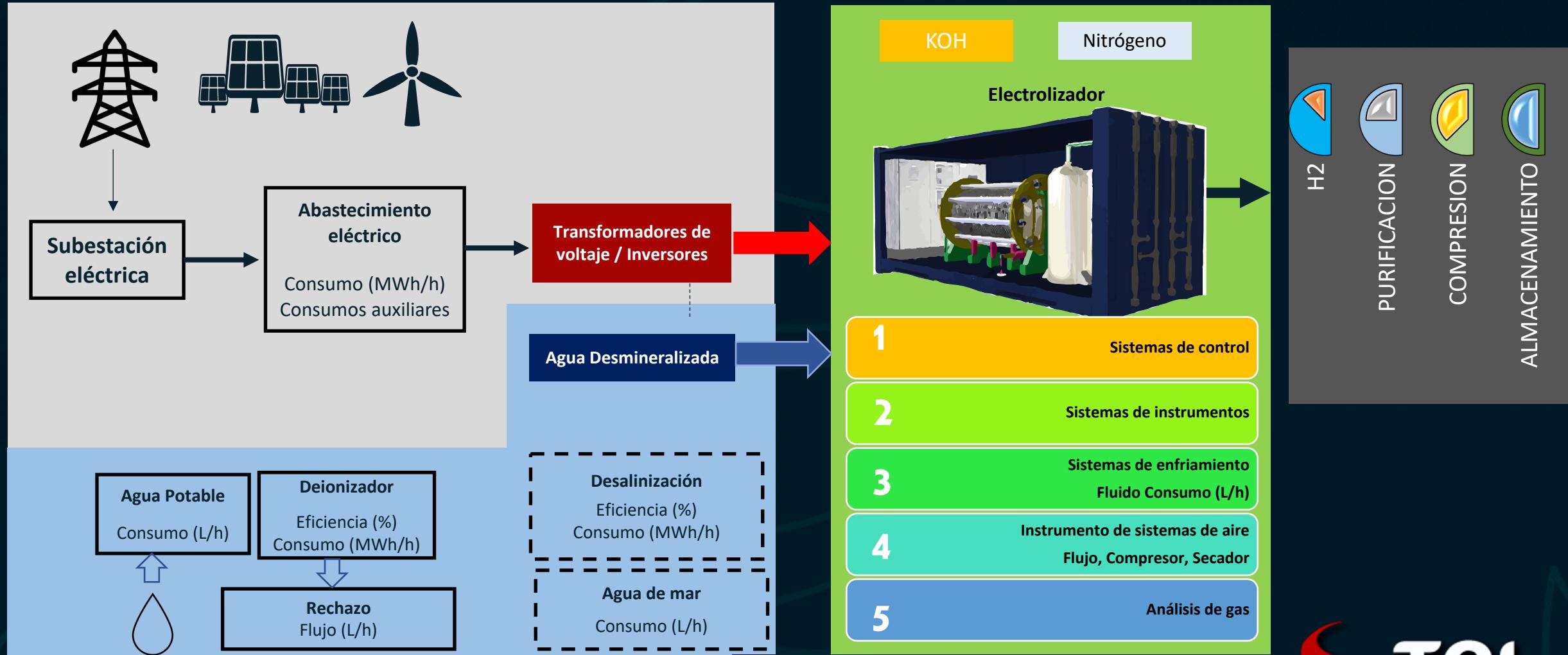
A European Green Deal

Striving to be the first climate-neutral continent

Technological impacts:

- → Establish a European industry capable of developing novel hundreds of MW electrolyser using a European value chain, consisting of modules and a suitable balance of plant for managing power (electricity and heat), water, Hydrogen and Oxygen flows;
- → Increase the efficiency of the electrolyser reaching an energy consumption of 49-(ALK) to 52-(PEM) kWh/kg H₂ at nominal power;
- → Increase the current density to at least 0,5A/cm² (ALK) or 3A/cm² (PEM) and delivery pressure to 30 bar. Power electronics should allow for dynamic operation of electrolyser from 25 to 100% in seconds (following the JRC harmonised testing protocols);
- → Reduce the plant's footprint by 30% thanks to the larger modules and the plant layout as well as the higher current densities;
- → Reduce the electrolyser CAPEX by 20% down to EUR°480/kW and EUR°700/kW for Alkaline and PEM electrolyzers respectively, meeting the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking targets for 2024;
- → Improve the maturity of technologies being tested through demonstrations in a real-life environment, taking into account constraints from real operations;
- → Improving durability of the membranes and components;
- → Increase the stack lifetime with a degradation target (Minimum nominal energy consumption at end-of-Life) of 0.12%/1000 hours for Alkaline and 0.19%/1000 hours for PEM;

Diagrama de bloques planta电解解



KEY PLAYERS EN CADENA SUMINISTRO DE H2 *



*Lista referencial para fabricantes de equipos para la escala del proyecto, no incluye todos los posibles del mercado



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TECNOLOGIAS ALCALINAS Y PEM

	Alcalino	PEM
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Inferior CAPEX/OPEX 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta corto en operación dinámica
	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología madura y probada en tamaño de multi-MW para operación estacionaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrolito sólido
	<ul style="list-style-type: none"> • Alto tiempo de vida de stack 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto nivel de pureza del hidrógeno
		<ul style="list-style-type: none"> • Buen rendimiento en operación parcial
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Electrolito líquido 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor CAPEX/OPEX
	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de purificación de H₂ para usos finales 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor vida útil del stack
	<ul style="list-style-type: none"> • Un tiempo de respuesta más largo 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de metales del grupo platino
	<ul style="list-style-type: none"> • Largo tiempo de arranque en frío 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología menos madura y probada para usos multi-MW

PARÁMETROS DE ELECTROLIZADORES ALCALINOS – PEM

Parámetros	<u>Alcalino</u>		<u>PEM</u>	
	2017	2025	2017	2025
CAPEX del sistema: stack + BoP + fuente de alimentación (€/kW)	830	600	1300	900
OPEX (% de CAPEX/año)	3	3	3	3
OPEX debido a la sustitución del stack (euros/kW)	380	270	470	250
Tiempo de vida (h) del stack	80,000	90,000	40,000	50,000
Vida útil del sistema (años)	20	20	20	20
Consumo de agua (L/kg de H ₂ producido)	15	15	15	15
Eficiencia del sistema (kWhe/kg de H ₂)	52	50	61	53
Intervalos de presión de salida (bar)	1 – 15	15 – 30	15 – 30	30 – 60
Potencia mínima para el funcionamiento parcial (% de la potencia máxima)	10%	10%	10%	10%
Tiempo de respuesta mínimo (caliente a carga completa, en segundos)	5	5	1	1
Tiempo de arranque en frío (minutos)	<10	<10	<5	<5

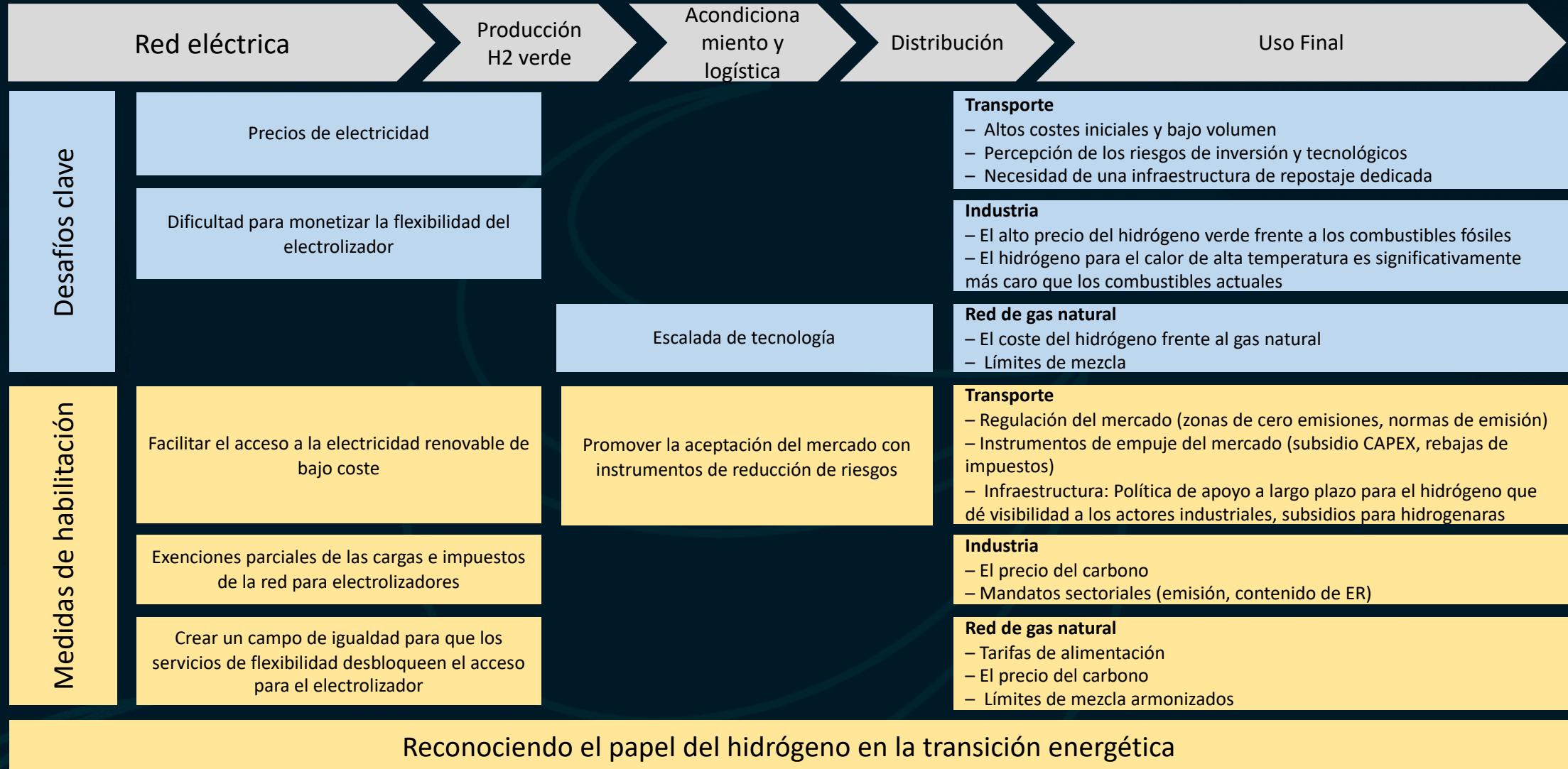


*Fuente: Comisión Europea (2017). Ya han quedado anticuados para las previsiones de 2025 en la publicación de Septiembre 2020 de la Comisión Europea, rebajando los costes en 2020 a los previstos para 2025 (480 €/kW ALK – 700 €/kW PEM)



*





RESULTADOS ESTUDIO INSTALACION H2 -100MW

Modelo inicial
de coste de
Hidrógeno
según los
parámetros
indicados

Mejor escenario

Red 24 horas
8760 horas
Precio: 40€/MWh

Mix Eólica/Solar FV
4500 horas
Precio: 30€/MWh

Solar FV
2.000 horas
Precio: 25€/MWh

AC/DC
Eff 95%

Eff (HHV) 52 kWh/Kg
CAPEX 700€/kW
electrolysis PEM

Electrolysis ALCALINA
Eff (HHV) 49 Kwh/kg
CAPEX 480€/kW+

AC/DC
Eff 95%

Electrolysis PEM
Eff (HHV) 52 kWh/Kg
CAPEX 700€/kW

Electrolysis ALCALINA
Eff (HHV) 49 Kwh/kg
CAPEX 480€/kW

Conexión directa en DC
Eff 98%

Electrolysis PEM
Eff (HHV) 52 kWh/Kg
CAPEX 700€/kW

Electrolysis ALCALINA
Eff (HHV) 49 Kwh/kg
CAPEX 480€/kW

2,55 €/kg

2,15 €/kg

2,62 €/kg

2,67 €/kg

3,11 €/kg



ALCALINA
100 M²/MW
Eff (HHV) 49 kW/Kg
CAPEX 480 €/kW

PEM
80 M²/MW
Eff (HHV) 52kW/Kg
CAPEX 700 €/kW



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO 100 MW

SIMULACION DE RENTABILIDAD

- Precio de venta 2,5 €/kg
- Modelo mix renovable 4.500h
- 30,00 €/MWh

TNA de inversión alternativa	5%
VAN (VENTA)	8.687.237,87 €
TIR (VENTA)	6%

DATOS PARTIDA	
Coste electricidad	30,00 €/MWh
Horas funcionamiento	4.500,00 h/año
CAPEX electrolizador	480,00 €/kW
Licencias instalación	40.000,00 €/MW
Canalizaciones	3,50% CAPEX ELY
Obra civil	20,00% CAPEX ELY
Nuevo Stack	30,00% CAPEX ELY
Almacenamiento H2	3,00% CAPEX ELY
Años amortización	20,00 años
DATOS TÉCNICOS ELECTROLIZADOR	
Capacidad instalada	100,00 MW
Consumo eléctrico	49,00 kWh/kg H2
Consumo elect. específico	4,41 kWh/Nm ³
Capacidad instalada BOL	2.040,82 Kg/h
Días disponibilidad anual	358,00 días/año
Días mantenimiento	7,00 días/año
Pérdidas eficiencia	0,19% %/1000 h
Hidrógeno producido BOL	17.520.000 kg/año
Consumo eléctrico	858.480,00 MWh año
Mantenimiento	2% CAPEX ELY
Factor de disponibilidad	98%

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO 100 MW

SIMULACION DE RENTABILIDAD

- Precio de venta 2,5 €/kg
- Modelo PPA renovable 24h 30,00€/MWh
- 5% del tiempo para mantenimiento y paradas

TNA de inversión alternativa	5%
VAN (VENTA)	80.863.034,70 €
TIR (VENTA)	17%

DATOS PARTIDA	
Coste electricidad	30,00 €/MWh
Horas funcionamiento	8.322,00 h/año
CAPEX electrolizador	480,00 €/kW
Licencias instalación	40.000,00 €/MW
Canalizaciones	3,50% CAPEX ELY
Obra civil	20,00% CAPEX ELY
Nuevo Stack	30,00% CAPEX ELY
Almacenamiento H2	3,00% CAPEX ELY
Años amortización	20,00 años
DATOS TÉCNICOS ELECTROLIZADOR	
Capacidad instalada	100,00 MW
Consumo eléctrico	49,00 kWh/kg H2
Consumo elect. específico	4,41 kWh/Nm ³
Capacidad instalada BOL	2.040,82 Kg/h
Días disponibilidad anual	358,00 días/año
Días mantenimiento	7,00 días/año
Pérdidas eficiencia	0,19% %/1000 h
Hidrógeno producido BOL	17.520.000 kg/año
Consumo eléctrico	858.480,00 MWh año
Mantenimiento	2% CAPEX ELY
Factor de disponibilidad	98%

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO 100 MW

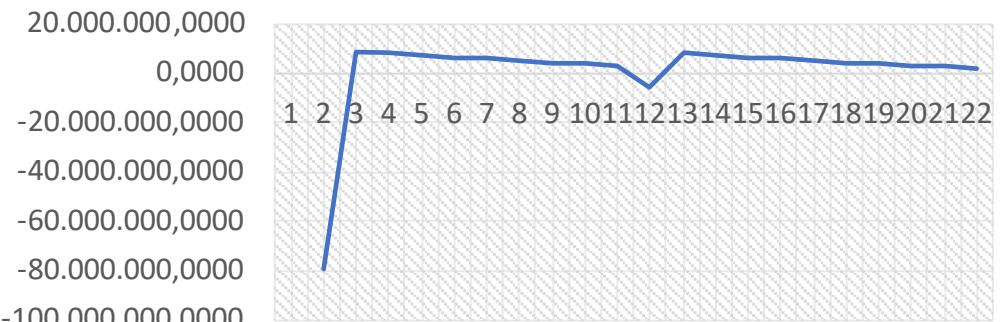
DATOS PARTIDA	
Coste electricidad	40,00 €/MWh
Horas funcionamiento	8.322,00 h/año
CAPEX electrolizador	480,00 €/kW
Licencias instalación	40.000,00 €/MW
Canalizaciones	3,50% CAPEX ELY
Obra civil	20,00% CAPEX ELY
Nuevo Stack	30,00% CAPEX ELY
Almacenamiento H2	3,00% CAPEX ELY
Años amortización	20,00 años
DATOS TÉCNICOS ELECTROLIZADOR	
Capacidad instalada	100,00 MW
Consumo eléctrico	49,00 kWh/kg H2
Consumo elect. específico	4,41 kWh/Nm ³
Capacidad instalada BOL	2.040,82 Kg/h
Días disponibilidad anual	358,00 días/año
Días mantenimiento	7,00 días/año
Pérdidas eficiencia	0,19% %/1000 h
Hidrógeno producido BOL	17.520.000 kg/año
Consumo eléctrico	858.480,00 MWh año
Mantenimiento	2% CAPEX ELY
Factor de disponibilidad	98%

Dato clave

SIMULACION DE RENTABILIDAD

- Precio de venta 2,5 €/kg
- Modelo PPA renovable 24h 40,00€/MWh
- 5% del tiempo para mantenimiento y paradas

FLUJO FONDOS (Venta H2)



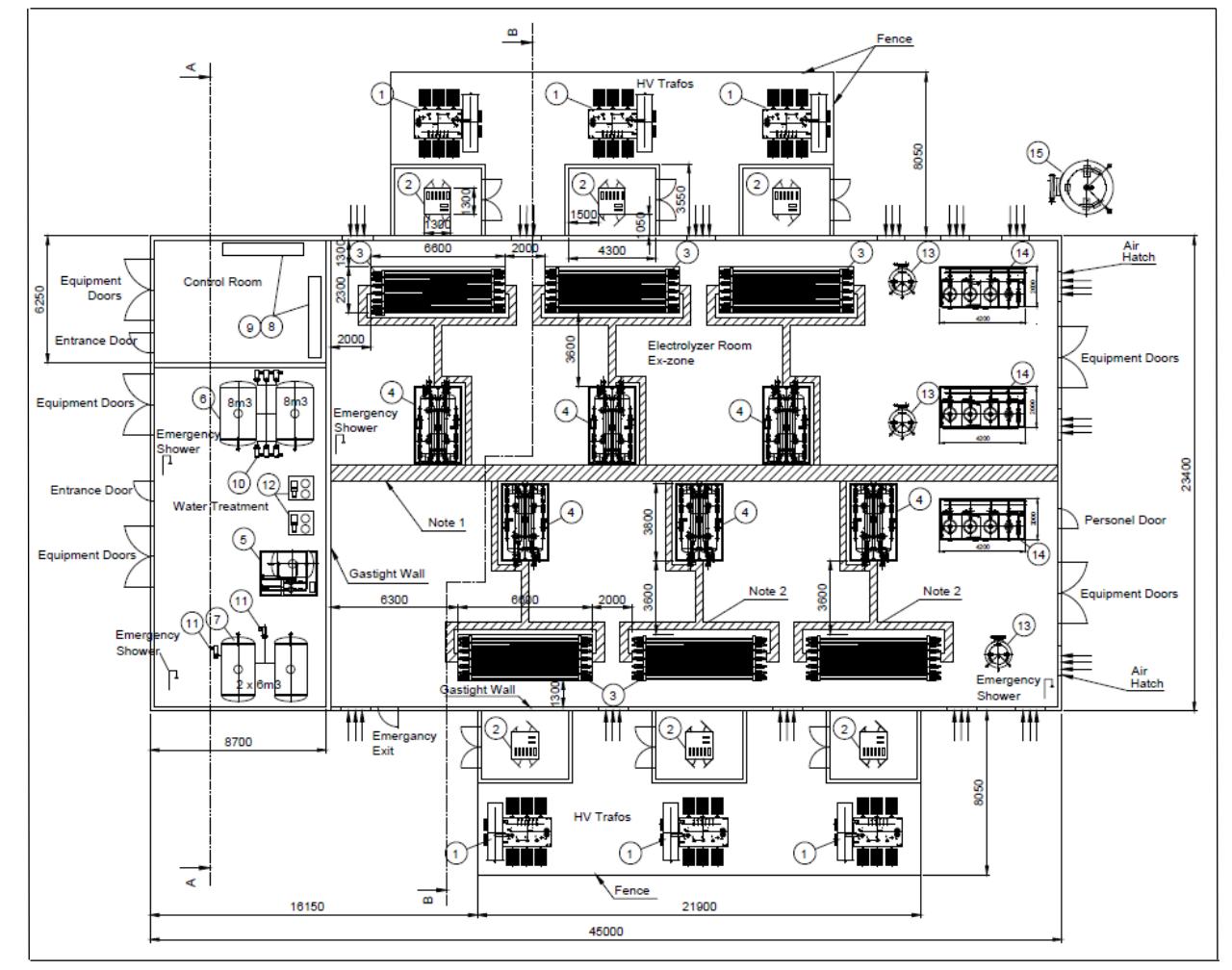
TNA de inversión alternativa	5%
VAN (VENTA)	-15.933.445,47 €
TIR (VENTA)	2%



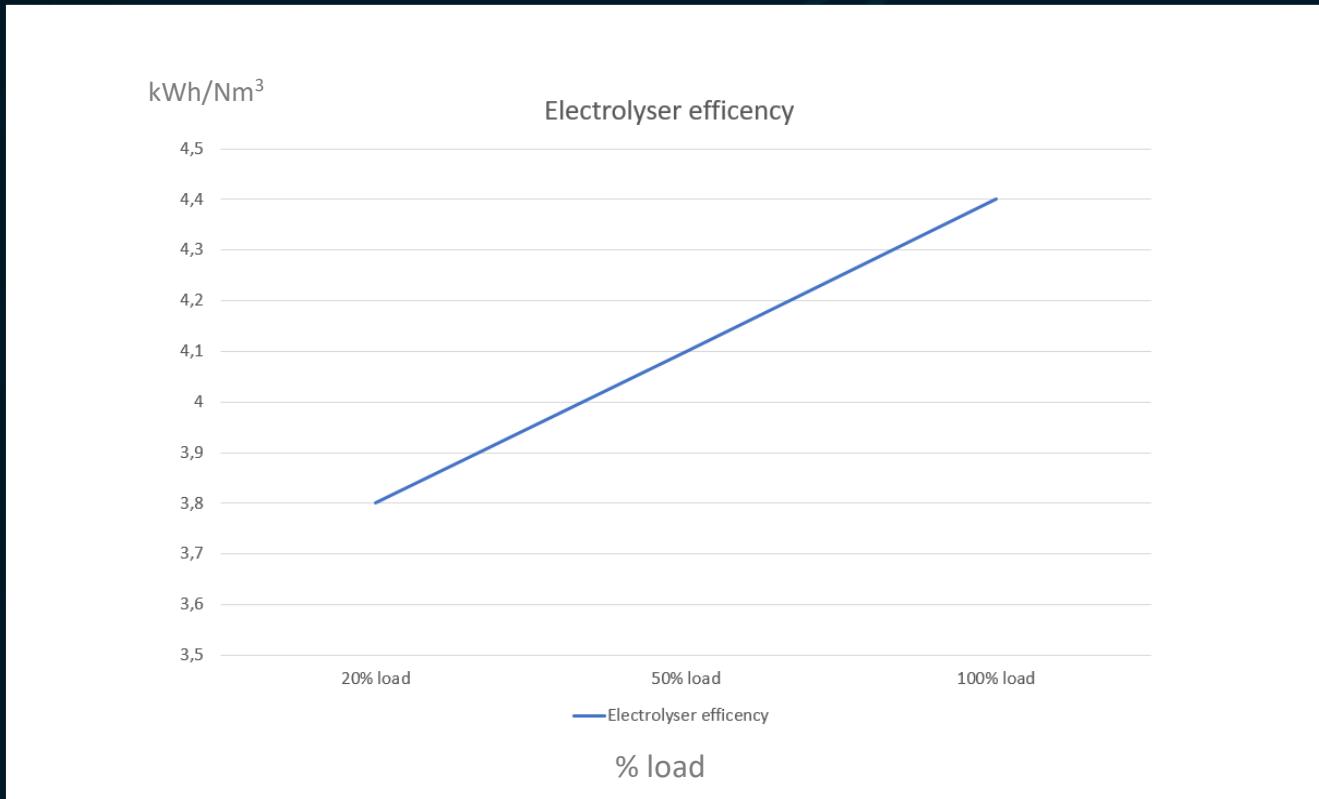
LAYOUT BÁSICO

Ejemplo de Layout de planta H2 17 MW

REF.	Order	Unit	Concept	Description
TCI-H2-P200HV-001	1	6	HV Transformer	6 MW
TCI-H2-P200DC-001	2	6	Rectifier	6 MW
TCI-H2-P200GS-001	3	6	Electrolyser	6 x 600Nm ³ /h
TCI-H2-P200GS-002	4	6	Gas Separation Skid	
TCI-H2-P200WS-001	5	1	Cooling Water Unit for Rectifiers	
TCI-H2-P200WS-002	6	2	Feed Water Tank	2 x 8 m ³
TCI-H2-P200WS-003	7	2	Lye Mixing Tank	2 x 6 m ³
TCI-H2-P200ES-001	8	2	Electrical Cabinet	
TCI-H2-P200ES-002	9	2	Valve Panel	
TCI-H2-P200WS-004	10	6	Feed Water Pump	
TCI-H2-P200WS-005	11	2	Lye Mixing Pump	
TCI-H2-P200WS-006	12	2	Water Purifier	
TCI-H2-P200GS-003	13	3	H2 Buffer Tank	4 m ³
TCI-H2-P200GS-004	14	3	H2 Purification System	
TCI-H2-P200GS-003	15	1	H2 Buffer Tank	10 m ³



CURVA DE EFICIENCIA DE STACK



- Ejemplo de curva de potencia versus eficiencia en electrolisis alcalina (stack) rango MW.
- El electrolizador tiene un consumo de energía de corriente continua de stack que va de 3,8 kWh/Nm³ H₂ a 4,4 kWh/Nm³ H₂, dependiendo de la carga.

COMPARATIVA DE COSTES DE COMPRESIÓN H2

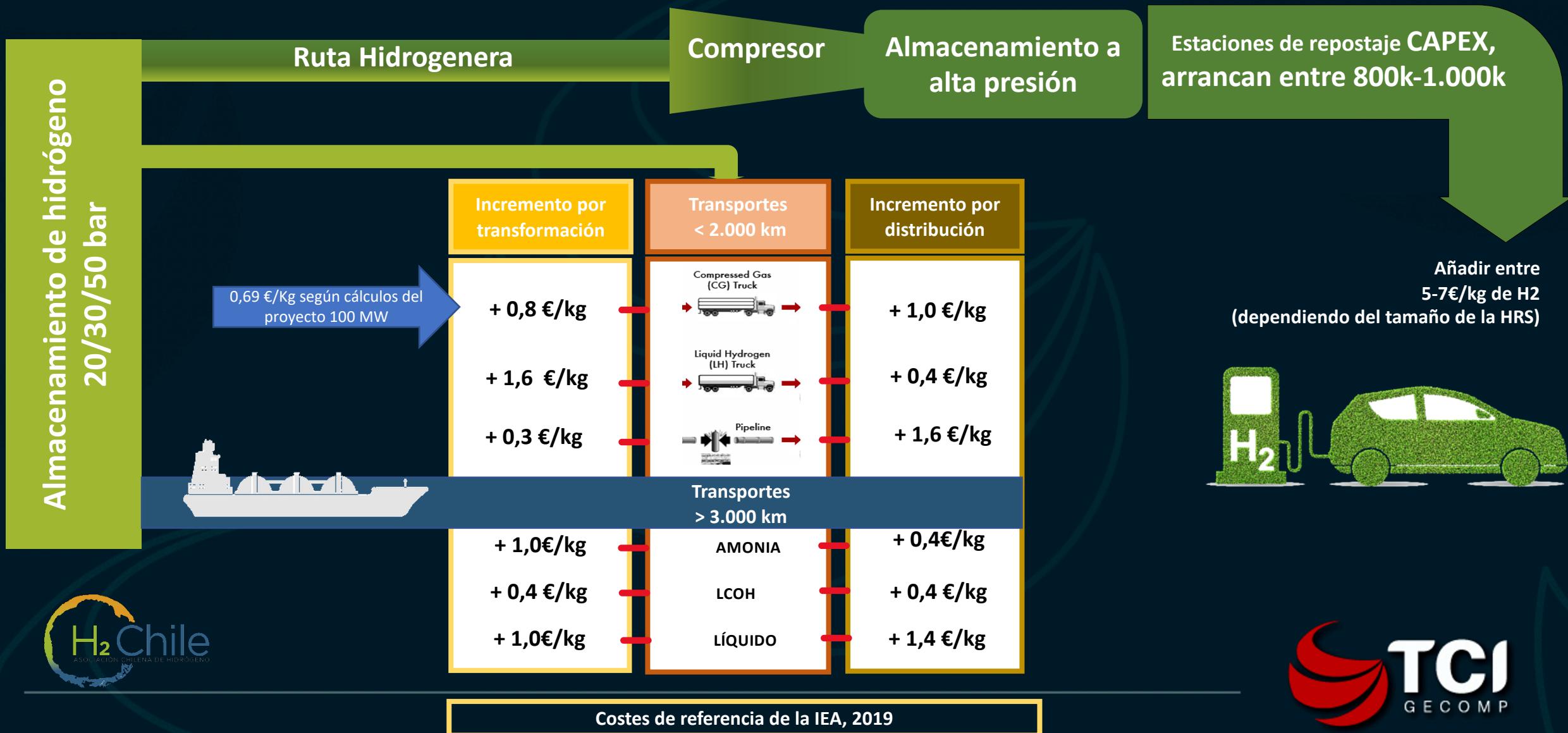
Datos técnicos y económicos sobre estaciones de repostaje y los remolques de tubos

Estaciones de repostaje

Presión de entrada y salida	Consumo de energía	Flujo máximo de hidrógeno	CAPEX (K€)
P atm a 200 bar	5 kWh/kg	20 kg/h	687
		100kg/h	1.986
		400kg/h	4.959
15 – 200 bar	2.4 kWh/kg	20kg/h	498
		100kg/h	1.441
		400kg/h	3.597
30 – 200 bar	1.7 kWh/kg	20kg/h	467
		100kg/h	1.351
		400kg/h	3.373
60 – 200 bar	1.1 kWh/kg	20kg/h	441
		100kg/h	1.276
		400kg/h	3.185
Remolques de tubos			
Presión 200 bar			CAPEX (€/kg)
			500

Ejemplo de cálculo para 100 MW (2040Kg/hora) a 4500 horas anuales para presión de salida a 30 bares y almacenamiento de 2 días, teniendo en cuenta CAPEX de Compresor, tub trailer, mantenimiento y personal: 0,49 CAPEX y 0,2 OPEX = 0,69 €/Kg (coste de la transformación)

Análisis de viabilidad: Uso de hidrógeno en el transporte



Datos económicos

En general...

	Electrolizadores		
	Alcalino	PEM	SOEC
TRL	9	8-9	5-7
CAPEX	600-1250	900-2.000	4.500
OPEX	26	41	225
EFICIENCIA KW/KG	50	55	40
Degradoación %/h	0,12	0,19	1,9
Densidad de corriente A/cm ²	0,2-0,7	2,2	1

Ratios publicados por la EU del estado del arte 2020

ANÁLISIS ECONOMICO APROXIMADO 100 MW			
COSTES ESTIMADOS			
		PEM	ALCALINA
Plazo desde el pedido a la puesta en marcha		2 años	2 años
CAPEX	700	€/kW	480
Acondicionamiento del agua y la energía	8,5%		7%
Planta de电解sis	72%	700	71% 480
Canalizaciones y obra civil	16%		18%
Post tratamiento (almacenamiento y compresión)	3,5%		4%
TOTAL CAPEX	100%	700	100% 480
ANUAL OPEX (%CAPEX)	3%		3%

Ratios publicados por la EU Sep 2020 para el Green Deal



www.tci-gecomp.com

- info@tci-gecomp.com



Gracias

ENERGÍA

S O L A R - E Ó L I C A - H 2 T C I
S O L A R - E Ó L I C A - H 2 T C I

C H I L E

E S P A Ñ A

P E R Ú

A R G E N T I N A