





***PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE EN LA
ZONA CENTRO SUR, PARA REPOSTAJE DE
TRANSPORTE DE CARGA FORESTAL***

***HIDROGENERAS CON PRODUCCIÓN IN SITU
EN FORMATO DUAL***



HIDROGENO VERDE, DESARROLLO TRANSPORTE SUSTENTABLE, ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA MACRO ZONA CENTRO SUR

¿QUÉ NOS IMPULSA A PRESENTAR ESTE PROYECTO?

Queremos aprovechar los conocimientos adquiridos y latentes en el mundo para salvar las brechas hacia una economía mas sustentable.

Chile, hoy necesita afrontar los nuevos retos, económicos, sociales y medio ambientales preparándose para los cambios y fortaleciéndose como economía y como sociedad del bienestar. El sector del transporte en la zona Centro Sur es hoy una oportunidad para comenzar con el cambio hacia la economía del hidrógeno.





[Renewable Energies]

TCI ES UNA EMPRESA DE INGENIERÍA, CONSTRUCCION Y CONSULTOR
ESTRATÉGICO EN ENERGÍA Y DESARROLLOS DE HIDRÓGENO VERDE

**Mas de 25 años en Ingeniería y 13 años
construyendo sistemas de energías
Renovables.**



A wide-angle photograph of a solar farm at sunset. The foreground is filled with rows of solar panels, their surfaces reflecting the warm orange and yellow light of the setting sun. In the middle ground, the panels stretch towards a range of mountains. The sky above is a dramatic gradient of orange, yellow, and blue, with wispy clouds catching the last rays of the day.

E N E R G Í A S R E N O V A B L E S

CHILE - PERU - ARGENTINA



ESPAÑA - ITALIA

www.tci-gecomp.com

Co autores: Lilian Romero Msc- Rodrigo Díaz MSc Mas Valor Partner



Co autores: Lilian Romero Msc- Rodrigo Díaz MSc Mas Valor Partner

Promovemos proyectos de
HIDRÓGENO VERDE

EÓLICA FOTOVOLTAICA HIDRÓGENO

150 MW
EN EUROPA Y LATINOAMÉTRICA

900 MW
EN EUROPA Y LATINOAMÉTRICA

4 PROYECTOS
DE PRODUCCIÓN EN DESARROLLO



EUROPA

12 PROYECTOS 600 MW
1 PROYECTO DE I+D+I

European Clean
Hydrogen Alliance



Green H₂

CHILE



LOS ESPINOS	3,0 MW
GNA	1,7 MW
AGUAS CAP	3,0 MW

3 GW H₂ HOASIS

1 GW H₂ HOASIS 2

9 MW H₂ HVALLESUR

ARICHILE 20 MW

ARGENTINA

H₂ BUQUEBUS

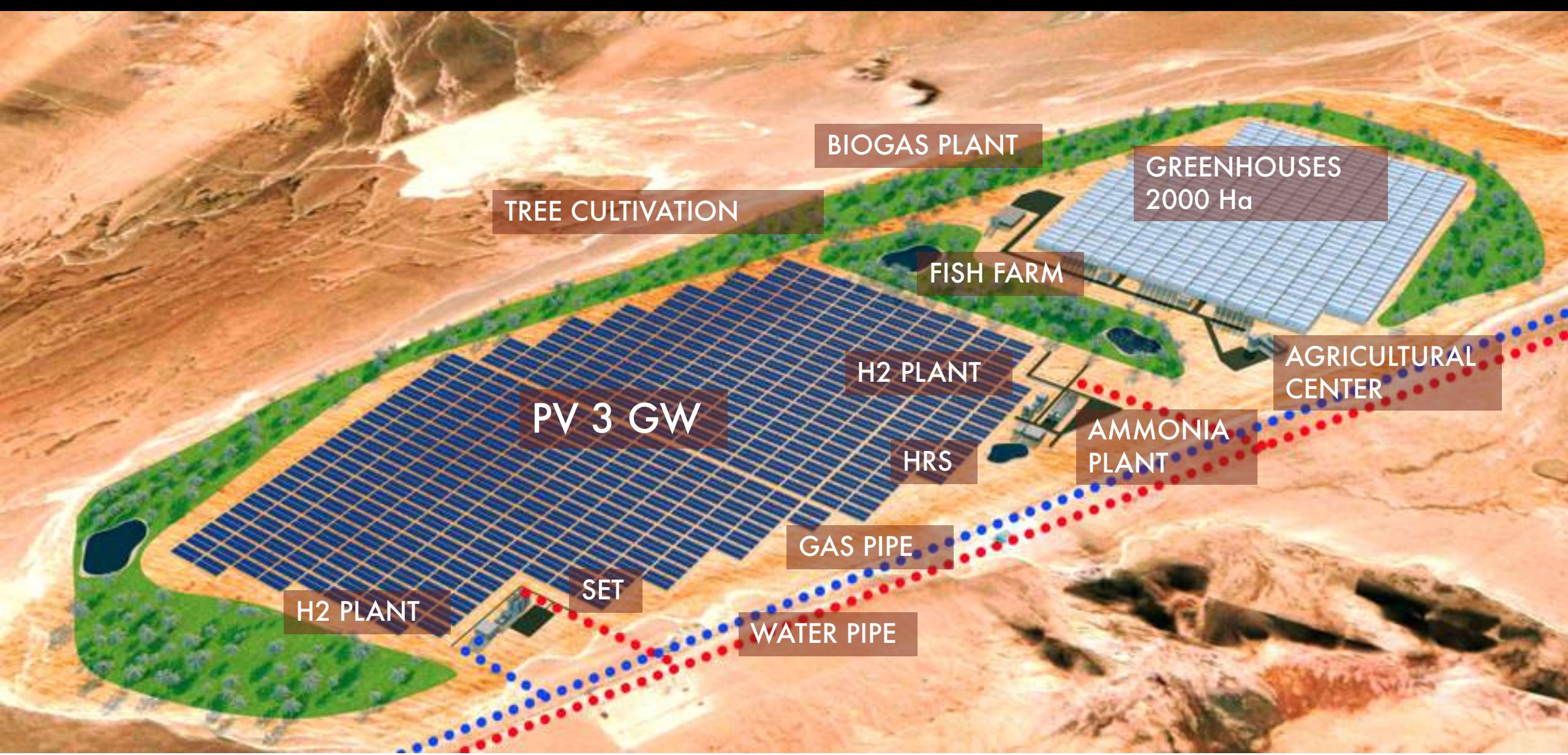


RD CONGO

H₂ KOLWEZI 200 MW



TCI
GECOMP



OPORTUNIDAD: INDUSTRIA FORESTAL , TRASLADO DE TROZAS

Cuadro 4: superficie de bosques plantados por especie, según región, acumulado a diciembre de 2013 (hectáreas)

Región	Atriplex spp	Eucalyptus globulus	Eucalyptus nitens	Pinus ponderosa	Pinus radiata	Pseudotsuga menziesii	Otras especies	Total	%
Región de Coquimbo	60.771,5	2.870,7				20.509,3	84.151,5	3,4	
Región de Valparaíso		38.060,5			8.476,8		1.104,7	47.642,0	1,9
Región Metropolitana		5.967,9			17,2		376,4	6.361,5	0,3
Región O'Higgins	49.023,2	13,6			76.037,1		1.925,3	126.999,2	5,2
Región del Maule	45.349,3	1.845,4			408.772,0	217,1	4.087,4	460.271,2	18,8
Región del Biobío	228.228,7	91.387,3	683,9	594.163,3	381,3	8.661,4	923.505,9	37,7	
Región de La Araucanía	151.424,8	61.608,9	2.717,6	267.028,2	6.864,2	4.745,8	494.389,5	20,2	
Región de Los Ríos	20.017,9	57.682,1	2,7	99.189,5	3.688,2	5.335,0	185.915,4	7,6	
Región de Los Lagos	22.870,0	34.181,9	236,8	16.033,8	744,4	1.772,6	75.839,5	3,1	
Región de Aysén			7,0	24.134,0		4.326,5	14.048,0	42.515,5	1,7
Total	60.771,5	563.813,0	246.726,2	27.775,0	1.469.717,9	16.221,7	62.565,9	2.447.591,3	100,0
Participación	2,5%	23,0%	10,1%	1,1%	60,0%	0,7%	2,6%	100,0%	

Fuente: Anuario Forestal 2015, Infost.

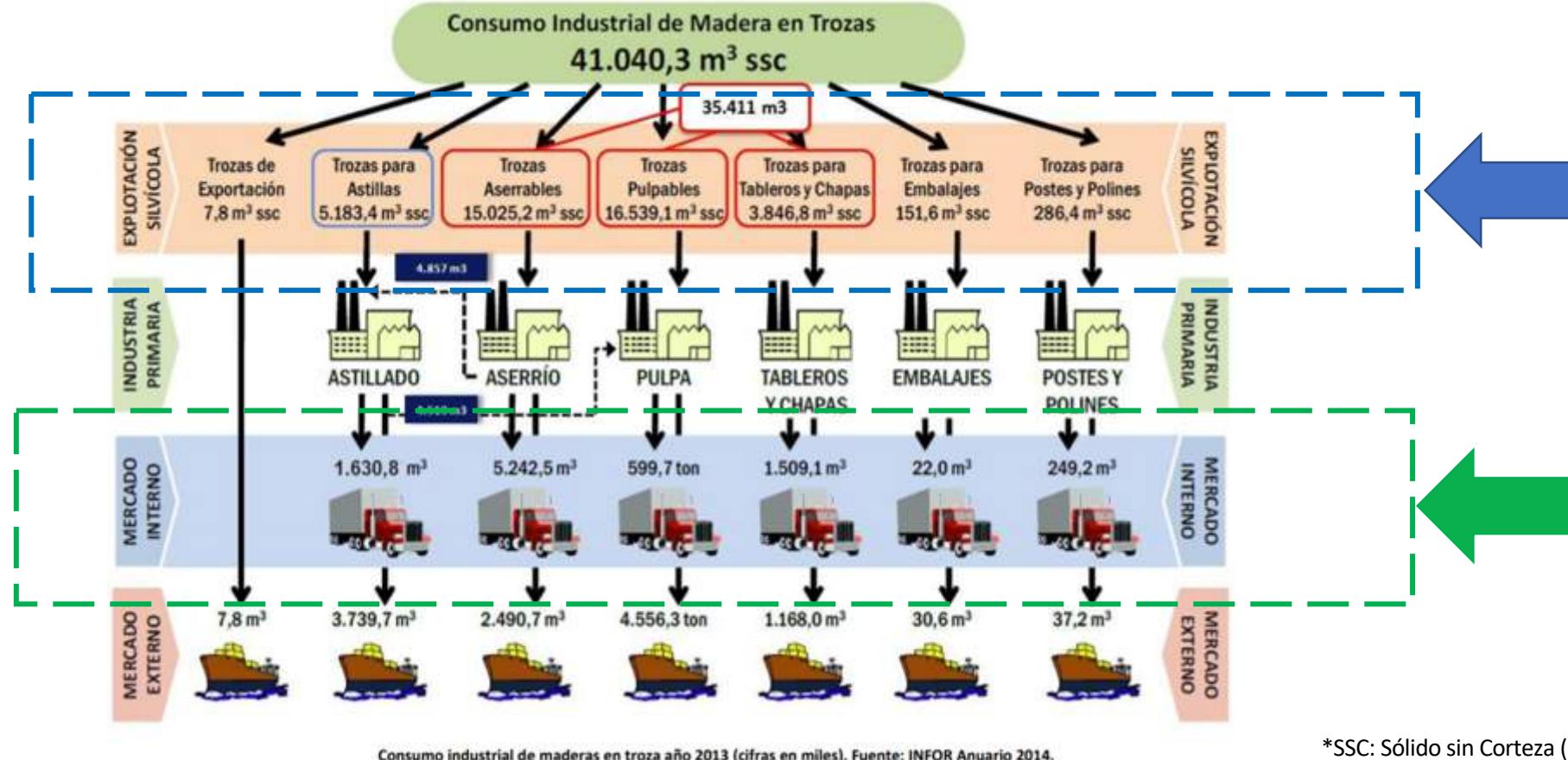


2.447.591,3 Ha de Bosque

41.040 m³/año de Madera en trozas



OPORTUNIDAD: INDUSTRIA FORESTAL , TRASLADO DE TROZAS



- Zona de análisis del piloto para **1800 a 1900 camiones**; desde faena a diferentes plantas de procesamiento
- Agua abajo hay un mercado de transporte que en este piloto no se aborda, pero es un potencial que se derivará en el futuro
- Zona de crecimiento futuro en transporte del sector

*SSC: Sólido sin Corteza (concepción del tipo de trozo)

Consumo Trozas a fecha (mercado objetivo), en el futuro sólo aumentará a 46 millones m³ y se prevé que el crecimiento se detiene; además se pretende que el 20% se pueda trasladar en trenes, pero está en evaluación todavía.



Co autores: Lilian Romero Msc- Rodrigo Díaz MSc Mas Valor Partner



CAMIONES DE CARGA PESADA, FORESTALES:

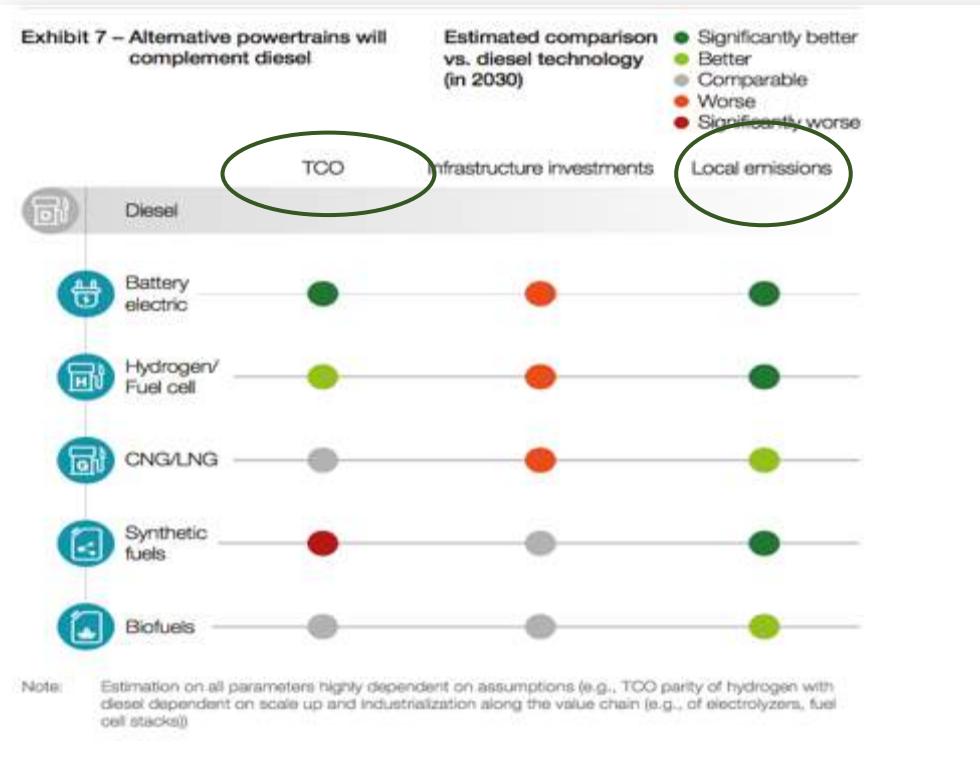
CAMIONES : CLASE 6
(FWHA)



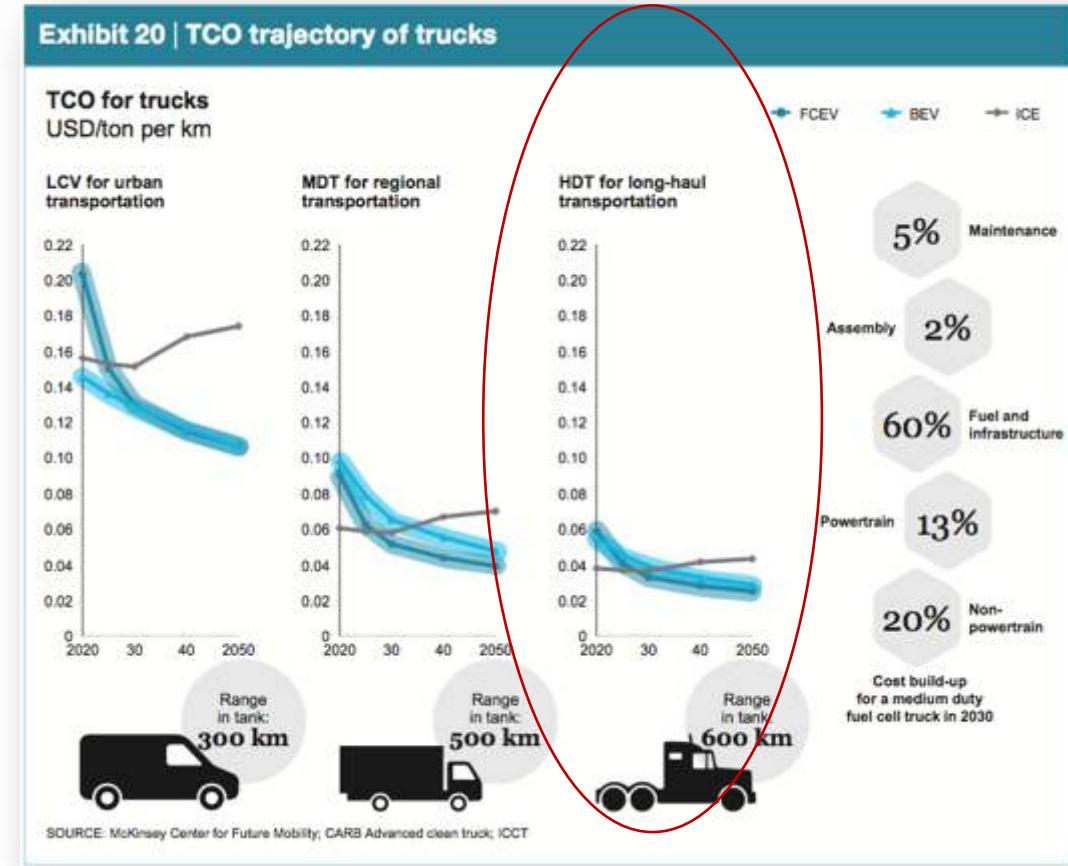
Nº Clase FWHA	Descripción Clase FHWA	Clasificación MOP Agrupada según Clasificación FWHA
4	Buses	210 - 321 - 320 - 460 - 461
5	Camión simple dos ejes	200
6	Camión simple tres ejes	310 - 311 - 340
7	Camión simple de 4 o más ejes	450 - 470 - 440 - 451 - 477
8	Camión con semiremolque de 4 o menos ejes	300 - 410 - 411 - 420 - 422
9	Camión con semiremolque de cinco ejes	530 - 570 - 531 - 532 - 533 - 577
10	Camión con semiremolque de seis o más ejes	690 - 692 - 697 - 680 - 681 - 687 - 688 - 699
11	Camión con remolque de cinco ejes o menos ejes	400 - 510 - 520 - 522 - 511
12	Camión con remolque de seis ejes	630 - 631 - 632 - 633 - 650 - 651 - 660 - 662 - 670 - 677
13	Camión con remolque de siete o mas ejes	770 - 771 - 772 - 773 - 780 - 781 - 787 - 788

Clasificación de los camiones que circulan por las carreteras de Chile (**Tipo MOP**), según clasificación de la FHWA(Federal Highway Administration)

¿QUE JUSTIFICA NUESTRA PROPUESTA DE CAMBIO A FCEV ?



EMISIONES DERIVADAS DE LA COMBUSTIÓN DIESEL EN CAMIONES CARGA PESADA (ton/año)		
CO ₂	CH ₄	NO ₂
270.000	562	530



TCO: costo total de propiedad del vehículo **USD/ton por km**
 ICE: camiones a motor de **combustión interna**
 FCEV: camiones con **motor eléctrico a celda de combustible**

¿QUE JUSTIFICA NUESTRA PROPUESTA DE CAMBIO A FCEV ?

Ventajas de la oportunidad de la electrificación H2

Mantenimiento significativamente menor

- Motor eléctrico de velocidad variable, no requiere caja cambios
- Aprox. 20 piezas móviles en lugar de 2000
- No requiere lubricantes
- Opera a baja temperatura

Más eficiente

- Eficiencia red eléctrica a rueda (well-to-wheel): batería típico 85 %, hidrógeno típico 30 %
- Recupera la energía de frenado, importante en tránsito urbano y en bajadas de caminos de monte
- Mejor aerodinámica (no tiene la limitante del volumen del motor de combustión bajo el capot)

Menor costo total de propiedad (TCO)

- Costo de energía estable y competitivo con el combustible que desplaza
- Energía renovable autóctona, costo estable, proyección de costo competitivo en pocos años
- Mejor experiencia para conductores, pasajeros y peatones
- Velocidad variable de forma continua (sin cambios)
- Mejor distribución del peso, centro de gravedad más bajo, mayor estabilidad
- Sin ruidos ni vibraciones

CAMIONES DE CARGA PESADA H₂ PROPUESTO:

Para proyecto se utiliza referencia **Clase 8**, que se adapta chasis a **Clase 6** en fábrica
Clase 8: camión con semirremolque de 4 o menos ejes.

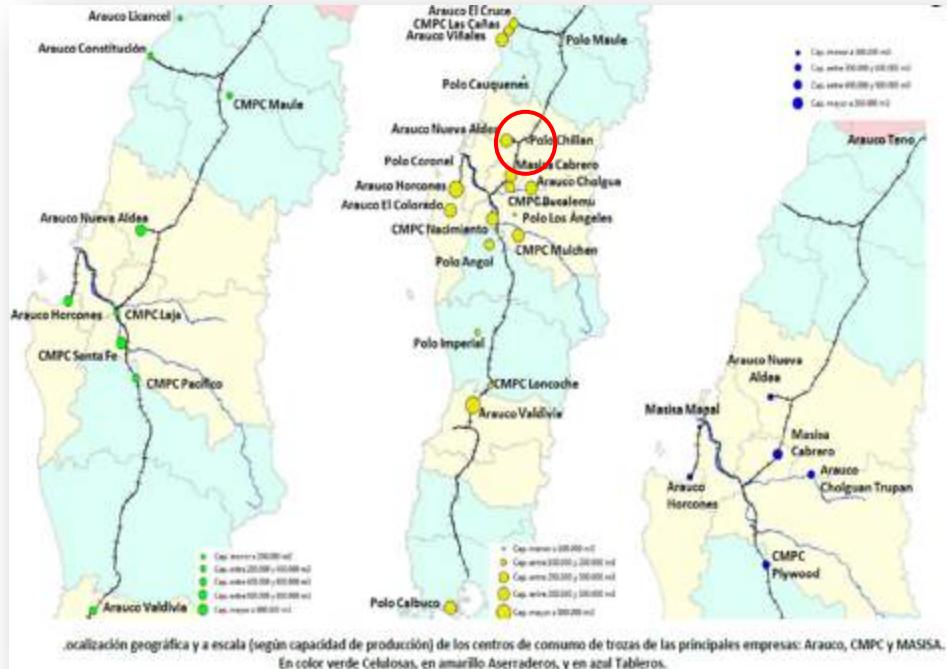
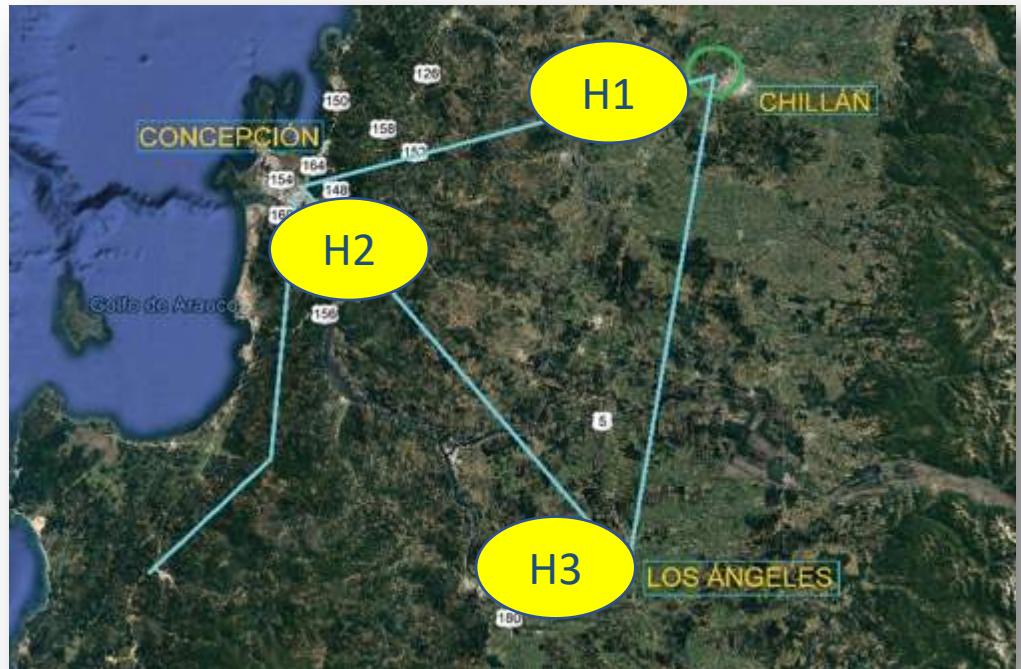


8. Single Trailer 3- or 4-Axle Trucks
3 or 4 axles, single trailer



Hyundai estima que solo se necesitarán de **10 a 15** camiones repostando diariamente, para que una *estación de hidrógeno sea rentable*

CICLO DE TRABAJO DEL TRANSPORTE DE CARGA FORESTAL



- Radio de acción máxima de los camiones, desde Concepción: es de **150 km** (86% pavimentado y 14% No pavimentado)
- Considerar que el estándar mundial es un radio máximo de 97 km promedio.
- Días de trabajo anuales: **350 días y sin estacionalidades**
- Turnos por día: **2 turnos** por día de **5 horas** cada uno; cada turno recorre promedio **300 km**
- Líneas en azul concentran el mayor movimiento hacia aserraderos, **la hidrogenera en Chillán**, es la opción óptima; luego Concepción y Los Angeles.
- Mercado: **1800-1900 camiones**
- Reemplazo de camiones de la flota: cada **4 años**

PARTES INTEGRANTES DEL PROYECTO: PILOTO 1 HIDROGENERA CHILLAN

PRODUCCIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Instalación de **11 MWp** de paneles solares fotovoltaicos en la región de **Ñuble**

Producción anual de energía eléctrica **25.547 MWh.**

Configuración interconectada a la red

GENERACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE

Instalación de una planta de electrólisis de **5 MW**, que consume **23.400 MWh** con producción de **416 ton/año**

HIDROGENERA EN EL MISMO SITIO

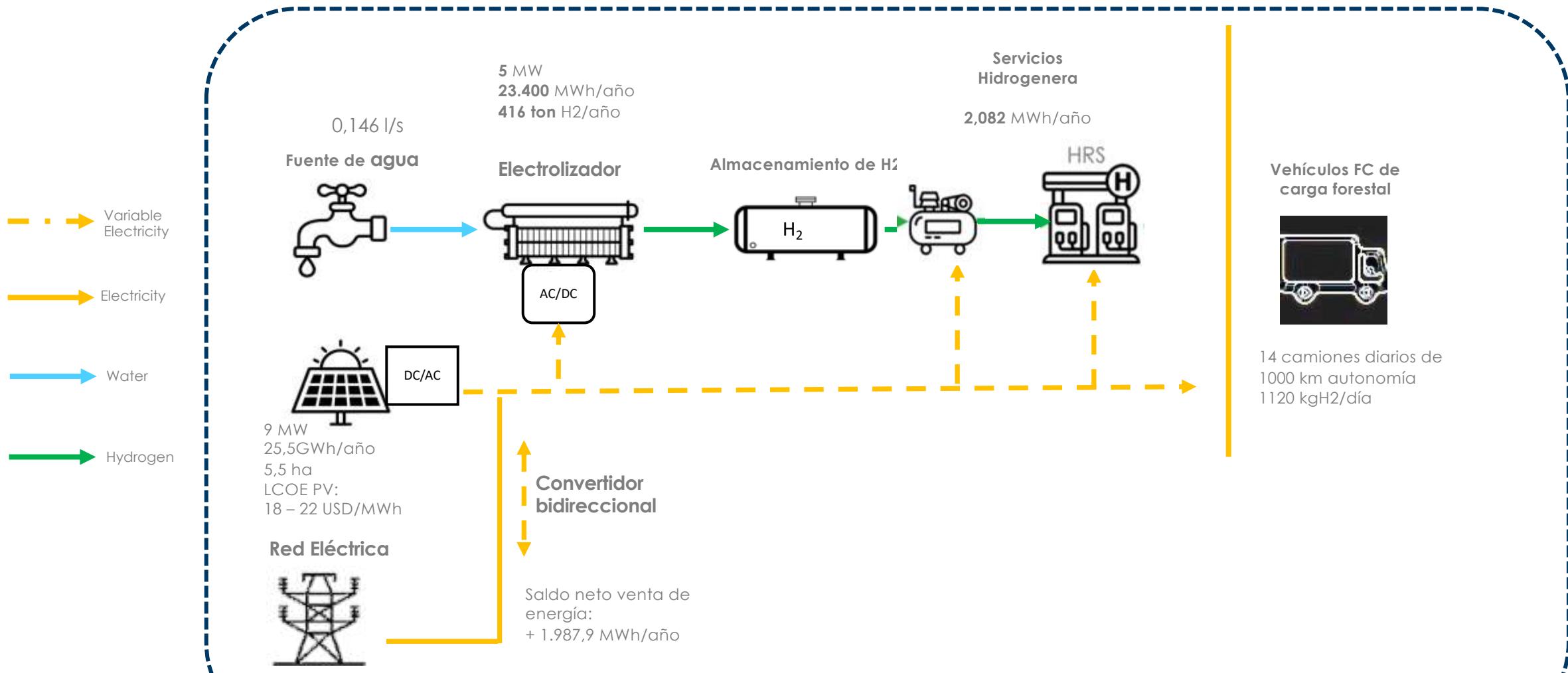
Hidrógenera que cuenta con la producción in situ, y que es capaz de abastecer el repostaje de 14 camiones de carga diaria con autonomía de 1000km

INYECCIÓN DESDE Y HACIA LA RED

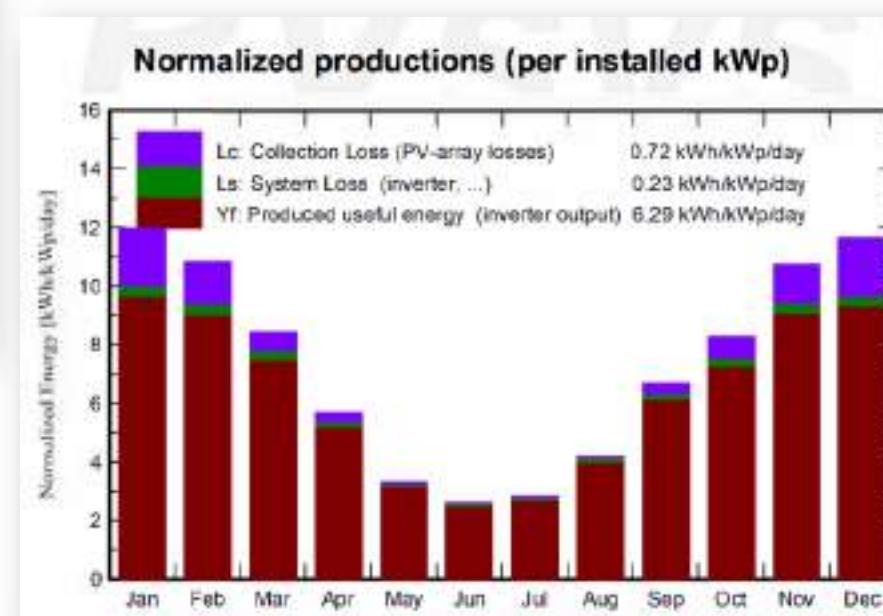
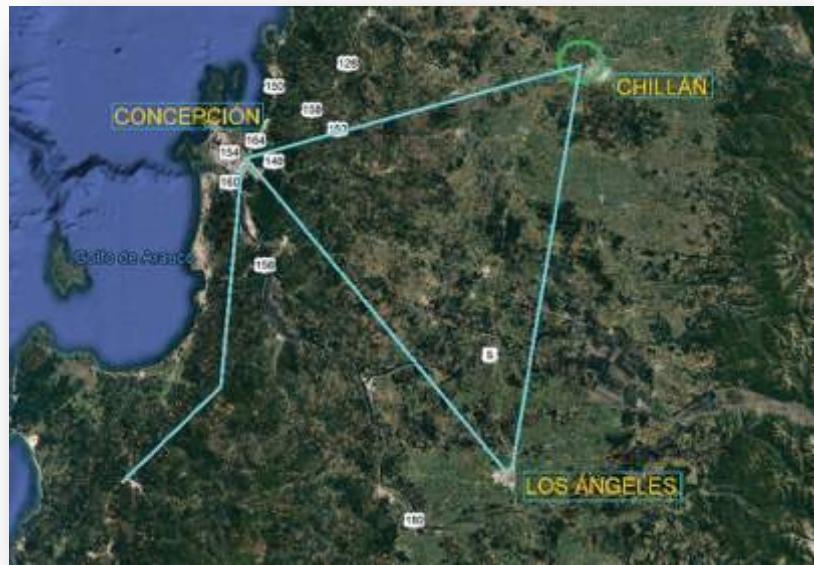
La configuración de la instalación se diseña con un formato PMGD con un precio aproximado de venta de energía de **50 USD/MW** para excedentes y un precio considerado de **50 USD/MW** de precio medio de compra de energía de manera variable por estacionalidad.

El concepto perseguido es de saldo neto cero en compra venta de energía.

CADENA DE VALOR :

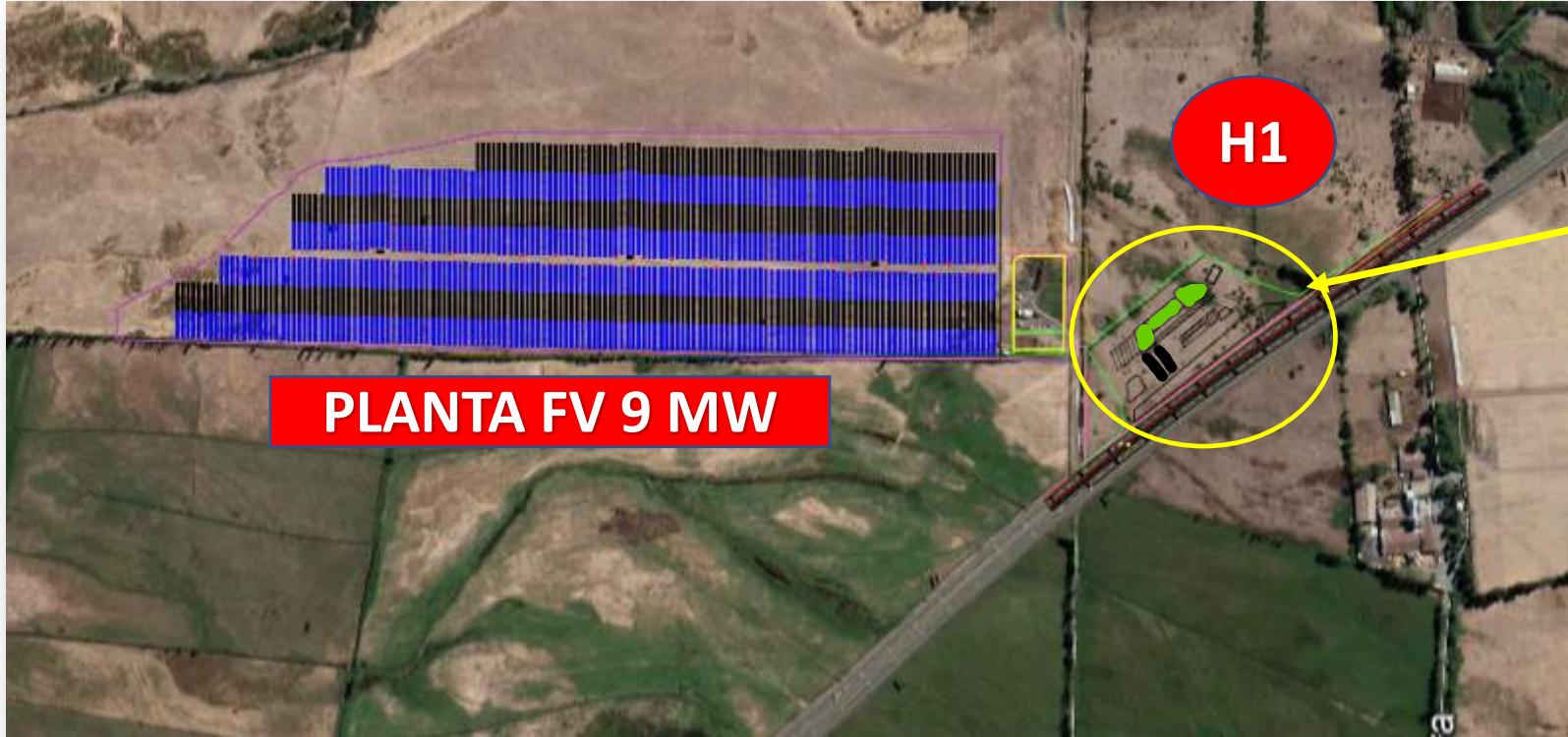


EMPLAZAMIENTO EN CHILLAN Y SU PERFIL SOLAR



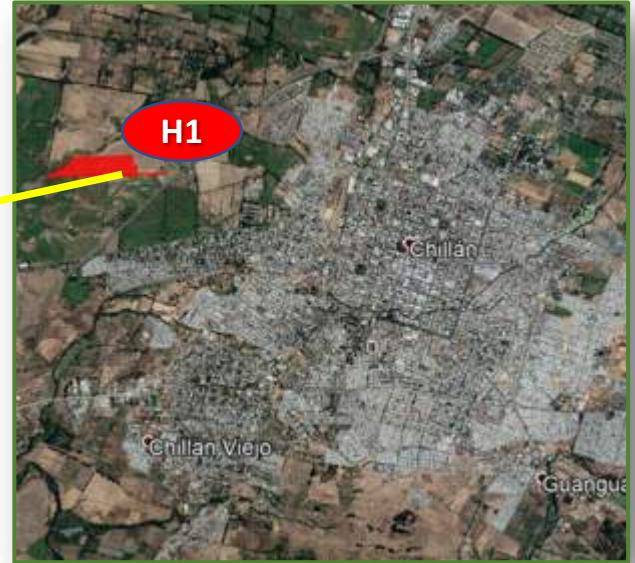
RESUMEN TECNICO PLANTA FOTOVOLTAICA	
MÓDULO SOLAR	
Manufacturer	LONGI
Model / Type	LR4-72HBD 44SM
Power (Wp)	445
Total Quantity	25.340
Total DC Power (Wp)	11.276.300
STRINGS	
Total Strings Quantity	905
Modules x String	28
INVERTER	
Manufacturer / Model	SG 250HX
Power per Inverter (kVA)	250
Active Power per Inverter (kW)	250
Total Quantity	40
Strings per Inverter	22/23
TRACKER	
Model / Type	1 Axis HZ Tracker
Configuration	1V (Portrait)
Pitch	6 m
Collector Width	2.094 m
Total Quantity	167 x 3x28
PV PLANT POWER	
Total AC Power (kW)	9.000
Total DC Power(Wp)	11.276.300

LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA FV:



FV CHILLAN 9 MWn **25,48 GWh/año**

H1: Hidrogenera en Chillán. **ELY 5 MW**



Hidrogenera con producción in situ 5 MW

Datos de partida:

PV: 9 MWn

Ely: 5 MW

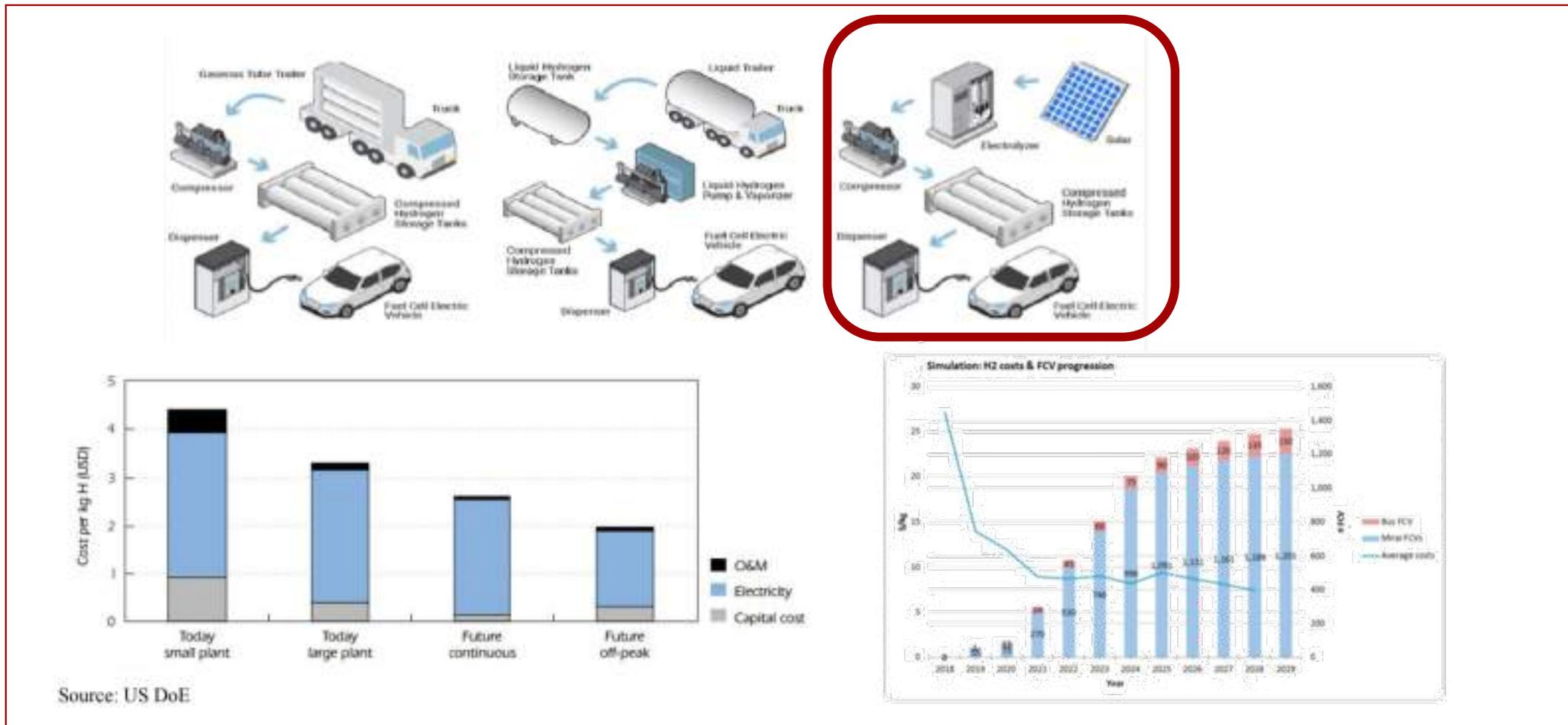
Horas de producción/día: 13 h

HRS: 350 Bar

Sistema de pulmón de 6 horas

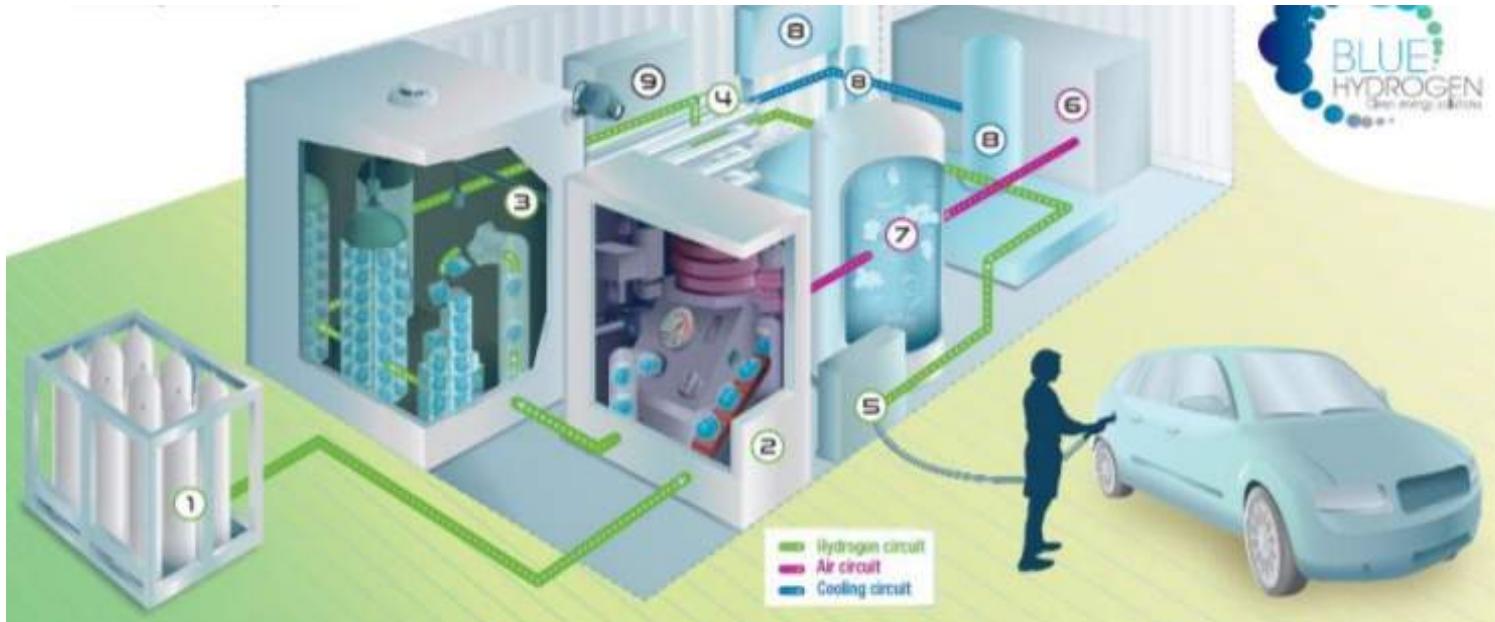
Repostaje de camiones 80 kg/tanque

OPCIÓN SELECCIONADA DE HRS



EQUIPOS QUE COMPONEN UNA HIDROGENERA

1) Sistema de almacenamiento baja	4) Sistema de refrigeración	7) Tanque buffer
2) Compresores	5) dispensador	8) Sistema de refrigeración
3) Almacenamiento en alta	6) Compresor en alta (sistema de cascada)	9) Sistema de control



Sistemas de compresión a presión superior al suministro de los vehículos, en este caso desde 20-30 bar hasta 500 bar.



Tanque de almacenamiento a 500 bar.



Sistema de precooling para favorecer una carga rápida de los vehículos



Dispensadores para garantizar el suministro.



Sistemas de control y seguridad

DATOS DE REPOSTAJE

Planta de electrolisis

Tamaño de planta **5 MW**

Horas de uso **13 h**

Factor de disponibilidad **98%**

Producción **89 kg/h** **1157Kg/día** **416.520 kg/año**

Capacidad para repostar **14 camiones**

Repostajes

Camión Mercedes Benz **80 Kg/tanque-- 1000 km autonomía**

Según patrón de uso, consumo **17.600 kg H₂/año**

Recorrido anual camión piloto tipo **220.000 KM**



CÁLCULO DE CAPEX Y OPEX

1). Producción de hidrógeno por electrolisis

TAMAÑO DE PLANTA

5 MW

Producción horaria H2

89,00 Kg/h

Producción annual H2.

416.520 kg/año

Consumo de agua

4.536 m³/año

2). Almacenamiento baja presión (deposito 575 m³):

- Equipo: 195.000€
- Instalación y obra civil: 25.000€

3) Estación de repostaje de hidrógeno tipo (Compresores, Depósitos a 500bar, Sistema precooling para una carga en 8-12 minutos, dispensadores y sistema de control y gestión diseñada según normativa ISO)

x Equipos: 2.7 millones de euros.

2 DISPENSADORES

x Obra civil e instalación 900.000€

x Servicios de Mantenimiento Anual: 275.000€

El sistema dispensaría 512.640 kg hidrógeno/año

Precio de dispensación	€/Kg Hidrógeno
Capex electrolysis (+2 stack de remplazo)	1,367
Capex almacenamiento baja	0,0184
Capex HRS (incluyendo alta presión)	0,4485
Other Capex (construcción, conexión, comissioning, etc)	0,0428
OPEX O&M (PV, electrolyzer, HRS)	0,997
OPEX electricity&water	2,674
Otros costes (seguros, financiación, uso del terreno, posible almacenamiento extra)	1,159
TOTAL	6,702



RENDIMIENTOS Y COSTOS COMPARATIVOS EN RECORRIDO (USD/km)

1) Costo 2020 según Hydrogen Council, rango aprox. 8-10 USD/kg H₂ ; utilizando valor a partir de concepto:

CAMIONES DE CARGA PESADA: MOTORES COMBUSTION INTERNA (ICE) Y DE CELDA A COMBUSTIBLE (FC)						
CAMION	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD ESTANQUE	AUTONOMÍA	RENDIMIENTO	PRECIO COMBUSTIBLE	COSTO (ACTUAL)
ICE	DIESEL	litros	km	km/l	USD/l	USD/km
		500	750	1,5	0,72	0,48
FC	H ₂	kg	km	km/kg	USD/kg	USD/km
		80	1000	12,5	11,58	0,93

2) Proyección de costos para 2025, rango 4-5 USD/kg H₂ :

CAMIONES DE CARGA PESADA: MOTORES COMBUSTION INTERNA (ICE) Y DE CELDA A COMBUSTIBLE (FC)						
CAMION	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD ESTANQUE	AUTONOMÍA	RENDIMIENTO	PRECIO COMBUSTIBLE	COSTO (PROYECTADO)
ICE	DIESEL	litros	km	km/l	USD/l	USD/km
		500	750	1,5	0,79	0,53
FC	H ₂	kg	km	km/kg	USD/kg	USD/km
		80	1000	12,5	5,00	0,40



25 %

¿CÓMO SE PROYECTA HVALLESUR A PARTIR DE ESTE CONCEPTO?

- Como meta generar, una red de hidrogeneras zona centro sur Chile
- Nuestra hoja de ruta:
 - Continuar avanzando con los stake holders, contando con acuerdos y apoyos de ministerios de gobiernos
 - Ingeniería de detalle y desarrollar el primer piloto con un mínimo camiones FCEV.
 - Establecer una estructura de financiamiento para consorcio con un % en subsidios no reembolsables, créditos verdes CORFO y aportaciones de capital de promotores involucrados en la cadena de valor
 - Acuerdo con operador forestal identificado.
 - Recabar apoyos ministeriales
 - Formar consorcios con stakholder distribuidor de H2



Co autores: Lilian Romero Msc- Rodrigo Díaz MSc Mas Valor Partner



ESTRUCTURA PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Subsidio no reembolsable	CTF / GEF / Fondos Cleantech filantrópicos	48%
Deuda	Crédito Verde CORFO vía institución financiera	21%
Capital	Promotor A (Identificado)	10%
Capital	Promotor B (Identificado)	21%
Total		100%
Total sin subsidio		52%



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

www.tci-gecomp.com

