

Cooperación Público-Privada entre Soventix y GIZ en el marco del proyecto apoyado por H2Uppp:

“SolarNH3-Pool Chile: Conceptos para el desarrollo de un parque industrial sostenible de hidrógeno/amoniaco verde en la región de Antofagasta (Chile)”

Disclaimer

Este documento se ha realizado en el marco del Programa Internacional de Fomento del Hidrógeno (H2Uppp) del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) de Alemania que promueve proyectos y el desarrollo del mercado del hidrógeno verde en determinados países en desarrollo y emergentes como parte de la Estrategia Nacional del Hidrógeno.

La ejecución de H2Uppp corre a cargo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en nombre del Ministerio Federal de Economía y Acción por el Clima (BMWK). Las opiniones y recomendaciones expresadas no reflejan necesariamente las posiciones de las instituciones encargantes o de la agencia ejecutora.

La información contenida en estos documentos ha sido obtenida o se basa en fuentes que SOVENTIX considera fiables. Sin embargo, SOVENTIX no garantiza la exactitud, actualidad o exhaustividad de la información. Esta información puede contener suposiciones y pronósticos a futuro. Estas son declaraciones de opinión al momento de la publicación y pueden cambiar más adelante. SOVENTIX también se reserva el derecho de cambiar las opiniones expresadas en documentos sin previo aviso y sin necesidad de indicar los motivos. SOVENTIX se exime de toda responsabilidad por cualquier pérdida derivada del uso de estos documentos y de sus posibles consecuencias legales, reglamentarias, fiscales y contables.



SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES

Informe Final

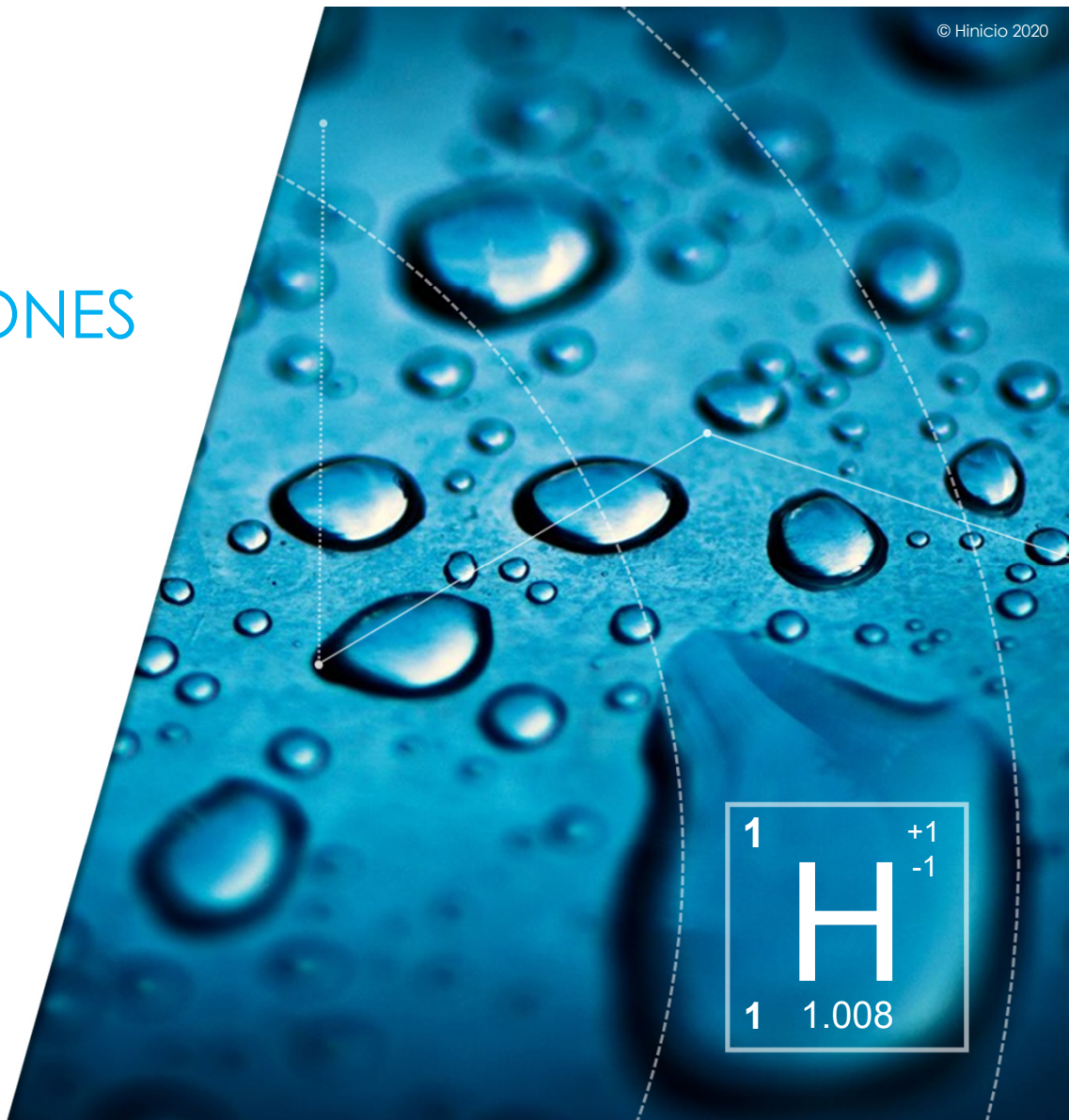
soventix
Powerful Returns

SAC
Solar Ammonia Chile

27 Septiembre, 2023

BRUSSELS • BOGOTÁ • WASHINGTON DC
PARIS • SANTIAGO • BEIJING

© Hinicio 2020





SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES



CONTENIDO

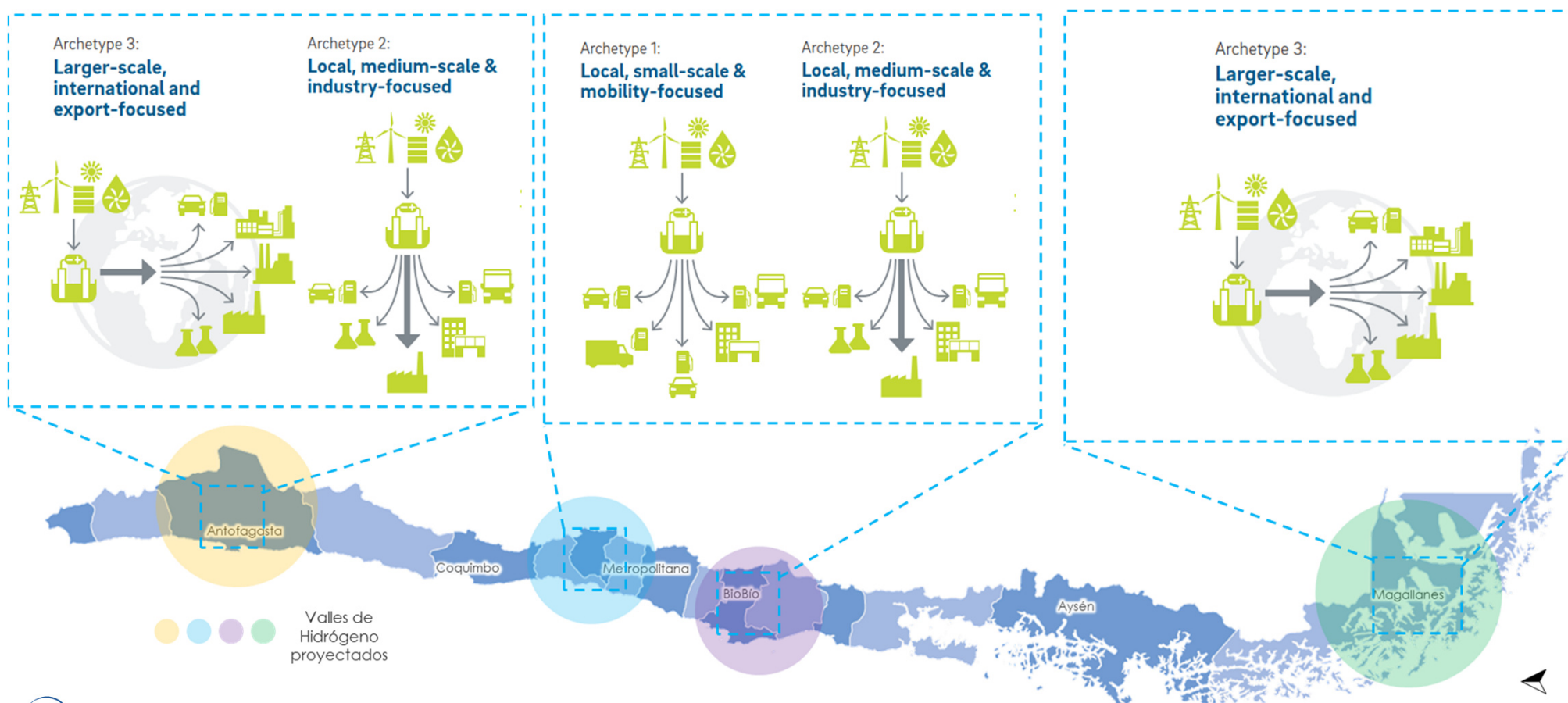
Plan Maestro Parque Industrial H₂
Mejillones

Mapeo Tecnológico

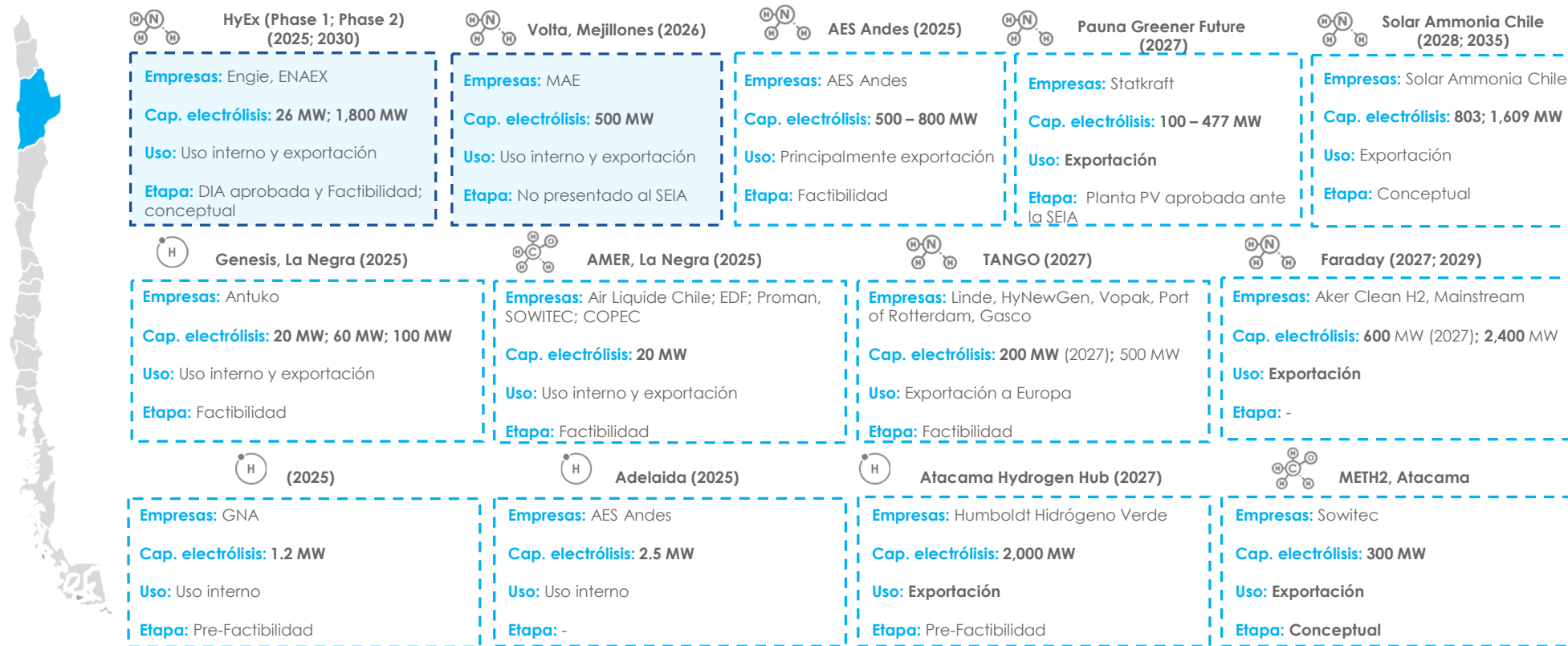
Diseño Conceptual proyecto “Solar
Ammonia Chile”

Conclusiones y Recomendaciones
finales

En Chile **se están desarrollando al menos 4 valles de H₂**, siendo Antofagasta y Magallanes los con mayor cartera de proyectos



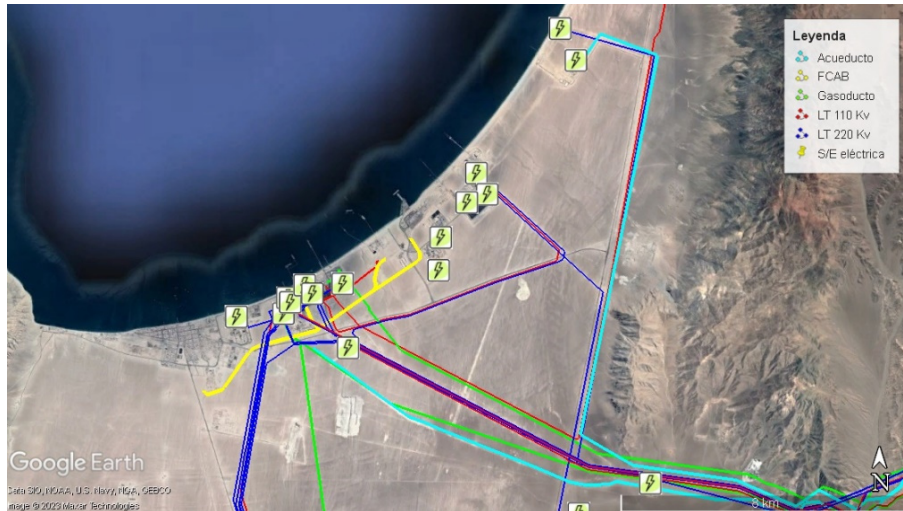
Al menos 13 proyectos de H₂ se encuentran en desarrollo al 2030 en la región de Antofagasta, con ~8,650 MW de electrólisis



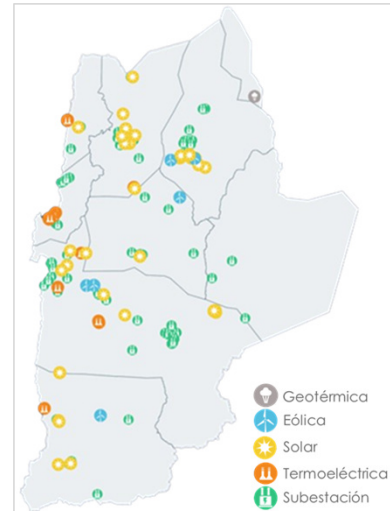
Dentro de Antofagasta, Mejillones cuenta con infraestructura de agua, eléctrica y portuaria para desarrollar un Parque Industrial

Mejillones cuenta con **infraestructura clave** que entrega **ventajas y sinergias** frente a la instalación de un Parque Industrial:

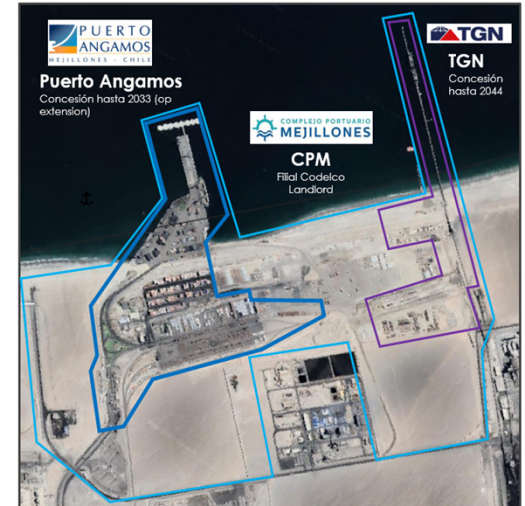
- Gasoductos, Acueductos y desaladoras; Red eléctrica, acceso vial y ferroviario; infraestructura energética y gran capacidad de generación principalmente solar; terrenos fiscales y amplia disponibilidad de sitio; y el puerto de uso público, el cual cuenta con un Plan Maestro Portuario que contempla un terminal para graneles líquidos.



Gasoductos, acueductos y desaladoras; Red eléctrica robusta 110 kV y 220 kV; Red Ferroviaria



Infraestructura energética y capacidad de generación solar y eólica



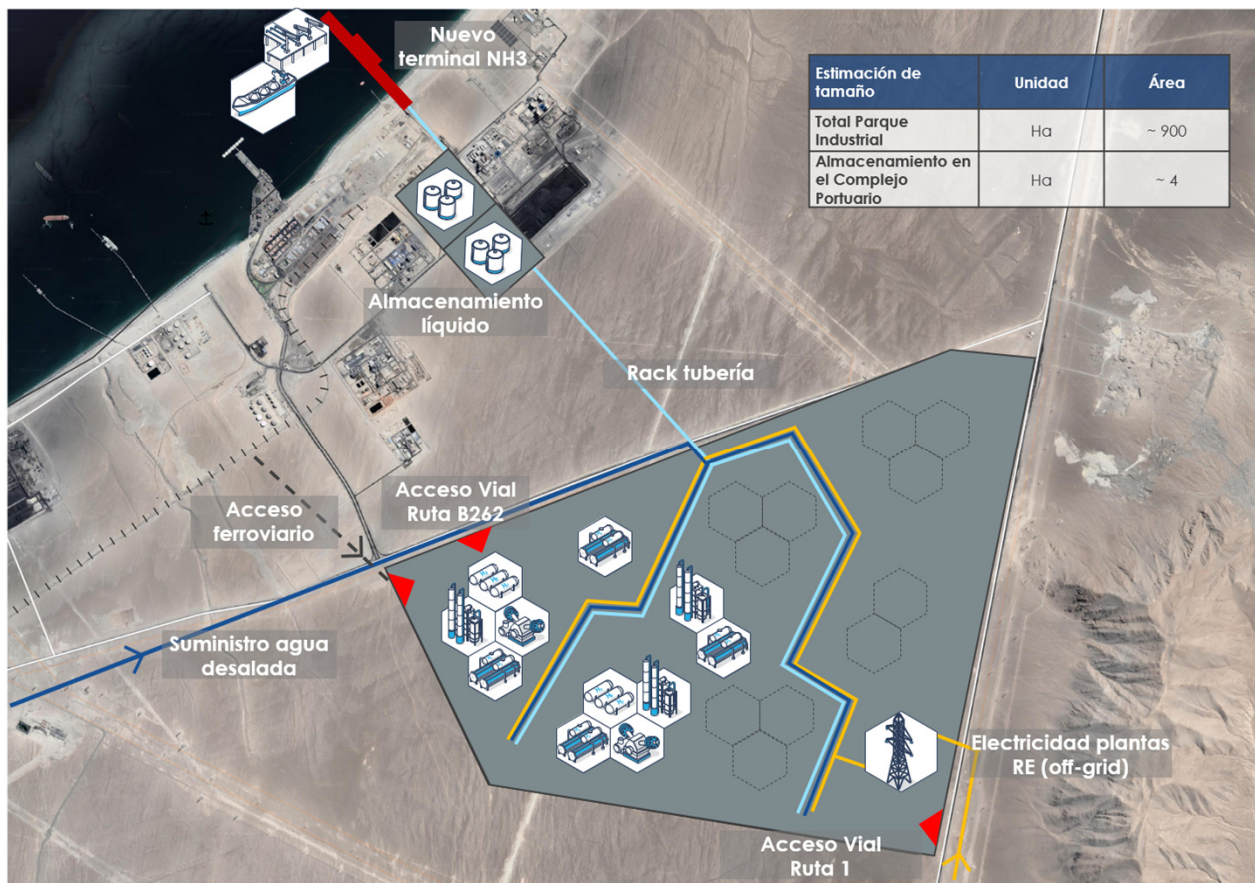
Complejo Portuario Mejillones

El Parque Industrial H2 Mejillones busca impulsar las sinergias y el uso de infraestructura compartida para el desarrollo de industrias de H2 en la zona

Objetivos del Parque Industrial Mejillones:

- ✓ Uso compartido de **infraestructura habilitante**:
 - Infraestructura portuaria (plan maestro portuario contempla un terminal de graneles líquidos a largo plazo)
 - Infraestructura de almacenamiento y logísticos (amplias áreas disponibles)
 - Suministro de agua desalada
 - Transmisión eléctrica y subestaciones
 - Accesos camioneros, ferroviarios y gasoductos (para el transporte de H2 y derivados)
- ✓ Aprovechamiento de **sinergias económicas**
- ✓ Aprovechamiento de **economías de escala** y de ámbito
- ✓ Oportunidades para la **participación de empresas de tamaño medio**, plantas de producción, proveedores de insumos o prestadores de servicios
- ✓ **Planificación territorial** y uso eficiente del territorio y borde costero
- ✓ **Minimización de impactos** ambientales, participación temprana de comunidades y modelos de relacionamiento para generar valor compartido

Plan Maestro del Parque Industrial H2 Mejillones (2050)



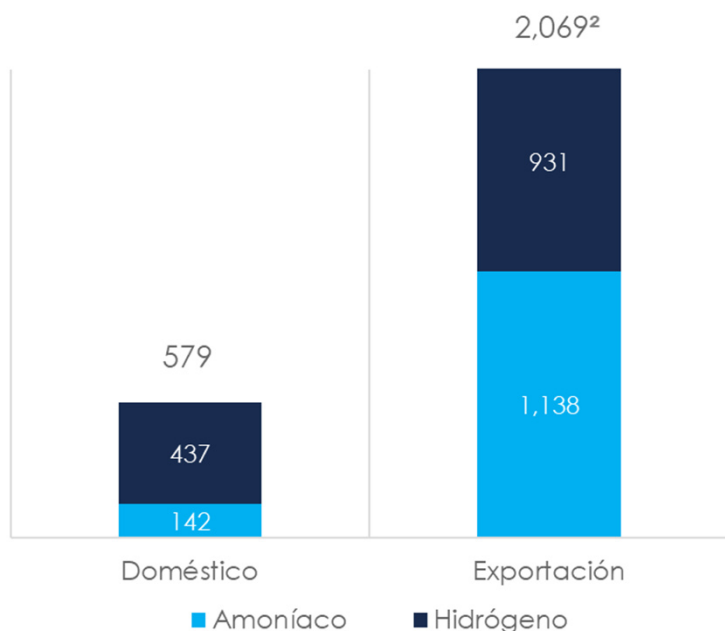
El **Parque Industrial H2 Mejillones** se ubicará estratégicamente en la comuna de Mejillones, Antofagasta, ofreciendo un **entorno colaborativo** para potenciar **sinergias y maximizar el desarrollo** industrial, tanto de industrias de H2 y derivados como de otras que puedan beneficiarse de este.

Dentro de los **servicios que ofrecerá el Parque Industrial H2 Mejillones** se encuentra:

- Disponibilidad terrestre para el emplazamiento de **múltiples plantas productivas**, con futura posibilidad de expansión, y de otras industrias que pudieran potenciar los beneficios de este.
- Acceso a **infraestructura portuaria** para la exportación de los productos.
- Concentración de cargas y servicios navieros, reduciendo costos logísticos por la sinergia.
- Acceso **ferroviario y vial**, garantizando una conectividad eficiente.
- Suministro de **electricidad** proveniente de **fuentes renovables**.
- Disponibilidad de **agua desalada** para los procesos productivos.
- **Almacenamiento compartido** de hidrógeno y sus derivados para optimizar la operación y el proceso de exportación del Parque.

Para el dimensionamiento del máximo productivo del Parque Industrial se usaron proyecciones de H₂ y derivados al 2050

Producción total potencial de H₂ y NH₃ del Parque Industrial Mejillones al 2050 para su dimensionamiento
(kton H₂ equiv./año)



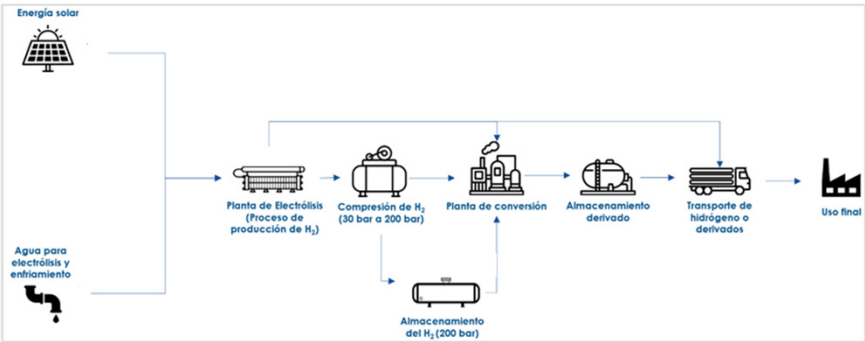
Para la estimación del área requerida para el Parque Industrial se considera el máximo productivo y sus supuestos:

- La exportación será principalmente amoníaco renovable, mientras que el hidrógeno restante se asume será exportado a través de sus **derivados según la evolución del mercado, cómo por ejemplo metanol y SAF** (Sustainable Aviation Fuel).
- El **amoníaco y otros derivados de H₂** serán exportados utilizando las instalaciones existentes del **Complejo Portuario Mejillones**.
- El **almacenamiento** de los productos de exportación se encontrará **en el puerto** para optimizar el proceso, mientras que las **plantas** tendrán almacenamiento de H₂ y NH₃ como buffer y para el consumo doméstico.
- El hidrógeno y amoníaco dedicado al **consumo local**, serán transportados vía **terrestre en vehículos, por ferrocarril o por tuberías**, según se estime conveniente, para consumo por aquellas industrias cercanas y del sector minero de la zona.

Para alcanzar el máximo productivo del Parque industrial se requieren 28 GW de electrólisis, a través de dos tipos de proyectos

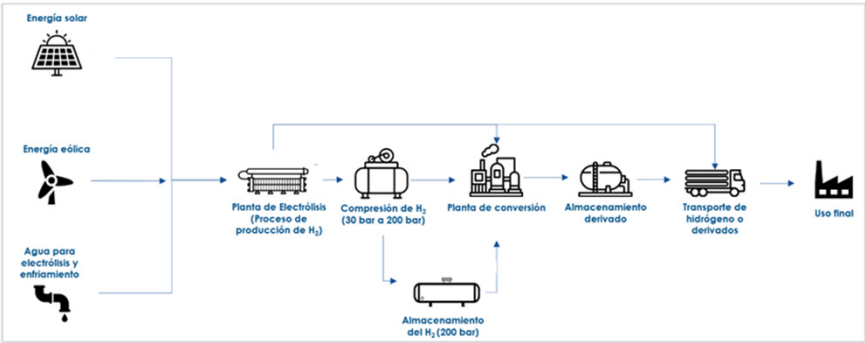
Debido a las características inherentes de la zona, para el **dimensionamiento de las capacidades tecnológicas** se consideran **dos tipos de proyectos** a desarrollar en el Parque:

Proyecto tipo 1: producción off-grid a partir de energía solar



Producción total

Proyecto tipo 2: producción off-grid a partir de energía solar y eólica



Producción total



Se concluyen por tanto los parámetros operacionales promedio del Parque Industrial:

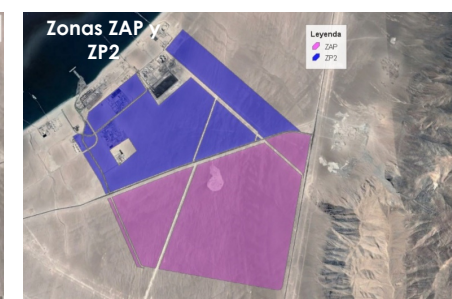
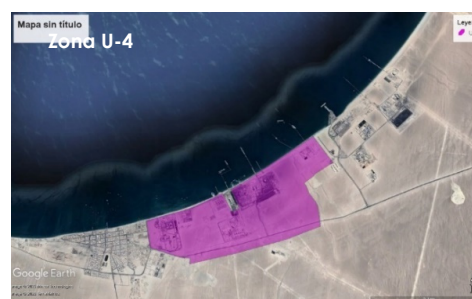
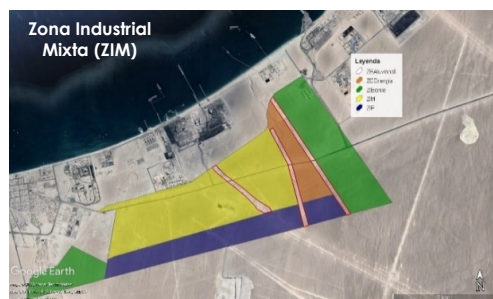
KPIs operacionales del Parque Industrial y Complejo Portuario

KPI operacional	Unidad	Total Parque Industrial
Capacidad solar*	GW	48
Capacidad eólica	GW	5
Capacidad electrólisis	GW	28
Consumo de agua**	L/s	1,000
Emisiones abatidas	k ton/año CO ₂ eq.	26,500
Almacenamiento de hidrógeno	k t H ₂	4
Almacenamiento de amoníaco	k t NH ₃	100 – 120 kton
Almacenamiento de otros derivados	k t H ₂ equiv.	34

* Se considera el almacenamiento de hidrógeno para recurso renovable en Chile y no solo en los sitios de mejor recurso
(**) Considera agua para producción de hidrógeno y agua de enfriamiento para los procesos productivos

Se identifican 5 potenciales zonas para la ubicación del Parque Industrial según los instrumentos de planificación territorial

Zonas identificadas en la Macrozona Mejillones según los instrumentos de planificación territorial



- Se analizaron 7 instrumentos de planificación territorial que regulan la zona urbana y rural de la Macrozona de Mejillones, identificando 5 potenciales zonas para ubicar el Parque Industrial.
- Se identifica la necesidad de un uso de suelo que permita **infraestructura energética** cuya calificación industrial sea **peligrosa**
- La **Zona Actividades Portuarias (ZAP)** se identifica cómo idónea para el Parque Industrial H2 Mejillones:
 - Grandes ventajas debido a su **ubicación alejada** de centros habitados, **conectividad portuaria y vial**, y **gran tamaño**.
 - Para que esto sea posible, se requieren **modificaciones en el Plan Regulador Comunal** de Mejillones: zona ZAP prohíbe las actividades industriales clasificadas como peligrosas y las instalaciones o edificaciones del uso infraestructura.

El Parque Industrial requiere un área aproximada de ~ 900 ha, con superficie para otras industrias y servicios complementarios

Superficie de los módulos productivos del Parque Industrial

Módulo	Superficie bruta Power-to-X (ha)	Superficie buffer (ha) ⁽¹⁾	Superficie total Parque Industrial (ha)
Planta de hidrógeno	184	368	Considera el espacio adicional para otras industrias y servicios en el Parque Industrial
Planta conversión amoníaco (incluye ASU)	45	90	
Planta conversión otros derivados	16	32	
Almacenamiento de H ₂	50	100	
Superficie total	295	590	885

Superficie de los módulos de almacenamiento en el Complejo Portuario

Módulo	Unidad	Superficie (ha)
Almacenamiento de amoníaco	ha	1-1.3
Almacenamiento de otros derivados	ha	3

Ejemplo ilustrativo



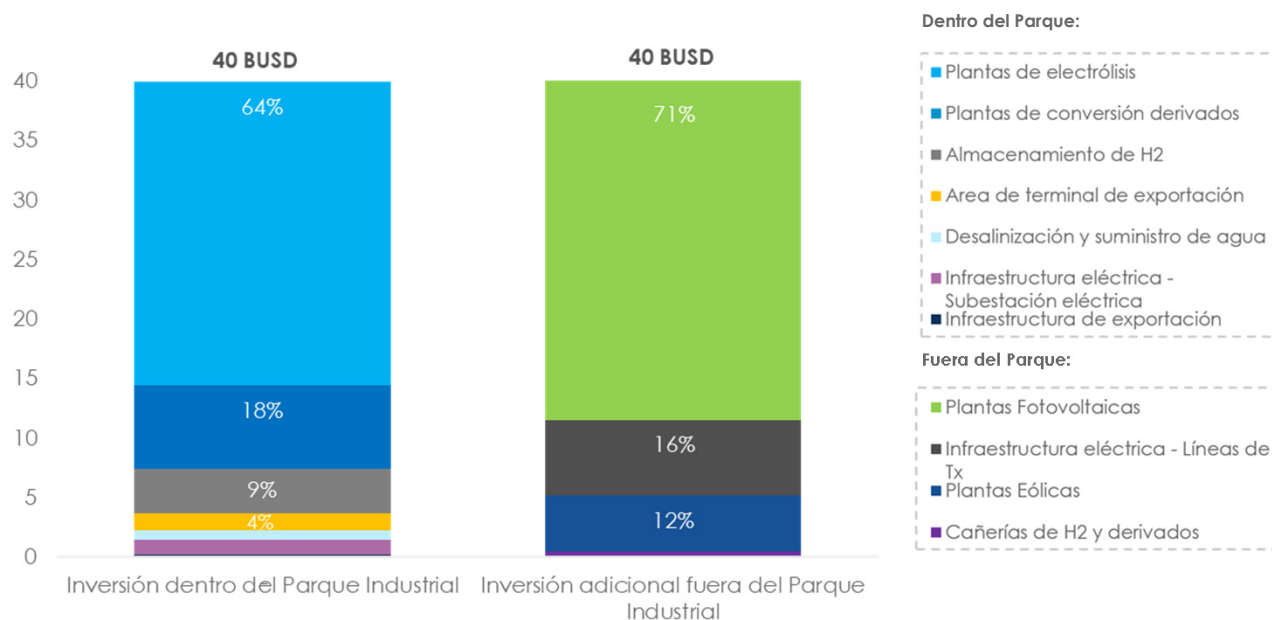
(*) Tamaños de la Figura son referenciales

(1) Se considera 1/3 de superficie adicional por planta como buffer y otro 1/3 para industrias de menor tamaño y otros servicios que pueden instalarse en el Parque Industrial H2 Mejillones, para el aprovechamiento de las sinergias que se generarán en el lugar.

El máximo productivo del Parque Industrial requiere hasta 40 BUSD en inversiones, que atraería otros 40 BUSD fuera del Parque

El desarrollo del Parque Industrial H2 Mejilones atraerá y generará **inversiones asociadas a distintas partes de la cadena de valor** de hidrógeno verde y derivados, tanto dentro como fuera del Parque Industrial.

Desglose de inversiones para el desarrollo “greenfield” y la habilitación del Parque Industrial. Fuente: Hincio.



- Si se considera un enfoque *greenfield*, las inversiones requeridas dentro del Parque para alcanzar su máximo productivo son de aproximadamente 40 BUSD.
- Las principales inversiones dentro del Parque se relacionan a las plantas de electrólisis (64%) y de conversión de derivados (18%).
- Adicionalmente, esto atraería otros 40 BUSD dedicados al desarrollo de infraestructura habilitante fuera del Parque: plantas de generación

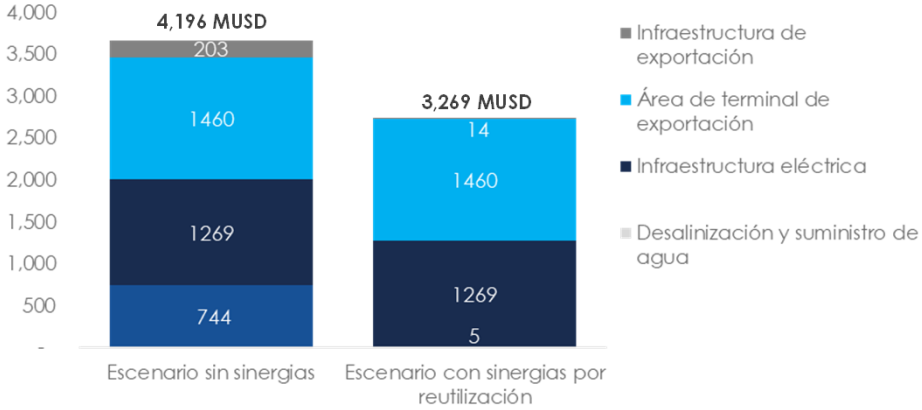
A través de la reutilización de infraestructura es posible reducir las inversiones dentro del Parque hasta en ~1 BUSD

- La **reutilización de infraestructura ya existente o proyectada** por otras instituciones en la comuna de Mejillones, permite alcanzar **sinergias o “ahorros”** de inversión de hasta en **~1 BUSD** :
- 1. **Reutilización de las plantas desalinizadoras:** inversión asociada podría pasar a ser un “OPEX” del Parque Industrial, requiriendo invertir sólo en la infraestructura de transporte de esa agua.
 - 2. **La reutilización del TGN en Mejillones:** que está analizando la opción de reconvertir uno de sus brazos de carga, en una instalación de carga de amoníaco, podría reducir la infraestructura de exportación (puerto).

Análisis de infraestructura existente y requerida del Parque Industrial

Infraestructura	Existente	Requerida
Desalinización/Suministro de Agua	✓	✓
Sistemas de transmisión eléctrica (subestaciones)		✓
Área de terminal de exportación		✓
Servicios portuarios/infraestructura de exportación	✓	✓

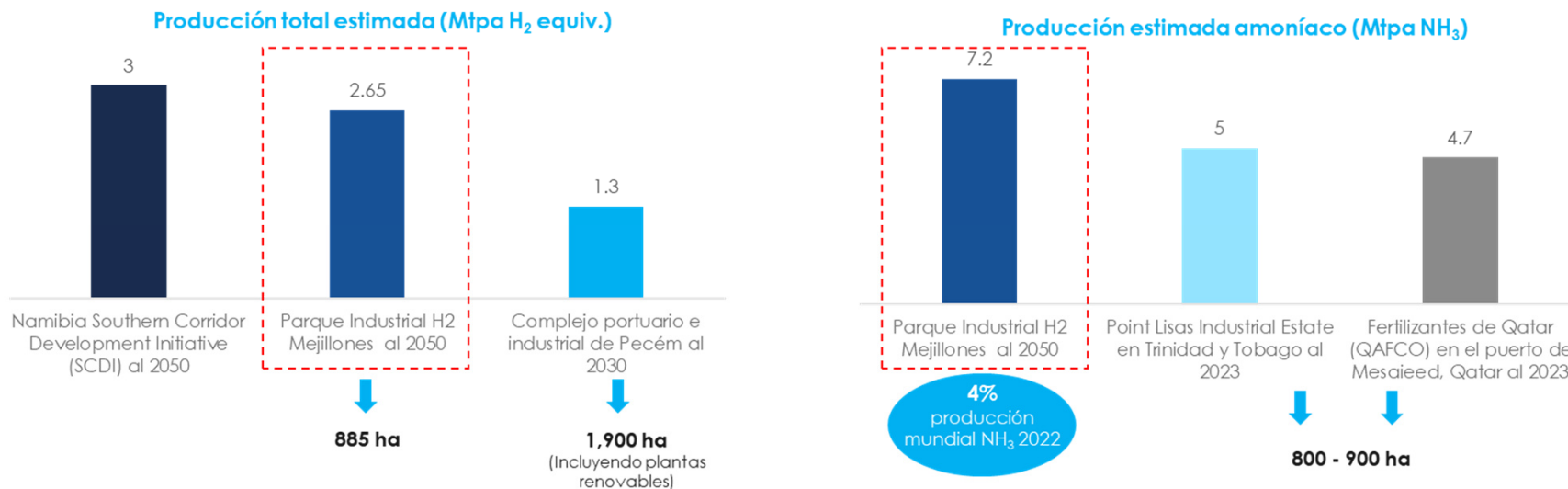
Desglose de ahorro en inversiones según potenciales sinergias por infraestructura existente



El parque Industrial H2 mejillones posee una capacidad y tamaño similar a otros *Hubs* internacionales

Al comparar del Parque Industrial H2 Mejillones con otros Hubs industriales o polos productivos de hidrógeno y sus derivados, observamos:

- La producción propuesta para el Parque Industrial H2 Mejillones, tiene valores similares a la proyección estimada para **Namibia Southern Corridor Development Initiative (SCDI)**.
- El **complejo portuario e industrial de Pecém** al año 2030 tendrá una producción del 49% de la del Parque H2 Mejillones al 2050. Aun así, se espera que la capacidad de Pecém crezca al igual que la demanda global hasta el 2050. El Parque en Pecém duplica las dimensiones del de Mejillones debido a la consideración de este primero de las plantas de generación renovable.
- El caso particular del parque **Point Lisas Industrial Estate en Trinidad y Tobago**, dedicado a la producción de amoníaco y fertilizantes, es un ejemplo de que parques industriales con características similares a las del Parque H2 Mejillones, pueden **albergar múltiples industrias y coexistir exitosamente**, incluso **junto con el desarrollo urbano**; presentando a la vez capacidades productivas y dimensiones cercanas a las del Parque Industrial H2 Mejillones.





SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES



CONTENIDO

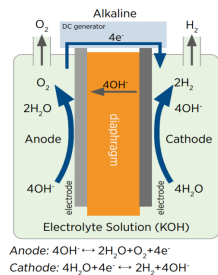
Plan Maestro Parque Industrial H₂
Mejillones

[Mapeo Tecnológico](#)

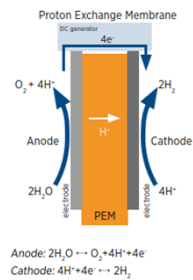
Diseño Conceptual proyecto “Solar
Ammonia Chile”

Conclusiones y Recomendaciones
finales

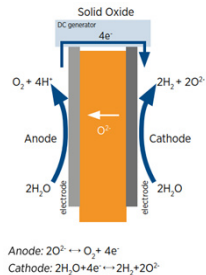
Las tecnologías de electrólisis Alcalina y PEM son las tecnologías con una mayor madurez tecnológica, con un TRL = 9



- Tecnología de electrólisis más antigua y utilizada a lo largo del mundo. Cuenta con un Technology Readiness Level (TRL) igual a 9.
- Es un proceso electroquímico que utiliza una solución alcalina, generalmente hidróxido de potasio (KOH), como electrolito. Se aplica una corriente eléctrica a través de una celda electrolítica compuesta por ánodo, una membrana y el cátodo para descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno.
- Existen dos tipos de electrólisis alcalina, la atmosférica y presurizada. La principal diferencia entre ellas es que la presurizada ocurre a 15 – 30 barg, y que la atmosférica ocurre a presión atmosférica y requiere de compresión aguas abajo del electrolizador.
- El hidrógeno producido tiene una pureza entre un 98 y un 99.9%. Cuenta con una eficiencia de 56 – 70% del LHV, se espera que aumente a entre 65 – 71% para 2030 y a 71% para 2040. El stack de celdas de electrólisis tiene una vida útil de 70,000 horas en promedio, para 2030 se esperan 85,000 y para 2040, 100,000 horas. El consumo eléctrico del sistema, incluyendo el BoP, es de 47.4 – 56 kWh/kg H₂.

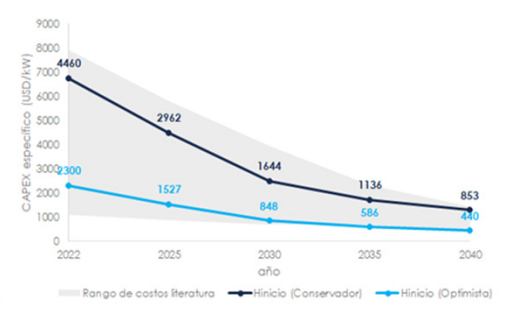
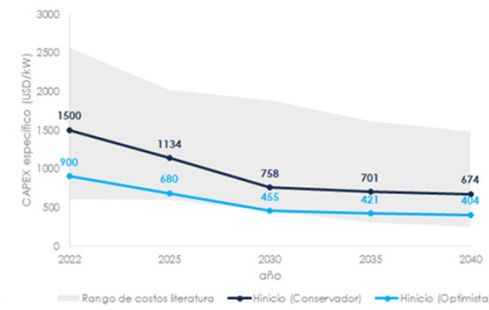
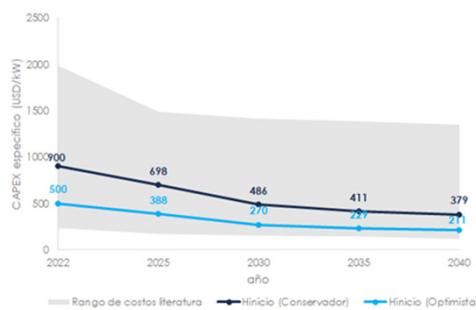
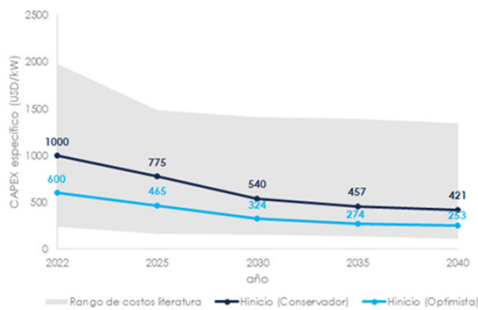


- Tecnología madura que requiere un electrolito sólido conductor de protones, que cuenta con un TRL igual a 9.
- El stack funciona a presión, típicamente a 30 barg y produce H₂ con 99.99% de pureza.
- La eficiencia es entre 42 – 66% y se espera que sea de 63 – 68% en 2030 y 68% en 2040. El stack de celdas tiene una vida útil promedio de 50,000 horas, la cual se espere que aumente a 75,000 en 2030 y a más de 100,000 para 2040.
- El consumo eléctrico del stack de electrólisis es entre un 47.8 y 52.3 kWh/kg H₂, y el consumo eléctrico del sistema de electrólisis incluyendo el BoP es entre 49.9 y 60 kWh/kg H₂.
- La principal fortaleza de la electrólisis PEM es la capacidad de operar a alta densidad de corriente y presión, con lo que se disminuye el footprint del sistema y el trabajo de compresión requerido aguas abajo.



- Tecnología en desarrollo, requiere una fuente de calor y tiene un bajo consumo de electricidad debido a la utilización de un electrolito cerámico conductor de iones que permite operar a muy alta temperatura (500 – 850°C). Cuenta con un TRL igual a 7.
- Funciona a 5-10 barg, pero se espera un aumento de la presión de operación hasta 20 barg alrededor de 2030. Produce H₂ con una pureza de 99.9%, y el stack de celdas de electrólisis tiene una vida útil de 30,000 horas en promedio, el cual se espera que aumente a 70,000 en 2030 y a 100,000 para 2040.
- La eficiencia actual es entre 59-84% del LHV. Se espera que este porcentaje se acote a 77-90% para el 2030 y sea de un 83-89% para el 2040. El consumo eléctrico del stack es entre 32.3-37 kWh/kg H₂, mientras que el consumo eléctrico del sistema incluyendo el BoP es 37.8-41 kWh/kg H₂.
- La principal ventaja de esta tecnología es el bajo consumo de electricidad producto de la entrada térmica externa que vaporiza el agua y que aporta parte de la energía requerida para la separación del agua. Una desventaja es que para mantener la temperatura de operación se debe considerar una fuente de calor.

La electrólisis alcalina es la tecnología más económica, mientras que la electrólisis SOEC presentará una mayor disminución al 2040



- En el caso de un sistema de electrólisis de 10 MW, el costo varía entre 630 a 1,015 USD/kW.
- Al considerar un sistema de compresión, el costo del sistema aumenta a 655-1090 USD/kW.
- Para 2030 se esperan costos entre 324 y 540 USD/kW. Entre 2025-2030 el costo específico de este tipo de electrólisis disminuye un 30.4%.
- Para 2040 se espera que estos costos bajen a entre 253 y 421 USD/kW.

- El costo total de esta tecnología de electrólisis varía entre 545 a 980 USD/kW.
- Para 2030 se esperan costos entre 270 y 486 USD/kW.
- Entre 2025 y 2030 se espera que el costo específico de este tipo de electrólisis disminuya un 30%.
- Para 2040 se espera que estos costos de la electrólisis alcalina presurizada se encuentren entre 211 y 379 USD/kW.

- El costo total de una planta de electrólisis PEM (stack + BoP) de 10 MW es de 980 - 1,640 USD/kW.
- Para 2030 se esperan costos entre 455 y 758 USD/kW. Entre 2025-2030 el costo específico de este tipo de electrólisis disminuye un 33%.
- En el período 2035-2040 se espera una disminución de 4% del costo. Para 2040 se espera que estos costos bajen a entre 404 y 674 USD/kW.

- El costo de un stack de 1 MW es de 750 - 2,180 USD/kW y el CAPEX del sistema de electrólisis SOEC de 10 MW es de 2,510 - 7,380 USD/kW.
- Para 2030 se esperan costos entre 848 y 1,644 USD/kW.
- Para 2040, se espera que el costo específico de la electrólisis SOEC se encuentre entre 440 y 853 USD/kW.



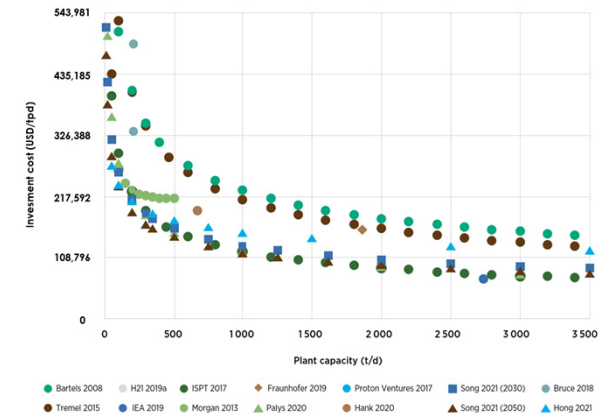
(*) La proyección de costos para todas las tecnologías considera stacks de > 1MW

Fuentes: Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling-up Electrolysers to Meet the 1.5° C Climate Goal (IRENA, 2020); The future cost of electrical energy storage based on experience rates (Schmidt, 2017); Estimating future costs of power-to-gas – a component-based approach for technological learning (Böhm et. al, 2019)

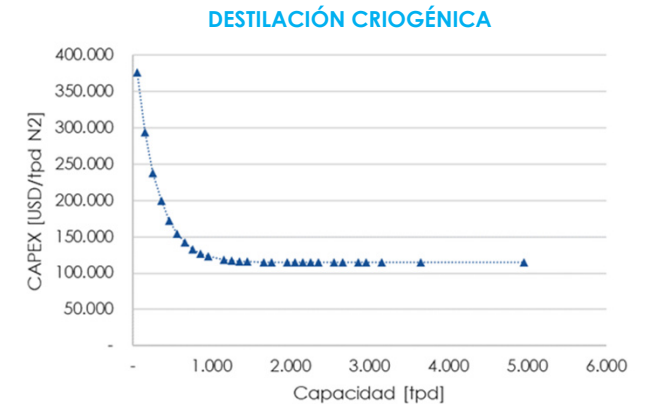
04/11/2024

Las tecnologías de síntesis de amoníaco y unidad de separación de aire presentan economías de escala

- ▶ El proceso de síntesis de amoníaco consiste en la reacción catalítica de una mezcla gaseosa de hidrógeno y nitrógeno, previamente llevada a elevadas temperaturas y presiones, para la obtención de amoníaco.
- ▶ La tasa de conversión suele ser de entre el 15% y el 20% por cada paso individual. La tecnología considera un reciclo interno, obteniendo una alta conversión global.
- ▶ Esta tecnología tiene un mínimo técnico de operación de 30%, el cual se espera que disminuya a un 10% en los próximos años.
- ▶ Bajo una capacidad de 1,000 tpd de NH_3 , el costo de la tecnología es altamente dependiente de la capacidad de producción, mientras que, sobre esta capacidad de producción, el costo de la tecnología se comienza a estabilizar.
- ▶ Para capacidades superiores a 2,000 tpd NH_3 el CAPEX específico se estabiliza en torno a 108,000 USD/tpd NH_3 . En otras palabras, por sobre esta capacidad de producción, la disminución de costos específicos de la tecnología es marginal.



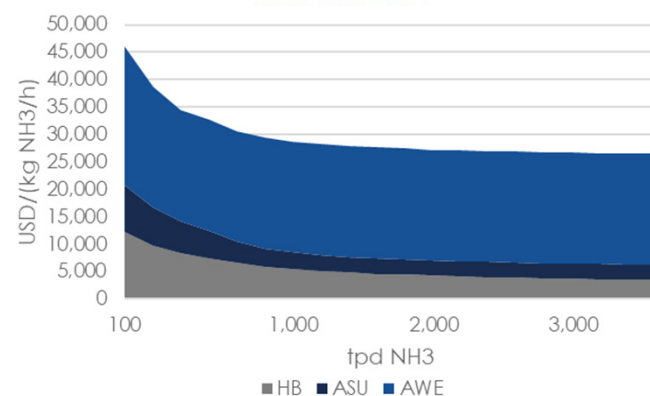
- ▶ La unidad de separación de aire (ASU) es una tecnología que permite separar el nitrógeno y el oxígeno del aire. Actualmente, existen tres tipos de tecnologías principales que tienen una alta madurez tecnológica: destilación criogénica, adsorción por oscilación de presión (PSA), y separación por membrana.
- ▶ La destilación criogénica es la tecnología más económica e industrialmente viable para la producción a gran escala.
- ▶ La capacidad típica de la destilación criogénica es de 200 – 400,000 Nm^3/h , con un consumo de energía entre 0.15 – 0.65 kWh/m^3 .
- ▶ Los costos de ASU usando destilación criogénica varían dependiendo de la capacidad de producción.
- ▶ Bajo una capacidad de 750 tpd de N_2 , el costo de la tecnología es altamente dependiente de la capacidad de producción, mientras que, sobre esta capacidad de producción, el costo de ASU se comienza a estabilizar.
- ▶ Sobre una capacidad de producción de 1,000 tpd de N_2 , el costo específico se estabiliza en 114,500 USD/tpd N_2 . Es decir, por sobre esta capacidad de producción, la disminución de costos específicos es marginal.



Se recomienda el uso de electrólisis alcalina y de ASU (destilación criogénica) para el sistema Power-to-X en el Parque Industrial

- ▶ Se recomienda la tecnología de electrólisis alcalina debido a que es la tecnología que tiene un mayor nivel de desarrollo y menores costos para la escala que se espera del parque industrial, de MW e incluso GW.
- ▶ Se recomienda que la planta de producción de hidrógeno sea de al menos 100 MW.
- ▶ Respecto a las plantas de producción de amoníaco, sobre 1,000 tpd se estabiliza el costo de inversión inicial debido a economías de escala.
- ▶ En casos de escenarios de crecimiento se puede considerar aumentar el número de trenes de producción, de 1,000 tpd, aumentando la producción de acuerdo a un desarrollo en fases.
- ▶ Para una planta de síntesis de amoníaco de 1,000 t NH₃/día, se requiere una planta de nitrógeno de ~ 35,000 kg N₂/h o ~ 28,000 m³ (STP)/h, por lo tanto, para el parque industrial la solución recomendada es la destilación criogénica.

ANÁLISIS DE ECONOMÍAS DE ESCALA INTEGRADO*



- ▶ El costo asociado a la **producción de hidrógeno renovable** se estabiliza para capacidades de planta iguales o mayores a **400 tpd NH₃**.
- ▶ El costo asociado a la **unidad de separación de aire** se estabiliza para capacidades de planta iguales o mayores a **700 tpd NH₃**.
- ▶ El costo asociado a la planta **Haber Bosch** se estabiliza para capacidades de planta iguales o mayores a **2,000 tpd NH₃**.
- ▶ **A partir de capacidades mayores a 1000 tpd NH₃, variaciones de capacidad de producción reducen significativamente su impacto en los costos específicos de las tecnologías.**



SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES

CONTENIDO

Plan Maestro Parque Industrial H₂
Mejillones

Mapeo Tecnológico

Diseño Conceptual proyecto “Solar
Ammonia Chile”

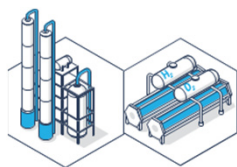
Conclusiones y Recomendaciones
finales

El proyecto considera una 1era fase de 1000 tpd NH₃ con COD al 2028 y una segunda fase de otros 1000 tpd al 2035 (total 2000 tpd)

El proyecto conceptual “Solar Ammonia Chile” se concibe en el futuro parque Industrial H2 Mejillones. El proyecto considera suministro eléctrico dedicado (PV) y otros medios de suministro eléctrico (PPA renovable nocturno) y cuenta con acceso a servicios portuarios de almacenamiento y carga. En su primera fase se dimensiona en 1000 tpd NH₃ porque del mapeo tecnológico se observa que a partir de esa capacidad se alcanzan las economías de escala.

PRIMERA FASE

2028

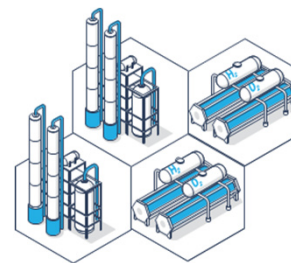


- ▶ 1 tren de producción* de 1000 tpd NH₃.
- ▶ Producción Anual: 320 ktpa.
- ▶ Línea de transmisión y subestación eléctrica con capacidad para la segunda fase (2035)

Deep-dive para la 1era fase

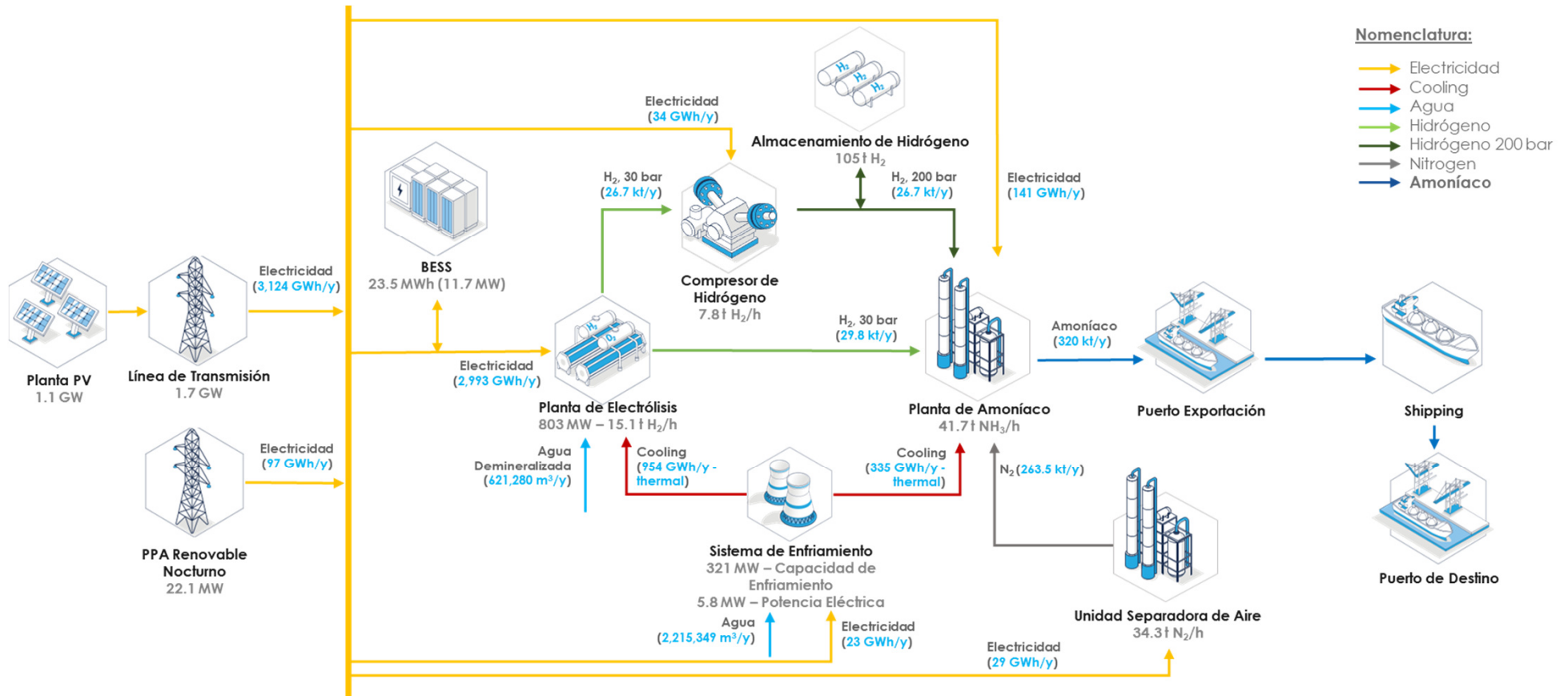
SEGUNDA FASE

2035







- ▶ Tren de producción adicional de 1000 tpd NH₃ (En total, 2 trenes de producción de 1000 tpd c/u)
- ▶ Producción Anual: 640 ktpa NH₃.

La optimización de la fase inicial de 1,000 tpd resulta en una planta de **electrólisis de 803 MW** y una planta **PV de 1.1 GW**



El LCOA de la optimización del total del proyecto (2035) es ~10% menor que el LCOA de la primera fase del proyecto

	PRIMERA FASE 2028	SEGUNDA FASE ² 2035	TOTAL 2035
Resultados¹			
 Costo Nivelado de Electricidad³ (USD/MWh)	35.0	27.9	32.6
 Costo Nivelado de Hidrógeno (USD/kg H ₂)	4.1	3.3	3.6
 Costo Nivelado de Amoníaco (USD/t NH ₃)	928	789	836
 CAPEX Total o Costo Total de Inversión (MUSD)	2,081	1,684	3,765

- Implementar la segunda fase del proyecto para llegar a una producción anual de amoníaco de 640 ktpa tiene un **CAPEX 19% menor que la primera fase** debido a la disminución del CAPEX del electrolizador y de la planta PV, así como también a la infraestructura eléctrica ya invertida en la primera fase. Esto se ve reflejado en los costos nivelados de electricidad, hidrógeno y amoníaco.
- El costo nivelado de electricidad disminuye en un alrededor de un 7% considerando ambas fases del proyecto respecto al obtenido solo considerando la fase inicial. La disminución del LCOH es mayor, correspondiendo a una disminución del 12% del costo nivelado.
- En el costo nivelado global de amoníaco considerando ambas fases del proyecto es 809 USD/t NH₃, **92 USD/t NH₃ menor** al obtenido para la primera fase del proyecto.

(1) Los costos nivelados del proyecto consideran una vida útil del proyecto de 30 años. Los equipos que tienen una vida útil menor a 30 años (stack de EZ, BESS) son reemplazados al término de la vida útil del equipo. Se considera degradación de la planta PV, del stack de celdas de electrólisis y del BESS. Mayor información se encuentra en el Libro de Supuestos y en el entregable 3: "Diseño Conceptual de un proyecto Power-to-Ammonia".

(2) Costos nivelados de segunda fase no incluyen infraestructura ya construida para la primera fase.

(3) LCOE incluye PV, línea Tx, S/E, PPA y BESS.

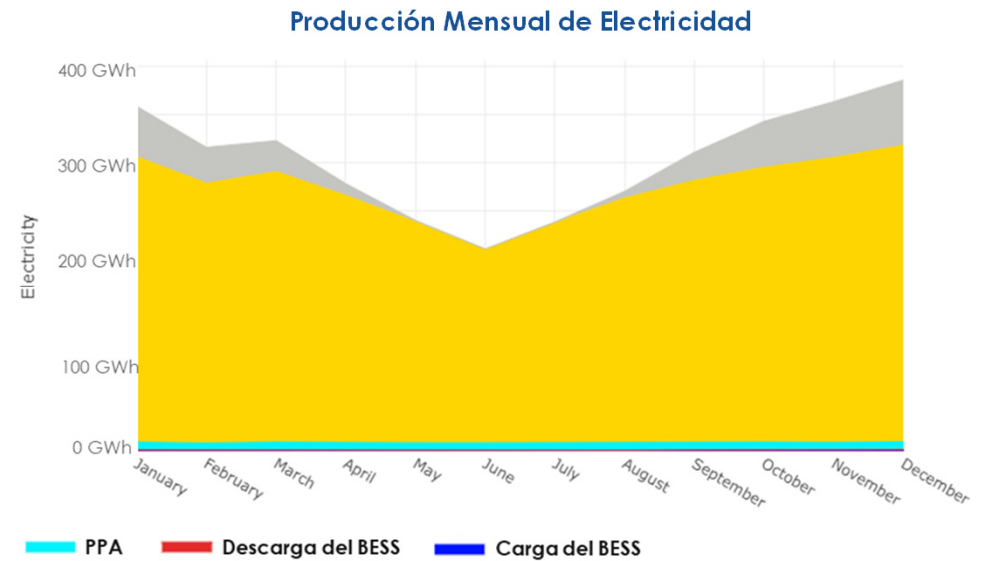
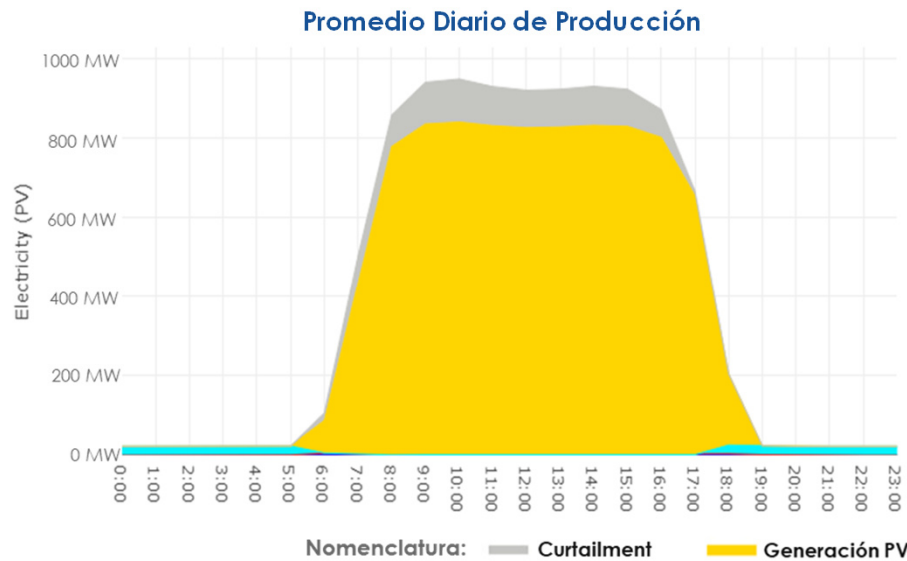
La optimización global del sistema considera **2.3 GW de planta PV** y **1.6 GW de electrólisis** para producir 640 ktpa NH₃

Principales resultados técnicos para la producción de amoníaco

Parámetro	Unidad	Primera Fase (2028)	Segunda Fase (2035)	Final (2035)
Capacidad de Planta PV	MW	1,130	1,129	2,259
Capacidad PPA nocturno	MW	22.1	22.4	44.5
Capacidad Línea Tx 220 k	MW	1,688	-	1,688
Capacidad Planta de Electrólisis	MW	803	806	1,609
Producción Anual de Hidrógeno (H ₂)	ktpa	56.5	56.5	113
Consumo Agua Desmineralizada (Electrólisis)	m ³ /año	621,280	621,280	1,242,560
Capacidad BESS	MWh	23.5	13.6	37.1
	MW	11.7	6.8	18.5
Capacidad Sistema de Compresión 30/200 bar	t H ₂ /h	7.8	7.9	15.7
Capacidad de Almacenamiento de H ₂ 200 bar	t H ₂	105	103	208
Capacidad Planta Separadora de Aire (N ₂)	t N ₂ /h	34.3	34.3	68.6
Producción total de O ₂ (Electrólisis y ASU)	ktpa	533	533	1,066
Capacidad Enfriamiento	MW térmico	321	301	622
Consumo Agua Industrial (Enfriamiento)	m ³ /año	2,215,349	2,215,350	4,430,699
Capacidad Planta de Amoníaco (NH ₃)	t NH ₃ /h	41.7	41.7	83.3
Factor de Planta de Planta de				

- Puntos clave**
- La capacidad de la línea de transmisión para la primera fase del proyecto está sobredimensionada para ser capaz de transmitir la electricidad generada en la planta PV tanto para la primera fase como para la segunda fase del proyecto.
 - La utilización de un BESS permitirá disminuir el curtailment de la planta PV durante el día y aprovechar la energía en momentos donde el recurso solar disminuye, durante la noche, por ejemplo. El BESS se complementará con el hidrógeno almacenado y el PPA durante la noche para mantener la operación de la planta de amoníaco.

Debido a la variabilidad intra-anual del perfil solar es que el curtailment de la planta PV se presenta en los meses de verano



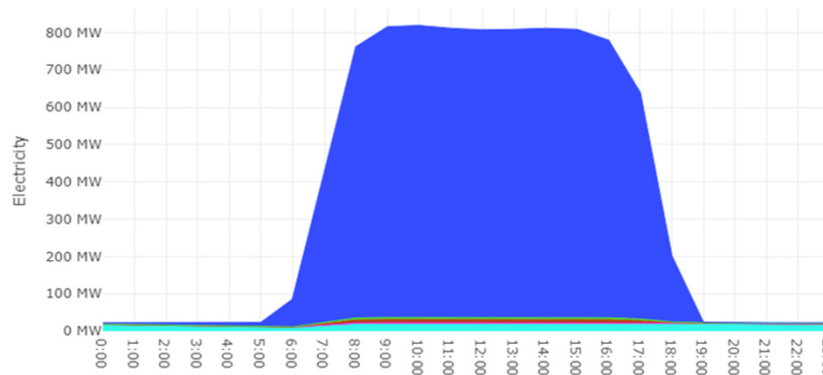
Capacidad: 1,130 MW
Electricidad Total Bruta: 3,532 GWh/año
Electricidad Neta (Utilizada): 3,188 GWh/año (90.3%)
Curtailment: 344 GWh/año (9.7%)



Capacidad: 22.1 MW
Electricidad Total Generada: 96.8 GWh/año

La operación óptima del electrolizador sigue el perfil de generación solar de la planta PV

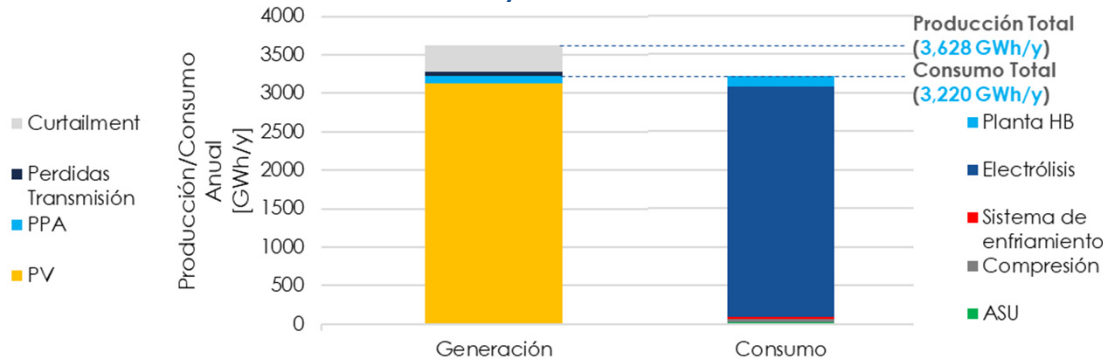
Consumo Promedio Diario



Electrolizador
Compresor
Planta de Amoníaco

Sistema de enfriamiento
ASU

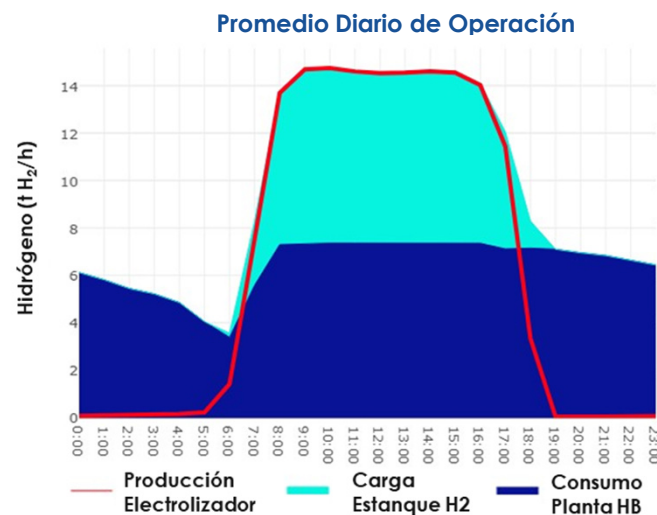
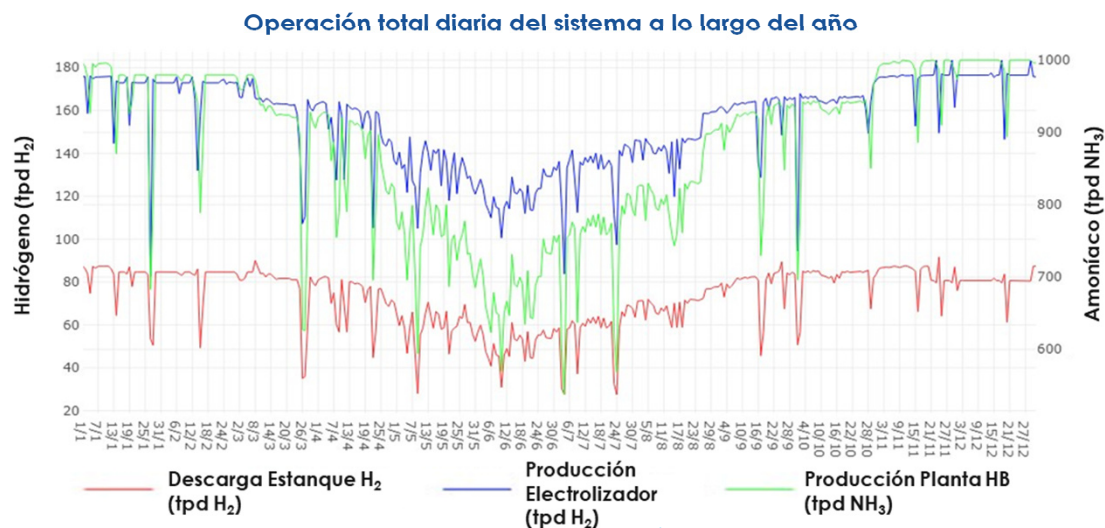
Producción y Consumo Total Anual



Mensajes clave

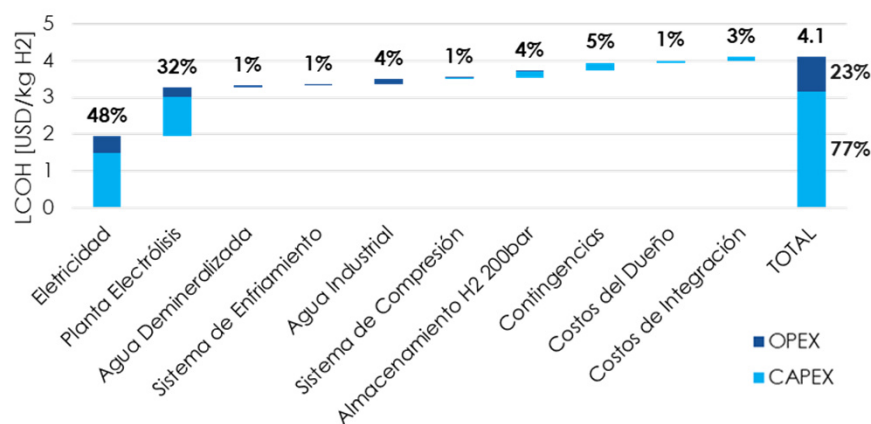
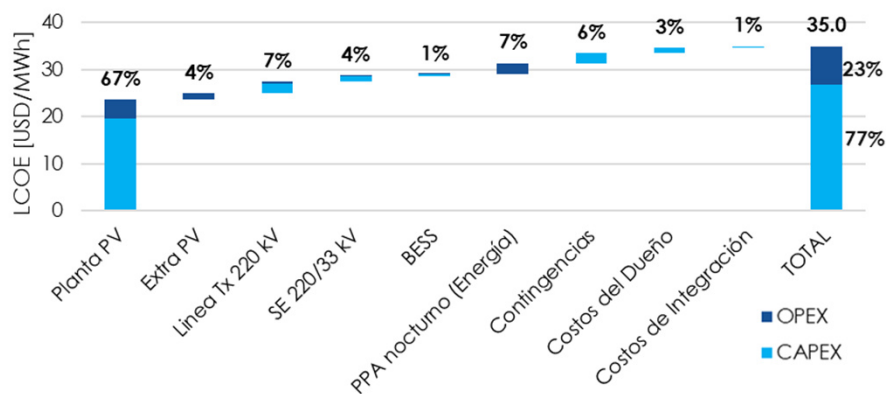
- El consumo eléctrico del sistema es de **3,220 GWh/año**. De este total consumido, 3,124 GWh/año se generan por la planta PV.
- Las pérdidas eléctricas por curtailment y por la transmisión de electricidad corresponden a 408 GWh/año, 11% de la electricidad anual producida (3,628 GWh/año).
- El consumo eléctrico del **electrolizador** corresponde a 93% del consumo eléctrico total de la planta, **2,993 GWh/año**. Este consumo eléctrico sigue el perfil de generación solar durante el día.
- La **planta de amoníaco consume 140 GWh/año**, 4.4% del consumo eléctrico anual del sistema. El consumo el compresor, el sistema de enfriamiento y ASU en conjunto consumen 85.8 GWh/año, 2.7% del consumo anual del sistema.

La operación de las plantas se ve afectada entre Mayo y Agosto por la disminución de la producción de H_2 y electricidad



- La producción de amoníaco es menor entre Mayo y Agosto, debido a que la producción de hidrógeno disminuye al disminuir la electricidad generada por la planta PV durante estos meses.
- Durante el día la planta de electrólisis produce todo el hidrógeno necesario para producir amoníaco. Este H_2 producido a 30 bar va directamente al loop de síntesis de amoníaco y parte se almacena presurizado a 200 bar.
- La producción de amoníaco depende del suministro de hidrógeno. Durante el día se mantiene constante debido a que la producción de hidrógeno supera el requerido. Desde las 17:00 comienza a disminuir hasta llegar a la operación diaria mínima a las 6:00, antes de que comience la generación solar, para operar a estas horas la planta de amoníaco se alimenta del H_2 almacenado en estanques durante del día.

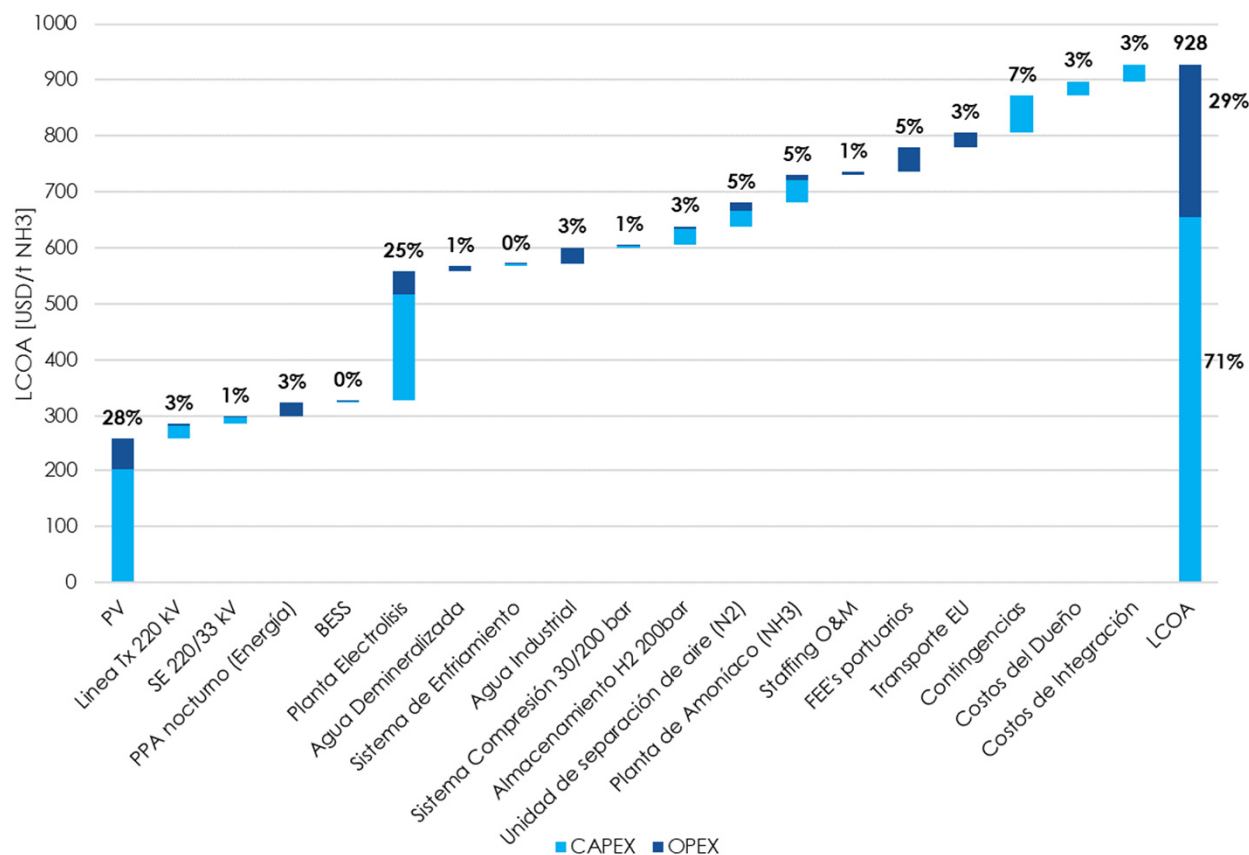
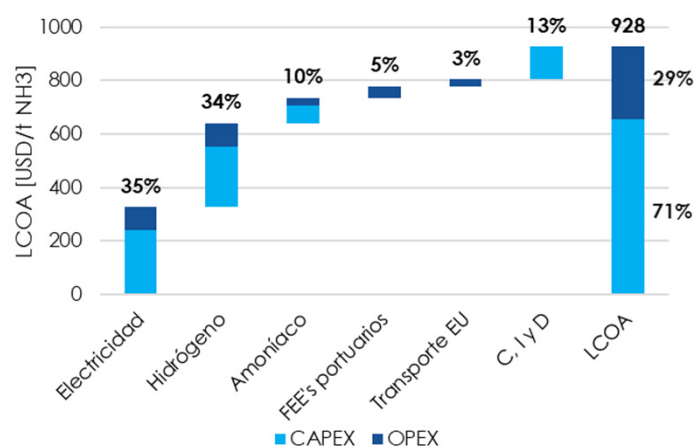
La planta PV es el sistema que tiene una mayor influencia en el LCOE, representando un 67% de este costo nivelado



Mensajes clave

- El LCOE de la fase inicial del proyecto es de **35 USD/MWh**, donde la mayor contribución es de la generación solar, que representa un 71% del total. La capacidad extra solar requerida para compensar la degradación de la planta PV y del electrolizador representa cerca de un 4% del LCOE.
- La línea de transmisión y el PPA tienen la misma contribución al LCOE (7% cada uno). El aporte del PPA se consideró un costo operacional.
- El LCOH es de **4.1 USD/kg H₂** para la primera fase de operación y un 80% está dado por costos de inversión y operación de electricidad y asociados al electrolizador.
- El **23% del LCOH corresponde a costos operacionales**. La mayor parte de estos costos provienen de costos de electricidad por uso de PPA asociados al consumo de los componentes del sistema que permiten el funcionamiento de la planta de amoníaco durante la noche para asegurar la operación de la planta al mínimo técnico de operación (30% de capacidad nominal), principalmente, además del consumo de agua industrial para el sistema de enfriamiento, que contribuye 4% al LCOH del sistema.
- Tanto el LCOE como el LCOH tienen una distribución similar de CAPEX (77%) y OPEX (23%).

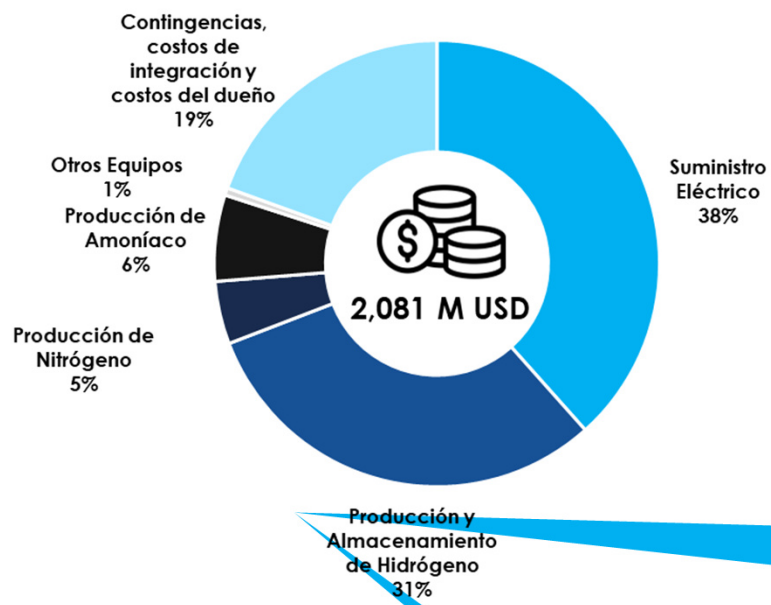
El suministro eléctrico y de hidrógeno contribuyen cerca de un 35% cada uno en el costo nivelado de amoníaco



Mensajes clave

- El LCOA es de 928 USD/ton NH₃. 71% de este costo corresponde al CAPEX y un 29% al OPEX.
- La planta PV y el electrolizador son los sistemas que tienen una mayor contribución al LCOA, con un 28% y un 25%, respectivamente.

La inversión en infraestructura eléctrica representa un 38% de la inversión total de 2,081 M USD de la primera fase del proyecto



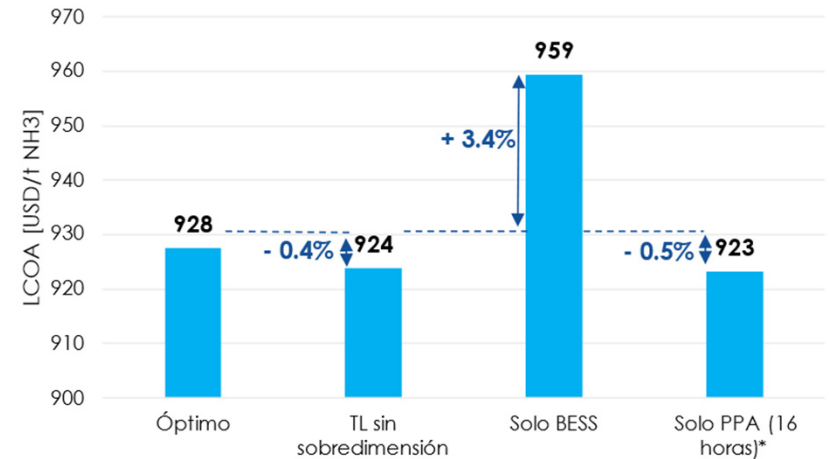
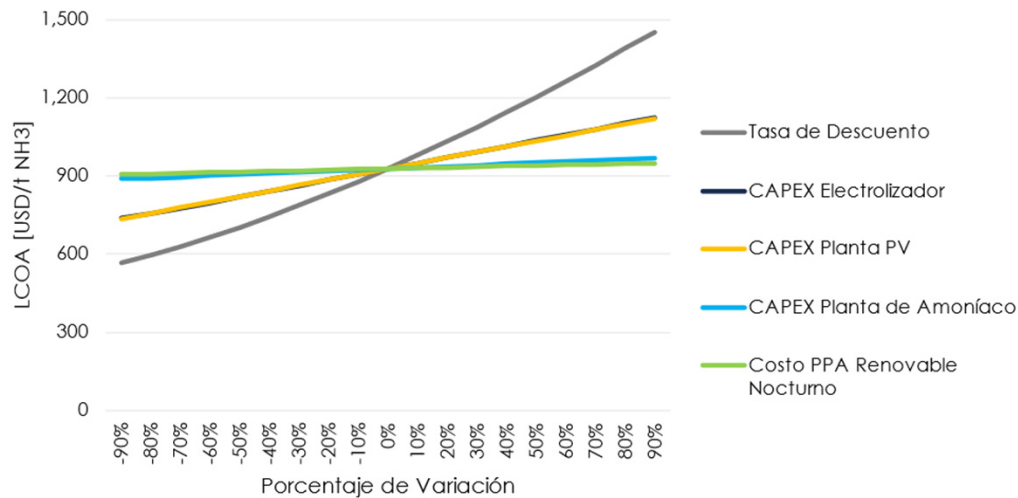
Sistema	Capacidad	Costo (M USD)	
Planta PV	1.13 GW	677	33%
Línea Tx 220 kV	1.69 GW	77	4%
Subestación 220/33 kV	1.69 GW	38	2%
BESS	23.5 MW 10.1 MWh	7	0%
Planta Electrólisis	803 MW	534	26%
Sistema de Compresión 30/200 bar	7.8 t H ₂ /h	12	1%
Almacenamiento H ₂ 200 bar	105 t H ₂	95	5%
Unidad Separadora de Aire (N ₂)	34.3 t N ₂ /h	95	5%
Planta Amoníaco (NH ₃)	41.7 t NH ₃ /h	130	6%
Sistema de Enfriamiento	321 MWh-thermal	11	1%
Costos de Dueño		84	4%
Costos de Integración		100	5%

Contingencias

Mensajes Clave

- El costo de inversión de la **primera fase** del proyecto es de **2,081 millones de dólares**.
- Los subsistemas que requieren una mayor inversión son la **planta PV** y la **planta de electrólisis**, con un costo de 677 y 534 M USD, respectivamente.
- Los costos de contingencias, integración y costos del dueño son de **406 millones de dólares**, representando cerca de un 20% del costo total de inversión.

La tasa de descuento es el parámetro que tiene mayor impacto en el LCOA, seguido del CAPEX de electrólisis y de la planta PV



*El caso sin BESS (solo PPA) es infactible con 12 horas ya que existen días en que se requiere consumo eléctrico adicional en horas fuera de las disponibles por el PPA nocturno.

- Variaciones en el CAPEX del electrolizador y de la Planta PV tienen un impacto similar en el LCOA. El LCOA del sistema es menos sensible a variaciones del CAPEX de la planta de amoníaco en comparación con el CAPEX del electrolizador o la planta PV.
- El efecto del sobredimensionamiento de la línea de transmisión es solo de 4 USD/ton NH₃ en el LCOA.
- Si el proyecto solo tuviera BESS como sistema de respaldo el LCOA aumentaría un 3.4%, llegando a 959 USD/ton NH₃.
- En el caso de que solo contara con PPA, el LCOA disminuiría a 923 USD/ton NH₃. En este caso se requieren 16 horas de PPA para que el caso sea factible en vez de las 12 consideradas en el caso óptimo.



SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES

CONTENIDO

Plan Maestro Parque Industrial H₂
Mejillones

Mapeo Tecnológico

Diseño Conceptual proyecto “Solar
Ammonia Chile”

Conclusiones y Recomendaciones
finales

Recomendaciones para el desarrollo óptimo del Parque Industrial y la prevención de riesgos en etapas tempranas

1. **Relacionamiento con Autoridades Locales:** generar instancias de diálogo y colaboración con las autoridades locales y regionales, con el objetivo de [acelerar el ecosistema](#), ser [partícipes de la planificación territorial de la zona](#), obtener los permisos necesarios y garantizar un proceso de aprobación sin contratiempos. Para esto, se recomienda comunicar de manera transparente los beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto.

1. **Relacionamiento con autoridades del Terminal de Graneles Norte:** generar instancias de diálogo con el objetivo de [crear sinergias](#) entre el Parque y la planificación del terminal, [asegurándose de que se contemple el mismo](#) y su potencial productivo para exportación en los planes futuros; y considerando la disminución de la ocupación actual producto del cierre de centrales termoeléctricas, lo cual entregaría [capacidad disponible en el puerto](#) a ser utilizada por el Parque Industrial.

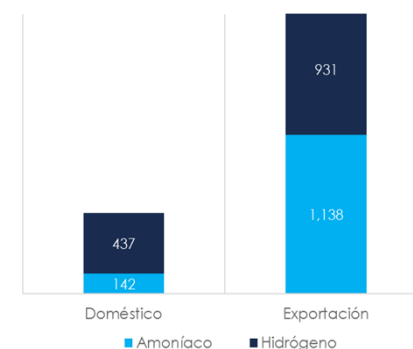
1. **Colaboración y Sinergias con Stakeholders:** Se recomienda desarrollar colaboraciones con otros desarrolladores de proyectos interesados en la zona y actores de la industria, incluyendo a potenciales consumidores, con el fin de establecer [asociaciones estratégicas y generar sinergias en la cadena de valor del hidrógeno](#) en el Parque, potenciando la *Common User Infrastructure*, acelerando el desarrollo y garantizando así la viabilidad del Parque. Para esto, es fundamental conversar con [desarrolladores de plantas de hidrógeno y derivados](#), creando alianzas que permitan crear y potenciar el Parque Industrial Mejillones; comunicarse con *offtakers* para potenciar el interés y asegurar una demanda para el Parque Industrial; y crear instancias con [desarrolladores de plantas desaladoras](#), para asegurarse que en el horizonte sea posible suplir la demanda hídrica que tendrá el Parque, considerando plantas nuevas y también aquellas que proveen agua a las centrales termoeléctricas que saldrán de operación en el corto y mediano plazo (capacidad de agua disponible para el Parque).

1. **Relacionamiento comunitario en etapas tempranas:** generar instancias de diálogo con [comunidades locales](#) para asegurarse de abordar sus preocupaciones y reducir la incertidumbre.

1. **Búsqueda de Sitio:** Realizar la [búsqueda y solicitud de un sitio](#) adecuado para el desarrollo del Parque, lo cual debido a los requerimientos de uso de suelo presentados y Plan Regulador Comunal, debe realizarse en [constante diálogo con las autoridades locales](#). Es crucial a la vez considerar la proximidad a infraestructuras existentes y la conexión vial y portuaria.

1. **Estudios Medioambientales:** Realizar estudios exhaustivos de impacto ambiental es esencial para garantizar que el [proyecto cumpla con los estándares ambientales y regulatorios](#).

Producción total potencial de H₂ y NH₃ del Parque Industrial Mejillones al 2050
(kton H₂ equiv./año)



Principales conclusiones del estudio del Hub Industrial Mejillones y del desarrollo de un proyecto conceptual Power-to-Ammonia

Parque Industrial H2 Mejillones

1. El parque Industrial potencialmente suplirá el total de la demanda proyectada de hidrógeno y sus derivados de la región de Antofagasta a 2050, para demanda local y de exportación, correspondientes a 2.65 Mtpa H₂ equivalente.
1. Para esto, requerirá un área entre 800 a 900 ha, donde se instalará cerca de 28 GW de electrólisis, que serán suplidos por cerca de 48 GW de plantas solares y 4.6 GW de plantas eólicas.
1. El desarrollo del parque Industrial permitirá sinergias entre distintos proyectos que permitirán el uso de infraestructura común dentro del hub industrial para así disminuir los costos de los productos, en especial mediante el uso común de almacenamientos y de servicios portuarios, además de la infraestructura de suministro de agua, disminuyendo los costos de inversión de proyectos en el parque.





	Total Parque Industrial	Unidad
Área necesaria para el Parque Industrial	800 – 900	ha
Producción de H ₂	473	ktpa H ₂
Producción de NH ₃	7,155	ktpa NH ₃
Potencia de electrólisis	28.3	GW
Capacidad Solar	47.6	GW
Capacidad eólica	4.6	GW
Demanda de agua desalinizada	32.6	M m ³ /año

Principales capacidades y área necesaria para el hub industrial Mejillones

Principales conclusiones del estudio del Hub Industrial Mejillones y del desarrollo de un proyecto conceptual Power-to-Ammonia

Proyecto Conceptual Solar Ammonia Chile

1. El proyecto Solar Ammonia Chile conceptualizado consiste en un proyecto de dos fases de 1,000 tpd NH₃ cada una, donde la primera fase comenzará su operación en 2028 y la segunda fase comenzará su operación en 2035.
1. La primera fase consiste en una planta PV de 1.13 GW, 803 MW de electrólisis, con 105 t de almacenamiento de hidrógeno, junto a la planta de 1,000 tpd NH₃. La segunda fase tiene capacidades similares a la primera fase, prácticamente duplicando las capacidades totales de producción.
1. El costo total de producción de la primera fase es de 2,081 M USD, mientras que el de la segunda fase es 1,684 M USD. La segunda fase tiene costos menores debido a la reducción de los costos específicos de la planta PV y de la planta de electrólisis para el año de inversión. Tanto la planta PV como la planta de electrólisis son los sistemas que requieren de una mayor inversión (33% y 26% del CAPEX total de la primera fase, respectivamente).
1. El costo nivelado de producción de amoníaco para la primera fase es de 928 USD/t NH₃, mientras que el de la segunda fase es de 789 USD/t NH₃. Si se consideran ambas fases en conjunto, el LCOA del sistema total es 836 USD/t NH₃. El suministro eléctrico y la producción de hidrógeno son los que tienen una mayor contribución al LCOA.
1. El LCOA estimado en estas etapas del proyecto se encuentra en el rango de proyectos Power-to-Ammonia a partir de fuentes RE intermitentes para la zona norte de Chile los cuales se mueven entre 800-1,000 USD/t NH₃. Comparando este valor con los precios históricos del amoníaco gris en Europa, principal mercado objetivo en caso de exportación, el amoníaco renovable tiene un gap de competitividad de x1.8-2.3 con el amoníaco gris (promedio de 2012 a 2022: 437 USD/t NH₃). A pesar del gran gap de competitividad, el precio del amoníaco renovable tiene la ventaja de estar protegido contra la volatilidad de los combustibles fósiles. Esto puede

	PRIMERA FASE	SEGUNDA FASE	TOTAL
Resultados	2028	2035	2035
 Costo Nivelado de Electricidad (USD/MWh)	35.0	27.9	32.6
 Costo Nivelado de Hidrógeno (USD/kg H ₂)	4.1	3.3	3.6
 Costo Nivelado de Amoníaco (USD/t NH ₃)	928	789	836
 CAPEX Total o Costo Total de Inversión (MUSD)	2,081	1,684	3,765

Costos nivelados y costo total de inversión clase 5 para ambas fases del proyecto Solar Ammonia Chile

Recomendaciones para la optimización del LCOA del proyecto conceptual desarrollado para “Solar Ammonia Chile” por Soventix

Palancas de optimización	Ventaja	Impacto en el LCOA
Mínimo técnico de Planta de Amoníaco (10%-30%)	Disminuye requerimientos de almacenamiento de hidrógeno y de electricidad debido a que la planta de amoníaco puede operar a menor carga. Esto disminuye dimensionamiento de plantas aguas arriba, ya que se debe producir una menor cantidad de electricidad e hidrógeno para ser utilizadas en horas no solares.	Alto
Hot Stand-by Planta de Amoníaco	Revisar junto a OEM los tiempos de Hot-Standby buscando soluciones de cortar el suministro de H2 por algunas horas manteniendo reactor a P° y T°. Esto puede mejorar el caso de negocio al disminuir los consumos en horas de baja/nula producción para mantener la planta en operación (i.e como lo hace planta Cachimayo)	Medio/Bajo
Optimización de compresión de gas de síntesis del H ₂ proveniente sistema de almacenamiento	El sistema actualmente considera que el todo el hidrógeno que ingresa al loop de síntesis de amoníaco ingresa a 30 barg. En particular, si el hidrógeno almacenado a 200 barg ingresa a la presión de salida del estanque directamente al loop de síntesis, se requeriría de menores esfuerzos de compresión, disminuyendo el consumo eléctrico correspondiente a la planta de amoníaco.	Bajo
Valorización del curtailment	La valorización del curtailment mejoraría el caso de negocio, disminuyendo los costos nivelados del sistema. Actualmente, se considera que todo el curtailment del sistema se pierde.	Medio
Valorización de subproductos (oxígeno)	La valorización de subproductos como el oxígeno producido por la planta de electrólisis y por la unidad separadora de aire mejoraría el caso de negocio, se espera que el impacto en el LCOA sea bajo considerando el rango de precios del mercado actual de oxígeno. Actualmente, se considera que todo el oxígeno producido por el sistema se libera al ambiente.	Bajo
Utilización de aeroenfriadores como sistema de enfriamiento	El uso de aeroenfriadores en vez de torres de enfriamiento como sistema de enfriamiento para la planta de electrólisis y planta de amoníaco reduciría considerablemente el consumo de agua industrial, que en la configuración actual es cerca del 80% del requerimiento total de agua. Consecuentemente, el uso de aeroenfriadores provocaría un aumento en el consumo eléctrico del sistema.	Bajo



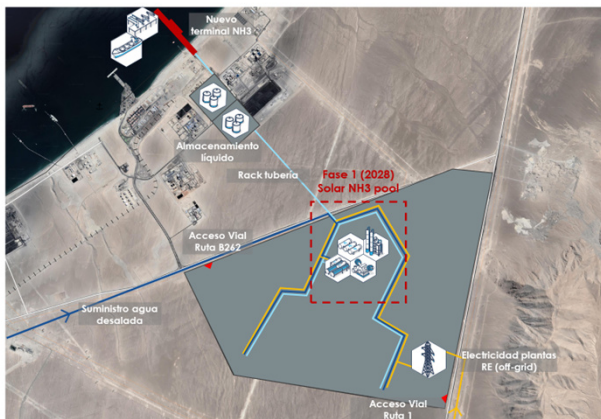
Recomendaciones para la optimización del LCOA del proyecto conceptual desarrollado para “Solar Ammonia Chile” por Soventix

Palancas de optimización	Ventaja	Impacto en el LCOA
Disponibilidad de PPA Renovable Nocturno	Aumentar el PPA nocturno de 12 horas a 16 horas de disponibilidad para así eliminar el requerimiento de BESS del sistema. Al considerar un PPA “take-or-pay”, no se recomienda que el PPA se encuentre disponible más de 16 horas, puesto que eso implicaría tener un suministro energético con un costo elevado durante más horas de producción solar, lo que aumentaría todos los costos nivelados del proyecto.	Bajo
Complementar suministro eléctrico con otras fuentes	La mayor contribución al costo de H2 y consecuentemente al NH3 es la fuente de electricidad renovable por ende no perder de vista la posibilidad de sumar otras fuentes que pueden complementar el perfil de generación solar de Solar Ammonia Chile. El diseño actual considera un suministro RE a partir de un perfil Solar lo cual condiciona todo el diseño aguas debajo de la planta RE incluyendo sobrecapacidad de producción de H2, almacenamientos y flexibilidad de la plantas de modo acomodarse a este perfil de producción. Un suministro de un PPA renovable distinto (i.e baseload sin hora punta, baseload 24/7, Solar y eólico, etc.) a un costo competitivo puede optimizar el diseño disminuyendo el ratio RE/Electrólisis, sistemas de almacenamiento y operación de la planta de amoniaco.	Alto
Consumo de electricidad proveniente de red eléctrica cumpliendo requisitos RFNBO's	Si es que la planta se conecta al sistema eléctrico nacional con propósito de valorizar curtailment se recomienda analizar la posibilidad de aumentar el factor de carga del H2 con horas en que la energía está a bajo costo cumpliendo con las restricciones de regulación EU (RFNBO's). Se debe cuidar de tener un producto con una huella de CO2 menor a 70% que la solución BaU. Para los RFNBOs & RCFs el comparativo es 94 gCO2eq/MJ; El producto puede tener un CF de 28.3 gCO2eq/MJ y cumplir.	Medio/Bajo

Recomendaciones para la optimización del LCOA del proyecto conceptual desarrollado para “Solar Ammonia Chile” por Soventix

Palancas de optimización	Ventaja	Impacto en el LCOA
Eficiencia del electrolizador	Validar con OEM's las curvas de eficiencia del electrolizador a carga parcial. A cargas parciales, el consumo eléctrico del stack es menor, por lo que, considerando un apropiado DCS de planta se puede optimizar el consumo específico de la planta de electrolisis operando en el Best Efficiency Point según la curva de eficiencia del electrolizador.	Bajo
Tarifa Portuaria	Las tarifas portuarias consideradas para el estudio son las publicadas para puertos similares que mueven graneles líquidos. Estas tarifas son las máximas que el puerto tendería a cobrar y son negociables dependiendo de los volúmenes a mover y los plazos del contrato de suministro de amoníaco. Esta tarifa podría ser aún más atractiva considerando una mayor utilización del puerto, considerando escenarios de uso compartido del puerto junto a otros proyectos desarrollados dentro del hub industrial. Para esto, la logística de exportación debiese ser optimizada para así negociar la tarifa portuaria más conveniente para el proyecto, ajustando el requerimiento de almacenamiento de amoníaco al óptimo necesario para el desarrollo del proyecto.	Medio/Bajo

Recomendaciones para el desarrollo del proyecto “Solar Ammonia Chile” por Soventix



Potencial ubicación de fase 1 de proyecto Solar Ammonia Chile

Recomendaciones:

1. Considerar las tecnologías de **electrólisis alcalina**, de **destilación criogénica** para la ASU y **Haber-Bosch** para la planta de amoníaco, ya que son las tecnologías más desarrolladas y económicas a nivel industrial para la producción de hidrógeno, nitrógeno y amoníaco, respectivamente. Se recomienda establecer **conversaciones con tecnólogos** de cada tecnología involucrada para obtener cotizaciones y todos los detalles técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto.
1. Realizar una **ingeniería tipo FEL-1**, considerando información de cotizaciones de tecnólogos, que incluya un avance en definiciones de ingeniería para así mejorar la precisión del CAPEX del proyecto.
1. Desarrollar una **carta Gantt** abordando duración de tareas e hitos para llegar al COD de ambas fases. Además, se debe elaborar un **modelo financiero** para estimar rentabilidad del proyecto.
1. Explorar la **búsqueda de financiamiento y fondos para desarrollo de proyectos Power-to-X** que permitan subsidiar y financiar el CAPEX o también los costos de OPEX del proyecto. También se recomienda realizar un **estudio de mercado y análisis de posibles off-takers** en mercado Europeo a los que se puede suministrar el amoníaco a producir por el proyecto.
1. Establecer una **estrategia territorial para la adquisición de terrenos fiscales** en la zona de mejillones de modo de avanzar con estudios ambientales de línea base para el proyecto. De igual forma se necesita abordar el desarrollo de los parques fotovoltaicos para el cual se recomienda revisar terrenos fiscales como también privados para diversificar el riesgo territorial. Además, se debe definir la **fuentes de suministro de agua** para el proyecto, la cual debe ser identificada antes de realizar los estudios ambientales del proyecto.



SOLAR NH₃-POOL MEJILLONES

Entregable No.4
Informe Final

soventix
Powerful Returns

SAC
Solar Ammonia Chile

27 Septiembre, 2023

BRUSSELS • BOGOTA • PARIS • ROTTERDAM •
SANTIAGO • WASHINGTON • BEIJING

Confidential

© Hinicio 2020

