

Prospectiva sobre empleo y formación profesional en sectores verdes. Hidrógeno Verde en Chile

24 de Abril del 2024



Estrategia Nacional de Prospección



Crea una institucionalidad para enfrentar el Futuro del Trabajo.

Una gobernanza para **potenciar** y **desarrollar** monitoreos y proyecciones de cambios del mercado laboral, para enfrentarlos exitosamente desde la política pública y la toma de decisiones en general.

Transición tecnológica

Transición socio ecológica

Transición demográfica

Diagnosticar y anticipar:

- Cambios en las formas de trabajo.
- Cambios en las habilidades y perfiles requeridos por las empresas
- Efecto de tecnologías en las condiciones de trabajo y empleo

Política pública y acciones para:

- Un mejor ajuste entre la oferta y demanda laboral
- Apoyar trayectorias laborales de trabajadores/as
- Crear competencias que satisfagan las necesidades del futuro
- Nuevas regulaciones y protección poblaciones afectadas

OBSERVATORIO
LABORAL



Más y mejores empleos.
Trabajo Decente

Líneas de producción de información

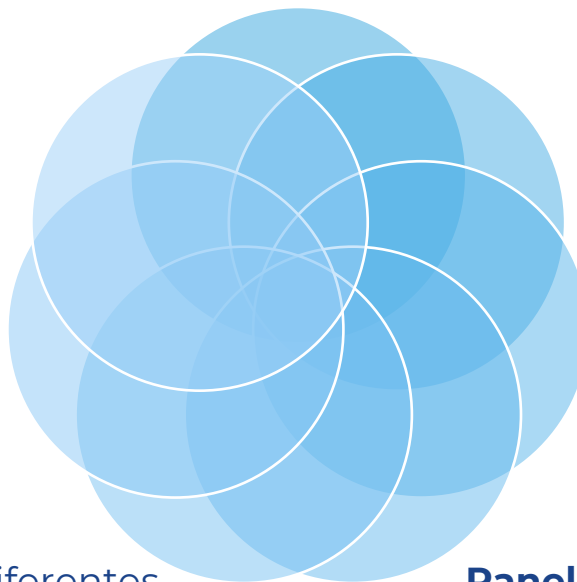


La **oferta laboral**: habilidades, intereses, tareas y tecnologías que utilizan las y los trabajadores en las diferentes ocupaciones, así como de sus condiciones de trabajo y empleo.

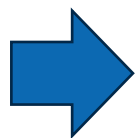
La **demanda laboral** de las empresas: vacantes, requisitos, condiciones y problemas de contratación que presentan las diferentes ocupaciones.

Análisis de **bolsas de empleo y registros administrativos**, para identificar desajustes entre oferta y demanda de ocupaciones, y fenómenos laborales emergentes

Desajustes entre la **oferta formativa** del sistema educacional técnico profesional y universitario y el mundo laboral



Estimaciones de la demanda laboral que generarán diferentes **proyectos de inversión**, tanto públicos como privados



Vigilancia de las diferentes **tecnologías** que comienzan a implementarse en sectores económicos estratégicos, tanto a nivel nacional como internacional

Paneles de expertos y expertas, para proyectar el efecto en el empleo de las tecnologías, y evaluación niveles de adaptación



Antecedentes estudio



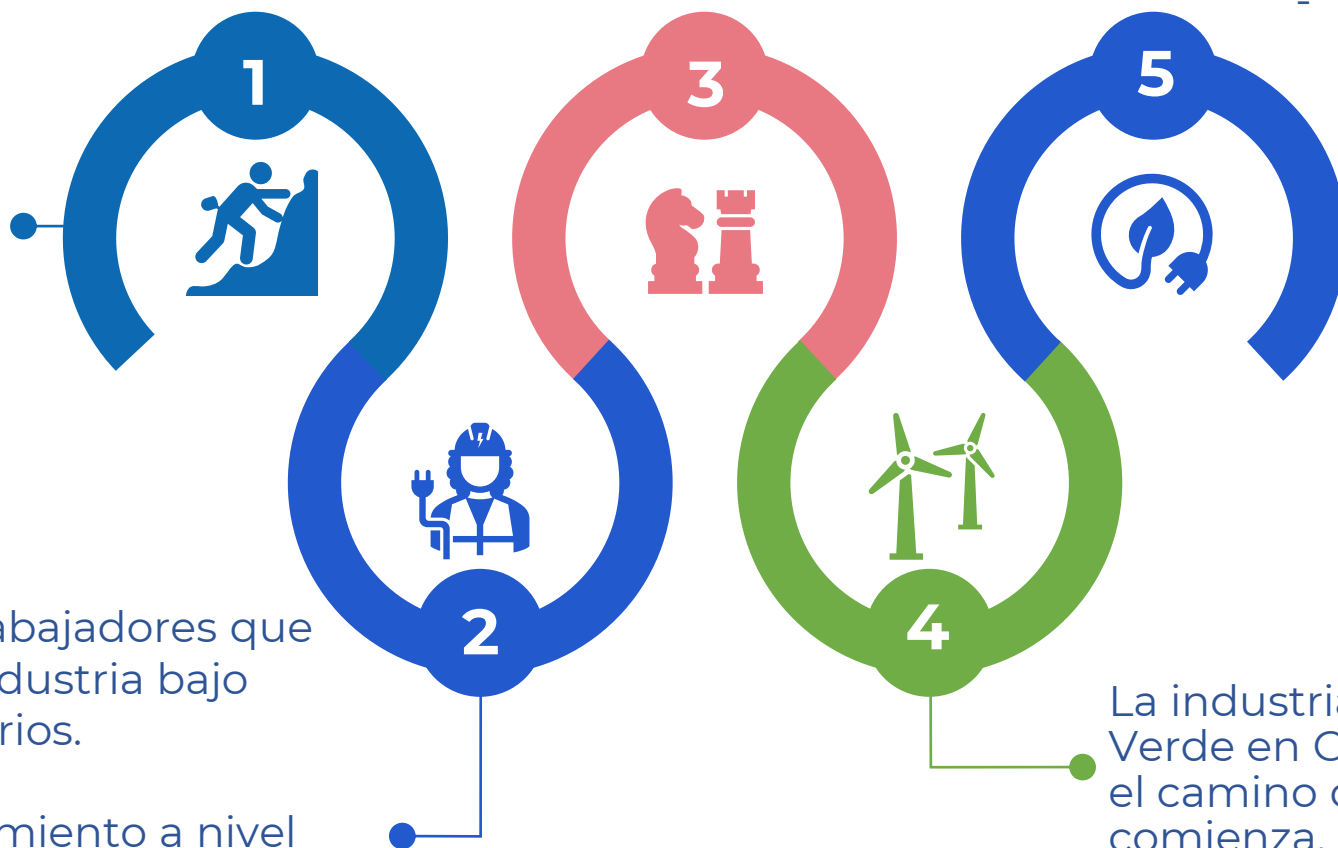
Se espera que Chile sea líder a nivel mundial en la producción de H2V,

Escasez de estudios del impacto que tendrá esta tecnología en capital humano.

Alta variabilidad en el tiempo

Número de trabajadores que reclutaría la industria bajo ciertos escenarios.

Primer acercamiento a nivel de ocupaciones en el país, en el marco de la ENPL.



2023

(en paralelo al estudio)

- ChileValora acredita tres perfiles ocupacionales.
- SENCE los toma y genera tres planes formativos

La descarbonización solo será posible a través de la estrategia de desarrollo conjunta del H2V, que genere trabajo decente y transiciones energéticas justas.

La industria del Hidrógeno Verde en Chile es incipiente, el camino que recién comienza, este es un punto inicial para avanzar hacia otros sectores verdes.



SECTOR SUMINISTRO DE GAS, ELECTRICIDAD Y AGUA

SUBSECTOR ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES
PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE

OSCL – Energías - MINERÍA

P-2011-3133-001-V01

OPERADOR(A) EN PLANTA DE
HIDRÓGENO

P-2011-3133-002-V01

MANTENEDOR(A) EN PLANTA DE
HIDRÓGENO

P-2011-3133-003-V01

SUPERVISOR(A) EN PLANTA DE
HIDRÓGENO



PF1388 OPERACIÓN DE EQUIPOS EN
PLANTA DE HIDRÓGENO

PF1389 MANTENIMIENTO DE
ELECTROLIZADOR Y SISTEMA DE AGUA
EN PLANTAS DE HIDRÓGENO

PF1390 SUPERVISIÓN DE OPERACIONES
EN PLANTAS DE HIDRÓGENO



Metodología y resultados estudio de H2V



Asistencia técnica y apoyo: OIT/CINTERFOR Y BID.

Etapas del proyecto



Antecedentes del sector



Vigilancia tecnológica (escritorio)



Prospectiva (consulta a expertos/as)

- Cambios organizacionales
- Probabilidades de implementación
- Cambios en los perfiles



Recomendaciones

Difusión / comunicación resultados



Post investigación:

Monitoreo implementación

Seguimiento proyectos



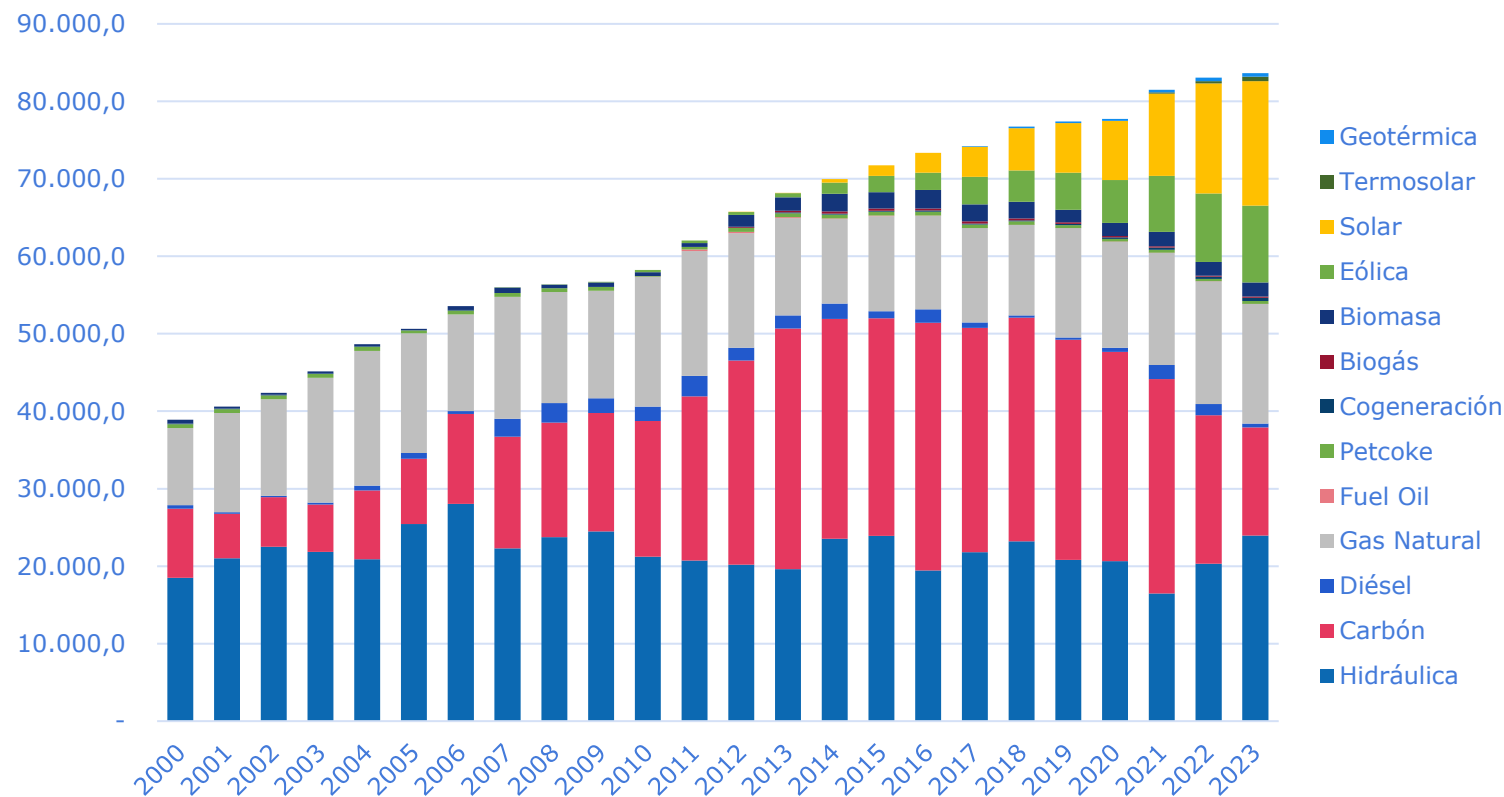
Actores involucrados en el proceso



Etapa 1: Caracterización sector ERNC

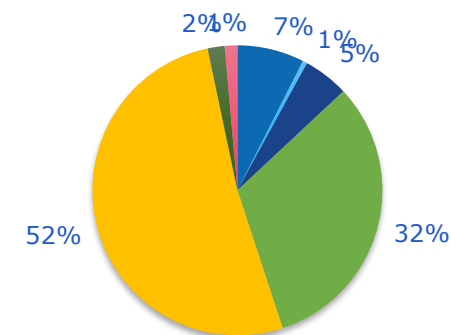


Generación de Energía (en GWh)



Durante el primer trimestre de 2024 la generación eléctrica en base a ERNC alcanzó el **41%** del total de la energía producida en Chile.

2023



52% 32% 7% 1% 5% 2%

Etapa 1: Caracterización sector

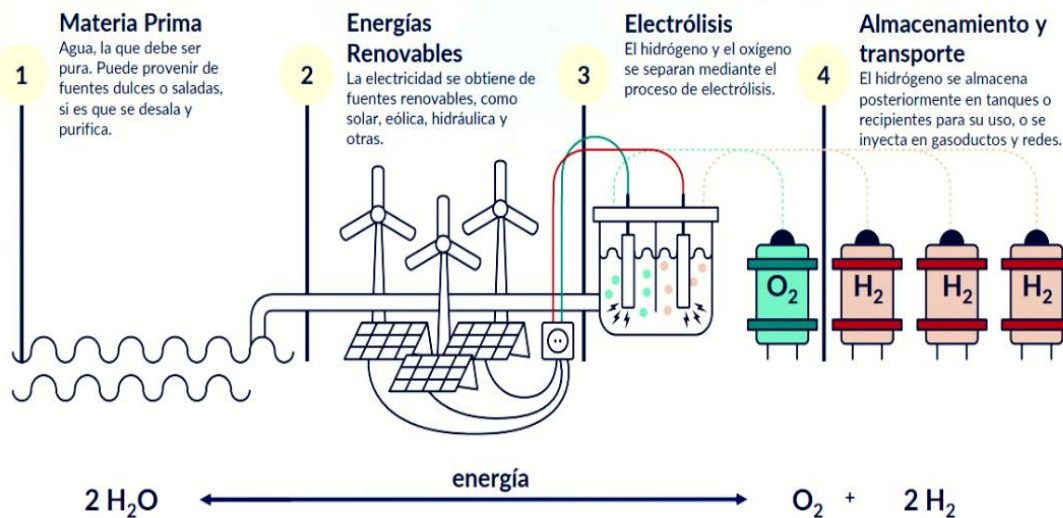


El hidrógeno (H) es el elemento más abundante, más ligero y pequeño del universo, en la naturaleza sólo es posible encontrarlo en compañía de otros elementos (como en el agua H₂O o metano CH₄).

En condiciones normales de temperatura y presión, la molécula diatómica (H₂, dihidrógeno) es un gas incoloro, inodoro, insípido e inflamable.

¿Cuáles son los tipos de Hidrógeno que existen?

- H₂^G** El **Hidrógeno Gris** se obtiene a partir del gas natural y genera dióxido de carbono durante su proceso de producción.
- H₂^A** El **Hidrógeno Azul** también se produce a partir del gas natural, pero utiliza tecnologías de captura y almacenamiento de carbono, reduciendo su impacto al medio ambiente.
- H₂^V** El **Hidrógeno Verde**, en cambio, se obtiene mediante la electrólisis del agua utilizando energía renovable, lo que lo convierte en la opción más limpia y sostenible en términos medioambientales existente en las industrias del hidrógeno.



Etapa 1: Caracterización sector



Movilidad de carga y pasajeros (celdas combustibles)



Re-electricificación

Blending con gas natural

Combustibles sintéticos



Materia prima para industria química

Generación de Calor



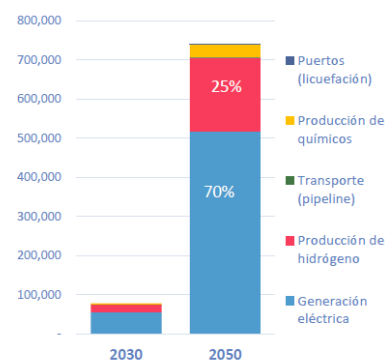
H2

NH3

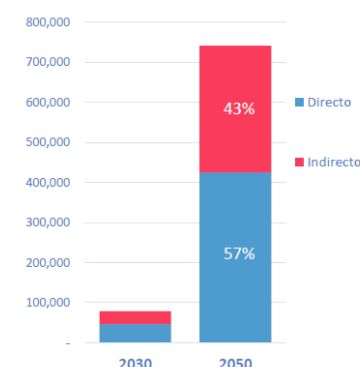


742 mil empleos al 2050 en un escenario de exportación según estrategia nacional

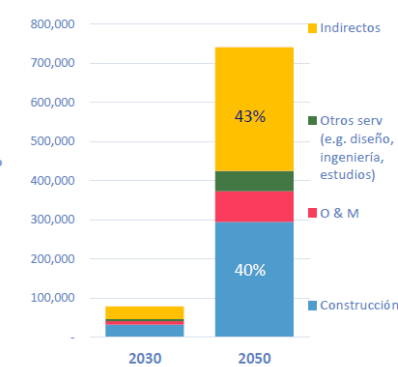
Según proceso



Según tipo de empleo



Según etapa



94 mil empleos al 2050 en industria doméstica

Metanol

Fuente: GIZ & Hincio Chile (2021)

Etapa 2: Identificación de tecnologías



Con ayuda del BID, se identificó a expertos/as de los distintos eslabones de la cadena de valor del H2V.

De esta manera se sostuvo reuniones con 9 expertos/as de los siguientes ámbitos:

1. Desalación de agua de mar
2. Gremio de las empresas de H2V (H2Chile)
3. Especialista de CORFO
4. Especialista de Ministerio de Energía
5. Especialista de Formación y pionero en la industria
6. Encargados del roadmap del H2V en la minería
7. Jefe de planta de amoníaco
8. Encargada de H2V en los liceos técnicos SOFOFA
9. Consultor del BID

En paralelo, Observatorio Laboral Araucanía, a través de Vigilancia Tecnológica (Mussol) identificó potenciales tecnologías a implementar en Chile.

Etapa 2: Identificación de tecnologías

1. Uso de energía eólica para la generación de ERNC/Baterías de acumulación de energías
2. Uso de energía solar para la generación de ERNC
3. Uso de energía geotérmica para la generación de ERNC
4. Uso de energía mareomotriz para la generación de ERNC

1. Celdas de combustibles en base a H₂V estacionaria y otros usos
2. Uso para movilidad (Buses/camiones)
3. E-fuels como solución para el sector minero y el transporte
4. Mezclado (blending) de H₂ con Gas Natural para uso térmico en la industria
5. Amoníaco verde como combustible para el transporte

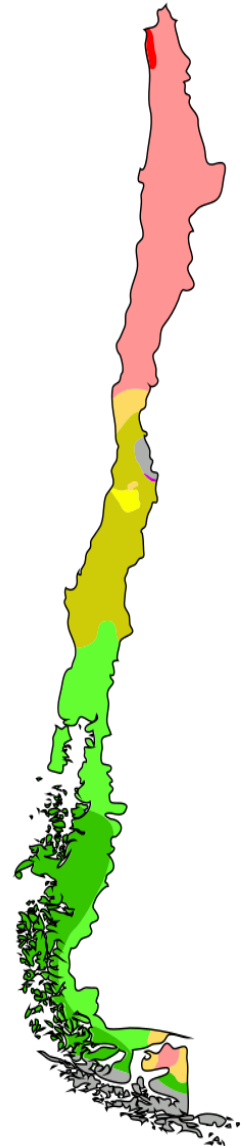
1. Electrolizadores alcalinos de agua (AWE)
2. Electrolizadores con membrana de intercambio de protones (PEM)
3. Electrolizador con membrana de intercambio de aniones (AEM)
4. Electrolizadores de óxido sólido (SOEC)
5. Sistema para recuperar hidrógeno a partir de mezclas de gases (PSA-Purification Swing Adsorption)
6. Introducción de procesos criogénicos en la purificación de H₂V/Biometano

1. Osmosis inversa para el proceso de desalación del agua de mar

1. Almacenamiento de hidrógeno en hidruros metálicos
2. Uso del amoníaco como portador (carrier) de hidrógeno
3. Uso del amoníaco como portador (carrier) de metanol
4. Pipeline de amoníaco
5. Remolques de tubo para el transporte (tube trailers)
6. Hidrógeno líquido
7. Nuevas tecnologías y materiales para almacenamiento de H₂V-on board



Etapa 3: Prospectiva Tecnológica con expertos/as





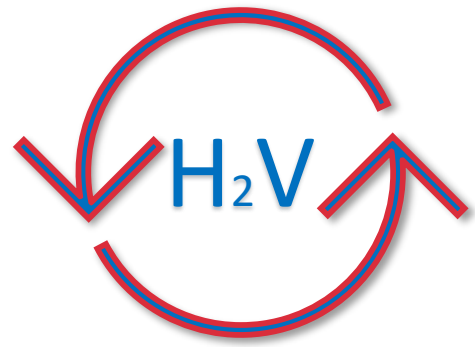
Etapa 3: Prospectiva Tecnológica con expertos/as

Tecnologías Emergentes Específicas		Grado de difusión en los próximos 5 años	Grado de difusión en los próximos 10 años	Grado de difusión en los próximos 15 años	
Generación	1	Uso de energía eólica para la generación de ERNC/Baterías de acumulación de energías	Del 11% al 30% del mercado	Del 31% al 50% del mercado	Del 11% al 30% del mercado
	2	Uso de energía solar para la generación de ERNC	Del 11% al 30% del mercado	Del 31% al 50% del mercado	Del 51% al 70% del mercado
	3	Uso de energía geotérmica para la generación de ERNC	No va a difundirse	No va a difundirse	Hasta el 10% del mercado
Desalación	4	Osmosis inversa para el proceso de desalación del agua de mar	Del 51% al 70% del mercado	Del 51% al 70% del mercado	Del 51% al 70% del mercado
Producción y acondicionamiento de hidrógeno	5	Electrolizadores alcalinos de agua (AWE)	Del 51% al 70% del mercado	Del 31% al 50% del mercado	Del 11% al 30% del mercado
	6	Electrolizadores con membrana de intercambio de protones (PEM)	Del 31% al 50% del mercado	Del 31% al 50% del mercado	Del 51% al 70% del mercado
	7	Electrolizador con membrana de intercambio de aniones (AEM)	Hasta el 10% del mercado	Hasta el 10% del mercado	Hasta el 10% del mercado
	8	Electrolizadores de óxido sólido (SOEC)	No va a difundirse	No va a difundirse	Hasta el 10% del mercado

Extracto del Informe de Resultados.

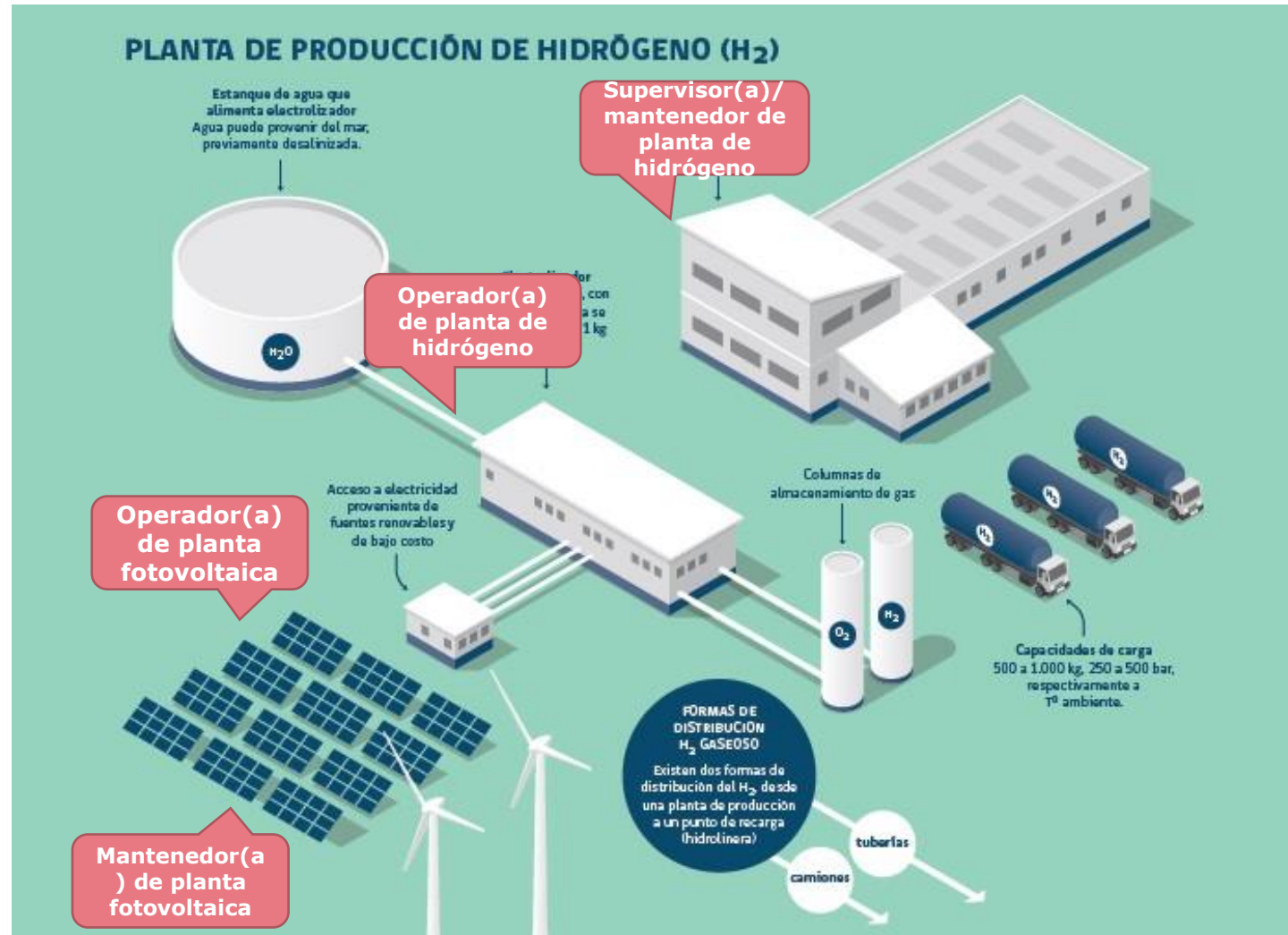


Etapa 3: Prospectiva Tecnológica con expertos/as





Etapa 4: Perfiles ocupacionales





Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Concentración solar de potencia

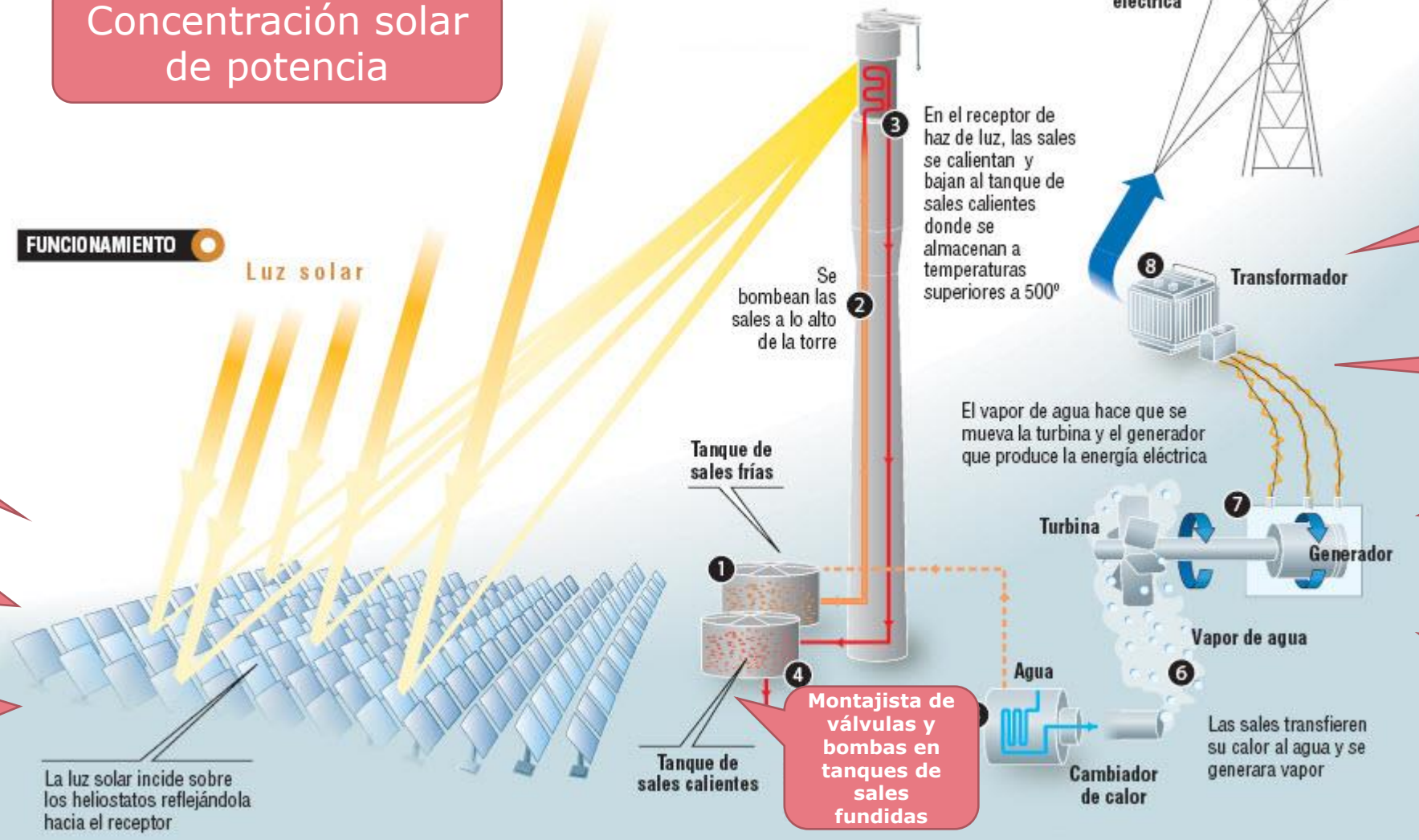
FUNCIONAMIENTO

Luz solar

Instalador(a) de helióstatos en campo solar

Operador(a) en línea de montaje de helióstatos

Mantenedor(a) de campo solar en planta termosolar



Mantenedor(a) eléctrico de central termosolar

Operador(a) de planta de hidrógeno

Mantenedor(a) mecánico de central termosolar

Mantenedor(a) instrumentista de central termosolar



Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Ocupaciones	Diseño de proyectos	Generación de ERNC	Suministro de Agua	Producción de H2	Distribución y Almacenamiento de H2	Aplicación/Usos
Ingenieros						
Ingenieros/as en energía de hidrógeno	X			X		X
Ingenieros/as químicos			X	X		X
Ingenieros/as mecánicos		X	X	X	X	X
Ingenieros/as de procesos.	X	X	X	X	X	X
Diseñadores/as de instrumentos.	X	X	X	X	X	X
Ingenieros/as eléctricos.	X	X	X	X	X	X
Ingenieros/as en robótica.			X	X	X	X
Ingenieros/as especialistas en celdas de electrolisis				X		
Científicos de Datos.	X		X	X	X	X
Ingenieros/as hidráulicos			X	X		



Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Ocupaciones	Diseño de proyectos	Generación de ERNC	Suministro de Agua	Producción de H2	Distribución y Almacenamiento de H2	Aplicación/Usos
Técnicos de fabricación, instalación, operación y mantenimiento						
Técnico(a) en instalación de tuberías H2			X	X	X	
Operario(a) en construcción de gasoductos de hidrógeno					X	X
Técnico(a) de fabricación de celdas de combustible				X		
Técnico de laboratorio de hidrógeno				X		X
Operario(a) en plantas de manufactura de retrofits de celdas de combustible	X			X		
Instalador(a) de reequipamiento de pilas de combustible.				X		
Instalador(a) de sistemas de energía de H2V.		X		X		
Operador(a) de planta H2. (CCL Chile P-2011-3133-001-V01)				X		
Mantenedor(a) de planta H2. (CCL Chile P-2011-3133-002-V01)				X		
Supervisor(a) de planta de H2 (CCL Chile P-2011-3133-003-V01)				X		
Especialista en instalación y operación de equipamientos de H2V	X			X		
Mecánico(a) de celdas de H2				X		X
Técnico(a) en almacenamiento de la electricidad		X				
Técnico(a) en transmisión y distribución de electricidad.		X				
Mantenedor(a) de plantas fotovoltaicas (CCL Chile P-3510-3131-009-V01)		X				
Operador(a) de plantas fotovoltaicas (CCL Chile P-3510-3131-008-V01)		X				
Operador(a) de terreno de planta desaladora			X			
Mantenedor(a) mecánico(a) de planta desaladora			X			
Supervisor(a) de planta desaladora			X			
Operador(a) de almacenamiento de H2					X	
Mantenedor(a) de tanques de almacenamiento de H2					X	
Mantenedor(a) de gasoductos de H2					X	X



Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Ocupaciones	Diseño de proyectos	Generación de ERNC	Suministro de Agua	Producción de H2	Distribución y Almacenamiento de H2	Aplicación/Usos
Técnicos de seguridad y control de calidad						
Inspector(a) técnico de gas.				X	X	X
Técnico(a) de Arqueología	X					
Técnico(a) de evaluación ambiental	X					
Técnico(a) de control de calidad.			X	X	X	X
Especialista en seguridad H2.			X	X	X	X
Técnicos de logística y movilidad						
Conductor(a) de vehículos eléctricos						X
Especialista en diagnóstico y mantenimiento de vehículos eléctricos (CCL Chile P-4520-7412-001-V01)						X
Técnico(a) en transporte de combustibles sintéticos (E-Fuel)						X
Estibador(a) de contenedores de H2					X	
Mecánico(a) de vehículos pesados eléctricos/H2						X



Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Ocupaciones	Diseño de proyectos	Generación de ERNC	Suministro de Agua	Producción de H2	Distribución y Almacenamiento de H2	Aplicación/Usos
Especialistas I+D						
Directores/as de investigación de pilas de hidrógeno.	X			X		
Arqueólogo(a) especialista en valuación de proyectos energéticos	X					
Científicos/as de materiales.	X			X	X	X
Científicos/as de datos.	X	X	X	X	X	X
Directores/as de investigación de pilas de hidrógeno.	X			X		
Profesores/as, en tecnologías Power to X.	X			X		X
Formadores/as, en tecnologías Power to X.	X			X		X
Consultores/as, en tecnologías Power to X.	X					X
Diseñador de sistemas de hidrógeno y retrofit	X			X		
Especialista de desarrollo de proyectos de reducción de emisiones	X			X		
Diseñador de celdas de combustible	X			X		



Etapa 4: Perfiles ocupacionales

Ocupaciones	Diseño de proyectos	Generación de ERNC	Suministro de Agua	Producción de H2	Distribución y Almacenamiento de H2	Aplicación/Usos
Gestores comerciales y de administración						
Desarrollador de negocios.	X					X
Gerentes/as financieros.	X			X		X
Jefes/as de finanzas.	X			X		
Consultores/as de venta de sistema de H2V.	X			X		
Especialista en marketing.	X					
Investigadores/as de mercado H2V.	X			X		
Directores/as de investigación de pilas de H2.	X			X		
Encargados/as de la planta H2.				X		
Gerentes/as de operaciones de planta H2.				X		
Gerente de portafolio de créditos de carbono				X		
Analista de ventas o regulación de hidrógeno	X			X		X
Gerente de estación de recarga de hidrógeno					X	

Competencias más demandadas



Modelo de competencias desde un enfoque multidimensional: tecnología, sector industrial, desarrollo de software y ciclo de vida de producción, habilidades transversales, competencia y perfiles de trabajo.

Autogestión (pensamiento proactivo)

Toma de decisiones en base a datos

Inglés técnico

Pensamiento interdisciplinar

Autonomía laboral

Mantenimiento predictivo

Liderazgo adaptativo

Gestión socio ecológica

Gestión digital

Pensamiento crítico

Flexibilidad cognitiva

Gestión de proyectos

Conclusiones y nuevos desafíos (1)



1. La industria del H2V es incipiente en Chile. Innovación metodológica para obtener resultados. Se optó por **Vigilancia Tecnológica y Prospectiva Ocupacional**. Con un mayor número de Proyectos de Inversión: estudios de fuerza laboral basados en análisis de proyectos y encuestas a empresas.
2. El hidrógeno no generará gran cantidad de empleos directos. La mirada amplia del impacto ocupacional H2V es clave para comunicar a la ciudadanía y no generar falsas expectativas (directo/indirecto, construcción/operación, producción/transporte, H2V/NH3/CH3OH).
3. El H2V es un incentivador de otros sectores. Desde la producción de Energía Renovables NC hasta su distribución y comercialización, pasando por la planificación y construcción de proyectos.
4. Sus efectos ocupacionales son mucho más amplios que los tres perfiles de H2V, deben considerarse otros perfiles de ERNC ya levantados. Se puede ser parte de la industria capacitando y aportando en perfiles de producción de ERNC (y otros subsectores).

Conclusiones y nuevos desafíos (2)



1. El Estado puede ser un **facilitador** de la industria y en que su instalación sea **justa**. Ambos son componentes de la Estrategia Nacional de H2V y del Plan de Acción de H2V.
2. Desde MINTRAB se puede aportar en diagnóstico y prospección / levantamiento perfiles / capacitación y certificación. En articulación pública / privada.
3. **Plan de Capacitación en H2V** (debiese considerar):
 - i. Comenzar con relatores, profesores (aseguramiento calidad)
 - ii. Reconversión laboral de trabajadores que ya están en subsectores relacionados **(mujeres, jóvenes, comunidades locales)**.
 - iii. Reforzar módulos transversales, seguridad, inglés.
 - iv. Definir Rol de Consejos Regionales de Capacitación.
 - v. Impulso a los centros de formación comunal y regional cerca de los proyectos
 - vi. Coordinación con MINEDUC. Trayectorias ascendentes.
 - vii. Temporalidad y definición de inicio es clave.

Conclusiones y nuevos desafíos (3)



1. Es fundamental **avanzar en estimaciones de empleo directo e indirecto**, a partir de proyectos de inversión y Estrategia H2V. MINERGIA está liderando un **Estudio de Fuerza Laboral** en el Sector Energía (BID), con resultados para inicios 2025.
2. Durante 2024, el **Observatorio Laboral de Magallanes** replicará este estudio para el Subsector Logístico-Portuario.
3. Y otros diversos estudios a nivel nacional y regional en estos momentos se están desarrollando.
4. Se debe seguir monitoreando la industria: nuevos proyectos, concreción de inversiones e implementación de desarrollos tecnológicos. Así **como mantener y asegurar contacto con empresas** (institucionalidad prospectiva, no basta con consultorías individuales).



Departamento de Intermediación y Prospección Laboral

División de Políticas de Empleo

<https://www.subtrab.gob.cl/division-politicas-de-empleo/prospeccion-laboral/>



**ESTRATEGIA
NACIONAL DE**
PROSPECCIÓN LABORAL