



## Talleres Técnicos:

### Proyectos público-privados de hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe

#### Proyecto H2-Uppp:

“SolarNH3-Pool Chile: Conceptos para el desarrollo de un parque industrial sustentable para H2V y derivados en la Región de Antofagasta”

Abril de 2024

Jorge Taboada

**giz**

**SAC**

Solar Ammonia Chile

# Objetivos del proyecto H2-Uppp

- 1) Elaborar una serie de estudios para **conceptualizar el desarrollo sostenible de un parque (pool) industrial de hidrógeno verde** y derivados en la región de Antofagasta.
- 2) Promover condiciones para el **uso compartido de infraestructura** y aprovechamiento de sinergias.
- 3) Prediseñar y optimizar, a nivel conceptual, una **planta modelo de producción de amoníaco verde**, como parte del Parque Industrial.
- 4) **Colaborar con stakeholder** público y privados, con universidades de centros de investigación, para contribuir al desarrollo del Hub de Hidrógeno Verde en Antofagasta.



1. Análisis de infraestructura regional y localización de plantas
2. Conceptualización de un Parque Industrial de H2 verde y derivados
3. Plan Maestro de Desarrollo del Parque Industrial
4. Prediseño y optimización de una planta modelo de amoniaco verde
5. Algunas conclusiones

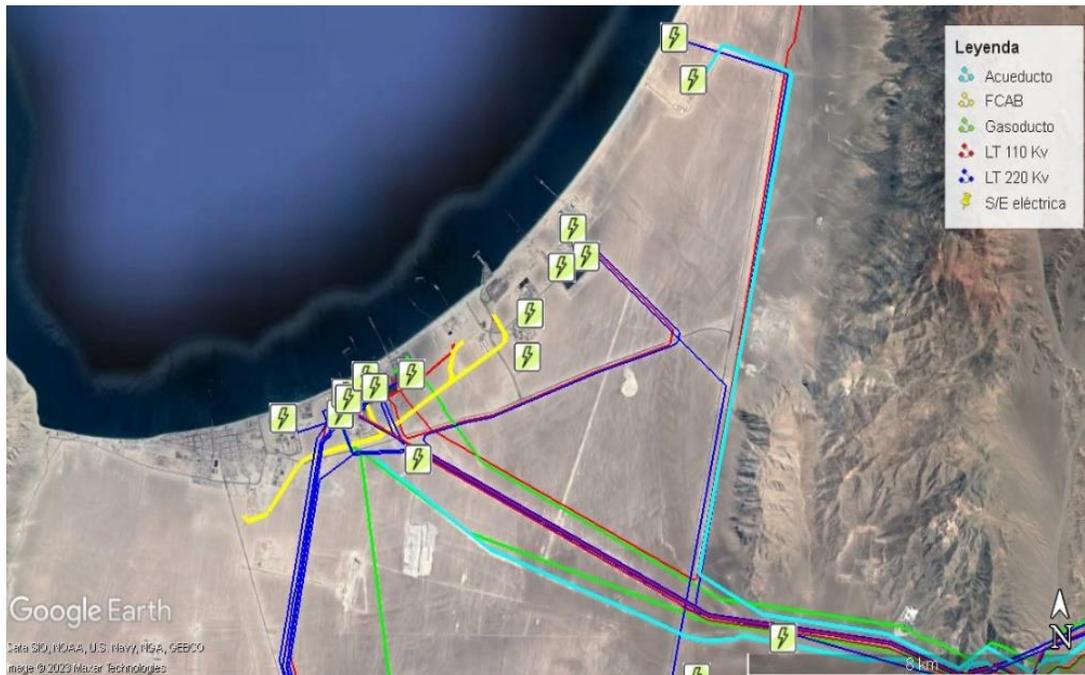


# Infraestructura y localización de plantas

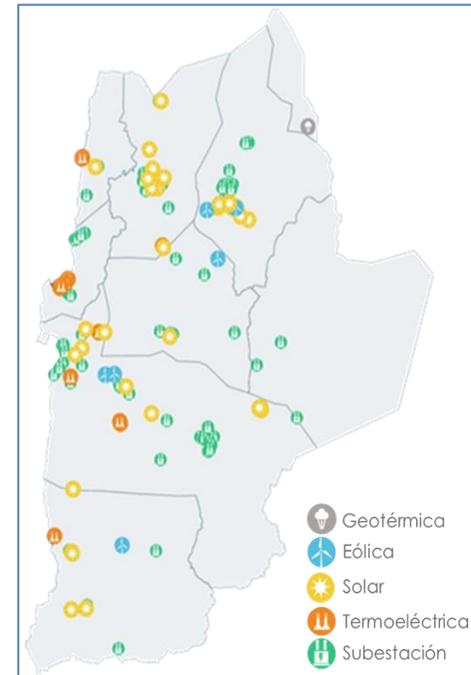


# Infraestructura y localización de plantas

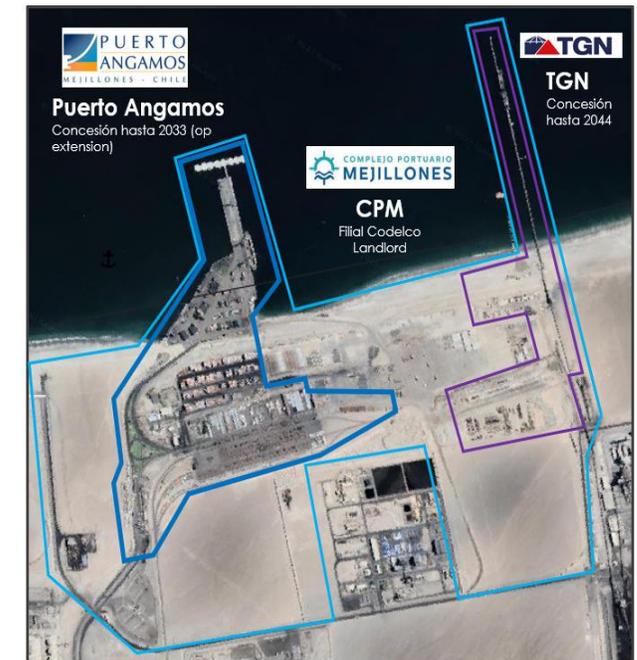
Mejillones tiene excelente infraestructura habilitante para el desarrollo de un parque industrial para el hidrógeno verde y derivados. etc.



Plantas de desalinización, caminos de acceso y ferrocarril, líneas de transmisión eléctrica y subestaciones, gasoductos.



Plantas actuales de energías renovables



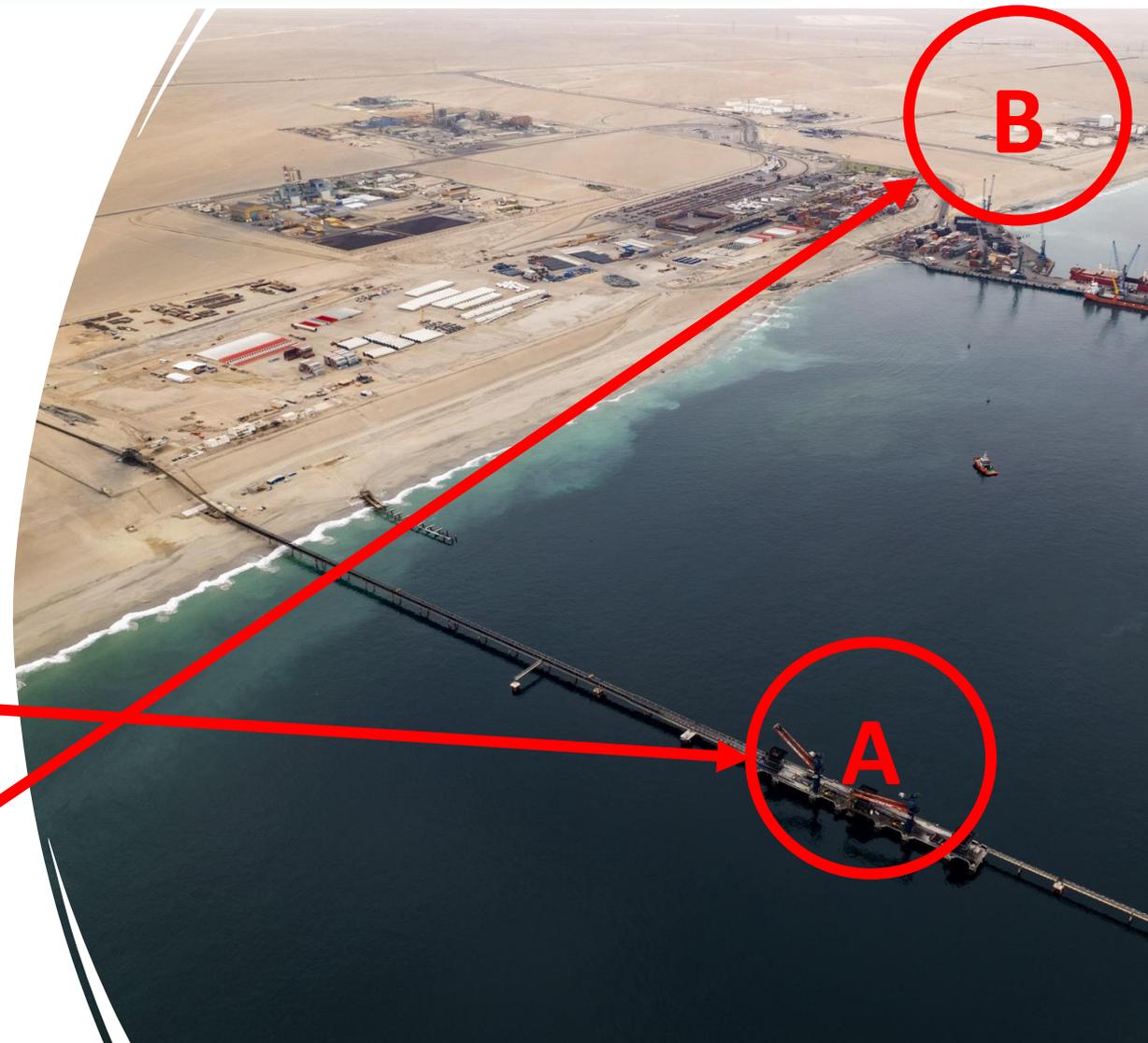
Terminales del Complejo Portuario Mejillones

# Infraestructura y localización de plantas

- **Puerto de uso público**, acceso abierto en condiciones conocidas, no discriminatorias.
- **Plan Maestro Portuario** para desarrollo planificado a largo plazo, contempla un terminal para graneles líquidos.
- **Amplias áreas** para infraestructura de almacenamiento y servicios logísticos.
- **Buenos accesos** camineros, ferroviarios y gasoductos.
- Permite **concentrar cargas** y servicios navieros, aprovechando sinergias y reduciendo costos logísticos.

## Dos alternativas para embarque de amoniaco:

- (A) **Adecuación de terminal de graneles sólidos existente:** corto-mediano plazo
- (B) **Nuevo terminal de graneles líquidos y almacenamiento (según Plan Maestro Portuario):** largo plazo

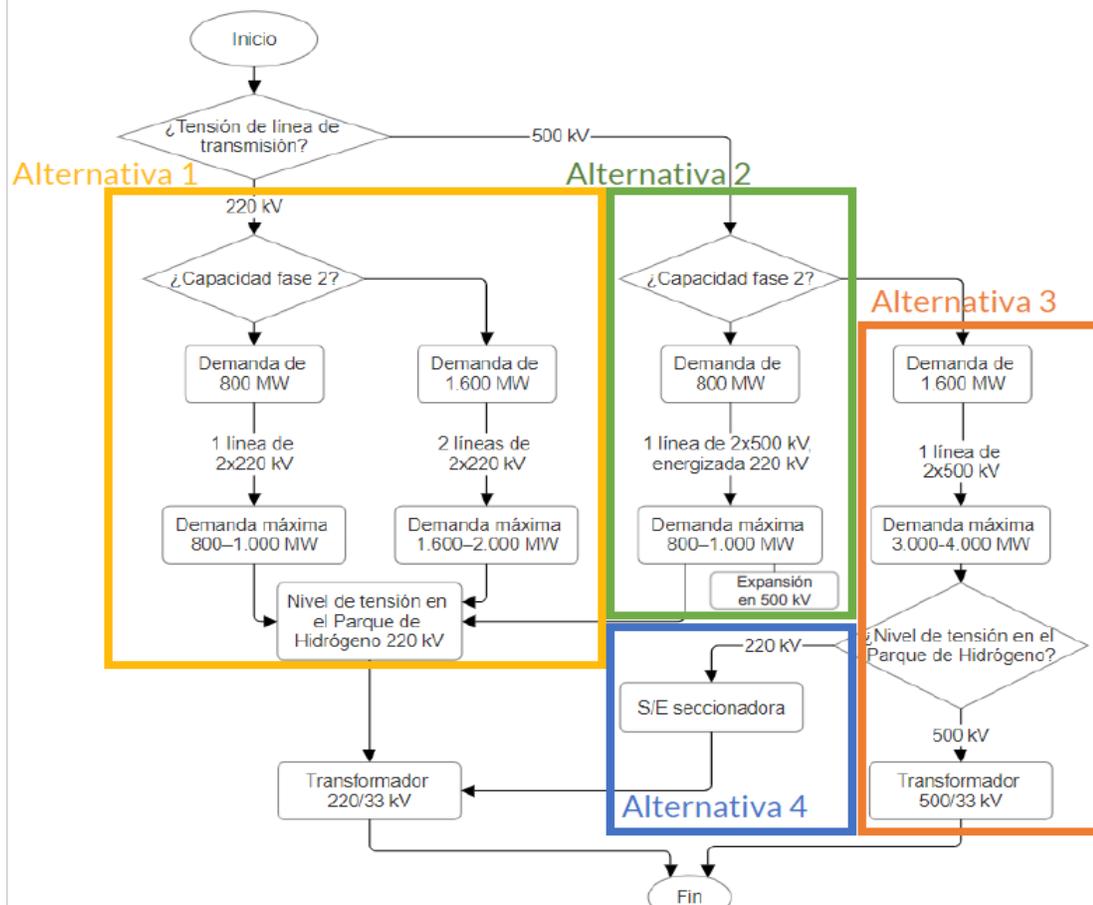


# Infraestructura y localización de plantas

Infraestructura	Condición actual	Acciones
<b>Terminal portuario e infraestructura de almacenamiento – servicios logísticos de exportación</b>	Un sitio del TGN o desarrollo de un nuevo terminal de graneles líquidos del CPM (según Plan Maestro Portuario)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el terminal compartido en CPM</li> <li>Inversiones en nueva infraestructura de almacenamiento</li> </ul>
<b>Planta desalinización y ductos de distribución - suministro de agua industrial</b>	4 plantas desaladoras operando en Mejillones y una empresa sanitaria regional con capacidad de suministro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avanzar en acuerdos para uso de infraestructura existente o nueva (desaladoras y aducciones)</li> <li>Definir trazados de acueductos</li> </ul>
Sistema de transmisión eléctrica y subestaciones	Numerosas líneas y subestaciones conectadas a la red; se requieren nuevas líneas dedicadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar oportunidades de uso de líneas existentes</li> <li>Definir corredores para líneas dedicadas</li> </ul>
Ductos para el transporte de H2 y derivados	Se requieren inversiones para nueva infraestructura de ductos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar modelos de uso compartido de ductos hacia el puerto</li> </ul>
<b>Accesos viales</b>	Buenos accesos viales en la comuna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilitación de accesos y vialidad estructurante del parque</li> </ul>
<b>Acceso ferroviario</b>	Buen acceso ferroviario (FCAB) en la comuna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilitar conexiones de acceso ferroviario al parque</li> </ul>

# Infraestructura y localización de plantas

Alternativas evaluadas para el sistema de transmisión dedicado para el proyecto (y parque industrial)



Alternativas:

- 1 - Transmisión en 220 kV
- 2 - Transmisión en 500 kV, línea energizada en 220 kV
- 3 - Transmisión en 500 kV, parque energizado en 500 kV
- 4 - Transmisión en 500 kV, parque energizado en 220 kV

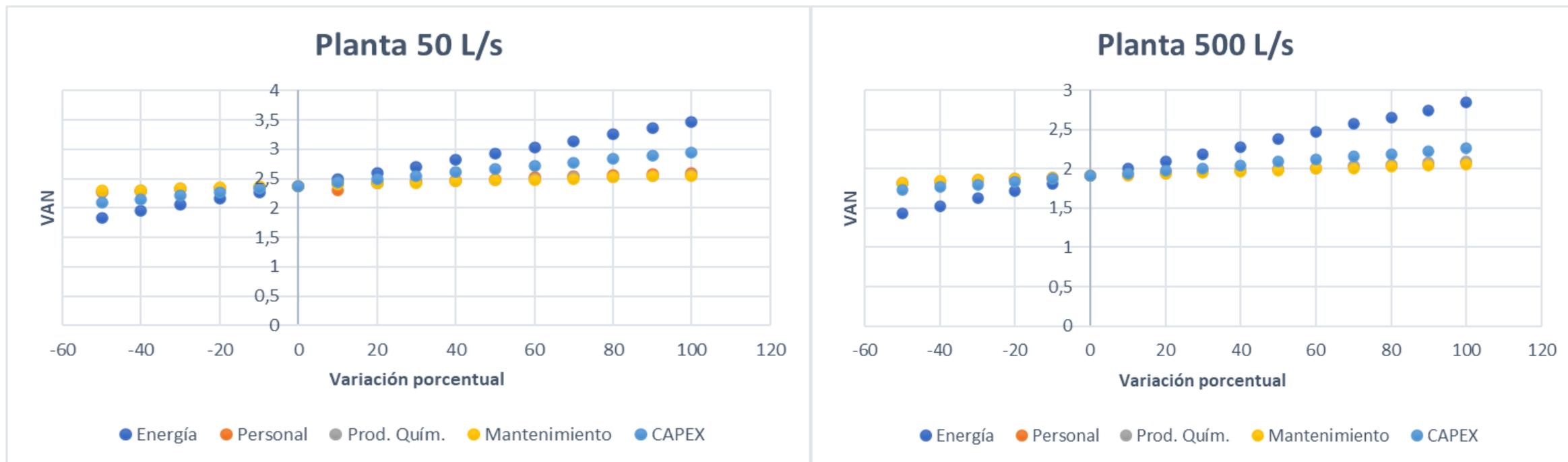
Componentes a evaluar:

- 1 línea de transmisión de 220 kV
- 1 línea de transmisión de 500 kV
- 1 Subestación 500 kV seccionadora
- 1 Subestación transformadora de 500/220 kV
- 1 subestación transformadora de 500/33 kV
- 1 Subestación transformadora de 220/33 kV

La combinación de los diferentes componentes permite evaluar cada una de las diferentes alternativas.

# Infraestructura y localización de plantas

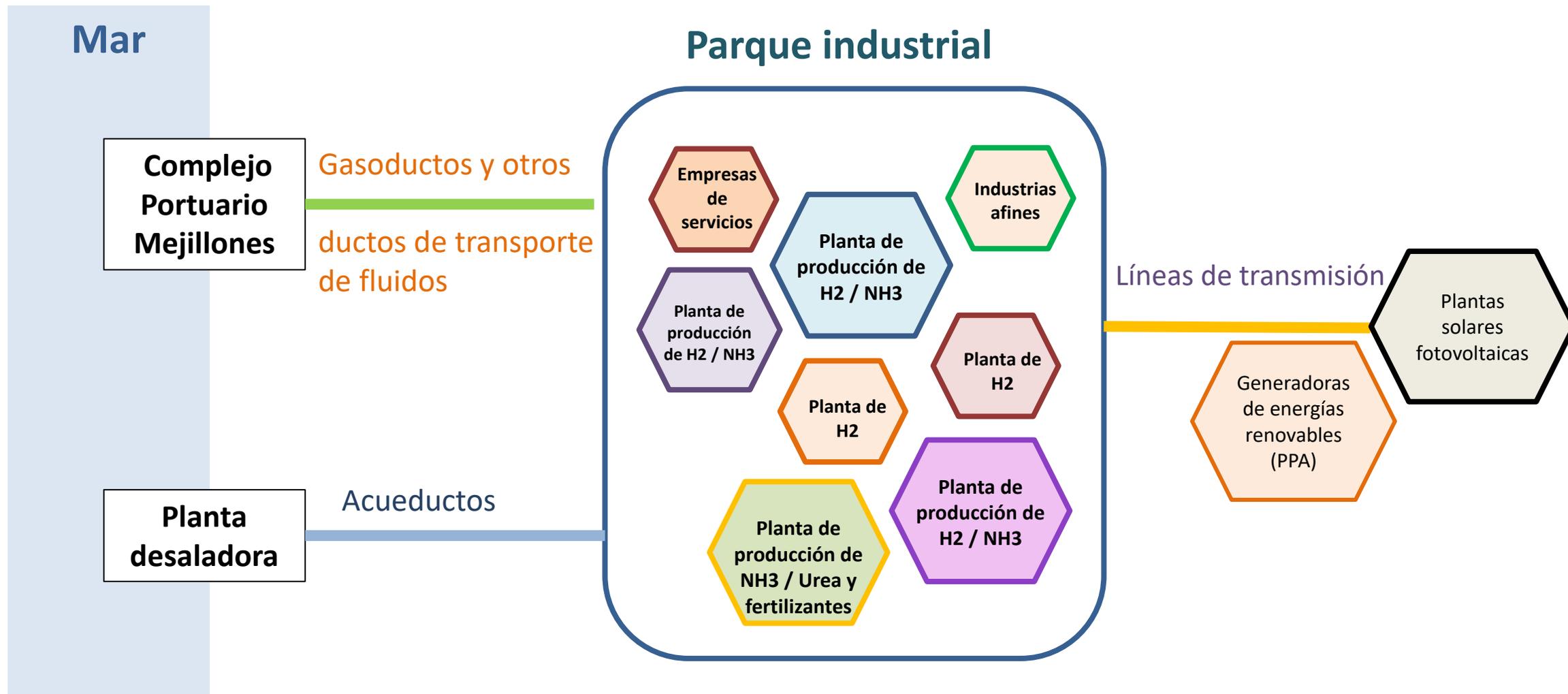
Análisis de sensibilidad y de economías de escala para el suministro de agua desalinizada



Supuestos sobre costos de la energía:

- Bloque diurno: 80 USD/MWh
- Bloque nocturno: 150 USD/ MWh
- Costos sistémicos: 10 USD /MWh

# Parque Industrial H2 Mejillones



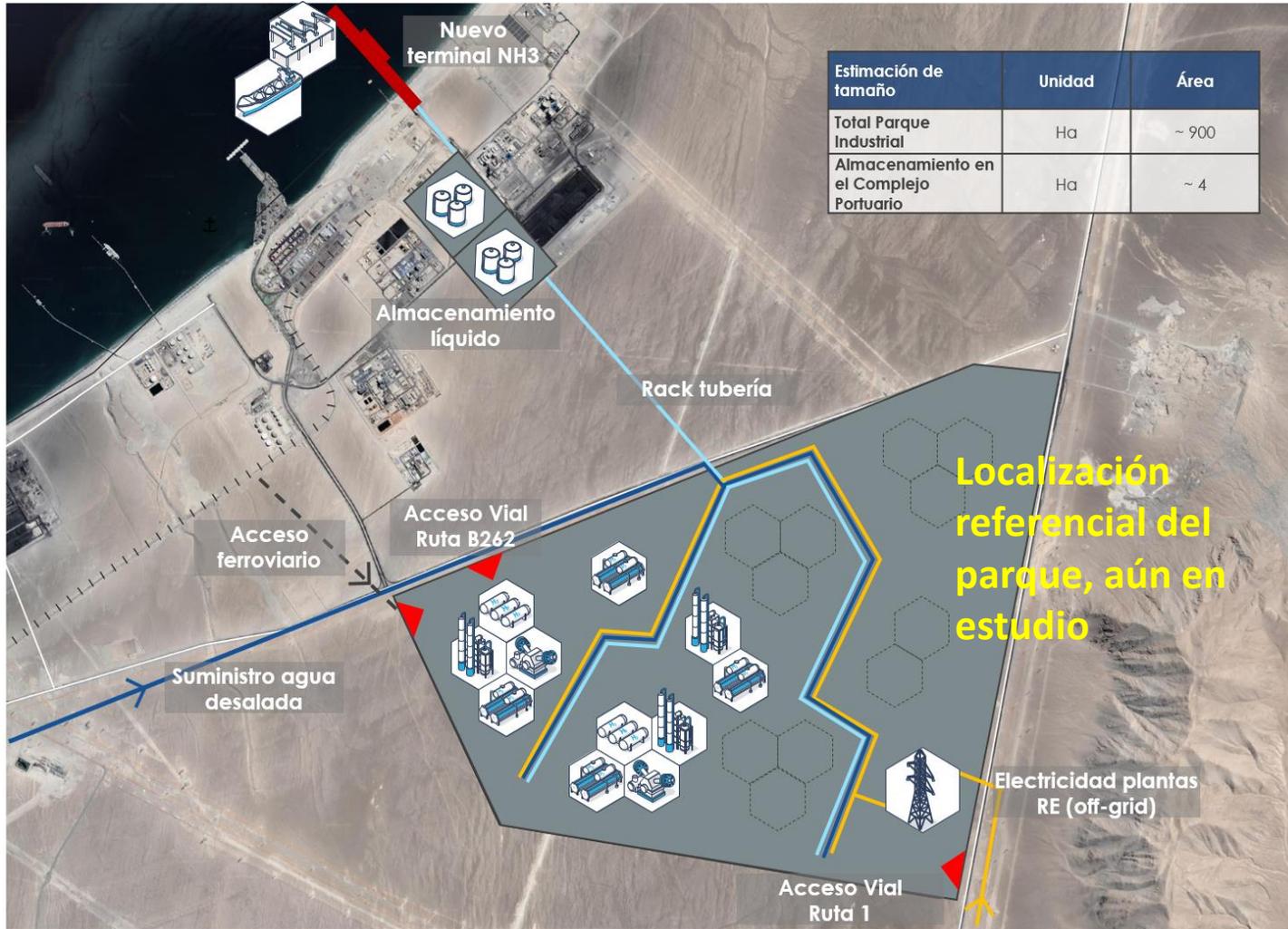
# Parque Industrial H2 Mejillones

## Objetivos:

- Potenciar la **competitividad** del hub regional H2V Antofagasta
- Uso compartido de **infraestructura habilitante**
- **Sinergias económicas** y economías de escala: minimización de CAPEX y OPEX
- **Planificación territorial** y uso eficiente del territorio y borde costero
- Minimización de **impactos ambientales**, participación temprana de **comunidades**
- **Colaboración** entre actores públicos y privados
- Participación de **empresas de tamaño medio**, plantas de producción, proveedores de insumos o prestadores de servicios



# Parque Industrial H2 Mejillones



## Plan Maestro Parque Industrial H2 Mejillones

- Acceso a **infraestructura portuaria** para la exportación de los productos e importación de equipos
- **Almacenamiento compartido** de hidrógeno y sus derivados
- Disponibilidad de **agua desalada**
- Acceso a **redes eléctricas y líneas dedicadas**
- Acceso **ferroviario y vial**
- Menores de **riesgos ambientales y comunitarios**
- **Disponibilidad de terrenos fiscales**
- Mayor rapidez para **obtención de permisos**
- Menores **riesgos para financiamiento**

## Complejo Industrial y Portuario de Pecém, Estado de Ceará, Brasil

CIPP is already planning and preparing its port and industrial areas to receive the Green Hydrogen HUB

### INFRASTRUCTURE SOLUTIONS FOR THE GREEN HYDROGEN HUB IN PECÉM



#### A. Port Infrastructure

Operation at Pier 2 (existing infrastructure)

#### B. Shared Tanking

Ammonia storage for centralizer tanking

#### C. Utilities

- Pipeline connecting the port and the industrial area
- Shared water solution: (1) Reuse of waste water, (2) Desalination and (3) Raw water

#### D. 1.100ha of industrial area for electrolysis plants in the CE ZPE

Wide area available in ZPE with possibility for expansion of H2 plants. Proximity to installed industries: Steel; Fertilizers, Cement and Thermoelectric.

#### E. Electricity available to hub

Gives access to the SIN at the 500 kv voltage level, currently supports a 1,5-3GW power generation connection

Source: CIPP

Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Socio Implementador:



Deutsch-Chilene  
Industrie- und Handelskammer  
Cámara Chileno-Alemana  
de Comercio e Industria



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action



# Prediseño y optimización de planta modelo

**Objetivo:** diseñar una de las plantas de amoniaco verde más competitivas a nivel internacional (con uno de los menores costos nivelados de producción, LCOA)

**Enfoque:** optimización consistente y continua de toda la cadena de valor, por medio de:

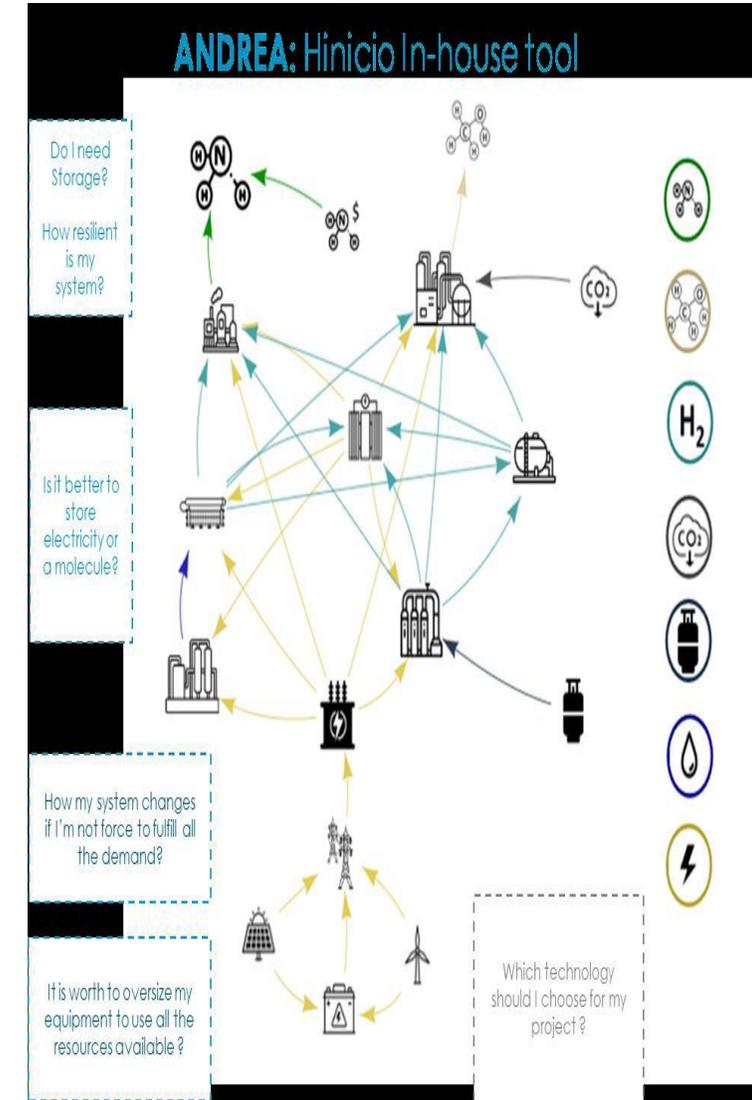
- Aprovechar el recurso solar y óptimas **condiciones de desarrollo** para reducir CAPEX y OPEX, y aplicar medidas de reducción de riesgos
- Optimizar el **diseño y operación** del proyecto de modo sistemático



# Prediseño y optimización de planta modelo

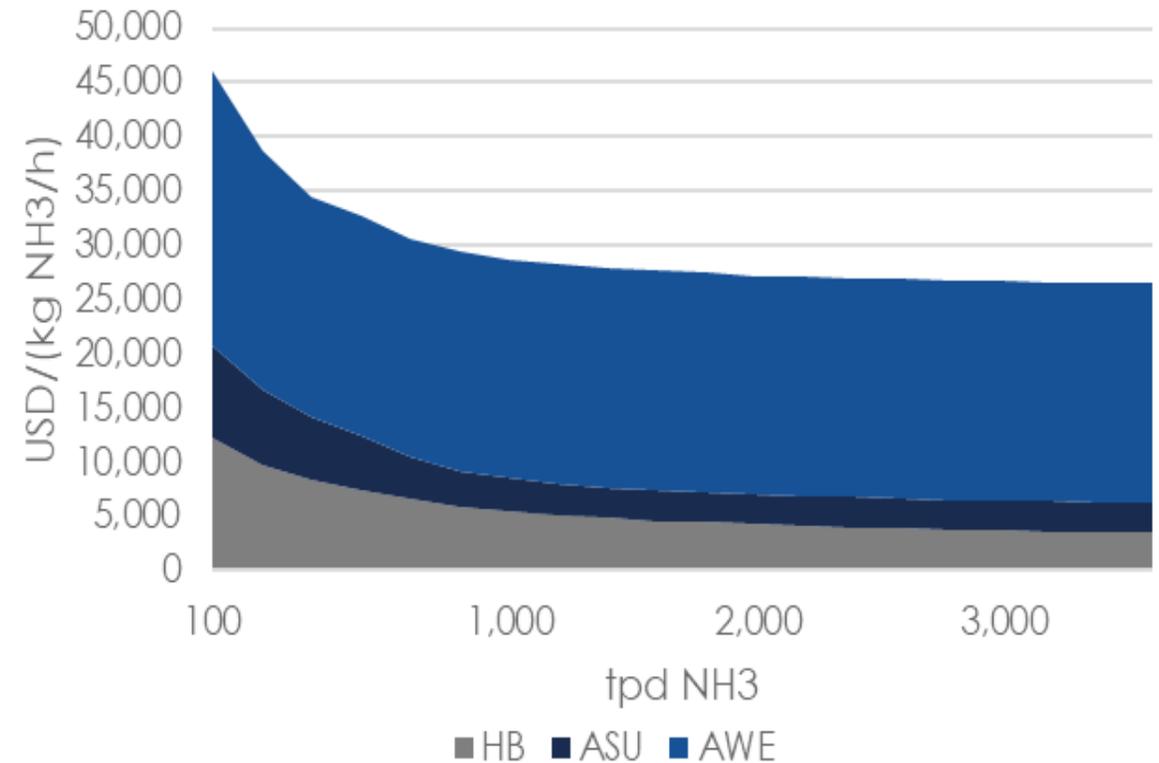
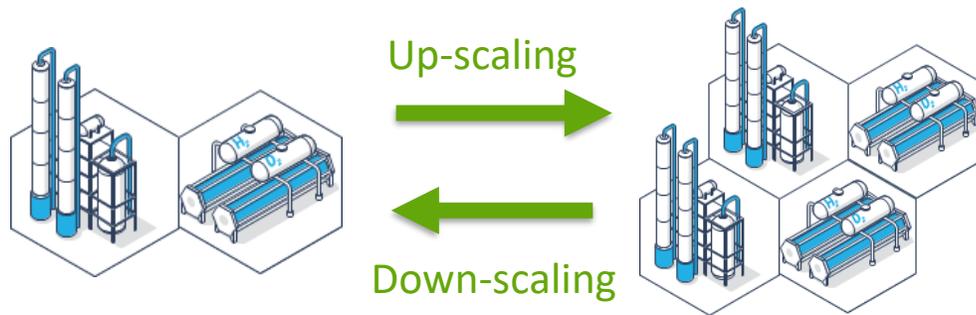
## Optimización del diseño utilizando modelos formales

- Optimizando el **tamaño del proyecto** considerando economías de escala y posibilidades de escalamiento en fases.
- Optimizando los **sistemas de suministro eléctrico y transmisión**.
- Optimizando el **diseño de planta** y selección de la tecnología
- Optimizando la **logística**
- Optimizando los **flujos de ingreso y el financiamiento**: venta de subproductos y *carbon financing* y *de-risking* del proyecto.
- **Optimización global** de la cadena de valor (enfoques *top-down* and *bottom-up*)



# Prediseño y optimización de planta modelo

- Optimización del **tamaño de planta** considerando economías de escala:  
**1.000 t/día de NH3 verde (aprox. 320,000 t/año)**
- Posibilidad de **escalamiento** hacia arriba o hacia abajo, y desarrollo en fases, según requerimientos (p.ej. CAPEX inicial, cambios tecnológicos, etc.)



HB = NH3-production; ASU: air separation unit; AWE: alkaline electrolysis

# Prediseño y optimización de planta modelo

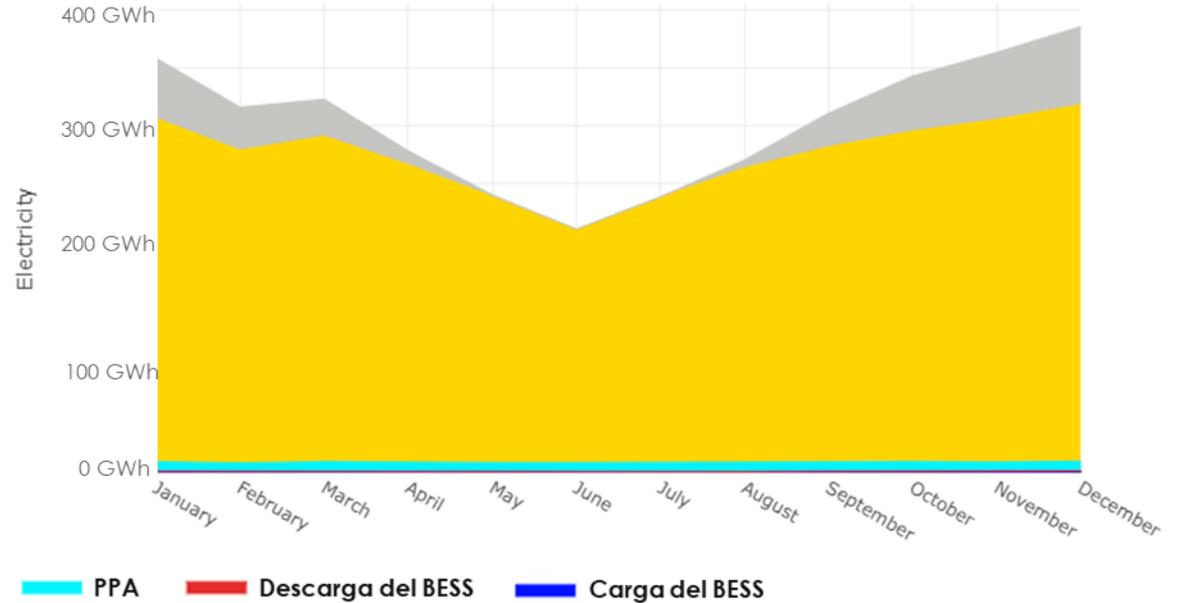
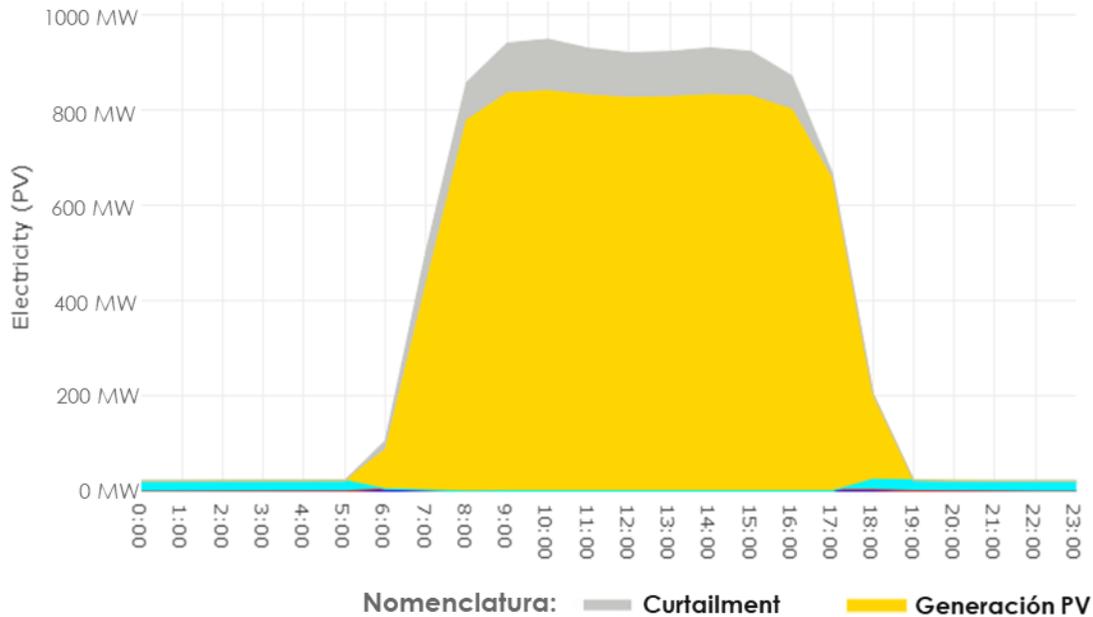
Desarrollo de un **sistema diversificado y eficiente** de suministro energético para todos los procesos involucrados (electrólisis, separación de aire, síntesis de amoníaco, desalinización de agua, etc.)

- Generación con una **propia planta solar PV y BESS**
- Complemento con **PPAs de proveedores/socios regionales** de energía renovable (solar PV, CSP, parque eólico)
- Alternativas de PPA con **plantas termoeléctricas reconvertidas** (en base a almacenamiento térmico de energía renovable, o combustión de combustibles renovables)



# Prediseño y optimización de planta modelo

El sistema de suministro de energía considera principalmente una planta solar PV, complementada por PPAs renovables y un sistema de almacenamiento BESS



**Planta solar PV**



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

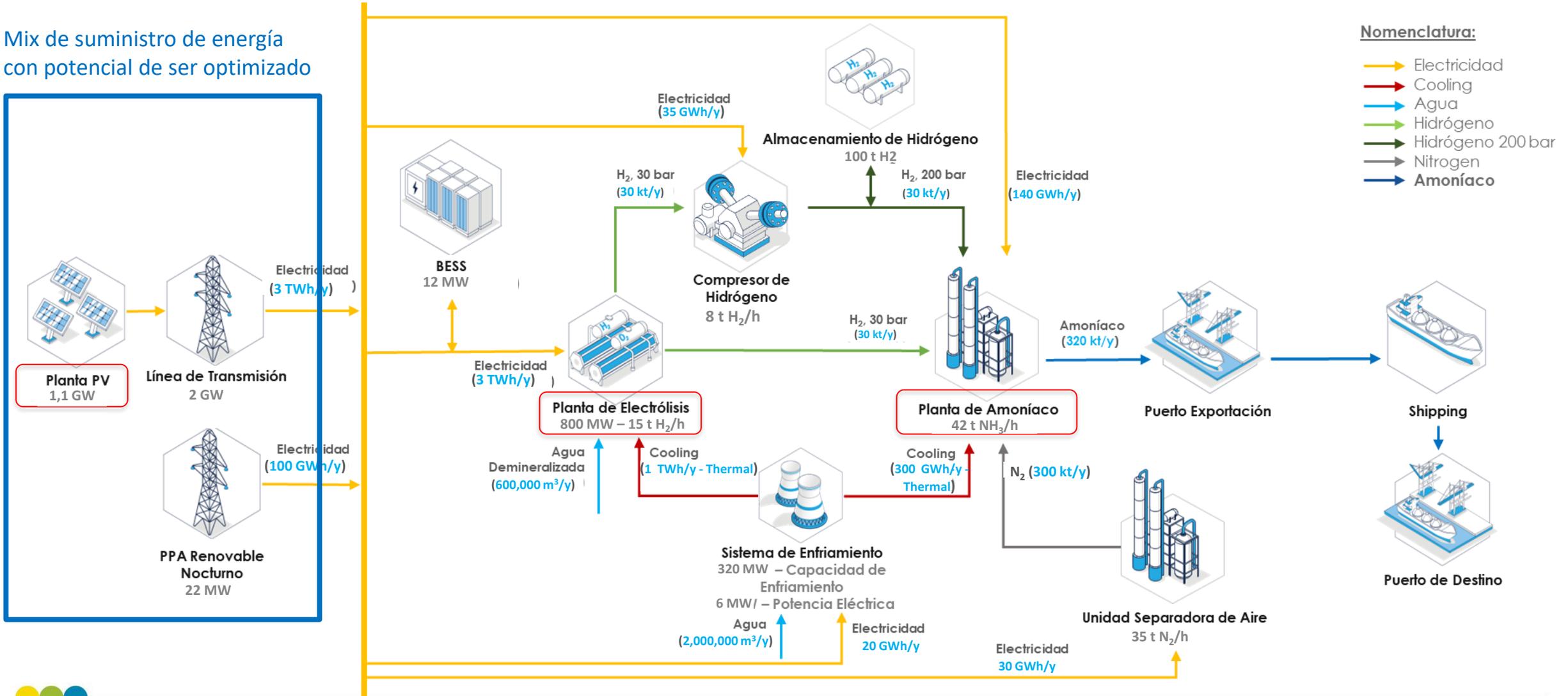
**PPAs renovables Bloque nocturno**



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

# Prediseño y optimización de planta modelo

Mix de suministro de energía con potencial de ser optimizado



# Algunas conclusiones

- El **Parque Industrial H2 Mejillones** permitiría generar condiciones favorables para la **competitividad** de la región y los proyectos.
- Oportunidad de aplicar directrices de UNIDO – Banco Mundial para el diseño y desarrollo de **Eco-Parques industriales** para profundizar la **sostenibilidad** (principios de economía circular).
- La **colaboración** entre actores públicos y privados es esencial en esta etapa de desarrollo de la industria, para promover condiciones de **competitividad y sostenibilidad**.
- Los proyectos deben desplegar esfuerzos sistemáticos y continuos para **optimizar toda la cadena de valor** del hidrógeno verde y derivados. Un desafío principal en Antofagasta es **optimizar el factor de planta**.
- Los resultados de la optimización realizada son favorables:
  - ✓ Valores de **LCOE para la planta PV de aprox. 20 USD/MWh**.
  - ✓ Costos de producción de H<sub>2</sub>, **LCOH, de entre 3,5 a 4 USD/kg**
- Los costos nivelados de producción de amoníaco (**LCOA**) en niveles competitivos, en el rango **de 600 a 800 USD/t NH<sub>3</sub>**.





● **Gracias!**



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Fomentado por:  
 Ministerio Federal  
de Economía  
y Protección del Clima  
  
en virtud de una decisión  
del Bundestag alemán

Socio Implementador:  
 **AHK** Deutsch-Chilenische  
Industrie- und Handelskammer  
Cámara Chileno-Alemana  
de Comercio e Industria

[j.taboada@soventix.com](mailto:j.taboada@soventix.com)

 **SAC**  
Solar Ammonia Chile