

Encadenamientos productivos de la industria del hidrógeno verde y derivados en Magallanes y la Antártica Chilena

Perspectivas, desafíos y oportunidades

Imprint

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad:
Bonn y Eschborn, Alemania

International PtX Hub
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin, Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@ptx-hub.org
I www.ptx-hub.org

Responsable :

Verónica Vukasovic, Diego Messina (International PtX Hub) & Rubén Guzmán (Ministerio de Energía de Chile)

Investigador:

Mauricio Ojeda

Registro de Propiedad Intelectual Inscripción: 978-956-8066-58-1
Primera edición digital: diciembre 2023

El International PtX Hub es implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en nombre del Ministerio Federal Alemán de Asuntos Económicos y Acción Climática (BMWK). Financiado por la Iniciativa Internacional sobre el Clima (Internationale Klimaschutzinitiative, IKI), El International PtX Hub es una contribución a la Estrategia Nacional Alemana del Hidrógeno de 2020 y representa uno de los cuatro pilares del programa de acción PtX de la BMUV iniciado en 2019.

Las opiniones y recomendaciones expresadas no reflejan necesariamente las posiciones de las instituciones encargantes o de la agencia implementadora.

Santiago de Chile, diciembre de 2023



en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



Tabla de contenidos

Resumen ejecutivo.....	5
Introducción.....	9
Transición energética, hidrógeno verde y desarrollo local	10
Antecedentes de la región de Magallanes.....	13
1. Análisis de la industria del hidrógeno verde y derivados en Magallanes.....	27
1.1 Cadena de valor de la industria y sus potenciales encadenamientos productivos	28
1.2 Identificación de actores por eslabones de la cadena de valor de la industria	31
1.3 Distribución y análisis de stakeholders.....	32
1.4 Resultados de la aplicación de entrevistas.....	39
1.5 Resultados de los talleres	52
1.6 Información de los proyectos.....	55
1.7 Construcción de escenarios	60
1.8 Ejercicios de proyección productiva	65
1.9 Ejercicios de categorización de brechas	67
2. Revisión y análisis de instrumentos de fomento	79
2.1 Áreas claves de desarrollo para el impulso productivo.....	80
2.2 Instrumentos de apoyo a pequeñas y medianas empresas implementados por Corfo.....	82
2.3 Una mirada internacional al fomento productivo	87
3. Conclusiones, recomendaciones y medidas sugeridas	92
3.1 Conclusiones.....	93
3.2 Recomendaciones	95
3.3 Medidas sugeridas	96
Anexos.....	102
Caracterización del tejido productivo regional	102
Vinculación con iniciativas en curso: Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes...	102
Identificación de stakeholders	103
Entrevistas semi estructuradas	104
Talleres participativos	104
Levantamiento de datos de la industria	106
Construcción de escenarios	107
Categorización de brechas	107
Revisión de fuentes bibliográficas.....	107
Referencias	109

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Emisiones de GEI totales (MtCO ₂ e) por sector, serie 1990 – 2020	11
Ilustración 2: Trayectoria de emisiones en el escenario de carbono neutralidad hacia el 2050	12
Ilustración 3: Evolución producto interno bruto de Magallanes	15
Ilustración 4: Evolución producto interno bruto de Magallanes por actividades económicas (2016-2022)....	16
Ilustración 5: Distribución porcentual PIB por actividades económicas de Magallanes 2022	16
Ilustración 6: Evolución cantidad de empresas y relación con el PIB	17
Ilustración 7: Distribución de empresas según tamaño en Magallanes	17
Ilustración 8: Distribución de las ventas por tamaño de empresas en Magallanes	18
Ilustración 9: Cantidad de empresas por rubro 2022.....	19
Ilustración 10: Ventas por rubro 2022	19
Ilustración 11: Distribución de empleo por sectores y por sexo al 2022	20
Ilustración 12: Población activa por situación en el mercado laboral de Magallanes	20
Ilustración 13: Ingreso promedio mensual Chile - Magallanes	21
Ilustración 14: Ingreso mediano mensual Chile - Magallanes	21
Ilustración 15: Evolución de exportaciones de la región de Magallanes	22
Ilustración 16: Evolución matrícula educación superior región de Magallanes	23
Ilustración 17: Factor de planta promedio por 12 años a diciembre 2022 en Cabo Negro	24
Ilustración 18: Factor de plantas eólicas en el mundo al año 2022	24
Ilustración 19: Cadena de valor y potenciales encadenamientos productivos para el hidrógeno verde y derivados.....	30
Ilustración 20: Distribución de stakeholders identificados por segmento	32
Ilustración 21: Subdivisión de stakeholders sector privado (137)	33
Ilustración 22: Subdivisión de stakeholders sector público (56).....	34
Ilustración 23: Subdivisión de stakeholders sector academia (24).....	34
Ilustración 24: Subdivisión de stakeholders sector sociedad civil (26).....	35
Ilustración 25: Eslabones de la cadena de valor del hidrógeno verde y derivados	35
Ilustración 26: Distribución de empresas por eslabón y presencia territorial	36
Ilustración 27: Distribución de empresas en manufactura/construcción y presencia territorial	37
Ilustración 28: Distribución de entrevistados por sector	39
Ilustración 29: Distribución de entrevistados del sector privado	39
Ilustración 30: Capacidad eólica instalada proyectada en Magallanes	65
Ilustración 31: Capacidad de generación eléctrica proyectada en Magallanes.....	66
Ilustración 32: Producción potencial de hidrógeno verde al 2050 en Magallanes	67
Ilustración 33: Cantidad de aerogeneradores considerando una potencia mínima de 5 MW	68
Ilustración 34: Demanda proyectada de hormigón para construcción de fundaciones	68
Ilustración 35: Demanda proyectada de áridos para construcción de fundaciones	69
Ilustración 36: Cantidad de empleos proyectados para la etapa de construcción	70
Ilustración 37: Cantidad de empleos proyectados para la etapa de operación	71
Ilustración 38: Cantidad de proyectos ingresados al SEA en Magallanes	72
Ilustración 39: Proyectos ingresados al SEA medidos en inversiones	73
Ilustración 40: Principales costos de inversión de la industria del h ₂ v.....	74
Ilustración 41: Principales fabricantes de aerogeneradores en el mundo al 2019.....	74
Ilustración 42: Distribución de proyectos adjudicados en Magallanes con programas de financiamiento temprano por sectores productivos	86
Ilustración 43: Papelógrafo 1 talleres participativos	105
Ilustración 44: Papelógrafo 2 talleres participativos	106

Índice de tablas

Tabla 1: Población por comunas región de Magallanes	15
Tabla 2: Evolución de la distribución de empresas según tamaño en Magallanes	18
Tabla 3: Distribución de stakeholders por ubicación territorial	33
Tabla 4: Productos y servicios demandados actualmente por empresas productoras y otras con procesos productivos similares, que logran ser abastecidos de forma local	38
Tabla 5: Entidades representadas en el proceso de entrevistas	40
Tabla 6: Servicios, insumos, equipos y necesidades de formación por eslabón	51
Tabla 7: Organizaciones asistentes a talleres participativos	52
Tabla 8: Ideas y aportes obtenidos en los talleres de participación	53
Tabla 9: Cuadro resumen de aportes en los talleres por ejes estratégicos.	54
Tabla 10: Análisis FODA del territorio para su vinculación con la industria	54
Tabla 11: Listado de proyectos con potencial de ejecutarse en la región de Magallanes.....	55
Tabla 12: Estado actual y fechas estimadas para presentación de EIA, inicio de construcción e inicio de operación.....	56
Tabla 13: Ubicación de los proyectos, fases de construcción y empleos estimados para construcción y operación.	57
Tabla 14: Puertos y plantas de desalinización	58
Tabla 15: Empresas relacionadas, participación en gremios y presencia territorial en Magallanes	59
Tabla 16: Estimación de ingresos de EIAs al SEA por cada proyecto	61
Tabla 17: Configuración escenario inicial	62
Tabla 18: Configuración escenario intermedio.....	62
Tabla 19: Configuración escenario avanzado	63
Tabla 20: Resumen de escenarios configurados.....	63
Tabla 21: Ficha proveedores locales en hormigón	75
Tabla 22: Ficha proveedores locales en cemento.....	76
Tabla 23: Ficha proveedores locales en mantenimiento de ductos	77
Tabla 24: Instrumentos Corfo para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados.....	91
Tabla 25: Ejes Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes	103
Tabla 26: Formato de identificación de stakeholders	104
Tabla 27: Caracterización base de los proyectos de h2v en Magallanes	106

Resumen ejecutivo



Fomentado por:



en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Implementado por



Resumen ejecutivo

La industria del hidrógeno verde (h2v) y derivados no solo podría cumplir un rol clave en el proceso de transición energética y la contribución que puede realizar para la descarbonización del planeta, sino que también posee cualidades que permitirían configurar nuevos sistemas industriales más inclusivos, sostenibles y con alto valor agregado, para luego atraer nuevos sectores productivos altamente sofisticados que demanden un uso intensivo en energías limpias. Estos pueden crear empleos verdes, mejorar las oportunidades económicas locales y disminuir el riesgo por dependencia de factores externos. Asimismo, el desarrollo de esta industria podría significar un estímulo en el fomento a la investigación y el desarrollo, lo que posicionaría al territorio como un líder en innovación en energía sostenible. Por último, la inserción de esta actividad productiva tiene el potencial de extender redes de conexión eléctrica y/o suministrar energía a lugares que se encuentran aislados y en zonas donde existen problemas de escasez hídrica desde la perspectiva de las desalinizadoras multipropósito, lo cual permitiría impulsar la descentralización territorial y promover el desarrollo de comunas rurales.

La región de Magallanes y de la Antártica Chilena cuenta con condiciones favorables para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados, entre estas destacan su extraordinario recurso eólico, décadas de experiencia productiva en actividades económicas relacionadas, disponibilidad de infraestructura relevante que se encuentra subutilizada, una ubicación estratégica que cuenta con salida bioceánica, una serie de instrumentos e incentivos que promueven el desarrollo productivo en esta zona austral y sus grandes extensiones de terreno al ser la región más grande del país y la segunda menos habitada debido a su lejanía de grandes centros urbanos, las particularidades de su geografía, su clima extremo y sus áreas protegidas.

Una de las modalidades que permitirían materializar el desarrollo endógeno del territorio es la promoción de encadenamientos productivos y que es lo que determina el desarrollo de este estudio. Para esto se realizó un análisis exhaustivo de la cadena de valor de la industria y se generaron alianzas claves que posibilitaron la obtención de datos relevantes. En esta línea, cabe destacar el rol fundamental que jugaron entidades como Corfo, el Gobierno Regional de Magallanes, la Asociación de Productores H2V Magallanes, las empresas HIF Chile, Total Eren, TEG Chile, EDF Andes, RWE Renewables, EDF Renewables, HNH Energy, Llaquedona Green Hydrogen, Nordex/Acciona, Green Patagonia y el proyecto Cabeza de Mar (GH Energy, Free Power) quienes colaboraron decididamente al compartir el propósito del estudio.

Entre los principales hallazgos del estudio se destaca que:

- Considerando la distribución de empresas por eslabón de la cadena de valor, Magallanes destaca por contar con capacidades para la industria del h2v y derivados que se concentran en los Servicios de diseño y estudios iniciales de proyectos¹ (construcción de líneas de base, topografía, arriendo de predios, monitoreo de flora y fauna). Por otra parte, en cuanto a Manufactura y construcción², se identifican empresas ligadas a la construcción, maestranzas, arriendo de equipos industriales, producción y venta de hormigón, servicios de electricidad y electrónica e internación de equipos). Finalmente, en Producción y almacenamiento³, Magallanes cuenta con servicios de mantenimiento industrial de ductos y equipos, gestión de residuos y ensayos industriales).

¹ Correspondiente al eslabón 1 de la cadena de valor utilizada de marco análisis para este estudio (pág. 30).

² Correspondiente al eslabón 2 de la cadena de valor utilizada de marco análisis para este estudio (pág. 30).

³ Correspondiente al eslabón 4 de la cadena de valor utilizada de marco análisis para este estudio (pág. 30).

- La proyección de capacidad eólica instalada a 2040 señala que, en un escenario inicial, la región contaría con 11.700,3 MW; en escenario intermedio, con 26.556,3 MW; en escenario avanzado un total de 31.856,3 MW. Considerando todos los escenarios, la región contaría con una capacidad instalada 746% superior a lo que hoy en día existe en el país.
- En cuanto a escenarios de capacidad instalada y generación eólica, el factor de planta de Magallanes permitiría una producción potencial de h2v de 1.2 millones de toneladas (Mton) en un escenario inicial; 2,7 (Mton) en escenario intermedio; y 3.3 (Mton) en escenario avanzado.
- Para la demanda de hormigón para la construcción de fundaciones, se proyecta una demanda de máximo de 4.2 millones de toneladas (o 1.8 millones de m3) completando la construcción el año 2041 en escenario inicial. Si a esto se agrega el escenario intermedio (5.3 millones de toneladas o 2.2 millones de m3), se demandarían más de 9,5 millones de toneladas (o casi 4 millones de m3), y finalmente, si se añade el escenario avanzado (1.9 millones de toneladas o 795 mil m3), se llegaría a un total que estaría por sobre las 11.4 millones de toneladas (cerca de los 4.8 millones de m3) de hormigón anuales.
- Utilizando una medida estándar de 70% para la demanda de áridos para la producción de hormigón se obtiene que, para el escenario inicial, se generaría una demanda máxima anual de 2.9 millones de toneladas (o 1.2 millones de m3), si a esto se le agrega el escenario intermedio (3.7 millones de toneladas o 1.6 millones de m3), se llegaría a la suma de 6.6 millones de toneladas (o 2.8 millones de m3), y si por último se agrega el escenario avanzado (1.3 millones de toneladas o 556 mil m3), se alcanzaría una demanda máxima anual de, aproximadamente, 8 millones de toneladas (o 3.3 millones de m3).
- De acuerdo con información facilitada por cinco de las empresas productoras de h2v y derivados con proyectos en la región de Magallanes (al momento de la ejecución de este estudio no todas contaban aún con estas proyecciones realizadas o se encontraban rediseñando sus modelos), el peak de trabajadores estimados para la etapa de construcción podría alcanzar un máximo de casi 12 mil vacantes entre los años 2027 y 2029.
- Considerando seis proyectos que facilitaron datos, los que equivalen aproximadamente a un 50% de la capacidad eólica instalada proyectada, el empleo máximo para la etapa de operación al año 2027 sería levemente superior a los 500 puestos de trabajo, luego el 2028 ascendería a 1.900 y desde 2029 llegaría a unos 2.200.
- Se consolidó una descripción de los servicios, insumos, máquinas y equipos y capacidades formativas que se demandarían por cada uno de los eslabones de la cadena de valor de la industria.

Las brechas evidenciadas en los análisis prospectivos dan luces de que, aun cuando se materializara solo una parte menor de las iniciativas, las capacidades locales, tanto de proveedores como de entidades públicas clave, se verían ampliamente superadas.

Entre las recomendaciones que este estudio sugiere en base al diagnóstico realizado en los capítulos de análisis, se plantean los siguientes aspectos a ser considerados:

- i) realizar un monitoreo periódico del estado de los proyectos, a fin de contar con información actualizada sobre el dinamismo de la industria;
- ii) fortalecer capacidades y dotaciones de instituciones públicas clave;
- iii) promover la capacitación y el fortalecimiento de los proveedores desde la etapa de construcción con el fin de que estos obtengan las competencias y certificaciones correspondientes que les permitan suministrar productos y/o servicios en la etapa de operación.

Finalmente, en medidas concretas sugeridas se centran en:

- i) completar y/o actualizar una hoja de ruta para el desarrollo de un polo global de H2V en Magallanes;
- ii) fortalecer al programa Transforma H2V Magallanes como unidad impulsora de un clúster de h2v;
- iii) continuar con una etapa dos de encadenamientos productivos que permita profundizar en áreas de interés y generar un compendio de productos y servicios locales;
- iv) explorar oportunidades de la industria para encadenar productivamente aguas abajo atrayendo nuevos sectores intensivos en energía;
- v) analizar de forma práctica los beneficios que otorgan los incentivos y las leyes de excepción de Magallanes;
- vi) promover el desarrollo de programas de innovación abierta
- vii) analizar potencialidades y generar los incentivos para la atracción de empresas con encadenamientos (proveedor de proveedores);
- viii) hacer uso de instrumentos de fomento como el Programa Territorial Integrado en áreas de interés;
- ix) que las empresas diseñen e incorporen políticas de proveedores e impulsen programas de compra local;
- x) facilitar el acceso a financiamiento para pymes.

La industria del h2v tiene el potencial de producir una transformación productiva, social y ambiental en Magallanes, que convertiría a la región en un polo de las energías limpias a nivel global. Esto plantea importantes desafíos donde los sistemas de gobernanza, la colaboración público-privada, la participación ciudadana, el desarrollo de infraestructura compartida y la certeza jurídica para la evaluación de los proyectos son cruciales. Sólo de esta manera se logrará generar valor compartido e impulsar un desarrollo sostenible e integral del territorio.

Introducción



en virtud de una decisión del Bundestag alemán



Introducción

La transición energética hacia fuentes más sostenibles es una prioridad global que tiene como protagonista al hidrógeno verde (h2v). Esta molécula, abundante en el universo, puede ser producida a través de un proceso de electrólisis del agua utilizando energía renovable, y promete ser la clave para desfosilizar sectores que no se podrían electrificar con fuentes limpias. En este contexto, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena se presenta como un territorio con un potencial significativo para la producción de h2v, no solo por sus condiciones naturales favorables, sino también por su vocación productiva histórica, sus capacidades existentes, su infraestructura disponible y su ubicación estratégica.

El presente estudio busca analizar en profundidad las oportunidades que se abren en términos de encadenamientos productivos vinculados al h2v y sus derivados, teniendo como propósito central sugerir medidas de fomento productivo que se podrían adoptar en el territorio. Para esto se considera una revisión detallada de los antecedentes geográficos, demográficos y socioeconómicos de Magallanes, destacando las ventajas que presenta para el desarrollo de esta industria emergente. Además, se realiza un análisis exhaustivo de la cadena de valor de la industria, identificando actores clave y posibles brechas que deben ser abordadas para alcanzar un desarrollo óptimo, todo esto por medio de la recopilación de antecedentes, la aplicación de entrevistas y la ejecución de talleres que se realizaron en la región.

A través de la construcción de escenarios, proyecciones productivas y ejercicios de categorización, este estudio no solo pone de manifiesto el estado actual de la industria en la región, sino que también proyecta sus posibles evoluciones y desafíos. Adicionalmente, se revisan y analizan diversos instrumentos de fomento que podrían impulsar aún más el desarrollo de esta industria, considerando experiencias internacionales y propuestas adaptadas al contexto chileno.

Finalmente, con todos los antecedentes expuestos, se realizan las conclusiones correspondientes, se plantean recomendaciones para el desarrollo sostenible de la industria y se sugieren una serie de medidas que potencialmente podrían ser adoptadas, tanto por entidades públicas como del sector privado, reconociendo la importancia de un enfoque equilibrado y colaborativo en la adopción de iniciativas.

Con la ambición de contribuir al debate y a la toma de decisiones estratégicas, este trabajo pretende ser una herramienta esencial para todos aquellos interesados en el futuro del h2v y sus derivados en Chile y, en particular, en Magallanes y la Antártica Chilena, una región que se perfila como líder en la revolución energética del siglo XXI.

Transición energética, hidrógeno verde y desarrollo local

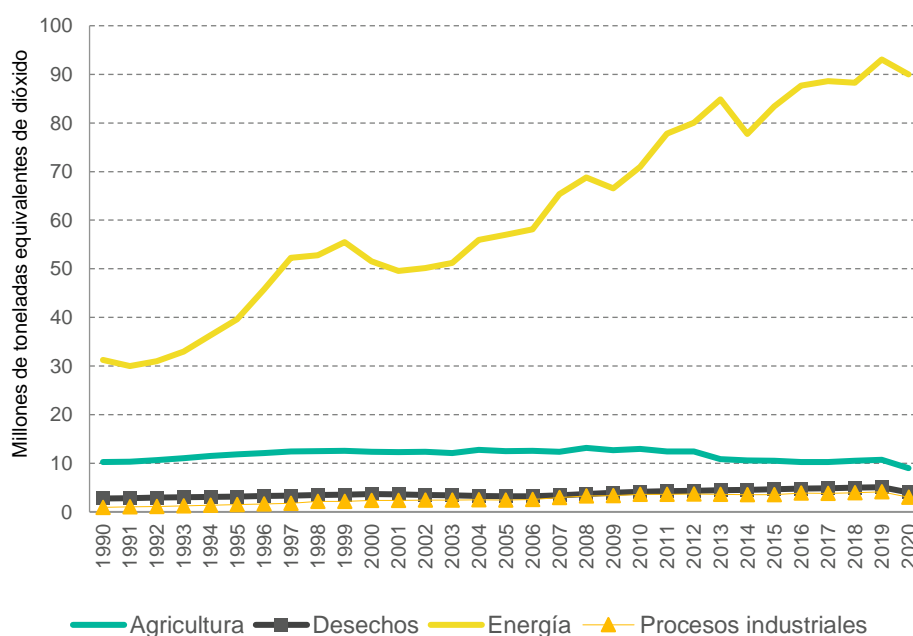
Con un fuerte sentido de urgencia por la acción climática, Chile se comprometió, a través de la ley marco de cambio climático n° 21.455, con la meta de alcanzar la carbono neutralidad en 2050 mediante la actualización de su Contribución Nacionalmente Determinada publicada en 2020 (conocida como NDC por sus siglas en inglés National Determined Contribution)⁴. Esto implica que las emisiones netas de gases de efecto invernadero se reducirán a cero para esa fecha, lo que se logrará mediante una combinación de acciones, políticas y tecnologías, distribuidas en diversos

⁴ Ministerio de Medio Ambiente, 2020. Contribución Nacionalmente Determinada de Chile: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

ámbitos, que permitan reducir las emisiones y compensar las que no puedan ser eliminadas mediante la protección y restauración de bosques y otros sumideros de carbono⁵. Entre los ámbitos de acción definidos por el Gobierno de Chile, se identifica que el hidrógeno producido con fuentes renovables (o hidrógeno verde, H2V) tendrá un rol clave para el cumplimiento de la NDC. Además, la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde presenta como objetivo lograr transitar de ser un país históricamente basado en recursos no renovables a una nación que añade un valor a sus exportaciones y que produce los recursos energéticos limpios que el mundo necesita para descarbonizarse. Dentro de la estrategia se indica como uno de los 6 pilares estratégicos, el promover la industria del h2v y derivados como un motor de desarrollo local⁶.

De acuerdo con datos provistos por CEPALSTAT, según se refleja en la ilustración 1, se observa que el sector Energía concentra la mayor cantidad de emisiones, seguido por el sector Agricultura y finalmente los sectores de Residuos y de Procesos Industriales.

Ilustración 1
Emisiones de GEI totales (MtCO2e) por sector, serie 1990 - 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de CEPALSTAT.

Siendo el sector energético el mayor responsable de las emisiones GEI, Chile ha implementado diversas iniciativas para aumentar la participación de las fuentes renovables en su matriz energética y ha establecido metas ambiciosas para la generación de electricidad a partir de energías limpias como la solar y eólica. Además, se ha comprometido a eliminar gradualmente la generación de electricidad a partir del carbón, fomentar la eficiencia energética y promover la electromovilidad. Entre las metas establecidas en la Política Energética Nacional del Ministerio de Energía de Chile, se encuentran las siguientes:

⁵ Ministerio de Energía, 2017, actualización al año 2022. Energía 2050: Política Energética de Chile.

⁶ Ministerio de Energía, 2020. Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde:

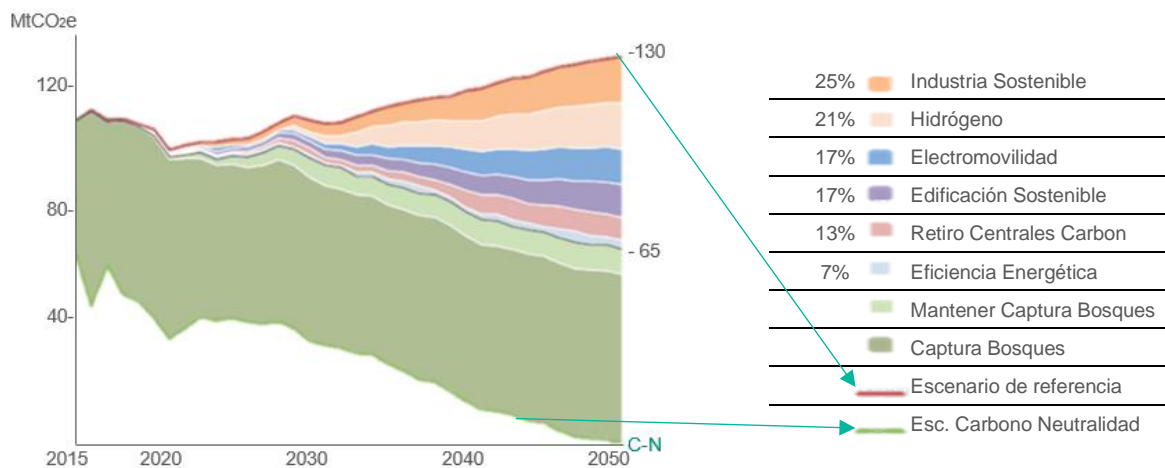
https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf

- 100% energías cero emisiones al 2050 en generación eléctrica y 80% energías renovables al 2030.
- 60% menos emisiones anuales de GEI en sector energético al 2050, respecto a 2018, lo que permitirá alcanzar la carbono neutralidad antes del 2050.

A su vez, Chile cuenta con ventajas significativas para el desarrollo de energías renovables no convencionales lo que le permitió obtener el año 2022, según el ranking Climatescope elaborado por Bloomberg NEF, el primer lugar entre los países de economías emergentes más atractivos para la inversión en energías limpias. Entre los puntos que destacan se encuentran la estabilidad político-administrativa, la disponibilidad de abundantes recursos naturales (solar y eólico) y el compromiso del Estado con la descarbonización, entre otras⁷. Esto, de acuerdo con Invest Chile, ha permitido que el país sea foco de interés para iniciativas de proyectos por más de US\$29 mil millones en h2v al año 2022⁸.

El hidrógeno verde y sus derivados aparece como un sector clave para el proceso de transición energética del país hacia una economía más sostenible, representando una alternativa que cuenta con el potencial de aportar con un 21% en la reducción de emisiones para lograr la carbono neutralidad al año 2050 (ver ilustración 2).

Ilustración 2
Trayectoria de emisiones en el escenario de carbono neutralidad hacia el 2050



Fuente: Ministerio de Energía de Chile.

De esta manera, a medida que los países buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático, el hidrógeno verde se presenta como una alternativa valiosa en varios aspectos, entre ellos destacan⁹:

- Almacenamiento y flexibilidad energética: El hidrógeno verde puede ser producido a partir de fuentes de energía renovable en momentos de exceso de oferta de energía, como cuando hay mucho viento o sol. Luego, este hidrógeno puede ser almacenado y utilizado

⁷ Climatescope by Bloomberg NEF, 2022. <https://www.global-climatescope.org/results/>

⁸ InvestChile, 2023. Cartera de inversiones al año 2022. <https://shorturl.at/akSX5>

⁹ Universidad de Chile, 2022. Desafíos y Oportunidades de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Manuel Agosin y Eduardo Bitrán. <https://mirada.fen.uchile.cl/articulo/ver/desafios-y-oportunidades-de-la-estrategia-nacional-de-hidrogeno-verde>

cuando la demanda de energía es alta o cuando las fuentes renovables están menos disponibles, proporcionando una fuente flexible y gestionable de energía.

- **Descarbonización de sectores difíciles de electrificar:** Algunos sectores, como la industria pesada, el transporte de larga distancia y ciertas aplicaciones industriales, son difíciles de electrificar directamente con energía renovable debido a sus requerimientos energéticos específicos. El hidrógeno verde puede ser utilizado como un vector energético en estos sectores, reemplazando combustibles fósiles y reduciendo las emisiones.
- **Electromovilidad y transporte sostenible:** El hidrógeno verde puede ser utilizado en pilas de combustible para vehículos eléctricos, lo que permite una mayor autonomía y tiempos de recarga más rápidos en comparación con las baterías convencionales. Esto puede ser especialmente útil en aplicaciones como camiones de larga distancia, autobuses y vehículos pesados.
- **Generación de energía limpia:** El hidrógeno verde puede ser utilizado en centrales eléctricas para generar electricidad de manera más limpia que la quema de combustibles fósiles. Las pilas de combustible y las turbinas de hidrógeno pueden generar electricidad sin emisiones directas de dióxido de carbono.
- **Desarrollo tecnológico:** La producción y utilización del hidrógeno verde promueve la inversión en tecnologías desde la etapa de levantamiento de líneas de base, construcción, manufactura, producción, almacenamiento y distribución.
- **Diversificación de la matriz energética:** Introducir el hidrógeno verde en la matriz energética ayuda a diversificar las fuentes de energía, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y mejorando la seguridad energética.

Además de la potencial contribución que puede generar el sector para la descarbonización, con las condiciones marco adecuadas, los países que cuentan con características que favorecen el asentamiento de esta industria, pueden desarrollar nuevos sistemas industriales prometedores para luego atraer gradualmente a sectores industriales con uso intensivo de energía. El hidrógeno verde y derivados puede contribuir al desarrollo industrial inclusivo y sostenible, puede apoyar el desarrollo de nuevos clústeres de producción e incentivar la integración de procesos productivos bajos en carbono. Estos pueden crear empleos verdes y mejorar las oportunidades económicas locales y disminuir el riesgo por dependencia de factores externos. Asimismo, el desarrollo de esta industria podría significar un estímulo en el fomento a la investigación y el desarrollo, lo que podría posicionar al territorio como un líder en innovación en energía sostenible. Por último, la inserción de esta actividad productiva en los territorios tiene el potencial de extender redes de conexión eléctrica y/o suministrar energía a lugares que se encuentran aislados y, en zonas donde existen problemas de escasez hídrica (por medio de la desalinización), buscar mecanismos para proveer recursos a comunidades o sectores como el silvoagropecuario (UNIDO, 2023).

Antecedentes de la región de Magallanes

El desarrollo de este estudio se centra particularmente en las potenciales oportunidades de encadenamientos productivos vinculados a la industria del hidrógeno verde y derivados en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Este territorio, el cual se extiende desde los 48°36'

a los 56°30' de latitud Sur y entre los meridianos 66°25' y 75°40' de longitud Oeste¹⁰, corresponde a la región más austral del país y cuenta con características que la hacen particularmente diferente de otras en Chile y el mundo.

Características geográficas

La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena es la más extensa del territorio nacional, posee una superficie de 1.382.291,10 km², correspondiendo 132.291,10 km² a su parte continental y por el Territorio Chileno Antártico, 1.250.000 km², representando en total al 68,9% de la superficie nacional¹¹. La parte correspondiente al territorio antártico chileno cuenta con bases científicas y una creciente actividad turística posicionando a Punta Arenas como principal punto de acceso a la Antártica¹².

Magallanes está separada del resto de Chile por vastas extensiones de terreno montañoso, estepas y grandes cuerpos de agua, lo que dificulta su acceso y comunicación con otras regiones. Estas condiciones de limitada conectividad sumado a su clima extremo, hace que se le denomine como una “región isla” desconectada del continente.

Otra de las características particulares del territorio son sus bellezas naturales. La región alberga vastos paisajes que varían desde montañas y glaciares en las zonas cordilleranas, estepas en las áreas interiores, hasta intrincados archipiélagos y canales en la zona costera. Aproximadamente el 60% de la superficie de la región corresponde a áreas silvestres protegidas, estratificadas en reservas, monumentos naturales y parques nacionales, esto equivale a más del 50% de todas las áreas protegidas del país correspondiente al territorio continental¹³. Entre ellos destaca principalmente el Parque Nacional Torres del Paine, uno de los más reconocidos y visitados a nivel mundial y que fue declarado por la UNESCO como Reserva Mundial de la Biósfera en 1978.¹⁴.

Finalmente, un elemento característico de la región es su riqueza en cuanto a biodiversidad. Según se señala el libro “Catálogo de Especies, Sistema de Información de Biodiversidad de la Región de Magallanes y de La Antártica Chilena”, el territorio presenta elementos únicos en el mundo, caracterizados por su sinuosa geografía y sus particulares condiciones climatológicas. La flora y fauna y los numerosos canales y fiordos que la conforman, constituyen escenarios de alto interés científico para investigadores nacionales y extranjeros, quienes buscan responder, desde diferentes perspectivas, el funcionamiento de estos valiosos sistemas y las implicancias que ellos pueden tener sobre las actividades humanas y el cambio climático¹⁵.

Antecedentes demográficos

Magallanes es una de las regiones del país con menor cantidad de habitantes ya que, de acuerdo con el censo nacional del año 2017, cuenta con una población total de 166.533 habitantes (proyectada al año 2022 es de 181.143 habitantes), lo que distribuido por la superficie regional continental da una densidad demográfica de 1,26 habitantes por kilómetro cuadrado (el promedio nacional es de 26 hab. por km²). La distribución de la población por comunas es la siguiente (tabla 1):

¹⁰ Magallania vol. 39 n°1, Punta Arenas, 2011. Identidad regional en Magallanes, sus expresiones simbólicas y territoriales. Walter Molina C.

¹¹ Ídem.

¹² Instituto Antártico Chileno. Chile Antártico. Acceso al 2023. <https://shorturl.at/cdloR>

¹³ Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad. Acceso al 2023. <https://simbio.mma.gob.cl/>

¹⁴ Chile Travel. Mejor destino verde 2022. Acceso al 2023 <https://www.chile.travel/blog/chile-mejor-destino-verde-2022/>

¹⁵ Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio y Fundación Cequa, 2022. Catálogo de Especies. Sistema de Información de Biodiversidad de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, 2da versión. <https://www.cequa.cl/2021/09/09/cequa-destaca-la-biodiversidad-de-magallanes-en-nueva-publicacion/>

Tabla 1
Población por comunas región de Magallanes

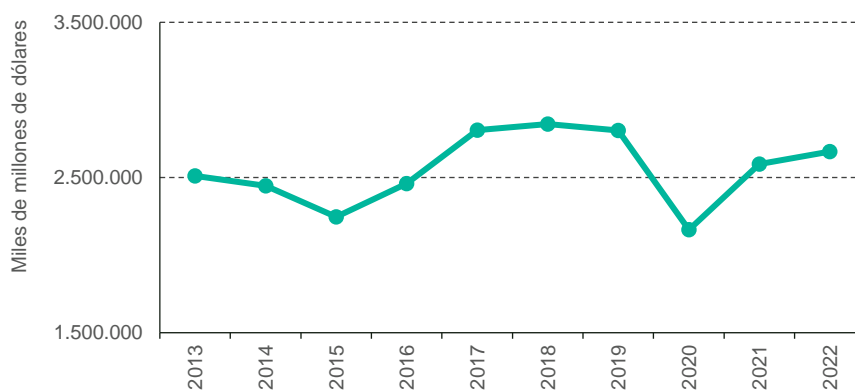
Provincia	Comuna	Cantidad de Habitantes
Magallanes	Punta Arenas	131.592
	Laguna Blanca	274
	Río Verde	617
	San Gregorio	799
Última Esperanza	Puerto Natales	21.477
	Torres del Paine	1.209
Tierra del Fuego	Porvenir	6.801
	Primavera	1.158
	Timaukel	405
Antártica	Cabo de Hornos	2.063
	Antártica	138
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena		166.533

Fuente: Censo 2017, Instituto Nacional de Estadísticas.

Principales datos socio económicos

Al año 2022, de acuerdo con el Banco Central de Chile, la región de Magallanes presenta un Producto Interno Bruto (PIB) de poco más de dos mil seiscientos millones de dólares, lo cual representa, aproximadamente, un 0,88% del PIB a nivel nacional (ver ilustración 3).

Ilustración 3
Evolución producto interno bruto de Magallanes
(precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018)

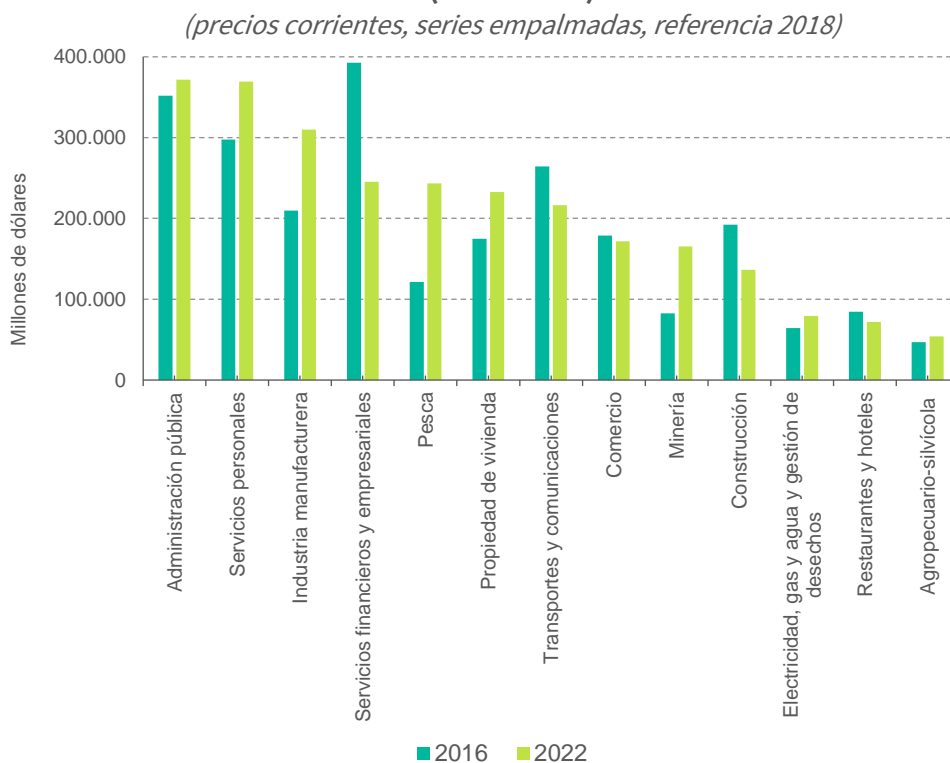


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Chile.

En cuanto a la distribución del PIB por actividades económicas, al año 2022, las principales son Administración Pública, Servicios Personales¹⁶, Industria Manufacturera. Por su parte, la pesca ha registrado la mayor variación porcentual respecto a 2016 (Ver ilustraciones 4 y 5).

¹⁶ Asociado a servicios de salud, educación, legales, recreacionales, entre otros.

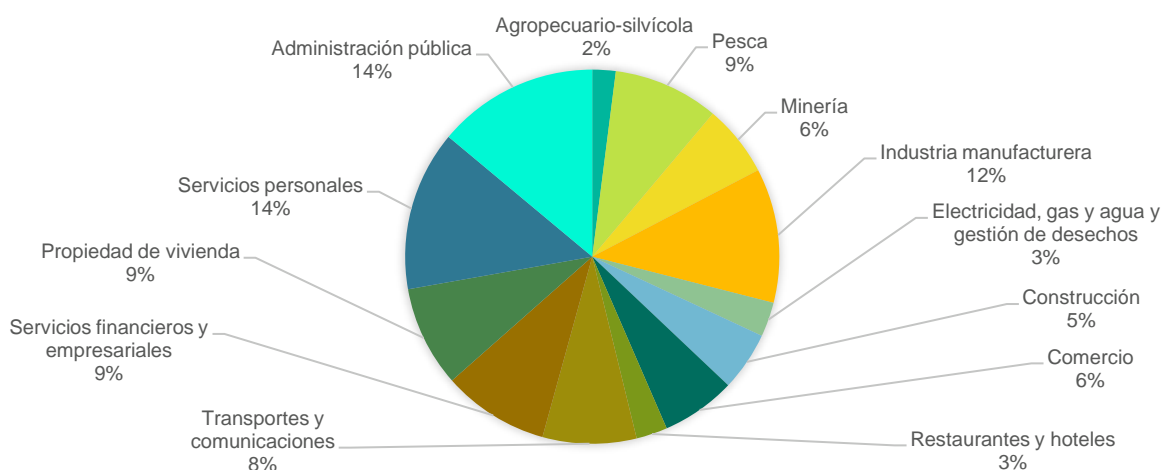
Ilustración 4 Evolución producto interno bruto de Magallanes por actividades económicas (2016-2022)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Chile.

Respecto de cómo se distribuye el PIB por sectores al año 2022 (ilustración 5), cabe destacar que la administración pública es significativa en la economía de Magallanes representando un 14%, diferente de lo que ocurre en el resto del país, donde el promedio nacional es de 4,8%.

Ilustración 5 Distribución porcentual PIB por actividades económicas de Magallanes 2022

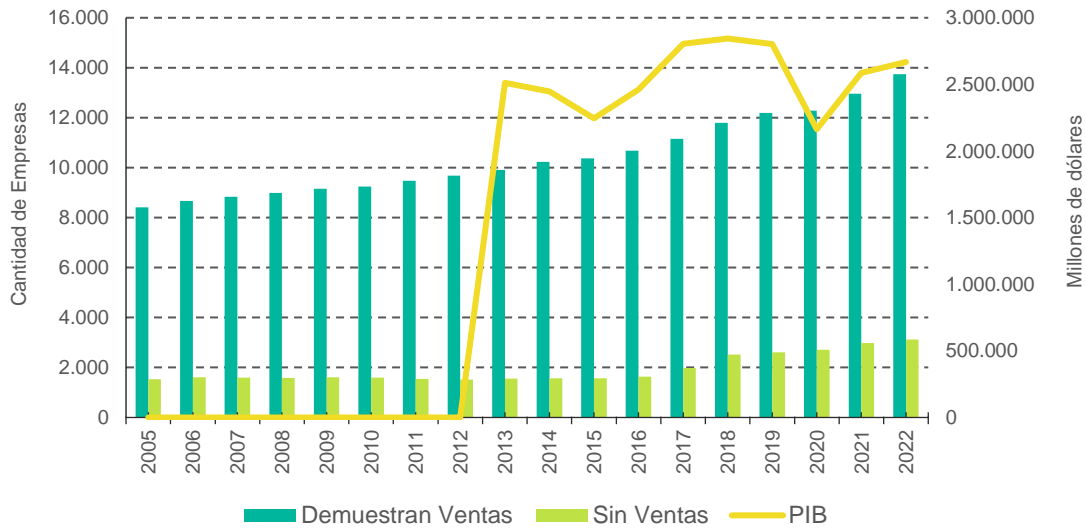


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Chile.

En cuanto al tejido productivo regional (ilustración 6), podemos observar un crecimiento sostenido en el número de empresas, llegando al año 2022 a 13.744 las que demuestran ventas. También se

establece un análisis respecto de la evolución del PIB regional (desde 2013), lo cual demuestra que no existe una estrecha relación entre aumento de empresas y crecimiento o disminución del PIB.

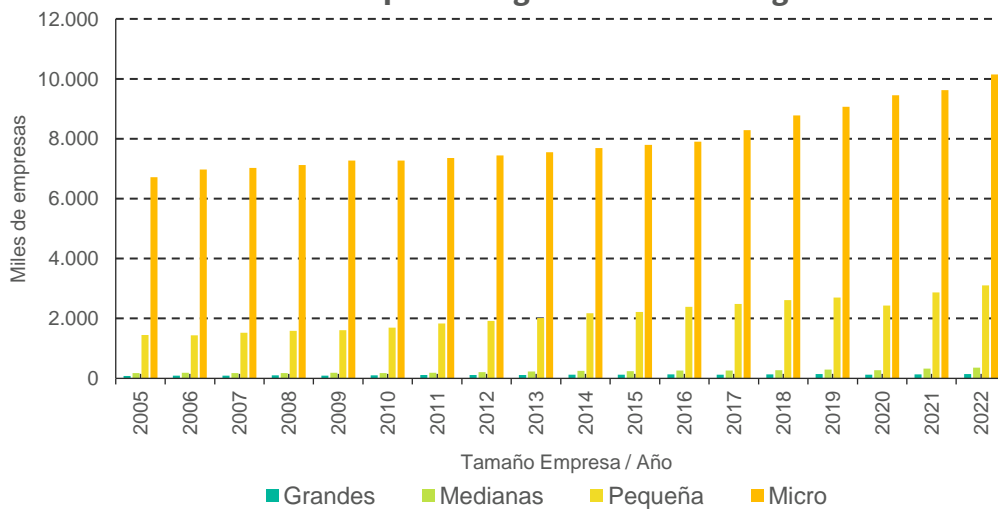
Ilustración 6
Evolución cantidad de empresas y relación con el PIB



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Impuestos Internos.

Al observar la distribución de cantidad de empresas (ilustración 7) se constata que la gran mayoría se concentra en las microempresas (73,79%), en segundo lugar, vienen las pequeñas (22,56%), luego las medianas (2,63%) y finalmente las grandes (1,03%). Esto, en 12 años de registros obtenidos del SII (tabla 2), refleja una baja movilidad, pero muy relacionado con lo que ocurre con el promedio nacional (grandes 1,57%; medianas 3,32%; pequeñas 21,65%; micro 73,47%).

Ilustración 7
Distribución de empresas según tamaño en Magallanes



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Impuestos Internos.

Tabla 2
Evolución de la distribución de empresas según tamaño en Magallanes

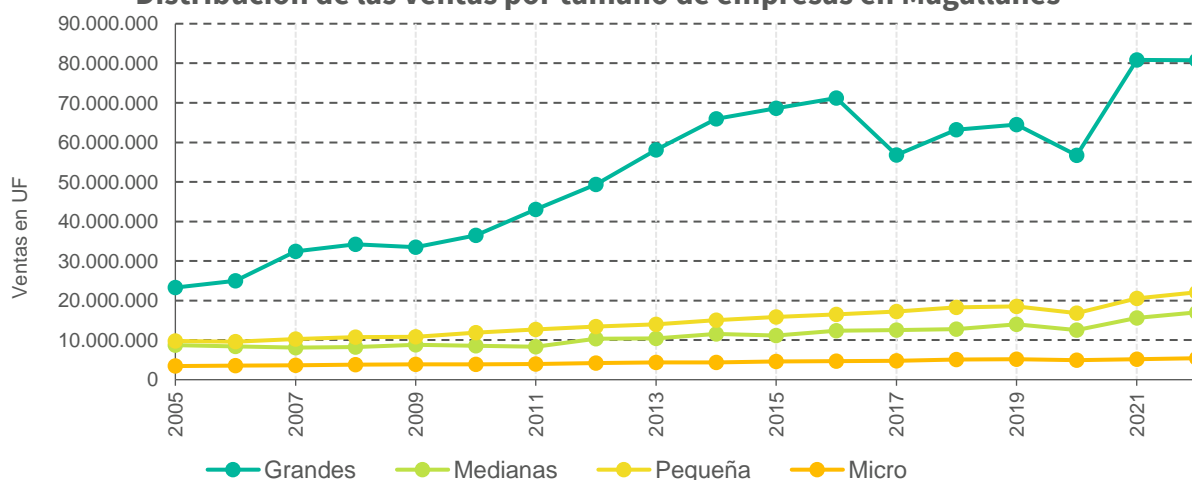
	Grandes % del total	Medianas % del total	Pequeñas % del total	Microempresas % del total
2011	1,17	1,97	19,30	77,56
2012	1,12	2,17	19,83	76,88
2013	1,14	2,33	20,34	76,19
2014	1,21	2,49	21,21	75,09
2015	1,23	2,28	21,39	75,09
2016	1,22	2,47	22,33	73,98
2017	1,09	2,37	22,28	74,26
2018	1,12	2,33	22,15	74,40
2019	1,16	2,44	22,10	74,31
2020	1,00	2,26	19,79	76,95
2021	1,01	2,55	22,17	74,27
2022	1,03	2,63	22,56	73,79
Promedios →	1,09	2,25	20,00	76,66

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Impuestos Internos.

Asimismo, si se compara la tabla 2 con la ilustración 8, se observa que al año 2011 las grandes empresas representaban un 1,17% del total y obtenían poco más de 43 millones de UF como ingresos. Al año 2022 esto refleja que las grandes empresas representan un 1,03% del total y obtienen más de 80 millones de UF, es decir casi el doble. Algo similar ocurre con la pequeña y mediana, que pasan de 10 a cerca de 20 millones de UF; en efecto, la brecha es considerable. Distinto es el caso de las microempresas que experimentan un ascenso moderado.

También en la ilustración 8 se aprecia que entre los años 2020 y 2022, la concentración de las ventas en las grandes empresas presentó un crecimiento de un 25%, donde el 1,03% de las empresas obtuvo el 64% de los ingresos, las medianas consiguieron el 14%, las pequeñas un 18% y las microempresas un 4% del total. Si esto se compara con lo que acontece a nivel nacional, se puede observar que al año 2022 las grandes empresas obtuvieron el 88,29% de las ventas totales, las medianas un 5,17%, las pequeñas un 5,24%, y las microempresas un 1,31% respectivamente. No obstante, un elemento que genera cierta distorsión en estas cifras es que los registros del SII representan la información de la zona desde donde emitió la facturación, lo cual en ocasiones se asocia con la ubicación de la casa matriz y no necesariamente con el lugar desde donde se produce el bien o se efectúa la prestación del servicio.

Ilustración 8
Distribución de las ventas por tamaño de empresas en Magallanes



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Impuestos Internos.

En las ilustraciones 9 y 10 se pueden identificar los principales rubros económicos de la región de Magallanes en cuanto a cantidad de empresas y ventas en UF respectivamente. Respecto del número de empresas, los sectores más relevantes son comercio, transporte y almacenamiento, construcción, el sector silvoagropecuario, que concentra las áreas de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, y por último industria manufacturera.

En cuanto a ventas destacan en particular 7 rubros, primero el de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, luego comercio, industria manufacturera, transporte y almacenamiento, construcción y, por último, alojamiento y explotación de minas y canteras.

Ilustración 9
Cantidad de empresas por rubro 2022

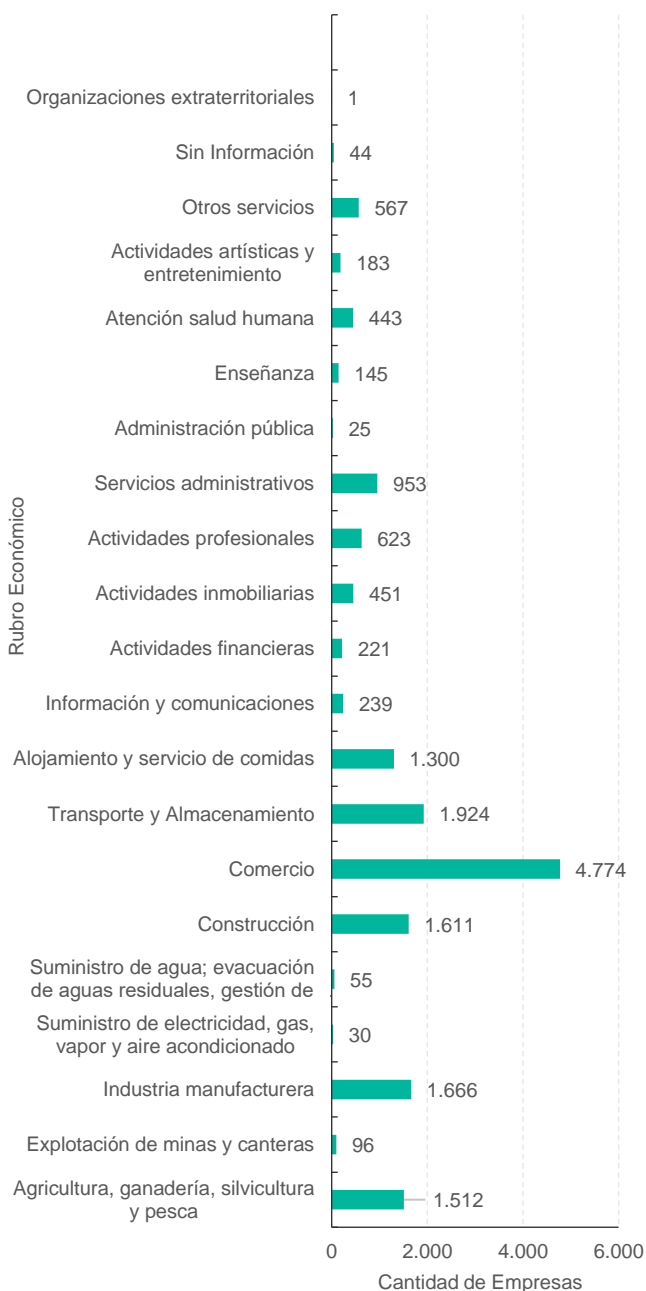
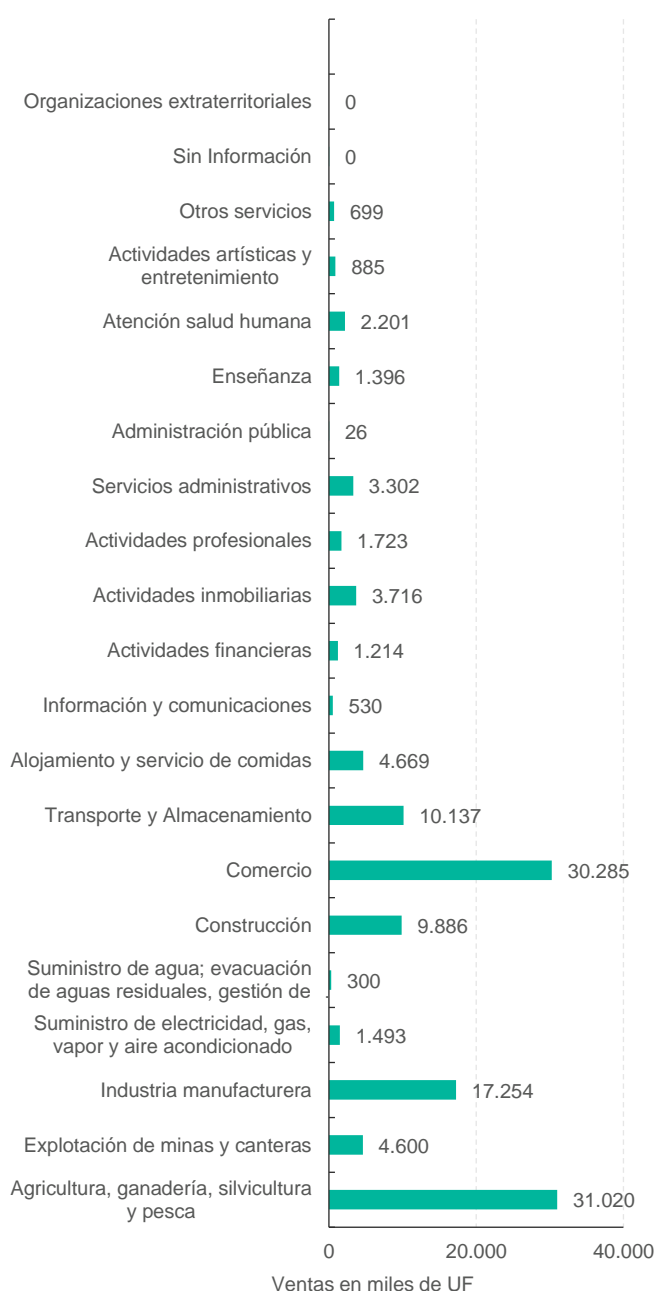


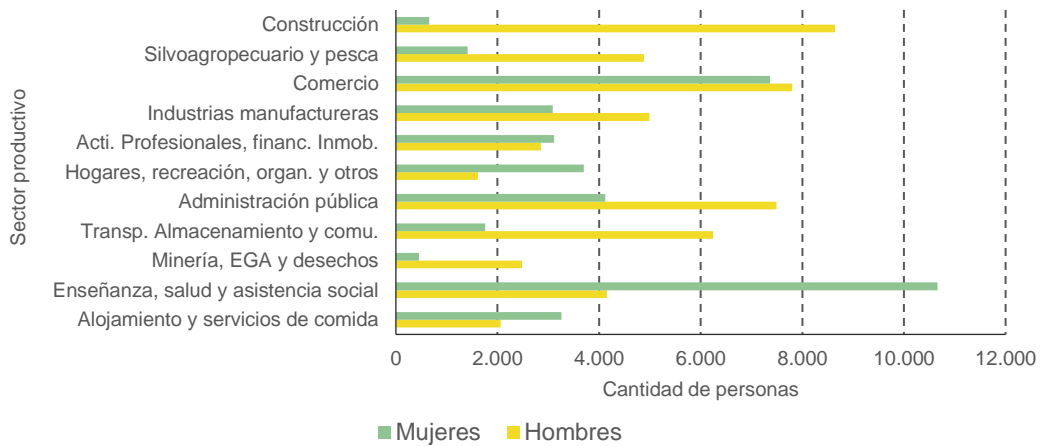
Ilustración 10
Ventas por rubro 2022



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Impuestos Internos.

En cuanto a empleo, los sectores que destacan son comercio con 15.163 trabajadores, luego el sector de enseñanza, salud y asistencia social con 14.814 personas, en tercer lugar, administración pública con 11.616 personas, en cuarto lugar, el sector de la construcción con 9.303 personas y en el quinto el sector de industrias manufactureras con 8.080 trabajadores. En cuanto a la distribución por sexos, los hombres tienen mayor prevalencia en construcción, el sector silvoagropecuario y pesca, transporte y administración pública, en cambio las mujeres demuestran mayor participación en enseñanza, salud y asistencia social, y en alojamiento y servicios de comida (ver ilustración 11).

Ilustración 11
Distribución de empleo por sectores y por sexo al 2022

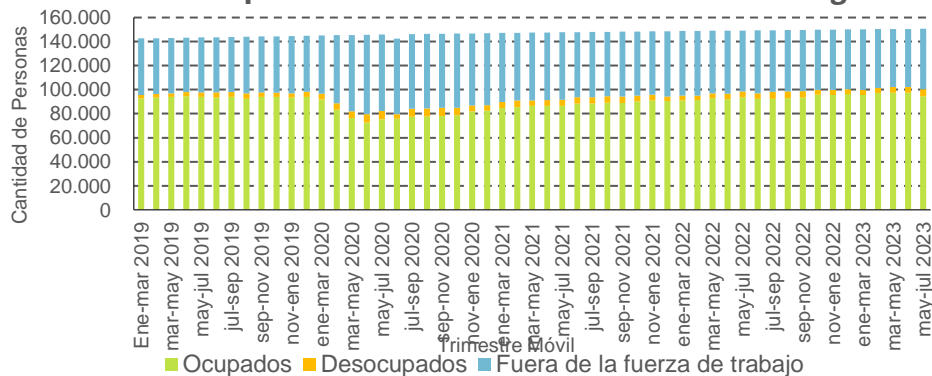


Fuente: Elaboración propia con datos Encuesta Nacional de Empleo INE.

En la región de Magallanes, al trimestre móvil mayo – julio de 2023, se estima una población en edad de trabajar de 150.659 personas. De estas, la fuerza laboral la constituyen 100.250, de las cuales 94.613 se encuentran ocupadas y 5.637 desocupadas. Finalmente, se contabilizan 50.409 personas que corresponden a una población fuera de la fuerza de trabajo (ver ilustración 12). Por otra parte, durante los años 2020 y 2021 hubo una baja relevante en el empleo producto de la pandemia del covid-19 donde los sectores del comercio y el turismo fueron algunos de los más afectados.

Es importante considerar que la región de Magallanes es una de las que presenta menores niveles de desempleo a nivel nacional, donde para el último período de medición la región presenta una tasa de desocupación de un 5,6%, mientras que en el país el indicador es de un 8,8%.

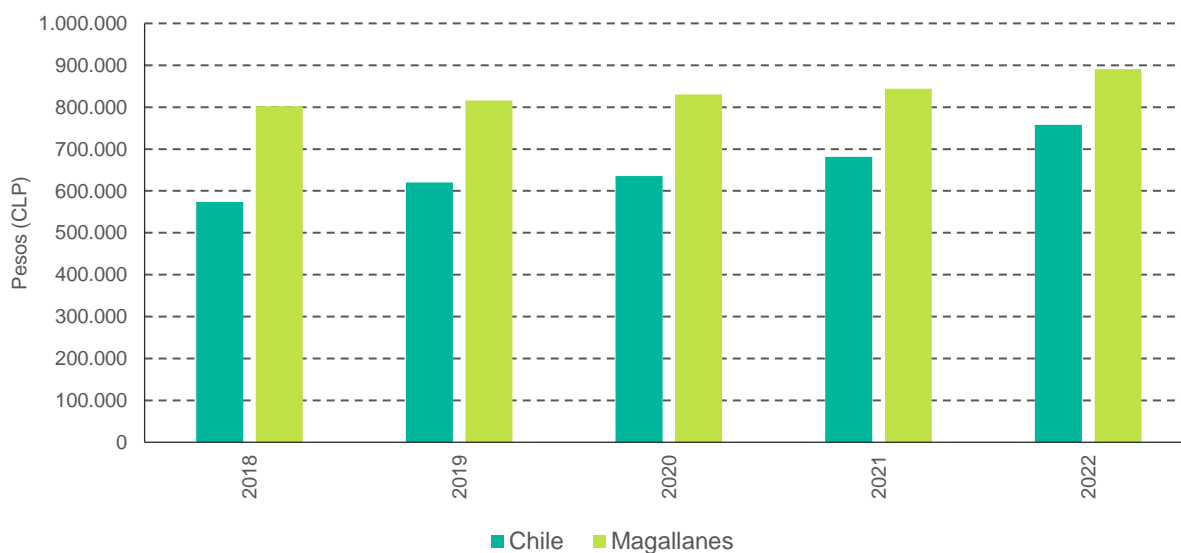
Ilustración 12
Población activa por situación en el mercado laboral de Magallanes



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Empleo del INE.

Por su parte, el ingreso neto promedio en la región de Magallanes al año 2022 fue de \$890.645, un 15% superior a los \$757.752 que se observan a nivel nacional (ver ilustración 13), quedando en segundo lugar tras la región de Antofagasta que alcanzó los \$933.988.

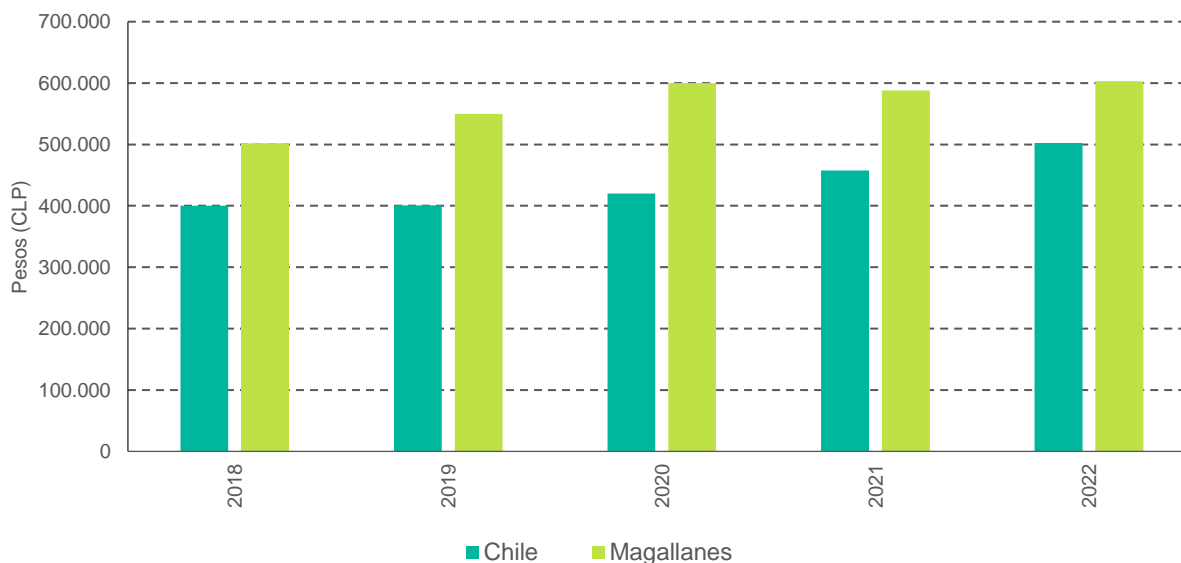
Ilustración 13
Ingreso promedio mensual Chile - Magallanes



Fuente: Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI), INE, 2022.

La brecha es algo similar cuando se observa el ingreso neto mediano (el que recibe una persona representativa de la mitad de la población) donde Magallanes llega a los \$603.124, cerca de un 17% superior a lo que ocurre a nivel nacional donde la cifra llega a los \$502.604 (ver ilustración 14). Esto la ubica también en el segundo lugar del país por detrás de Antofagasta (\$636.563).

Ilustración 14
Ingreso mediano mensual Chile - Magallanes

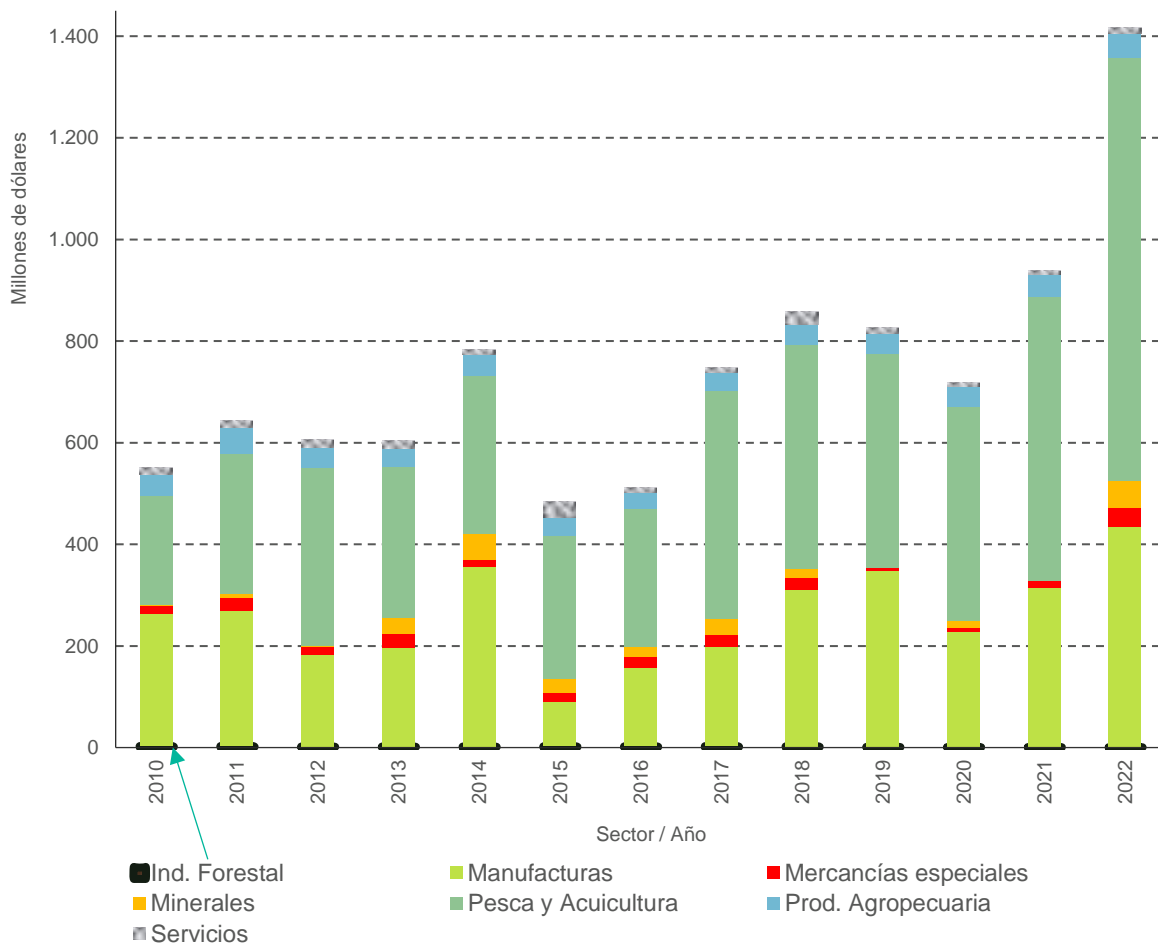


Fuente: Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI), INE, 2022.

Respecto del costo de vida, existen estimaciones que posicionan a Magallanes por sobre el promedio nacional, principalmente por los costes de logística y transporte. Una de ellas fue el Estudio de Presupuestos Familiares (EPF) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) del año 2013, donde evidenció una diferencia de hasta un 20% en el coste de frutas y verduras respecto de la región Metropolitana¹⁷, no obstante, no existen indicadores o estudios actualizados que permitan medir estas brechas y generar comparativas con otras regiones del país.

En cuanto a exportaciones, reflejadas en la ilustración 15, la región de Magallanes presenta dos sectores productivos relevantes que son la pesca y acuicultura, especialmente impulsado por producción de salmón y trucha, y luego la industria manufacturera (transformación de hidrocarburos liderado principalmente por la empresa Methanex). En tercer lugar, con una menor participación se encuentra el sector agropecuario donde destaca la ganadería ovina. Cabe señalar que el sector acuícola, al año 2022, generó exportaciones por US\$655 millones (78% del total regional y con un crecimiento de 68% respecto del año 2021), lo cual se explica por factores asociados a los periodos de producción, las conversiones y los pesos de cosecha. Entre los principales mercados de destino para el salmón y la trucha se encuentran Estados Unidos (46%), Brasil (37%) y Argentina (4%) (Revista Aqua, 2023).

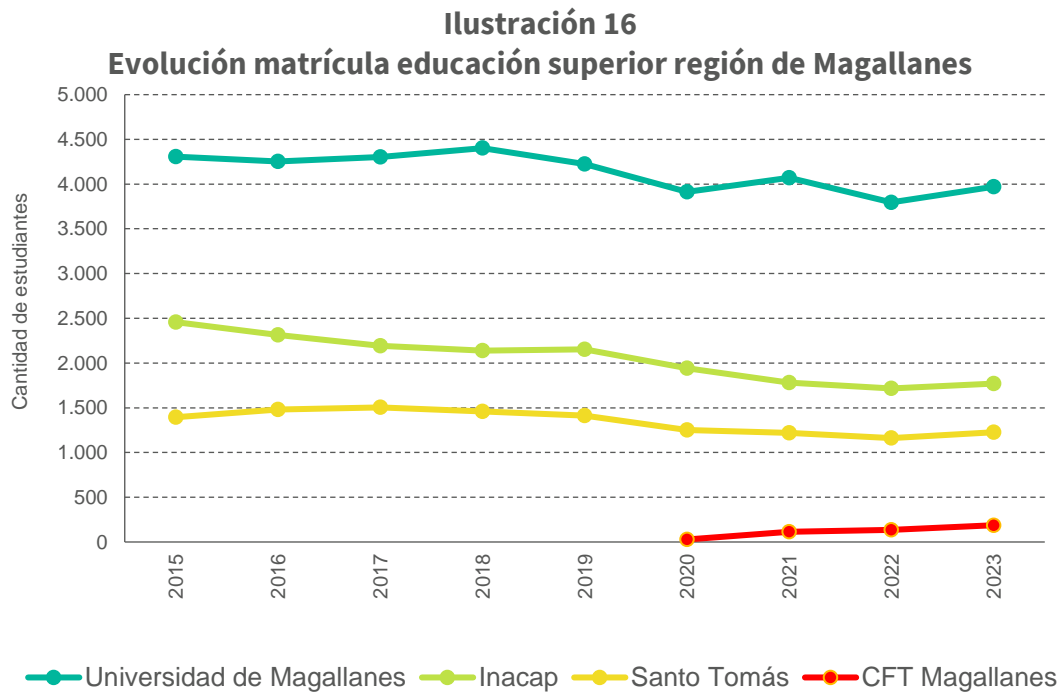
Ilustración 15
Evolución de exportaciones de la región de Magallanes



¹⁷ Encuesta de presupuestos familiares, INE 2023. <https://www.ine.gov.cl/estadisticas/sociales/ingresos-y-gastos/encuesta-de-presupuestos-familiares>

Fuente: Elaboración propia con datos de ProChile.

Finalmente, en el ámbito formativo, la región de Magallanes cuenta con cuatro instituciones de educación superior, ellas son la Universidad de Magallanes, Inacap, el Instituto Santo Tomás y el Centro de Formación Técnica Estatal CFT Magallanes. Entre todas estas entidades, al año 2023, suman la matrícula de 7.156 estudiantes (ver ilustración 16).



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación.

Ventajas que presenta Magallanes para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados

Entre los elementos que posicionan a la región de Magallanes y de la Antártica Chilena como polo para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados, con la proyección de llegar a los precios más competitivos a nivel global, se encuentran los siguientes:

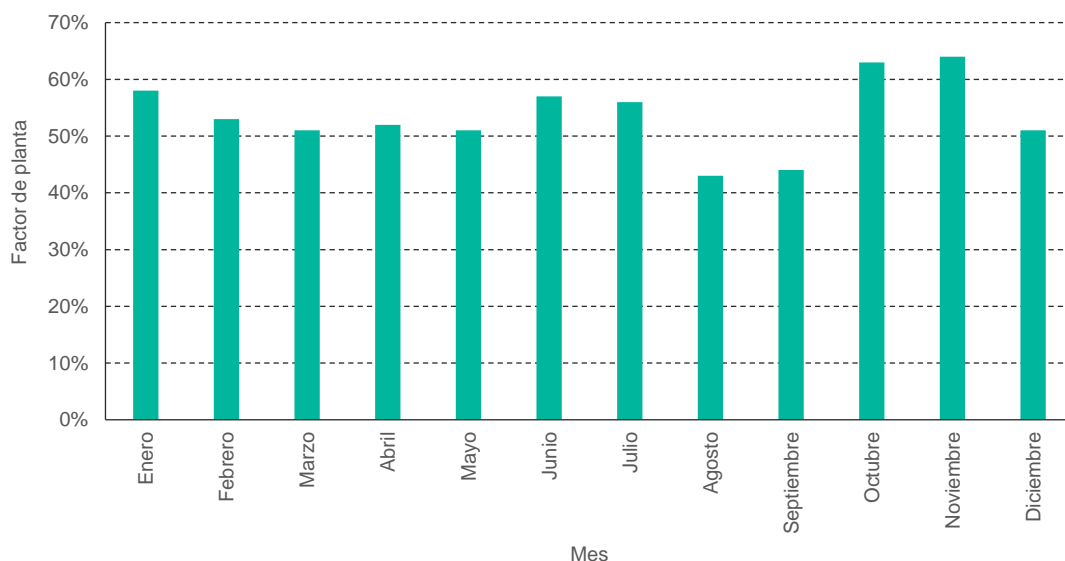
Recursos eólicos abundantes: Magallanes cuenta con uno de los vientos más fuertes y constantes del mundo. Esta condición es esencial para la producción de hidrógeno verde, ya que la electrólisis (el proceso de dividir el agua en hidrógeno y oxígeno utilizando electricidad) requiere energía, y el viento puede proporcionar esta energía de forma limpia y sostenible. La forma en la que se evalúa el valor del recurso eólico es lo que se denomina factor de planta, lo cual representa la producción anual de energía de un parque eólico expresada como un porcentaje de la producción máxima. Está determinada predominantemente por dos factores: la calidad del viento donde se ubica el parque eólico y la tecnología de turbina y balance de planta utilizada¹⁸.

Una evidencia del potencial de Magallanes es la capacidad de planta medida por la empresa Pecket Energy en el parque eólico Vientos Patagónicos, ubicado en el sector de Cabo Negro,

¹⁸ International Renewable Energy Agency, Irena, 2021. Renewable Power Generation Costs in 2021.

durante los últimos 12 años (hasta diciembre de 2022), donde el promedio anual es de 54% y que se puede observar en la ilustración 17.

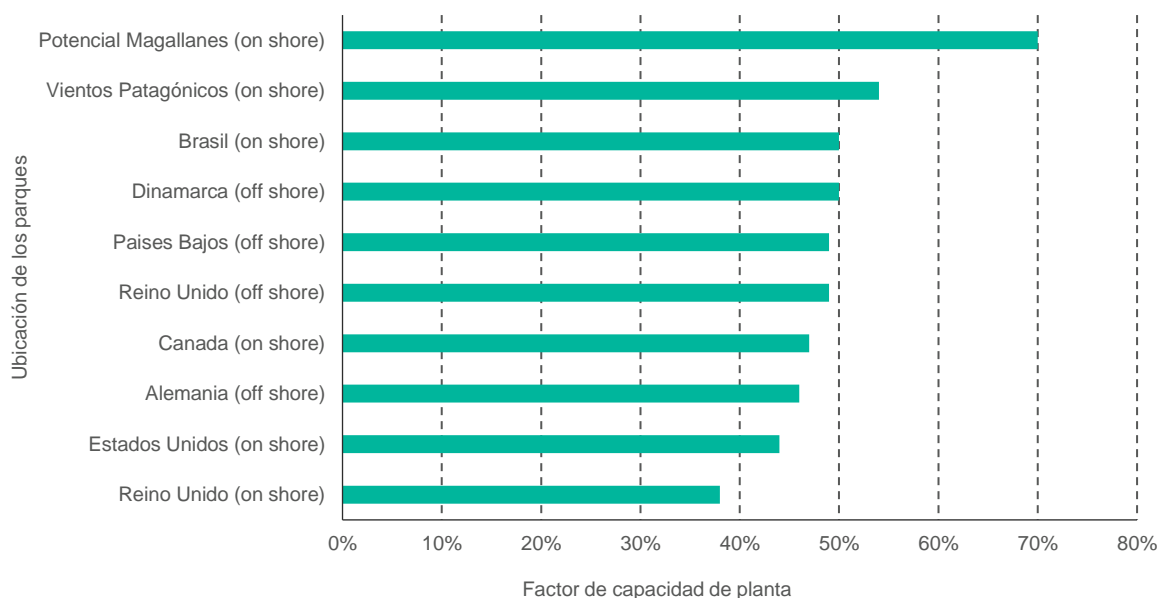
Ilustración 17
Factor de planta promedio por 12 años a diciembre 2022 en Cabo Negro



Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por la empresa Pecket Energy en su parque Vientos Patagónicos.

Así mismo, a través del levantamiento de información por fuentes primarias, se señala que en algunas zonas del territorio se podría llegar factores de planta de un 70% o más, lo cual posiciona a la región con los mejores indicadores a nivel global, donde los competidores más cercanos cuentan con parques en un formato off shore¹⁹ (ver ilustración 18).

Ilustración 18
Factor de plantas eólicas en el mundo al año 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de Irena Renewable Power Generation costs en 2022.

¹⁹ El concepto “on shore” se refiere a aerogeneradores situados en tierra firme y “off shore” se refiere a los que se encuentran situados en el mar.

Experiencia en industrias de hidrocarburos e infraestructura subutilizada: En el territorio existe destacada experiencia en la producción de hidrocarburos, particularmente por toda la trayectoria de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) y Methanex. Esto ha permitido formar capital humano avanzado en procesos productivos vinculados, entre otros, a la operación y mantenimiento de plantas químicas, los cuales son muy relevantes para el desarrollo de la nueva industria del hidrógeno verde y derivados. Así mismo, el despliegue de este sector por más de 50 años en el territorio no solo generó capacidades, sino que también infraestructura relevante pero que, gradualmente, estaba quedando en desuso. Hoy en día, gracias a la colaboración público-privada, se están disponibilizando recursos para la ejecución de estudios de factibilidad que tienen como propósito recuperar y fortalecer terminales portuarios como el de Laredo en Cabo Negro²⁰ y Gregorio en la comuna de San Gregorio²¹. Se espera que próximamente esto siga avanzando hacia otros lugares donde exista oportunidad de establecer infraestructura compartida como, por ejemplo, Clarenia en Tierra del Fuego.

Posición estratégica: La ubicación geográfica de Magallanes, en el extremo austral de Sudamérica, le confiere una posición estratégica en las rutas marítimas globales. Específicamente, el Estrecho de Magallanes permite conectar los océanos Atlántico y Pacífico. Antes de la inauguración del Canal de Panamá, este paso natural fue la ruta predilecta para numerosas embarcaciones que buscaban evitar el desafiante tránsito alrededor del Cabo de Hornos. Aunque el Canal de Panamá ha facilitado el tránsito entre ambos océanos, el Estrecho sigue siendo relevante para navíos que no se ajustan a las dimensiones del canal o que buscan alternativas por razones económicas o estratégicas. En este contexto, Magallanes se afirma no solo como una ruta de tránsito, sino también como un punto esencial de abastecimiento y servicios para la navegación internacional²². Una de las actividades que refleja el desarrollo portuario de la región es el turismo, el cual registra en temporada de cruceros 2022 – 2023, 180 recaladas (51 nacionales y 129 internacionales), involucrando el movimiento de 65.777 pasajeros (5.481 de cruceros nacionales y 60.296 de internacionales)²³.

Extensiones de terrenos: La región de Magallanes, de acuerdo con el censo del año 2017, tiene una densidad poblacional de 1,26 habitantes por kilómetro cuadrado. La mayor parte de la población está concentrada en las ciudades de Punta Arenas (79%), luego en Natales (13%), Provincia de Última Esperanza y, finalmente, en Porvenir (4%), Provincia de Tierra del Fuego. De esta manera, los parques de generación eólica se instalarían en grandes predios que hoy en día se utilizan para el desarrollo de la ganadería como es el caso de las comunas de Laguna Blanca, Río Verde y San Gregorio en la provincia de Magallanes, y Porvenir y Primavera en la Provincia de Tierra del Fuego.

Bonificaciones e incentivos tributarios: La región de Magallanes y de la Antártica Chilena cuenta con incentivos tributarios y beneficios destinados a fomentar la inversión y el desarrollo económico en el territorio. Algunos de estos incentivos están relacionados con regímenes especiales tributarios que reducen el impuesto a la primera categoría, exenciones temporales o parciales del impuesto al valor

²⁰ Infraestructura Cabo Negro. https://www.enap.cl/sala_prensa/noticias_detalle/general/2538/enap-firma-acuerdo-con-privados-para-desarrollar-infraestructura-de-hidrogeno-verde-en-magallanes

²¹ Acuerdo Enap Terminal Gregorio. https://www.enap.cl/sala_prensa/noticias_detalle/general/2580/enap-firma-acuerdo-con-seis-empresas-de-energia-para-generar-el-mayor-desarrollo-de-infraestructura-de-hidrogeno-verde-en-el-pais

²² Agenda Marítima. El promisorio desarrollo portuario con el hidrógeno verde en Magallanes. Acceso al 2023. <https://www.agendamaritima.cl/hidrogeno-verde-magallanes/el-promisorio-desarrollo-portuario-con-el-hidrogeno-verde-en-magallanes/1439710>

²³ Balance temporada turística de cruceros 2022 – 2023. Empresa Portuaria Austral. Acceso al 2023. <https://www.epaustoral.cl/balance-temporada-turistica-de-cruceros-2022-2023-magallanes-tuvo-la-temporada-mas-extensa-del-pais-con-180-recaladas/>

agregado (IVA), franquicias aduaneras para ciertos tipos de importaciones, beneficios para la inversión tanto en sectores estratégicos como en proyectos de infraestructura²⁴. Esto, de acuerdo a información de fuentes primarias, está impulsando el establecimiento de nuevos proyectos productivos en la zona como, por ejemplo, la posibilidad de instalar una fábrica de producción de torres de aerogeneradores en base a hormigón en la provincia de Tierra del Fuego. Entre los instrumentos que están a disposición para zonas extremas se encuentran:

- **Fondo de Fomento y Desarrollo de la Zonas Extremas - DFL 15:** El beneficio consiste en una bonificación de 20% de las inversiones productivas que los pequeños y medianos inversionistas efectúen en las Regiones de Tarapacá, Arica y Parinacota, Aysén y Magallanes, y en las provincias de Chiloé y Palena, en la Región de los Lagos que no excedan de UF 50 mil. La bonificación equivale al 20% de la inversión, y los interesados deben concursar sus proyectos para recibir el financiamiento.
- **Bonificación a la mano de obra (ley n° 19.853):** El beneficio consiste en un pago al empleador de un monto equivalente al 17% de la remuneración bruta de cada trabajador dependiente (hasta un tope de remuneración de aprox. \$220.000), con domicilio y trabajo permanente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Aysén y Magallanes, y en las provincias de Chiloé y Palena, en la Región de los Lagos. La ley N° 20.655 estableció que el beneficio sólo se pagaría, en las regiones de Aysén y Magallanes, si las remuneraciones son un 20% superiores al salario mínimo, y las empresas no estén condenadas por prácticas antisindicales.
- **Ley n° 19.606 (Ley Austral):** Es un beneficio consistente en un crédito tributario imputable contra el impuesto de primera categoría de las empresas que efectúen inversiones destinadas a la producción de bienes o prestación de servicios, en las regiones de Arica y Parinacota, Aysén y Magallanes, y en la provincia de Palena, en la Región de los Lagos. El monto del crédito varía dependiendo del tipo de inversión, monto y zona en la que se lleve a cabo, y va desde un 30% a un 40%.
- **Leyes Navarino y Tierra del Fuego:** Los principales beneficios y exenciones que entrega esta ley, son: Exención del Impuesto de Primera Categoría de la Ley de Impuesto a la Renta por las utilidades devengadas o percibidas por ciertas actividades siempre que se instalen en la zona; Importación de toda clase de mercaderías extranjeras, sin estar afecta al pago de derechos, impuestos, tasas y demás gravámenes que se cobren en aduana, ni tampoco IVA; La compra de productos por parte de las empresas, en la Zona Franca de Punta Arenas, estará exenta de IVA y del impuesto establecido en el art. 11 de la Ley 18.211. (Impuesto de importación de mercancías extranjeras a la Zonas Francas; 5,9% del valor CIF); Una bonificación equivalente al 20% del valor de las ventas de los bienes o servicios (deducido el IVA).

²⁴ Biblioteca del Congreso Nacional. Ley 18.392 Establece un régimen preferencial aduanero y tributario para el territorio de la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29804&idVersion=2020-03-01>

1

Análisis de la industria del hidrógeno verde y derivados en Magallanes

1.1 Cadena de valor de la industria y sus potenciales encadenamientos productivos

Una cadena de valor comprende toda la variedad de actividades, insumos, bienes intermedios y servicios que se requieren para que un producto transite a través de las diferentes etapas de producción, desde su concepción hasta su entrega a los consumidores y la disposición final después de su uso. Cada una de las etapas —concepción y diseño, producción del bien o servicio, tránsito de la mercancía, consumo y manejo, y reciclaje final en algunos casos— son comúnmente conocidas como eslabones. Independiente de su tamaño, toda empresa participa en al menos una cadena de valor local; por ejemplo, un productor agrícola de autoconsumo compra insumos (semillas, herramientas, fertilizantes y otros) que lo hacen interactuar con otros eslabones de la cadena. Las empresas que exportan directa o indirectamente participan además en cadenas regionales o globales de valor. Estudiar la composición y el funcionamiento de las cadenas de valor permite analizar los mecanismos, los procesos y las reglas mediante los que las empresas se relacionan económicamente entre sí, con el gobierno y con otros actores. A través de su estudio se busca conocer qué factores determinan la conducta de los agentes de la cadena, sobre la base de los tipos de vínculos y relaciones que se establecen entre estos, así como las reglas explícitas y tácitas sobre las que inciden²⁵.

Respecto de los encadenamientos, para efectos de facilitar el ejercicio práctico de este estudio, se comprende al entramado de relaciones productivas existentes que son particulares para el desarrollo de cada uno de los eslabones de la cadena, permitiendo incrementar y fortalecer su competitividad en los mercados. En este sentido, se debe comprender que los encadenamientos implican un grado de compromiso entre las empresas más allá de una relación de compraventa normal²⁶. Según Hirschman (CEPAL, 1996), la capacidad de tomar decisiones (especialmente respecto de las inversiones en sectores productivos) es un aspecto especialmente problemático en los países en vías de desarrollo por diferentes razones, como la escasez de los recursos y las diversas demandas sociales, falta de datos confiables y análisis rigurosos que puede conllevar malas decisiones, que las inversiones puedan estar vinculadas a trade-offs sociales, económicos y ambientales que necesitan ser cuidadosamente evaluados (Vasallo, 2016), generalmente asociado a la inserción de un nuevo sector económico. En este contexto, el análisis de los eslabones de la cadena de valor y sus potenciales encadenamientos productivos juegan un papel relevante en cuanto a sugerir, por ejemplo, a los proveedores el acceso a capacitaciones, certificaciones o el desarrollo de nuevas inversiones, al igual que al sector público para la mejor orientación de recursos para el fomento y el desarrollo local²⁷.

Para la identificación de la cadena de valor de la industria del hidrógeno verde y derivados este trabajo se basó en el modelo utilizado por GIZ²⁸, a ello se incorporan los potenciales encadenamientos a través de un modelo iterativo de entrevistas con empresas (ver ilustración 19). Se debe considerar que este orden es ilustrativo y que tiene como propósito ayudar en el análisis de la cadena de valor de la industria y los procesos involucrados. En este sentido, es necesario comprender que la ejecución práctica de la actividad es dinámica y no implica una secuencia estructurada de forma lineal. Otro proceso que no se menciona directamente, pero que es clave en el desarrollo de la industria y muy demandante en cuanto a mano de obra, es la construcción de infraestructura habilitante, la cual no

²⁵Conceptos principales de la biblioteca de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=159548&p=1044467>

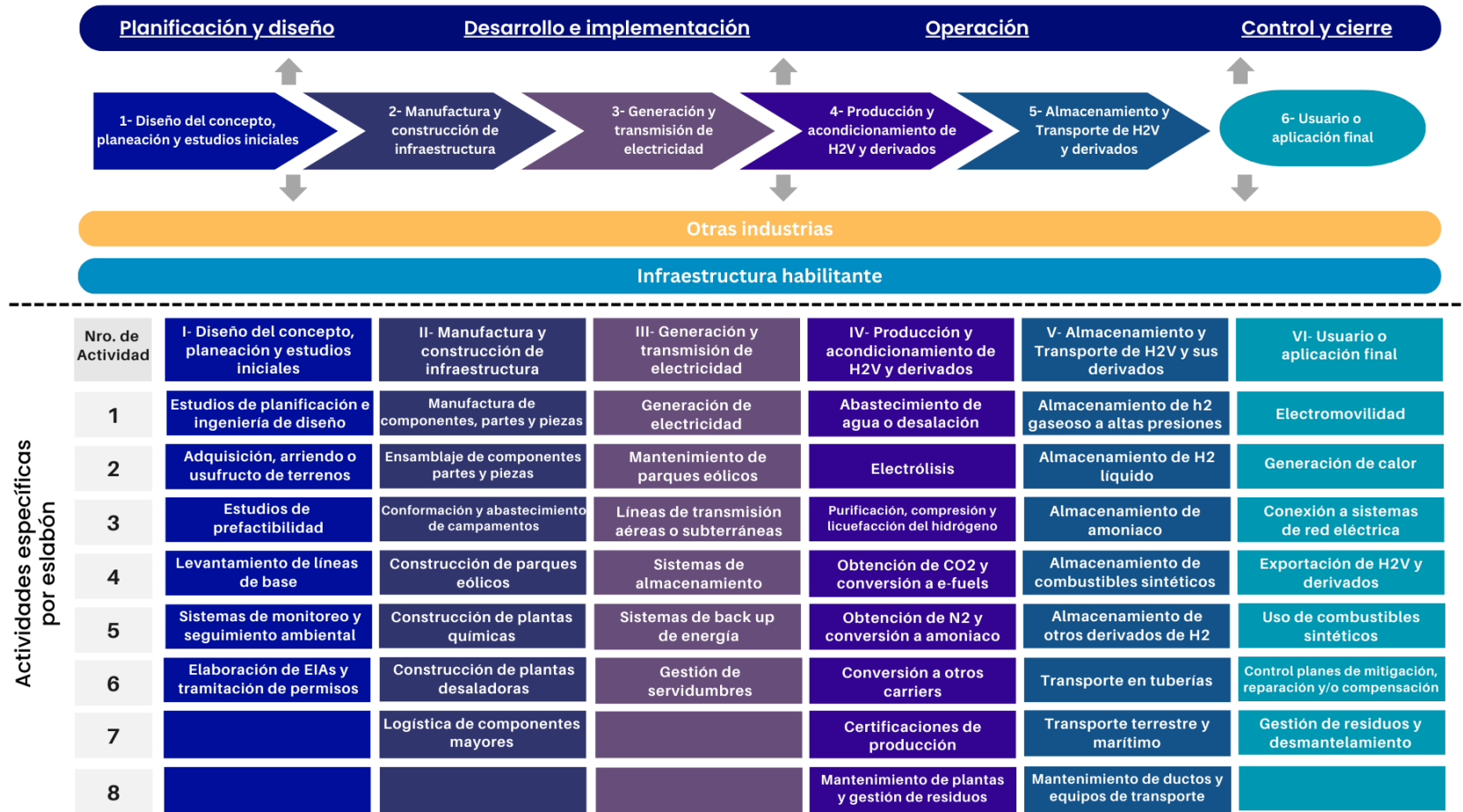
²⁶Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, versión On-line ISSN 2308-0132, 2020. Armando Nova, Juan Prego, Lisset Robaina.

²⁷Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1996. Encadenamientos, articulaciones y procesos de desarrollo industrial, Giovanni Stumpo. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4681/S9600022_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²⁸Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile. Cadena de Valor del Hidrógeno Verde. <https://4echile.cl/recursos/cadena-de-valor-h2/>

corresponde a cada proyecto en particular, con esto se refiere a caminos, carreteras, puertos y otros. Algo similar ocurre con las áreas de relacionamiento comunitario y los servicios generales, los cuales no se encasillan en un eslabón específico pues están presentes a lo largo de toda la cadena. Este es el caso, por ejemplo, del transporte de pasajeros, los servicios de catering, la producción de eventos, alojamientos, servicios de aseo, entre otros.

Ilustración 19
Cadena de valor y potenciales encadenamientos productivos para el hidrógeno verde y derivados



Fuente: Elaboración propia.



1.2 Identificación de actores por eslabones de la cadena de valor de la industria

Para un mejor análisis se presenta a continuación una breve descripción de cada uno de los eslabones de la cadena descrita en la ilustración 19:

- 1- Diseño del concepto, planeación y estudios iniciales: Corresponde a la primera etapa para el desarrollo de un proyecto. Involucra procesos de planificación, análisis de prefactibilidad, diseños de ingeniería, logística, definición de modelo de negocios, contratos de arriendo o adquisición de terrenos, estudios de factibilidad, búsqueda de financiamiento, levantamiento de líneas de base, preparación y presentación de estudios de impacto ambiental (EIAs) y obtención de permisos en general.
- 2- Manufactura y construcción de infraestructura: Una vez validado el modelo de negocios, obtenidos los permisos correspondientes y asegurado el financiamiento, se comienzan a emitir las órdenes de compra para la adquisición de componentes, partes y piezas, además de iniciar las obras de construcción. De esta manera es necesario diferenciar el proceso de manufactura, que corresponde a la fabricación y ensamblaje de los componentes como las palas, las torres, los rotores, los electrolizadores u otras, del de la construcción que se vincula al transporte (internación), la preparación de terrenos, la instalación y el montaje de la infraestructura en general en el territorio.
- 3- Generación y transmisión de electricidad: Con la construcción de la infraestructura base se crean nuevas demandas vinculadas a la generación y transmisión de electricidad, lo que involucra la determinación del modelo y el desarrollo de líneas de alta tensión, los sistemas de almacenamiento, los *back up* ante la falta de recursos eólicos, conexiones a la red, el mantenimiento de los aerogeneradores, entre otros.
- 4- Producción y acondicionamiento de hidrógeno verde y derivados: Corresponde al proceso operativo de las plantas químicas, lo cual involucra temas de desalación y otros procesos de depuración de aguas, la producción del hidrógeno verde a través de la electrólisis, la adquisición y/o captura de CO₂ para la conversión a e-fuels o de N₂ para la conversión a amoníaco, las certificaciones de la producción, el mantenimiento de las plantas y la gestión de aguas residuales y eventuales desechos como la salmuera.
- 5- Almacenamiento y transporte de hidrógeno verde y derivados: En esta etapa se abordan temas de almacenamiento de acuerdo con el tipo de producto obtenido, también el transporte de recursos energéticos ya sea a través de gasoductos, acueductos y/o hidroductos, logística, servicios portuarios y preparativos para la exportación.
- 6- Usuario o aplicación final: Se refiere al destino final o uso del producto generado. Se relaciona con cómo y dónde se consume la energía producida y quiénes serán los beneficiarios directos.

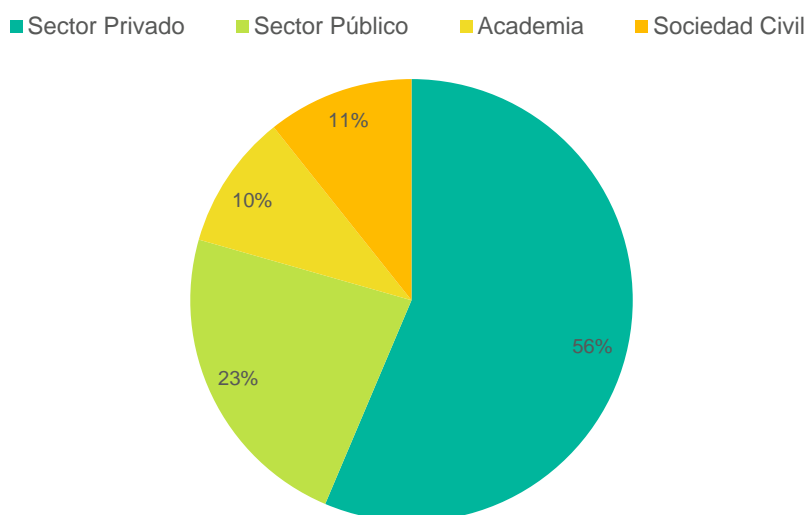
Esto puede abarcar desde consumidores residenciales, usos industriales, uso en medios de transporte, calefacción u otras.

Para la identificación de los stakeholders se actualizó un mapa de actores creado por GIZ, se obtuvo la base de datos de todos los actores que han participado del programa Transforma Regional de Corfo Magallanes, se realizó una revisión de asociados a entidades claves como la Asociación Chilena del Hidrógeno (H2 Chile), la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA), la Asociación de Generadoras de Chile, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC Magallanes), el Gremio de Empresas para el Hidrógeno en Magallanes (Gehma), la CPC Magallanes, la Asociación de Productores H2V Magallanes, entre otras. También se realizó una revisión de panelistas y entidades participantes en los eventos más relevantes de la industria a nivel nacional como el Green Hydrogen Summit, HyVolution Chile y la primera Feria Educativa H2V Magallanes. Por último, se realizaron entrevistas con representantes de gremios, empresas productoras de h2v y otras con procesos productivos similares, quienes analizando la cadena de valor de la industria (figura 19), identificaron a socios o proveedores que se desempeñan en alguno(s) de los eslabones de la cadena productiva. Con esto se llegó a un total de 243 stakeholders considerando Magallanes, Chile y algunos actores de carácter internacional.

1.3 Distribución y análisis de stakeholders

Los *stakeholders* identificados fueron agrupados en cuatro segmentos: sector privado, sector público, academia y sociedad civil, los cuales se distribuyeron según se demuestra en la ilustración 20.

Ilustración 20
Distribución de stakeholders identificados por segmento



Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

Respecto del lugar donde tienen presencia territorial (oficina, dirección comercial o representación), la distribución por segmentos es la que se puede observar en la tabla 3. Como nacional se considera también cualquier otra región que no sea Magallanes.

Tabla 3
Distribución de stakeholders por ubicación territorial

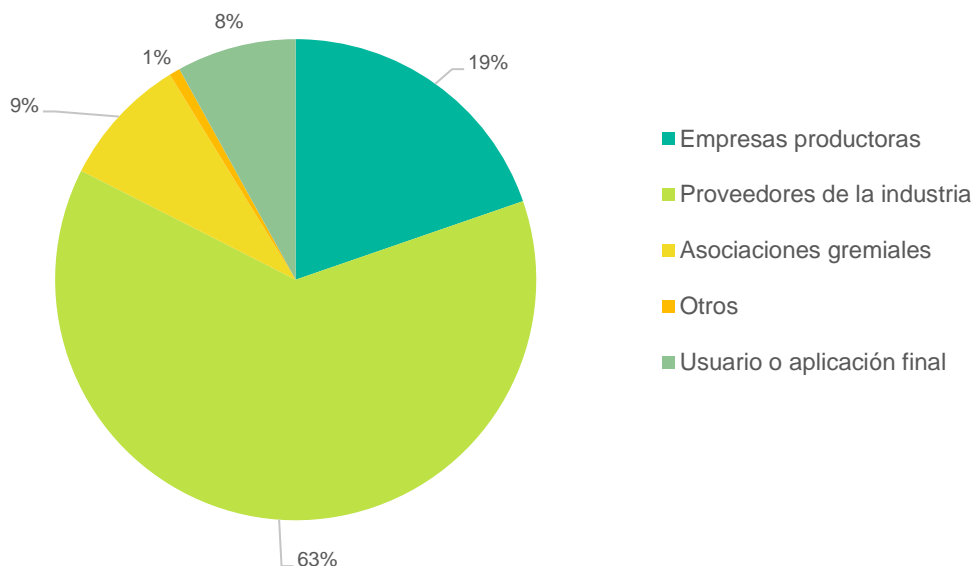
Ubicación	Sector Privado	Sector Público	Academia	Sociedad Civil
Magallanes	39	29	11	9
Magallanes + Nacional	14	12	4	5
Magallanes + Nacional + Internac.	12			1
Nacional	13	15	7	5
Nacional + Internacional	47		2	5
Internacional	12			1
Total	137	56	24	26

Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

Luego se elaboraron subgrupos por cada segmento, los cuales pueden observarse en las ilustraciones 21, 22, 23 y 24.

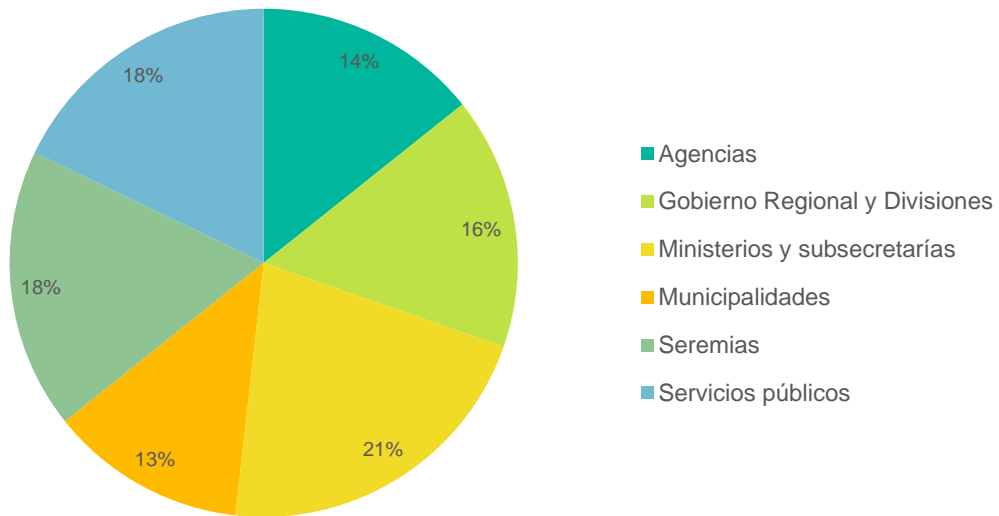
Cabe destacar que, para el desarrollo de este estudio, como proveedores de la industria se hace referencia a aquellos que están directamente vinculados a la cadena de valor del hidrógeno verde y derivados y que representan casi la totalidad de los actores mapeados. Los proveedores indirectos, también mencionados como servicios generales, no fueron incluidos pues tienden a ser parte de una demanda esporádica y que podría involucrar todo tipo de producto o servicio sin distinción.

Ilustración 21
Subdivisión de stakeholders sector privado (137)



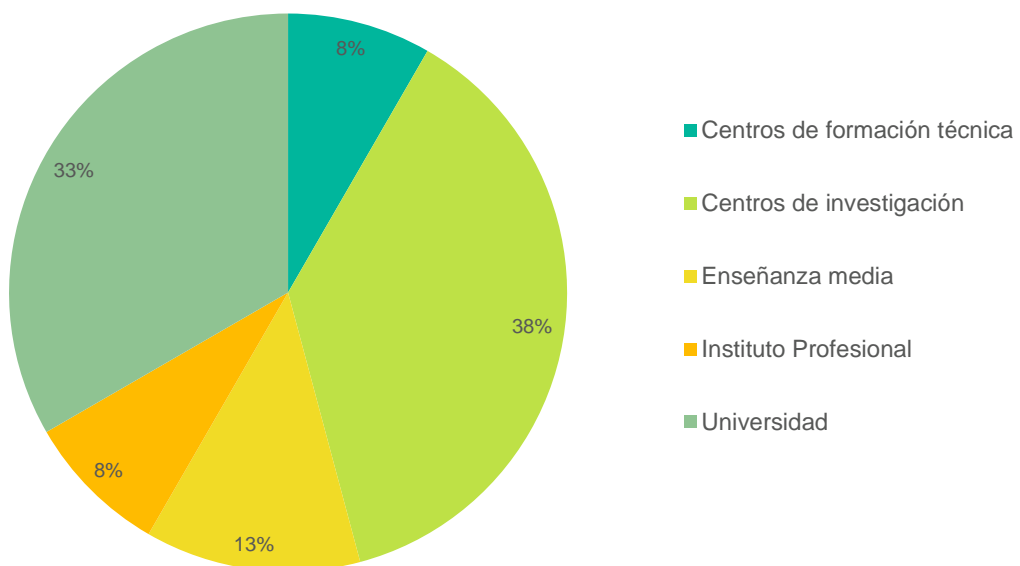
Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

Ilustración 22
Subdivisión de stakeholders sector público (56)



Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

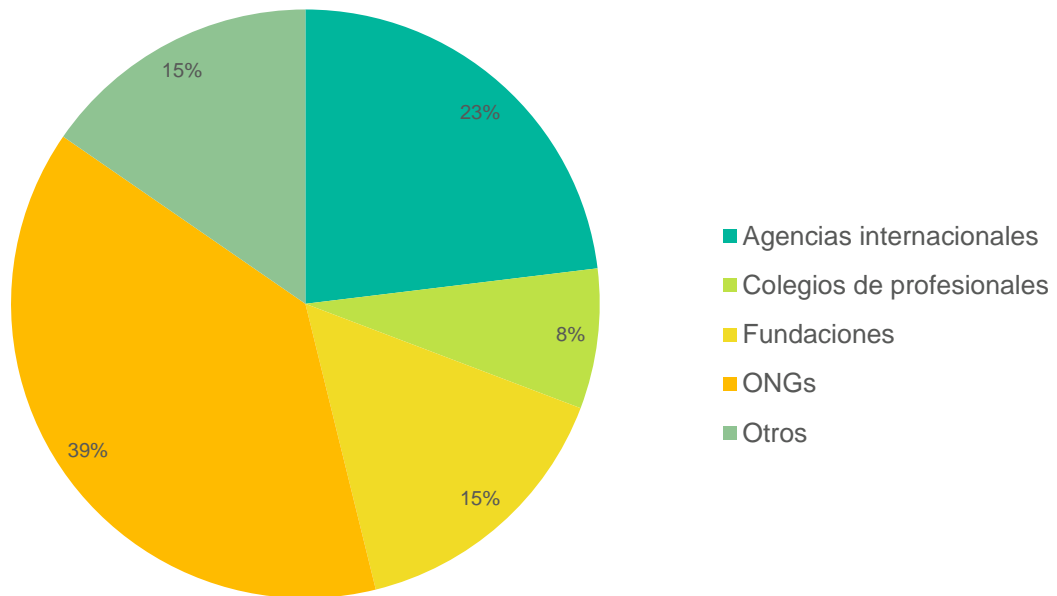
Ilustración 23
Subdivisión de stakeholders sector academia (24)



Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

Ilustración 24

Subdivisión de stakeholders sector sociedad civil (26)



Fuente: Elaboración propia en base de datos de stakeholders.

1.3.1. Distribución de los stakeholders del sector privado en la cadena de valor

Considerando los eslabones de la cadena de valor de la industria del hidrógeno verde y derivados (ver ilustración 25), se realizó una distribución de los stakeholders del sector privado según su ubicación territorial, es decir, si estos actores tienen presencia a nivel regional, nacional y/o internacional o si se encuentran en más de uno de estos.

Ilustración 25

Eslabones de la cadena de valor del hidrógeno verde y derivados

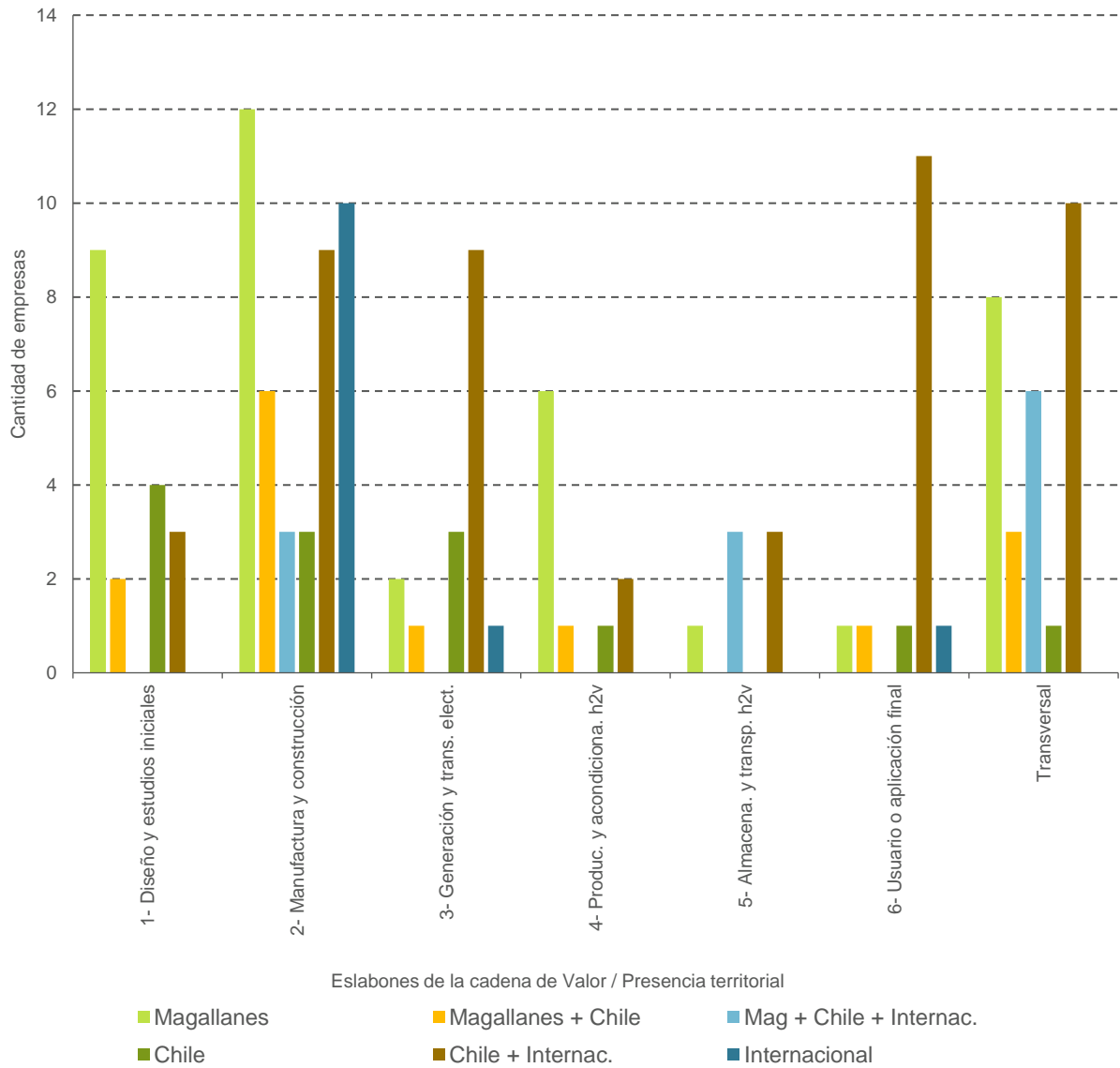


Fuente: Elaboración propia.

A su vez, en ocasiones es factible que un actor se encuentre presente en más de un eslabón de la cadena, en ese caso se considera aquel donde tiene mayor prevalencia, es decir, donde concentra especialmente sus operaciones y que representan un área de mayores ingresos. También existe el caso de actores que son transversales a la cadena, como es la situación de las empresas productoras y de algunas asociaciones gremiales. En cuanto a los actores de la región de Magallanes que fueron identificados, estos se encuentran en el eslabón 1 (servicios de líneas de base, topografía, arriendo de predios, monitoreo de flora y fauna), eslabón 2 (construcción, maestranzas, arriendo de equipos industriales, producción y venta de hormigón, servicios de electricidad y electrónica, internación de equipos), y el eslabón 4 (mantenimiento industrial de ductos y equipos, gestión de residuos y ensayos industriales). En muy pocas ocasiones existen

casos de empresas regionales que han logrado extender sus servicios a otras regiones, más bien ocurre que son empresas nacionales las que tienen sucursales en Magallanes (ver ilustración 26).

Ilustración 26
Distribución de empresas por eslabón y presencia territorial

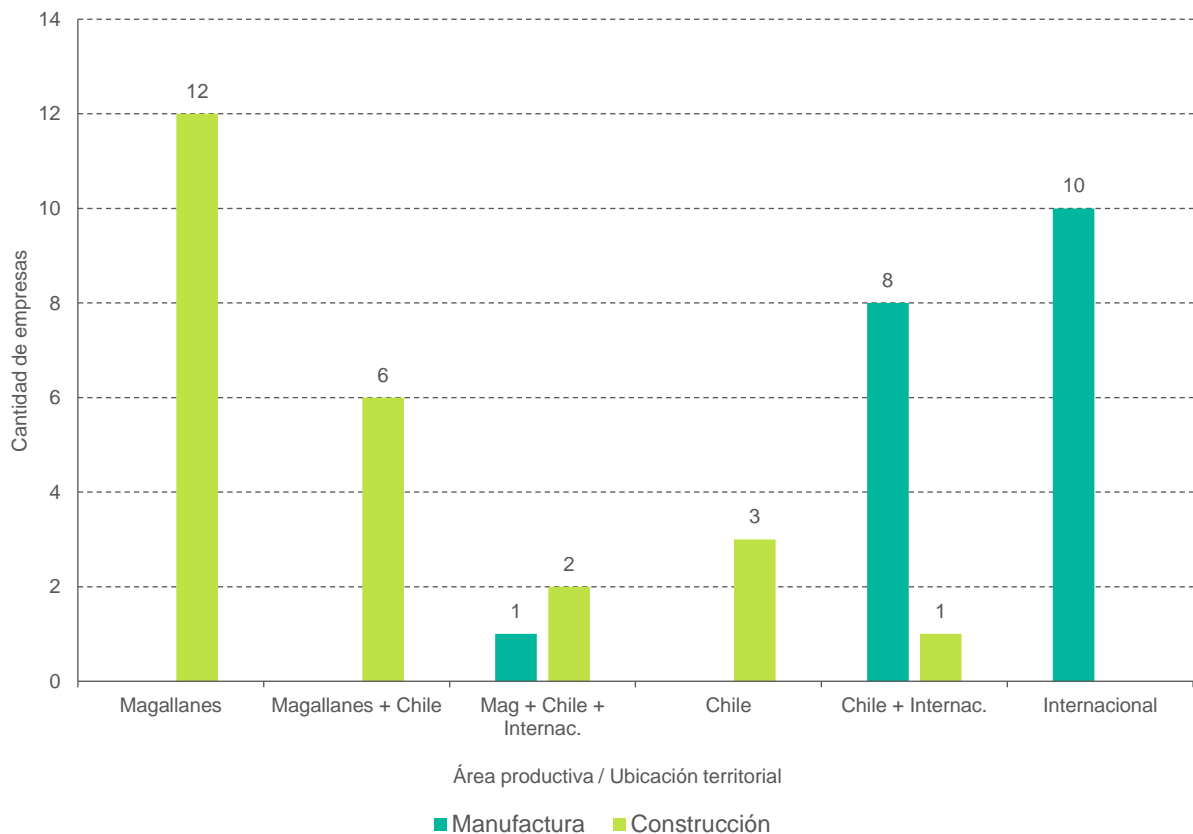


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la distribución presentada en la figura 26, la mayor parte de los actores identificados se concentra en el eslabón 2 vinculado a manufactura y construcción de infraestructuras. Tal como se señala en el apartado destinado a la descripción de la cadena de valor, es necesario hacer la distinción entre las dos actividades lo cual evidencia que la fabricación de componentes, partes y piezas se centra en empresas proveedoras internacionales algunas de las cuales cuentan con representación en Chile (ver ilustración 27).

Ilustración 27

Distribución de empresas en manufactura/construcción y presencia territorial



Fuente: Elaboración propia con datos de stakeholders.

Por otra parte, como resultado de las entrevistas con las empresas productoras de hidrógeno verde, y con otras que comparten algunos procesos productivos similares a los que implementará esta industria cuando inicie sus operaciones, se logró obtener la identificación de productos y servicios que actualmente se consiguen suministrar en el territorio por medio de proveedores locales (ver tabla 4). Es importante considerar que las empresas de h2v, en la etapa en que se encuentran, demandan servicios asociados a estudios de líneas de base y relacionamiento comunitario, en cambio, una de las empresas que demanda servicios que posteriormente requerirá la industria es la Empresa Nacional del Petróleo, Enap Magallanes.

Con la información obtenida, un siguiente desafío es poder analizar la frecuencia con que se solicitarían estos productos y servicios, y la capacidad productiva de los proveedores para lograr satisfacer estos requerimientos.

Tabla 4
Productos y servicios demandados actualmente por empresas productoras y otras con procesos productivos similares, que logran ser abastecidos de forma local

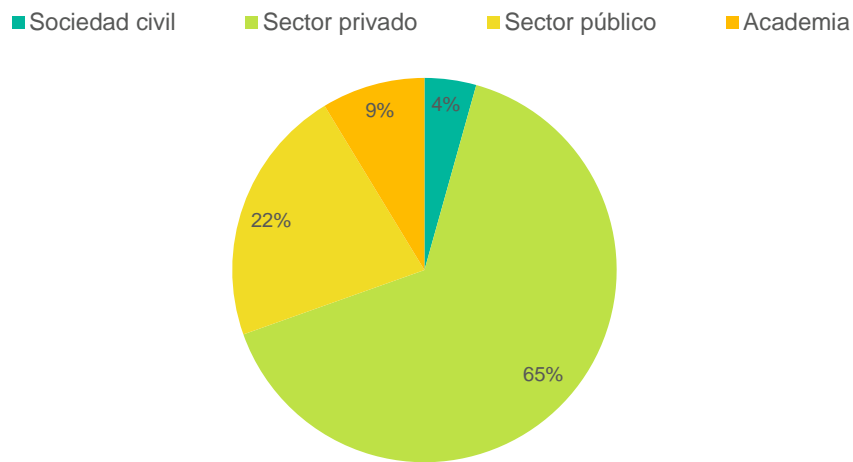
Servicios profesionales	Construcción	Servicios de O&M	Servicios generales
Informática	Gasfitería	Mantenimiento de tuberías	Alimentación en casinos
Ingeniería en mantención	Carpintería	Buzos e inspecciones marinas	Catering y restaurantes
Monitoreo y control de fauna	Obras menores	Inspección de calidad	Bordados
Mecánica de suelos	Materiales de construcción	Mantenimiento eléctrico	Eventos
Monitoreo de aves	Implementos de seguridad	Mantenimiento HVAC	Arreglos florales
Servicios jurídicos	Mueblería	Mantenimiento de equipos	Servicios de alojamiento
Servicios contables	Soldadura	Mantenimiento de vehículos	Servicios e insumos de imprenta
Transporte sobredimensionado	Servicios eléctricos	Mantenimiento industrial	Librería y materiales de oficina
Geotecnia	Áridos	Rescatistas	Diseño gráfico
Topografía	Cemento	Laboratorio de patrones	Productora de eventos
Laboratorio de análisis de muestras	Hormigón	Reparación de maquinaria auxiliar	Servicios administrativos
Batimetría	Tuberías (Piping)	Radiografías industriales	Servicios e insumos en salud
Telecomunicaciones	Servicios de montaje	Ensayos de ultrasonido	Recargas de refrigerantes y comb.
	Hitos	Reparación de sistemas hidráulicos	Arriendo de vehículos
	Transporte de carga	Reparaciones estructurales	Servicios de aseo
	Servicios logísticos	Calibraciones	Servicios de seguridad
	Servicios transitorios EST	Gestión de aguas residuales	Suministro de agua
	Arriendo de maquinaria industrial		Servicios de bodegaje
	Instrumentistas		Insumos de ferretería
			Transporte de pasajeros

Fuente: Elaboración propia con información obtenida a través de entrevistas.

1.4 Resultados de la aplicación de entrevistas

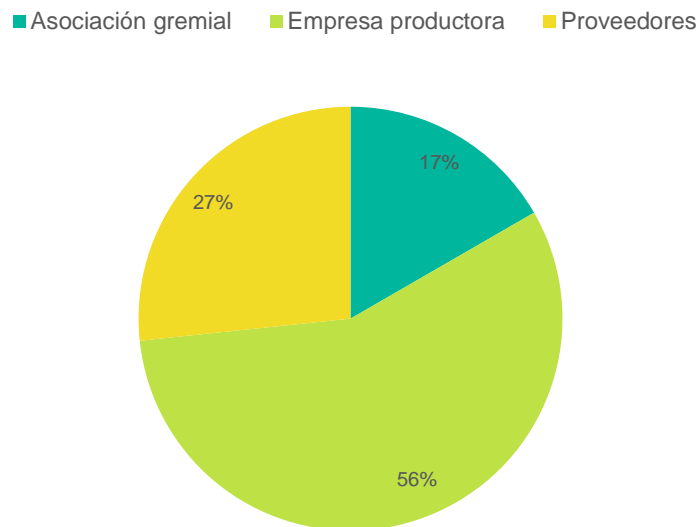
En total se realizaron 46 entrevistas, 27 en formato presencial y 19 de manera remota a través de videollamadas. Las organizaciones representadas fueron 25 las que en su mayoría correspondían al sector privado. La distribución por sectores es lo que se presenta en las ilustraciones 28 y 29.

Ilustración 28
Distribución de entrevistados por sector



Fuente: Elaboración propia en base a listado de entrevistados.

Ilustración 29
Distribución de entrevistados del sector privado



Fuente: Elaboración propia en base a listado de entrevistados.

Las entidades que participaron del proceso de entrevistas fueron las identificadas en la tabla 5.

Tabla 5
Entidades representadas en el proceso de entrevistas

Número	Organización	Descripción
1	Asociación Chilena de Desalinizadoras	Asociación gremial
2	Cámara Chilena de la Construcción	Asociación gremial
3	Corfo Magallanes	Entidad pública
4	EDF Andes	Empresa productora de h2v
5	EDF Renewables	Empresa productora de h2v
6	Empresas VÍlicic	Constructora
7	Enap Magallanes	Empresa pública
8	EPA Austral	Empresa portuaria
9	Free Power Group	Empresa de energías renovables
10	Fundación Acciona	Parques eólicos y producción de h2v
11	Gore Magallanes	Gobierno Regional
12	H2 Chile AG	Asociación Gremial
13	H2V Magallanes AG	Asociación Gremial de Productores de H2V
14	HIF Chile	Empresa productora de h2v
15	HNH Energy	Empresa productora de h2v
16	Ministerio de Energía	Entidad pública
17	Nordex	Fabricante de aeroge. y productor h2v
18	Pecket Energy	Empresa de electricidad y ernc
19	RWE Renewables	Empresa productora de h2v
20	Servicio de Evaluación Ambiental	Entidad pública
21	TEG Chile	Empresa productora de h2v
22	Total Eren	Empresa productora de h2v
23	Universidad de Magallanes	Universidad del Estado
24	Vestas	Fabricante de aerogeneradores
25	Wildlife Conservation Society (WCS) Chile	Organización No Gubernamental

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistados.

Las entrevistas, con un enfoque principalmente cualitativo, se dividieron en 5 segmentos. Lo que se presenta a continuación corresponde a una sistematización de las 46 entrevistas, destacando los temas que fueron planteados en mayor medida entre los entrevistados. Los temas abordados en cada uno de los segmentos se relacionaron con barreras o desafíos productivos, barreras o desafíos sociopolíticos, regulatorios y ambientales, fortalezas y oportunidades de la instalación de la industria en la región, principales desafíos de la industria en transferencia tecnológica e I+D+i y, por último, principales oportunidades que se observan para encadenar productivamente en el territorio.

Es importante considerar que, de forma transversal, los actores comparten que el estado de esta industria es aún incipiente, en algunos casos todavía en una etapa de análisis de pre-factibilidad, eso hace que el proceso en que se encuentra el sector sea dinámico, cambiante y con desafíos relevantes para avanzar hacia un desarrollo sostenible y equilibrado en temas económicos, sociales y medioambientales. Eso se refleja en gran medida en que al momento en que se desarrolla este trabajo no hay proyectos que hayan presentado sus estudios de impacto ambiental al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), siendo este un paso fundamental para que las iniciativas se comiencen a materializar.

Segmento 1: Principales barreras o desafíos productivos, brechas de capital humano e infraestructura necesaria para el desarrollo de la industria.

- I. En el estado en que se encuentran los proyectos actualmente hace que los servicios demandados se concentren en etapas tempranas como en los análisis de pre-factibilidad y también en el aseguramiento de terrenos o las mediciones de viento. Luego corresponde la etapa de levantamiento de líneas de base y en ese sentido la región de Magallanes y de la Antártica Chilena cuenta con limitadas capacidades en consultorías ambientales. Salvo casos particulares, y en áreas específicas, estos servicios tienen que ser solicitados a empresas de carácter nacional y que se encuentran mayoritariamente en Santiago. En este aspecto, si bien se logran encontrar capacidades técnicas destacadas a nivel nacional, igualmente se generan brechas al desconocer aspectos relevantes del territorio tanto de carácter social, medioambiental como productivo.
- II. Por parte de los actores que no son parte de las empresas productoras de hidrógeno verde y derivados, existe una demanda reiterada por el acceso a mayor información de los proyectos, esto para poder realizar estimaciones y prepararse con la debida anticipación a la demanda considerando la envergadura de la industria. Si bien existe comprensión de que el estado de los proyectos es aún dinámico, se solicita al menos contar con rangos o posibles escenarios para proyectar las necesidades de formación, infraestructura, planificación territorial, fomento productivo, entre otras.
- III. Existe la necesidad de construir líneas de base a todo nivel para poder determinar las reales capacidades y brechas productivas del territorio, analizar las condiciones en las que se encuentran y generar iniciativas de implementación para lograr insertarse de mejor manera en la industria. Aquí se considera:
 - Mapear y sistematizar el tejido productivo regional, por eslabones de la cadena de valor de la industria, considerando temas como cantidad de empresas, tamaño, ubicación territorial, rubro principal, cantidad de trabajadores, años de experiencia, niveles de especialización, capacidad de operación, infraestructura disponible, certificaciones con las que cuentan, entre otras.
 - Análisis de capacidades productivas y de logística en el ámbito marítimo portuario.
- IV. Un aspecto que se plantea como central para facilitar la incorporación de proveedores, ya sean estos regionales, nacionales o internacionales, es la necesidad de contar con las debidas certificaciones que acrediten las capacidades y procedimientos productivos al estándar que requerirá una industria global como la del hidrógeno verde y derivados. Vinculado a esto se encuentra la garantía de los productos o servicios suministrados, lo cual se indica como un factor que limita la participación de las pymes en la cadena de valor de la industria ya que esto se encuentra estrechamente relacionado con el tamaño de la empresa y su capacidad financiera.
- V. Como un factor que valoran las empresas productoras al momento de contratar a un proveedor, y que demuestra una tendencia al alza según señalan, está el otorgar una ponderación diferenciada a aquellas empresas que incorporen, de manera acreditada, temas de sostenibilidad y de circularidad en sus procesos productivos, logrando con ello

promover a lo largo de toda la cadena de valor, una industria completamente verde, libre de emisiones y responsable con el entorno.

- VI. Crear oportunidades e impulsar programas con perspectiva de género. Aunque en términos generales se señala que la disposición de las empresas es el de promover el desarrollo de capacidades y premiar el esfuerzo y el talento independiente del origen, etnia, género u otro, existe un entendimiento de que el sector energético es un área en que, particularmente, predominan los hombres y donde es difícil identificar entidades, sobre todo en el ámbito operativo de la producción, por ejemplo proveedores, que sean de propiedad (al menos cuenten con una participación societaria) o sean lideradas por mujeres, con lo cual se buscará impulsar una mayor inclusión.
- VII. Respecto de las necesidades de formación, existe un criterio bastante consensuado en que, al menos por el momento, no sería necesario crear nuevas carreras tanto a niveles de centros de formación técnica, institutos profesionales o en universidades. En general se indica que la oferta académica actual satisface la demanda formativa del sector y que solo sería necesario actualizar algunos contenidos curriculares que estén vinculados al cambio climático, el medio ambiente, el desarrollo de industrias relacionadas a las energías renovables no convencionales como la del hidrógeno verde y sus derivados y, en temas más específicos, a las industrias químicas y la producción de combustibles sintéticos o amoniaco. En esta línea también se menciona la importancia de poder rescatar y poner en valor las capacidades y experiencias de trabajadores de Enap o Methanex, que ya se han acogido a retiro, para que estos se vinculen a programas formativos (como los denominados “Train de Trainers”) y puedan transferir sus conocimientos a nuevas generaciones.
- VIII. Por otra parte, se menciona la importancia de que un mayor porcentaje de la población local cuente con un nivel avanzado de inglés entendiendo que esta es una industria de carácter global. Esto es necesario para la revisión de manuales, contacto con proveedores, potenciales clientes, entre otras.
- IX. Respecto de los parques eólicos, se indica que estos demandarán numerosas dotaciones de técnicos en mantenimiento para lo cual se pudiesen crear escuelas o institutos de formación en esta área con el fin de preparar cuadrillas locales especializadas en este ámbito y capacitadas para atender requerimientos tanto en Magallanes como a nivel global.
- X. Se plantea también la necesidad de poder incorporar a más mujeres en carreras de ingeniería y carreras técnicas, pues estas son conformadas casi en su totalidad por varones lo cual luego replica en la contratación de los planteles de las empresas.
- XI. Por último, ya con una perspectiva más de futuro y esperando que la industria avance por las distintas fases de desarrollo, se indica que podrían existir necesidades de formación para técnicos operadores de planta, área que, a diferencia del proceso de construcción, tiene una frontera de proyección en el tiempo de al menos unos 20 o 30 años.
- XII. En cuanto a infraestructura, en el ámbito productivo las necesidades son múltiples. De esta manera es importante destacar que existe una amplia disposición de las empresas para poder llegar a acuerdos y desarrollar infraestructura compartida, ya que esto no solo ayuda a un mejor ordenamiento territorial, sino que también permite reducir la

complejidad de los proyectos para la elaboración de sus EIAs y los riesgos para la obtención de inversiones. Entre los requerimientos más mencionados se encuentran los siguientes:

- Terminales portuarios, los cuales, en base al consenso de una parte de los actores, se estima que deberían ser alrededor de 2 o 3 de importación y 4 o 5 de exportación en toda la región.
- Caminos y rutas de conexión, con lo cual no se hace referencia exclusivamente al transporte terrestre y marítimo, sino que también a las tuberías (se mencionan gasoductos, hidroductos y acueductos) y a las líneas de transmisión, todo representando importantes desafíos logísticos (por ejemplo, en cuanto a las servidumbres), financieros, tecnológicos, ambientales, entre otros.
- Infraestructura compartida respecto de plantas químicas. Se indica que existe conocimiento respecto de la complejidad y peligrosidad del manejo de plantas químicas, en especial en un área que a nivel regional no existe mayor conocimiento como es el caso del amoniaco. En este sentido se plantea la necesidad de avanzar en acuerdos que permitan la construcción de áreas compartidas, por ejemplo, para la maquila, con lo cual se logre concentrar la producción en puntos específicos del territorio.
- Otro aspecto que se menciona con frecuencia es el de la construcción y operación de plantas desalinizadoras. En general cada proyecto, con el fin de asegurar el funcionamiento de sus procesos productivos, considera la instalación de al menos una de estas estructuras. En este sentido existe disposición por parte de las empresas productoras de analizar la factibilidad de generar plantas sobredimensionadas o multipropósito que permitan, de acuerdo con las características y nuevos procesos que se le deba aplicar al agua, resolver o mitigar problemas de escasez hídrica y promover nuevos usos como, por ejemplo, en el ámbito silvoagropecuario. Si bien, de acuerdo con la opinión de uno de los expertos entrevistados, la cantidad de agua desalinizada que se requiere para las plantas de hidrógeno verde es muy inferior a la que demanda la minería en el norte del país, la cantidad de proyectos que potencialmente se instalarían en la región debiese considerar una mirada holística o sistémica que vaya más allá de la realidad de cada empresa y promueva el desarrollo de una matriz unificada creando así lo que se denomina como carretera hídrica o infraestructura compartida para los usos del agua. Aunque esto en la práctica, se señala, resulta muy complejo, existen casos de éxito en otros lugares del mundo, como Israel o España (por ejemplo la planta desaladora Torrevieja en Alicante administrada por la empresa pública Acuamed), donde esto se aplica y se obtienen múltiples beneficios los cuales van desde la reducción de costos al ser compartidos, una mejor coordinación entre los actores, contribuye con el ordenamiento territorial y permite mayor eficiencia social logrando llegar a más sectores con propósitos industriales y de consumo humano.
- Uno de los procesos que concentrará la mayor cantidad de población flotante en el territorio es la etapa de construcción de los parques eólicos. Para esto se indica que, con alta probabilidad lo que se implementará serán campamentos. Estos dependiendo de la envergadura del proyecto, operarán en fases de desarrollo

alcanzando momentos peaks de funcionamiento. En este ámbito, el tipo de infraestructura a utilizar sería una de tipo modular que se pueda ir desplazando en la medida que se avanza en las obras de construcción. Aquí, las oportunidades que señalan resultan más evidentes son las de suministros a los campamentos, los cuales van desde servicios de alimentación, transporte de carga y de pasajeros, abastecimiento de víveres, mobiliario básico, ropa de cama, servicios de lavandería, servicios de salud y seguridad, equipos de protección personal, sistemas de almacenamiento y refrigeración, servicios de comunicación satelital, servicios de rellenos sanitarios o fosas sépticas, servicios recreacionales, entre otros.

- Por último, como parte de la construcción, algo que los actores mencionan de forma frecuente, considerando además las características de la región y su complejidad logística, es la necesidad de contar con plantas de tratamiento y gestión de residuos industriales. Magallanes, indican a hoy en día, no cuenta con una infraestructura adecuada tanto en vertederos, rellenos sanitarios, reciclaje y plantas de tratamiento. En la práctica, lo que ocurre es que, por ejemplo, las aguas residuales deben ser transportadas a otras regiones del país que cuentan con las condiciones adecuadas; siendo algo que eventualmente se podría realizar en el territorio. Actualmente la región cuenta con 8 sitios de disposición final que se encuentran operativos. De estos, uno tiene la calificación de vertedero y los otros siete de basurales (SUBDERE, 2018). En este aspecto cabe destacar un proyecto de relleno sanitario impulsado por el Gobierno Regional de Magallanes con foco en residuos domiciliarios y que potencialmente, en una segunda etapa, podría abordar el área industrial²⁹.

Segmento 2: Principales barreras o desafíos sociopolíticos, legales, regulatorios y/o ambientales.

- I. En general, las exigencias regulatorias y los procesos para la obtención de permisos se señalan como el principal desafío para el momento actual en que se encuentra la industria. Se plantea que es la base que debe brindar certezas para la evaluación de los proyectos lo cual permitirá a su vez avanzar en diversos esfuerzos que pueden realizar las empresas en la creación de valor en los territorios como, por ejemplo, el desarrollo de proveedores locales. Se ocupa de manera frecuente el caso de la empresa HIF Global la cual obtuvo los permisos en Estados Unidos para una planta de similares características a la que se busca instalar en Magallanes. Esto se destaca como un ejemplo de evaluación de alta rigurosidad, que cumple con estándares internacionales, en tiempos acotados que es lo que demanda la industria, con regulaciones y penalizaciones exigentes en caso de incumplimientos y con inversiones menores, considerando todos los procedimientos requeridos, en comparación a lo que actualmente se demanda en Chile. Entre los permisos, procesos y regulaciones más recurrentes que, de acuerdo con los entrevistados, representan cuellos de botella para la ejecución de los proyectos se encuentran: i) Guías del Servicio de Evaluación Ambiental y que son de ejecución inmediata. Se plantea que ayudaría al menos conocer la materia sobre la cual tratarán, la fecha estimada de publicación y que estas permitieran un plazo de margen para poder integrarlas en los proyectos; ii) Permisos para concesiones marítimas cuyo plazo legal es de 4 meses, pero que en tiempo real promedio se tarda más de 34 meses; iii) Permisos del Ministerio de Bienes Nacionales como la concesión de uso oneroso; iv) Tramitaciones ante el Consejo

²⁹ Proyecto para la construcción de relleno sanitario de Tierra del Fuego. Acceso a septiembre de 2023: <https://www.goremagallanes.cl/wordpress/12452-2/>

Nacional de Monumentos; v) Escoltas para el transporte de cargas sobredimensionadas, entre otras.

- II. En el caso de los actores que no son parte de las empresas productoras (sector público, academia, sociedad civil y proveedores), existe una demanda reiterada por el acceso a mayor información de los proyectos y cómo estos se comunican a través del relacionamiento comunitario en el territorio. La necesidad de información se vincula a la cantidad de proyectos, la capacidad eólica que se buscará instalar, la demanda de agua para los procesos de desalinización, la ubicación de los parques eólicos, el inicio estimado de construcción, qué tipo de infraestructura será efectivamente compartida, la estimación de empleos para las etapas de construcción y operación, los perfiles profesionales que serán requeridos, las oportunidades de negocios que generará la industria, entre otras. En general esto se traduce en incertidumbre sobre el potencial de impacto sistémico del sector en tres áreas:
- Impacto en la calidad de vida: Se plantean aprensiones respecto del potencial impacto que tendría la industria, especialmente asociado al aumento de la población, en temas como el costo de vida y la presión que podría ejercer en algunas áreas que desde ya se encuentran exigidas como es el acceso a vivienda, a los servicios de salud, educación, seguridad, saturación vial, entre otras.
 - Impacto en el medio ambiente: Aquí se mencionan potenciales impactos en la flora y fauna, el tratamiento y/o disposición final de residuos como la salmuera, el tratamiento y transporte de sustancias peligrosas como el amoniaco, los periodos de recuperación de la capa vegetal, por ejemplo, por la construcción e instalación de ductos (Domínguez, 2023), la armonización con la actividad ganadera en las etapas de construcción, entre otras, y los planes de mitigación y compensación que implementarán para controlar los efectos.
 - Impacto económico: Aquí se mencionan aprensiones respecto de las reales oportunidades de desarrollo local que generaría la industria, como por ejemplo el tipo de empleo que demandará (si es bien calificado o no), oportunidades para la creación de nuevos negocios priorizando empresas locales y si será factible que algo de la producción quede en el territorio, ya sea insertándose en la matriz energética o disponibilizando recursos (electricidad, agua, hidrógeno, combustibles sintéticos, amoniaco u otros) para el desarrollo de actividades sociales o productivas en la región.
- III. La gobernanza, la coordinación de los actores y los procesos de participación ciudadana se establecen como fundamentales para lograr que esta industria se inserte exitosamente en el territorio. En este sentido se destaca la iniciativa del sector privado en cuanto a haber conformado la asociación de productores H2V Magallanes, pues se posiciona como una instancia relevante en la coordinación y colaboración de las empresas presentes en el territorio. A su vez, los actores también resaltan esfuerzos de carácter público-privado que avanzan hacia la materialización de iniciativas que son valoradas por los distintos sectores como es el caso de la infraestructura compartida que ha anunciado Enap junto a empresas del sector. Finalmente, se reconoce la disposición de entidades gubernamentales para abordar los numerosos desafíos de esta industria y su integración armónica en el territorio y que exige una buena coordinación entre las mismas entidades públicas.

- IV. Otro elemento de importancia es la necesidad de fortalecer y capacitar a las dotaciones de profesionales de entidades públicas relevantes en todo este proceso, como lo es, por ejemplo, el Servicio de Evaluación Ambiental. Considerando la cantidad y envergadura de los proyectos, existe una alta probabilidad de que las revisiones no se efectúen completamente en la región y que se deba generar apoyo de evaluadores que se encuentran en otras regiones del país. Esto presenta ventajas al asegurar el funcionamiento del servicio, pero también desventajas por posibles errores derivados del desconocimiento del territorio. Asimismo, se indica el valor que tienen los proyectos al ser socializados antes de su ingreso a la evaluación, esto, señalan, podría permitir un análisis más expedito de las iniciativas.
- V. En cuanto a ordenamiento territorial, lo que se plantea por parte de los entrevistados es la oportunidad de, con el liderazgo e involucramiento del sector público, analizar las distintas posibilidades de generar infraestructura compartida y otra que sea relevante para que, con visión de futuro, se impulse el desarrollo de comunas rurales de la región como es el caso de Laguna Blanca, San Gregorio, Río Verde, Primavera u otras. En general, estas son localidades que cuentan con precarias condiciones de calidad de vida (sistemas energéticos aislados e inestables, falta de alcantarillado, escaso o casi inexistente acceso a servicios de salud, educación, vivienda y transporte), con lo cual la implementación de esta industria pudiese representar una importante oportunidad de desarrollo para estas zonas si se logra ejecutar de forma virtuosa y coordinada.

Segmento 3: Principales fortalezas u oportunidades para el desarrollo de la industria en el territorio.

- I. En cuanto a las fortalezas que posee el territorio para el desarrollo de la industria, existe bastante consenso en que estas se concentran en seis aspectos relevantes:
- Capacidad eólica: La fuerza y constancia de los vientos, lo cual es clave para llegar a precios competitivos a nivel internacional, se menciona como el elemento más relevante para el desarrollo de la industria en la región. Magallanes presenta uno de los mejores indicadores en cuanto a factor de planta para parques eólicos a nivel global, esto es destacado, pero junto con ello se indica que también es un desafío desarrollar y establecer mecanismos que permitan controlar u optimizar la utilización del recurso eólico cuando los vientos son demasiado fuertes.
 - Extensiones de terrenos: Magallanes es la región más extensa del país, con una población relativamente reducida, lo que resulta en una de las densidades demográficas más bajas a nivel nacional. Este escenario facilita la instalación de infraestructura productiva en el territorio, ubicándose en zonas actualmente destinadas al desarrollo de la actividad ganadera, según indican.
 - Disponibilidad de recursos hídricos: En general, se menciona la desalinización de agua a través de osmosis inversa como el mecanismo que utilizarían las empresas para el desarrollo de la actividad productiva. En este aspecto, destacan la ubicación de la región para la obtención de recursos marinos, los cuales podrían tener usos multipropósito, por ejemplo, para el sector silvoagropecuario. Indican, a su vez, que también es un desafío el manejo o la reutilización de residuos, como el concentrado salino, empleando métodos sostenibles y cuidadosos con el medio ambiente.

- Ubicación estratégica del Estrecho de Magallanes: El desarrollo de la industria del hidrógeno verde y sus derivados estará relacionado, indican, con la creación y fortalecimiento de infraestructura portuaria. Esto incluye tanto la internación de componentes, partes y piezas como la exportación de productos finales, que se ubicarían en las orillas del Estrecho de Magallanes, una de las pocas rutas naturales que conecta el océano Atlántico con el Pacífico. Esta ubicación estratégica podría facilitar el acceso a los mercados de Asia, América del Norte y Europa.
- Capacidad e infraestructura existente en el territorio: Debido al desarrollo histórico en Magallanes de sectores económicos vinculados al sector energético, como la transformación de hidrocarburos (industria petrolera, petroquímica y gasífera), existen capacidades profesionales especializadas e infraestructura disponible que está en desuso y que podría ser adecuada a las demandas proyectadas de esta nueva industria. En este sentido, destacan las experiencias de Enap y Methanex en aspectos productivos, de la Universidad de Magallanes en la formación de profesionales vinculados al sector energético y la oportunidad de modernizar infraestructura portuaria y adaptar redes de ductos existentes.
- Leyes de excepción: Debido al carácter de zona extrema³⁰ que presenta la región de Magallanes, esta cuenta con instrumentos de exención tributaria e incentivos que promueven el desarrollo industrial en el territorio. Para la obtención de estos beneficios se exigen una serie de condiciones relacionadas, por ejemplo, a la ubicación de la planta productiva en algunas zonas de la región, que el tipo de actividad que se desarrolle involucre procesos de manufactura y/o que un porcentaje de los insumos o del recurso humano provenga de la región, entre otras. Estos incentivos en general son reconocidos por las empresas como una fortaleza que ofrece Magallanes, no obstante, señalan las dificultades de satisfacer ciertos requerimientos como la contratación de recurso humano cuando este no se encuentra disponible en la región.

II. En cuanto a las oportunidades que se señalan en torno al desarrollo de la industria en el territorio, se destacan principalmente cuatro.

- Desarrollo económico: Se menciona la gran oportunidad que tendría la región de diversificar y fortalecer su matriz productiva aumentando significativamente el Producto Interno Bruto actual de Magallanes. Esto, indican, se debería traducir tanto en la generación de empleos bien calificados como en la creación y el desarrollo de empresas locales que logren relacionarse con la cadena de valor de la industria, ya sea de forma directa como indirecta.
- Formación de capital humano: Se señala que junto con el desarrollo de la industria existiría la oportunidad de promover la formación de capital humano especializado tanto para áreas técnicas, profesionales y de posgrados. Esto a su vez permitiría impulsar el fortalecimiento y la atracción de universidades y centros de ciencia, investigación, tecnología e innovación de nivel global.

³⁰ Se les denomina así a territorios que debido a una combinación de factores geográficos, climáticos y logísticos hacen que su desarrollo y habitabilidad presenten desafíos particulares respecto del resto del país.

- Desarrollo de comunas rurales y modernización de infraestructura en la región: Se indica que el establecimiento de la industria del hidrógeno verde y sus derivados en la región permitiría un desarrollo más armónico del territorio logrando con ello desconcentrar Punta Arenas e impulsando el crecimiento de otras comunas como San Gregorio, Laguna Blanca, Porvenir, Primavera, entre otras. Además, se señala que la región podría contar con infraestructura de primer nivel como puertos, aeropuerto y caminos los cuales mejorarían la conectividad del territorio tanto de forma interna como a nivel nacional e internacional.
- Descarbonización de la matriz energética: Si bien existe comprensión de que el foco de esta nueva industria se centra en la exportación, se plantea la oportunidad que tendría la región de descarbonizar su matriz energética pudiendo reemplazar elementos fósiles por renovables tanto a nivel domiciliario, industrial y de transportes, logrando convertirse en un primer territorio con una alta participación de fuentes limpias.

Segmento 4: Principales desafíos de la industria que demandan esfuerzos de transferencia tecnológica o I+D+i.

- I. Se visualizan numerosas necesidades de investigación, desarrollo e innovación en torno a la industria del hidrógeno verde y derivados. Entre estas se mencionan:
 - a. Sistemas de monitoreo de aves como radares u otros.
 - b. Sistemas de monitoreo de flora y fauna en general.
 - c. Soluciones de gestión de residuos considerando las condiciones de aislamiento de la región de Magallanes.
 - d. Reutilización de residuos como la salmuera.
 - e. Análisis y recuperación de capa vegetal.
 - f. Sistemas de captura directa del aire de CO₂.
 - g. Aditivos para fundaciones u otros elementos que resuelvan o mitiguen problemáticas de calidad de suelos en la región.
 - h. Adaptación de máquinas, equipos y procesos productivos ante las condiciones climáticas extremas de la región de Magallanes.
- II. En este segmento se menciona también la oportunidad que tiene Magallanes para convertirse en un polo de desarrollo de esta industria permitiendo con ello crear un valle del hidrógeno. En general, se hace referencia a un “valle” como un área geográfica que tiene alta concentración de empresas de alta tecnología, universidades, centros de investigación y otros actores de un ecosistema de innovación y emprendimiento. Estos valles promueven la atracción de talento, la inversión y la actividad empresarial.

Segmento 5: Principales oportunidades que observa para encadenar productivamente con otros sectores económicos de la región.

- I. Se observan múltiples oportunidades de potenciales encadenamientos productivos en el territorio. Entre ellas se señalan las siguientes:
 - a. Vinculación natural con el sector de la construcción considerando todas las obras para la industria (parques eólicos, plantas químicas, torres y líneas de transmisión, entre otras) y de infraestructura habilitante (puertos, ductos, caminos) que se

desarrollarían en el territorio. Destacan en particular la demanda que existirá respecto de los áridos considerando que este es un insumo que debiese provenir desde el territorio. Si bien los actores señalan que la región dispondría de las canteras y las reservas adecuadas, no cuentan con evidencias al respecto, no hay datos de cantidad y calidad de los recursos e indican que existen regulaciones que limitan su acceso, con lo cual sería relevante realizar un estudio de línea de base regional respecto de este elemento.

- b. Con el sector ganadero ya existen relaciones comenzando por el arriendo de los predios, primero para los estudios de pre-factibilidad y factibilidad, y luego para la construcción de parques, caminos e infraestructura productiva en general. También se plantea una relación de largo plazo con esta actividad económica tradicional de la región en áreas como, por ejemplo, la obtención y procesamiento de la lana para la producción de ropa de cama de los campamentos, el potencial uso de excedentes de agua para mejorar las praderas, aumentar la calidad de la alfalfa y brindar alimentos con mayores nutrientes a los animales, lo cual permitiría avanzar desde una ganadería de tipo extensiva como lo es hoy, a una de tipo intensiva considerando la adopción de nuevas tecnologías. Por su parte, los representantes del sector ganadero señalaron estar analizando la factibilidad, que entre aquellos que principalmente se vean beneficiados con el desarrollo de la industria, se disponga de un porcentaje de los ingresos para conformar una corporación o similar que promueva la investigación y el desarrollo de la industria ganadera, algo similar al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).
- c. La promoción de alianzas con empresas de mayor tamaño que se encuentran en otros lugares del país o incluso a nivel internacional es otra de las propuestas recurrentes. Esto puede tener diversos formatos, uno de ellos es la obtención de la representación en el territorio lo que permitiría ser más competitivo en términos logísticos y de aseguramiento de la calidad en cuanto a garantías.
- d. El desarrollo portuario generará oportunidades relevantes y junto a ello los servicios de cabotaje serán claves para llegar a diversos puntos de la región.
- e. Oportunidad de proyectos de electromovilidad para conectar con el transporte público urbano, en especial con los buses en la ciudad de Punta Arenas.
- f. Existe una oportunidad relevante de poder atraer al territorio a la industria siderúrgica la cual es clave para la fabricación de aerogeneradores y que, debido a la escala que se proyecta, podría resultar factible de concretar.
- g. Junto a la acuicultura, además de promover el uso de energías limpias en todo el proceso productivo, lo cual agregaría valor al producto en mercados internacionales, se observan oportunidades en el uso de oxígeno y en la producción de pellets (alimento de peces) de origen vegetal en los predios en el caso que existiese disponibilidad de recurso hídrico.
- h. Se indica que una vez en funcionamiento en la industria, toda la matriz productiva regional debiese transitar hacia el uso de energías limpias logrando descarbonizar completamente la región y luego el país.

- i. Finalmente se indica el potencial impacto que tendría sobre los servicios generales y que en gran medida ya fueron identificados en el segmento 1, numeral XII. de esta sección.
- II. Además de las potenciales oportunidades de encadenar productivamente a nivel local, se señala que es importante ampliar la mirada, considerando la escala de esta industria, y analizar las diversas opciones de conectar con otras regiones del país, a nivel internacional o incluso pensar en la atracción de grandes empresas o nuevas industrias al territorio.

A través de las entrevistas también se logró obtener información respecto de los principales servicios, insumos, equipos y áreas de formación que serían requeridos por cada uno de los eslabones. Esto fue complementado con investigaciones bibliográficas y se puede revisar en la tabla 6. Al igual que en la tabla 4, el siguiente desafío con esta información es poder analizar la frecuencia o intensidad con que se demandarían estos productos o servicios, la capacidad local para poder suministrarlos y las brechas existentes.



Tabla 6
Servicios, insumos, equipos y necesidades de formación por eslabón

Eslabón	Servicios	Insumos	Equipos	Formación
1. Diseño del concepto, planeación y estudios iniciales	Alojamiento; arriendo de predios; catering; consultoría ambiental; estudios antropológicos; estudios de batimetría; estudios socio – económicos; eventos; geotecnia; laboratorios de muestras; mediciones de viento; participación comunitaria; proyectistas; traducción; servicios de ingeniería	Alimentos; cartografías; datos estadísticos; mapas satelitales; softwares; telecomunicaciones.	Anemómetros; cámaras; drones; equipos de protección personal; espectrofotómetros; estaciones meteorológicas portátiles; kits de muestreo; luxómetros; radares; radios; sensores; sistemas GPS; sonómetros; vehículos equipados	Antropólogos; arqueólogos; biólogos marinos; economistas; geógrafos; geólogos; ingeniería ambiental, civil, comercial; ornitólogos; paleontólogos; sociólogos
2. Manufactura y construcción de infraestructura	Arriendo de equipos industriales; carpintería; casinos; construcción de caminos; ensamblaje de partes y piezas; fabricación de partes y piezas; fundaciones de aerogeneradores; gestión de residuos y reciclaje; instalación y montaje; mecánica de suelos; mueblería; piping; preparación de terrenos; servicios de cabotaje; servicios de hormigonado; servicios médicos; servicios metalmecánicos; servicios portuarios de internación; servicios recreacionales; sondajes; suministro para campamentos; transporte de áridos; transporte de carga; transporte de pasajeros; transporte sobredimensionado.	Acero; agua; aislantes; alimentos; arcilla, áridos; caliza, cemento; electrodos; enfriadoras; fibra de carbono; fibra de vidrio; grava y arena; hormigón; membranas; pintura, pigmentos y tintes; pvc; resinas; revestimientos; ropa de cama; sellantes; sistemas de control; sistemas eléctricos; válvulas; yeso.	Allanadora; anacelle o góndolas; ancor para fundaciones; andamios; arnés de seguridad; bombas; buses; camiones en general; camiones mixer; cañerías; cinturones; componentes, partes y piezas en general; electrolizadores; enfriador de clinker; embarcaciones; equipos de perforación y excavación; equipos de protección personal; escaleras; grúas de gran tonelaje; hornos rotatorios; molinos de materia prima; mosquetones y ganchos de anclaje; palas; silos de almacenamiento; trituradoras; torres eólicas.	Auxiliares; carpinteros; especialistas en logística; hitos; ingenieros civiles, hidráulicos, mecánicos, calculistas, químicos, eléctricos; maestros de cocina; mecánicos; operadores de faena; operadores de grúas; personal de salud; prevencionistas de riesgos; programadores; rescatistas; riggers; soldadores; técnicos en construcción; técnicos en hotelería; transportistas
3. Generación y transmisión de electricidad.	Gestión de servidumbres; ingeniería de diseño; mantenimiento de parques eólicos; seguridad; servicios de monitoreo	Aluminio; cables; cobre; combustible; conductores; refrigerantes; lubricantes y fluidos; sistemas de control y monitoreo; softwares	Equipos de excavación; equipos de perforación; grúas de gran tonelaje; interruptores; sistemas de back up; transformadores; torres y líneas de transmisión; vehículos de transporte	Analistas; montajistas; operadores de trabajo en altura; técnicos en electrónica y electrónica; técnicos en mantenimiento
4. Producción y Acondicionamiento de H2V y derivados	Análisis de vibraciones; calibraciones; desalinización de agua; disposición final de residuos; ensayo de líquidos penetrantes; ensayo de partículas; ensayos de ultrasonido; ensayos hidrostáticos; laboratorio de muestras y de certificación; laboratorio de patrones; limpieza industrial; mantenimiento de ductos; mantenimiento de plantas químicas; pruebas de presión en tuberías; servicios de inspección industrial; suministro de casinos; radiografías industriales; reparaciones submarinas; servicios médicos; transporte de líquidos y gases; tratamiento y transporte de aguas	Agua; anticorrosivos; cañerías; CO2; lubricantes, grasas y fluidos; N2; productos químicos de limpieza; repuestos; revestimientos; sellantes; sensores; softwares	Bombas de grasa; equipos de compresión; equipos de contingencia de derrames; equipos de desalinización; equipos de detección no destructiva; equipos de emergencias; equipos de limpieza criogénica; equipos de protección personal; equipos de rescate; equipos de soldadura y corte; instrumentos de calibración; sistemas de detección de gases; tuberías o ductos (acueductos, hidroductos, gasoductos)	Ingenieros químicos, mecánicos, civiles industriales, hidráulicos; operador de planta química; soldadores; técnicos en mantenimiento; traductores de manuales; operador de planta desalinizadora
5. Almacenamiento y transporte de H2V y derivados	Ensayo de líquidos penetrantes; ensayo de partículas; ensayos de ultrasonido; ensayos hidrostáticos; pruebas de presión en tanques; radiografías industriales; reparación de fugas; servicios de etiquetado de contenedores y cisternas; servicios de inspección industrial; servicios marítimos; servicios portuarios de exportación; transporte de líquidos y gases	Abrazaderas; anticorrosivos; combustible; desengrasantes; detectores de fugas; mangueras especializadas; manómetros; pintura industrial; refrigerantes; sellantes; solventes; termómetros	Cámaras especializadas; contenedores criogénicos; detectores de gases; equipos de compresión; equipos de radiografía industrial; ultrasonidos; sistemas de detección de gases; sistemas de enfriamiento; transporte de carga de sustancias peligrosas; tanques industriales	Especialistas en logística; ingenieros químicos, mecánicos, ambientales, industriales; técnicos en mantenimiento; operadores en general; peonetas; prevencionistas; salud ocupacional; soldadores; tripulantes; transportistas
6. Usuario o aplicación final	Asesoramiento y estudios para la integración con otros sistemas energéticos; ingeniería de diseño para usos finales; pruebas de certificación y trazabilidad; servicios de logística y garantía de entregas	Aceros; bobinas de cobre; cables; cátodos y ánodos; cobre; litio; transformadores; softwares	Baterías; celdas de combustible; compresores; condensadores; electrolineras; equipos de mezcla (blending); hidrolineras; infraestructura de conexión a la red; sistemas de generación de calor; transporte acondicionado	Especialistas en electromovilidad; en exportaciones y comercio internacional; ingenieros comerciales, químicos; investigación y desarrollo para transformación y usos finales

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevistas y complementado con bibliografía.

1.5 Resultados de los talleres

Los días 1 y 2 de agosto de 2023, en dependencias de Enap Magallanes en la ciudad de Punta Arenas, se realizaron talleres participativos como una de las actividades finales del estudio en cuanto a levantamiento de información. La invitación estaba dirigida a actores que estén distribuidos en la cadena de valor, con el fin de recabar visiones transversales. En total participaron 34 asistentes representando a 24 organizaciones (ver tabla 7).

Tabla 7
Organizaciones asistentes a talleres participativos

Número	Organización	Sector
1	Asociación de Productores H2V Magallanes	Privado
2	EINAS	Privado
3	Servicio de Evaluación Ambiental	Público
4	CPC Magallanes	Privado
5	Corfo Magallanes	Público
6	División Educación Ambiental	Público
7	Universidad de Magallanes	Academia
8	Free Power Group	Privado
9	Edelmag	Privado
10	Seremi de Medio Ambiente	Público
11	Seremi de Energía	Público
12	Nexxo	Privado
13	Recasur	Privado
14	Profesionales independientes	Privado
15	Gasco	Privado
16	Asmar	Público
17	Llaquedona Green Hydrogen	Privado
18	HIF Chile	Privado
19	Transportes Vilicic	Privado
20	Gore Magallanes	Público
21	Ulog	Privado
22	HyLimsa SpA	Privado
23	Cámara Chilena de la Construcción	Privado
24	Centro de Estudios Energéticos Umag	Academia

Fuente: Elaboración propia con datos de asistentes.

Lo que se presenta a continuación corresponde a los diversos aportes de los asistentes, considerando los resultados obtenidos durante las 2 jornadas de talleres. Con el fin de facilitar la sistematización, se agruparon las ideas en los 5 ejes estratégicos ya definidos por el programa Transforma H2V Magallanes (ver tabla 8), las cuales son:

- I. Gobernanza
- II. Desarrollo Social, Económico y Ambiental
- III. Capital Humano, Innovación y Desarrollo
- IV. Infraestructura Habilitante
- V. Regulación, Permisos y Estandarización

Posteriormente, en la tabla 9, se presenta un cuadro resumen.

Tabla 8
Ideas y aportes obtenidos en los talleres de participación

Nro	Brechas y/o desafíos para el desarrollo de la industria en el territorio, oportunidades de encadenamientos y demandas de I+D+i	Eje Transforma
1	No hay servicios de ingeniería hidráulica en la región.	III
2	Contar con más información de los proyectos para dimensionar y realizar proyecciones económicas (empleo, emprendimientos, negocios).	II
3	Generar infraestructura compartida para un mejor ordenamiento territorial.	IV
4	Evaluar impactos sinérgicos de la industria a todo nivel.	II
5	Saber si el sobredimensionamiento de las plantas de desalinización se considera como un mecanismo de mitigación y/o compensación.	V
6	Falta una mejor orquestación que coordine el desarrollo de la industria en el territorio.	I
7	Falta claridad respecto de los beneficios que generará la industria en la comunidad.	II
8	Falta claridad respecto de la ubicación de los proyectos y la planificación territorial de la región.	II
9	Poder generar manufactura y/o ensamblaje en el territorio.	II
10	Impulsar las cero emisiones a lo largo de toda la cadena de valor promoviendo esto entre los proveedores de la industria.	II
11	Complejidad tecnológica de fabricar y/o ensamblar componentes en el territorio.	II
12	Dificultad de acceso a las pymes por certificaciones y garantías.	II
13	Generar relaciones con proveedores locales de mediano y largo plazo para que estos logren crecer y alcanzar los estándares.	II
14	Desarrollar y fortalecer capacidad regional en gestión de residuos industriales y domiciliarios.	II
15	Línea de base respecto de capacidad local y la disposición de residuos industriales y materiales inertes que podría generar la industria.	II
16	En infraestructura compartida los desafíos son 3 en particular: Puertos, gasoductos y caminos.	IV
17	Generar rutas especiales para el transporte de carga sobredimensionada.	IV
18	Regulación rigurosa y ágil para la extracción y transporte de áridos.	V
19	Contar con claridad y certezas respecto de la normativa exigida y el proceso de evaluación de los estudios de impacto ambiental.	V
20	Reducir burocracia de permisos sectoriales.	V
21	Faltan estudios respecto del impacto que tendrá la industria en la calidad de vida de Magallanes.	II
22	Falta dimensionar los insumos locales que serán demandados por la industria (cemento, hormigón, agua, transporte, etc).	II
23	Fortalecer las dotaciones profesionales de entidades públicas claves y capacitarlas respecto de esta nueva industria.	I - V
24	Determinar capacidad portuaria actual y la proyectada con esta nueva industria considerando mano de obra requerida.	II
25	Considerar costos y condiciones climáticas de la región para el proceso de construcción de infraestructura habilitante, parques eólicos y plantas.	II
26	Oportunidad de generar sistemas eléctricos interconectados	V
27	Generar estudios de oportunidades de economía circular por las aspas de los aerogeneradores.	III
28	Generar mediciones y monitoreo sobre impacto en flora y fauna	II
29	Analizar impacto en las rutas migratorias de las aves	II
30	Analizar modelos público-privados para sistemas interconectados y plantas desalinizadoras	I - II
31	Factibilidad y oportunidades para el uso de excedentes de electricidad y agua	II
32	Oportunidad de modificar matriz energética de comunas rurales	II
33	Promover el desarrollo de invernaderos para avanzar hacia la soberanía alimentaria de la región	II
34	Analizar usos alternativos para la salmuera	III
35	Crear laboratorios de muestreo en la región	III
36	Analizar potencial de uso de oxígeno para servicios hospitalarios	III
37	Formar capital humano como certificadores de h2v	III
38	Gran demanda de servicios generales para los campamentos	II
39	Atracción de nuevas industrias como la siderúrgica o los data centers	II
40	Oportunidad de tener un transporte público libre de emisiones	II
41	Oportunidad de crear empresas científico-tecnológicas en la región	II
42	Importante demanda de capacidades locales para el mantenimiento	III
43	Necesidad de informar y comunicar a la mayor parte de la comunidad sobre todo lo que implica esta nueva industria	II
44	Desconocimiento sobre el tratamiento y transporte del amoniaco	II
45	La escala de los proyectos permite a las empresas productoras tener mejores condiciones de negociación con sus proveedores.	II
46	Rescatar experiencias de profesionales de Enap y Methanex que hoy están en retiro.	III
47	Investigación en materiales como las tuberías y mapas de corrosión	III
48	Generar pasantías de doctorados por las empresas	III
49	Demanda de ensayos y radiografías industriales	II
50	Potenciar entidades regionales como el CERE o ASMAR	II - III

Fuente: Elaboración propia con información de los talleres.

Tabla 9
Cuadro resumen de aportes en los talleres por ejes estratégicos

Eje I	Eje II	Eje III	Eje IV	Eje V
Se requiere fortalecer el sistema de gobernanza, orquestación y coordinación de los actores, fortalecer y capacitar las dotaciones de entidades públicas, realizar estudios específicos y levantamiento de líneas de base (por ejemplo, de capacidad empresarial a nivel regional).	Facilitar el acceso a información de las empresas (escala, ubicación, demanda de servicio y empleo, etc); clarificar y cuantificar impactos y/o beneficios ambientales, sociales (calidad de vida) y productivos en el territorio. Promover la sostenibilidad y economía circular en toda la cadena de valor de la industria.	Identificar y clarificar necesidades de formación y certificaciones; fomentar el desarrollo de capacidades y centros de I+D+i; mapear oportunidades de reutilización de desechos; impulsar la creación de laboratorios; Fomentar los programas de formador de formadores y transferir experiencias; promover pasantías doctorales; fomentar la creación de un <i>hub</i> o un valle del h2v.	Determinar oportunidades de crear infraestructura compartida (puertos, gasoductos, caminos) y que esto se encuentre alineado con un ordenamiento territorial.	Contar con un sistema de evaluación ambiental y de obtención de permisos sectoriales claro, riguroso y ágil que entregue certeza jurídica en tiempos definidos, reduciendo la discrecionalidad y la burocracia en general. Actualizar la normativa que promueva la adopción e integración de las energías renovables y el desuso de las fósiles.

Fuente: Elaboración propia con información de los talleres.

Otro de los ejercicios que se realizó en los talleres fue analizar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que presenta el desarrollo de la industria en el territorio. Los resultados se pueden observar en la tabla 10.

Tabla 10
Análisis FODA del territorio para su vinculación con la industria

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> Experiencia local en hidrocarburos, tanto en producción como en mantenimiento. Extensiones de terrenos disponibles. Leyes de excepción para la atracción de industrias. El factor de planta gracias al viento de la región. Acceso a recursos hídricos. Población reducida lo que permitiría una mejor coordinación entre los actores. 	<ol style="list-style-type: none"> Vinculación con profesionales altamente calificados. Promover el desarrollo de proveedores locales, que estos acrediten sus procesos y sean más "verdes". Ser la primera región desarrollada y carbono neutral del país. Mejorar la infraestructura de la región. Importante atracción de inversiones en el territorio. Fortalecer y/o atraer entidades de formación, ciencia y tecnología. Transformar la matriz energética regional. Atraer nuevas industrias que sean intensivas en el uso de energías. Disponer de recursos hídricos para el desarrollo agroalimentario en la región. Descentralizar la región y desarrollar comunas rurales. 	<ol style="list-style-type: none"> Escasez de capital humano calificado. Muchas empresas pequeñas que no llegan al estándar de la industria ya sea por falta de capacidad profesional, no contar con las certificaciones, no dispone de los equipos adecuados, no puede garantizar sus servicios. Servicios públicos con bajas dotaciones. Dificultad logística de acceso en la región. Falta desarrollo de capacidad industrial en el territorio. El subsidio de energías fósiles desincentiva el uso de renovables. Costo de logística y de acceso a los mercados globales. Dificultad de acceso a predios para líneas de bases (servidumbres). Escasez de mano de obra teniendo una región de bajo desempleo. Costos de construcción y detención de faenas por clima. 	<ol style="list-style-type: none"> Servicios de consultoría ambiental realizado por personas que no conocen el territorio. Que micro y pequeñas empresas no logren insertarse en la industria. Que los empleos que se generen no sean muy calificados. Que muchos de los servicios sean precarios a través de contratistas. Perder parte importante de la calidad de vida en la región y que esto no se vea compensado. Que la mayor parte de la producción esté automatizada y no demande empleos ni proveedores locales. Que sea solo una parte menor de la población la que se vea beneficiada con esta industria. Degradación de los ecosistemas naturales. Saturación de servicios básicos (vivienda, educación, salud, caminos).

Fuente: Elaboración propia con información de los talleres.

1.6 Información de los proyectos

Una solicitud recurrente planteada por los actores hacia el sector privado es poder contar con más información sobre los proyectos, considerando que esta no se logra obtener a través de ningún otro medio que no sea desde las mismas empresas. Contar con información precisa y actualizada del sector privado es esencial para realizar análisis robustos y proyecciones fiables. Esta información, que abarca desde datos financieros hasta detalles operativos, es el cimiento sobre el cual se construyen modelos y estrategias, permitiendo a analistas y tomadores de decisiones comprender el estado actual del sector productivo y prever su comportamiento futuro. Un análisis basado en datos sólidos ofrece una imagen de mayor resolución, identifica áreas de mejora y resalta oportunidades y amenazas que pueden afectar su desempeño en el mercado, en la inserción territorial y la vinculación con las comunidades. Sin un acceso adecuado a la información, las decisiones se basarían en suposiciones o intuiciones, incrementando el riesgo y la posibilidad de tomar rumbos equivocados o perder valiosas oportunidades.

De esta manera, es relevante destacar la disposición de las empresas para facilitar información entendiendo los fines de este estudio, los cuales se vinculan con la creación de valor local y la generación de oportunidades en el territorio. También resulta necesario precisar los dispares estados de avance en que se encuentran los proyectos, con *timelines* y proyecciones diversas, lo cual implica que varíen los niveles de detalle de la información y que, en ciertas ocasiones, los datos no se encuentren disponibles no por falta de disposición a facilitarlos, sino porque efectivamente aún se están definiendo, lo cual resulta frecuente en una industria incipiente, con un alto grado de innovación y dinámica a nivel global como es la del hidrógeno verde y derivados.

A continuación, en las tablas 11, 12, 13, 14 y 15, se presentan los principales antecedentes de los proyectos con potencial de desarrollarse en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, y que fueron provistos por empresas consultadas.

Tabla 11
Listado de proyectos con potencial de ejecutarse en la región de Magallanes

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Potencia máxima total de capacidad eólica (MW)	Capacidad máxima de Electrólisis (MW)	Producción Estimada Anual de H2V (Toneladas)	Producción Estimada Anual Producto Final	Inversión (MMUS\$)
1	HIF Haru Oni	3,4	1,2	143	130 mil lts de e-gasolina 350 lts de e-metanol	74
2	HIF Faro del Sur	384	240	40.000	70 mil tons de e-gasolina 170 mil tons de e-metanol	1.200
3	HIF FASE II	7.500	S/I	780.000	1 millón 500 mil tons de e-gasolina	S/I
4	Proyecto H2 Magallanes (Total Eren)	10.000	8.000	800.000	4.4 millones de toneladas de amoniaco	15.000
5	HNH Energy	1.300	1.000	S/I	500 mil toneladas de amoniaco	4.000 - 7.000
6	H1 Magallanes (CWP Global)	2.200	S/I	170.000	1 millón de toneladas de amoniaco	S/I
7	Llaquedona Green Hydrogen	1.156	800	80.000	500 mil toneladas de amoniaco	2.000

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Potencia máxima total de capacidad eólica (MW)	Capacidad máxima de Electrólisis (MW)	Producción Estimada Anual de H2V (Toneladas)	Producción Estimada Anual Producto Final	Inversión (MMUS\$)
8	Vientos Magallánicos (RWE Renewables)	1.000	800	63.000	350 mil toneladas de amoníaco	1.850
9	Gente Grande (TEG Chile)	3.200	S/I	S/I	1,3 a 1,5 millones de toneladas de amoníaco	6.000
10	Energía Verde Austral (EDF Andes)	1.300	1.000	120.000	570 mil toneladas de amoníaco	S/I
11	Punta Delgada (EDF Renewables)	2.000	1.500	180.000	1 millón de toneladas de amoníaco	S/I
12	Frontera (Acciona/Nordex)	1.000	800	80.000	450 mil toneladas de amoníaco	S/I
13	Cabeza de Mar (GH Energy / Free Power)	800	600	60.000	350 mil toneladas de amoníaco	2.850
14	Green Patagonia	2.200	S/I	S/I	890 mil toneladas de amoníaco	S/I
15	Pionero	1.000	S/I	S/I	S/I	S/I
16	Colbún	1.000	S/I	S/I	S/I	S/I
	Total general	36.043,4	14.741.2	2.373.143	1.570.013 tons. E-gas 170.004 tons. E-met. 11.510.000 tons. Amo.	US\$36.000 millones

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

Tabla 12
Estado actual y fechas estimadas para presentación de EIA,
inicio de construcción e inicio de operación.

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Estado en que se encuentra	Fecha estimada presentación EIA	Inicio estimado construcción	Inicio estimado operación
1	HIF Haru Oni	En operación	DIA Aprobado	2021	2022
2	HIF Faro del Sur	Preparando EIA	Fines 2023	2025	2027
3	HIF FASE II	Estudios de factibilidad	Primer semestre 2024	2026	2028
4	Proyecto H2 Magallanes (Total Eren)	Preparando EIA	Fines 2023	2025	2028
5	HNH Energy	Preparando EIA	Fines 2023	2027	2028 – 2030
6	H1 Magallanes (CWP Global)	S/I	S/I	S/I	S/I

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Estado en que se encuentra	Fecha estimada presentación EIA	Inicio estimado construcción	Inicio estimado operación
7	Llaquedona Green Hydrogen	Estudios de factibilidad	Fines 2024	2025 - 2026	2027
8	Vientos Magallánicos (RWE Renewables)	Estudios de pre - factibilidad	2025	2027 – 2028	2030
9	Gente Grande (TEG Chile)	Estudios de factibilidad	Mediados de 2024	2026	2029
10	Energía Verde Austral (EDF Andes)	Estudios de pre – factibilidad	2025	2028	2032
11	Punta Delgada (EDF Renewables)	Estudios de pre – factibilidad	2025	2028	2032
12	Frontera (Acciona/Nordex)	Estudios de pre – factibilidad	Primer trimestre 2025	2027	2029
13	Cabeza de Mar (GH Energy / Free Power)	Preparando EIA	Segundo semestre 2024	2026	2028
14	Green Patagonia	Preparando EIA	Primer semestre 2024	S/I	S/I
15	Pionero	S/I	S/I	S/I	S/I
16	Colbún	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

Tabla 13
Ubicación de los proyectos, fases de construcción y empleos estimados para construcción y operación.

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Sector/comuna de ubicación	N° fases y años x fase de construcción	Empleos estimados construcción (Peak x fase)	Empleos estimados operación
1	HIF Haru Oni	Tehuelaike – Punta Arenas Provincia de Magallanes	1 Fase / 1 años	250	22
2	HIF Faro del Sur	Cabo Negro – Punta Arenas Provincia de Magallanes	1 Fase / 2 años	1.800	480
3	HIF FASE II	Laguna Blanca/San Gregorio Provincia de Magallanes	Por definir	Por definir	Por definir
4	Proyecto H2 Magallanes (Total Eren)	Posesión / San Gregorio Provincia de Magallanes	3 fases / 2 a 3 años	5.000	1.000
5	HNH Energy	San Gregorio Provincia de Magallanes	1 Fase / 3 a 4 años	3.000 – 4.000	300 – 500

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Sector/comuna de ubicación	N° fases y años x fase de construcción	Empleos estimados construcción (Peak x fase)	Empleos estimados operación
6	H1 Magallanes (CWP Global)	S/I	S/I	S/I	S/I
7	Llaquedona Green Hydrogen	Primavera/Porvenir Tierra del Fuego	S/I	S/I	S/I
8	Vientos Magallánicos (RWE Renewables)	Laguna Blanca Provincia de Magallanes	Por definir	Por definir	Por definir
9	Gente Grande (TEG Chile)	Primavera/Porvenir Tierra del Fuego	Por definir	2.000	200
10	Energía Verde Austral (EDF Andes)	Laguna Blanca Provincia de Magallanes	Por definir	Por definir	Por definir
11	Punta Delgada (EDF Renewables)	San Gregorio Provincia de Magallanes	Por definir	Por definir	Por definir
12	Frontera (Acciona/Nordex)	Primavera Tierra del Fuego	1 Fase / 2 a 3 años	1.000 – 1.200	100 – 200
13	Cabeza de Mar (GH Energy / Free Power)	Seno Otway / Punta Arenas Provincia de Magallanes	Por definir	Por definir	Por definir
14	Green Patagonia	Sector Kon Aiken – P. Arenas Provincia de Magallanes	S/I	S/I	S/I
15	Pionero	Provincia de Magallanes	S/I	S/I	S/I
16	Colbún	Tierra del Fuego	S/I	S/I	S/I
	Total aproximado			13.050 – 14.250	2.102 – 2.402

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

Tabla 14
Puertos y plantas de desalinización

N°	Nombre Proyecto/Empresa	¿El proyecto incluye puertos?	¿Dónde?	¿El proyecto incluye desalinización?	¿De cuántos Lts/segundo?
1	HIF Haru Oni	No	N/A	No	N/A
2	HIF Faro del Sur	Si	Cabo Negro (ENAP)	Si	
3	HIF FASE II	S/I	S/I	S/I	S/I
4	Proyecto H2 Magallanes (Total Eren)	Si	Posesión San Gregorio	Si	S/I

N°	Nombre Proyecto/Empresa	¿El proyecto incluye puertos?	¿Dónde?	¿El proyecto incluye desalinización?	¿De cuántos Lts/segundo?
5	HNH Energy	Si	Bahía de San Gregorio	Si	18 mil mts3/día
6	H1 Magallanes (CWP Global)	S/I	S/I	S/I	S/I
7	Llaquedona Green Hydrogen	S/I	S/I	S/I	S/I
8	Vientos Magallánicos (RWE Renewables)	En proceso de análisis	-	En proceso de análisis	-
9	Gente Grande (TEG Chile)	Si	Bahía Gente Grande Tierra del Fuego	Si	S/I
10	Energía Verde Austral (EDF Andes)	En proceso de análisis	-	En proceso de análisis	-
11	Punta Delgada (EDF Renewables)	En proceso de análisis	-	En proceso de análisis	-
12	Frontera (Acciona/Nordex)	En proceso de análisis	-	Si	En proceso de análisis
13	Cabeza de Mar (GH Energy / Free Power)	Infraestructura compartida	Cabo Negro / Laredo	S/I	S/I
14	Green Patagonia	Si	Puerto Mina Pecket	S/I	S/I
15	Pionero	S/I	S/I	S/I	S/I
16	Colbún	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

Tabla 15
Empresas relacionadas, participación en gremios y presencia territorial en Magallanes

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Empresas relacionadas	Participa de H2V Magallanes AG	Participa de otra AG	Cuenta con oficina en la región
1	HIF Haru Oni	Siemens; Enel; Gasco; Porsche; Enap; Exxon	Si	AHK Chile	Si
2	HIF Faro del Sur	Siemens; Enel; Gasco; Porsche; Enap; Exxon	Si	AHK Chile	Si

N°	Nombre Proyecto/Empresa	Empresas relacionadas	Participa de H2V Magallanes AG	Participa de otra AG	Cuenta con oficina en la región
3	HIF FASE II	Siemens; Enel; Gasco; Porsche; Enap; Exxon	Si	AHK Chile	Si
4	Proyecto H2 Magallanes (Total Eren)	-	Si	H2 Chile	Si
5	HNH Energy	Austria Energy; CIP; Ökowind	Si	H2 Chile	Si
6	H1 Magallanes (CWP Global)	-	No	S/I	S/I
7	Llaquedona Green Hydrogen	Sociedad Albatros; Alfamar	No	H2 Chile	Si
8	Vientos Magallánicos (RWE Renewables)	-	No	H2 Chile	No
9	Gente Grande (TEG Chile)	Hive Energy	Si	No	Si
10	Energía Verde Austral (EDF Andes)	Grupo EDF	Si	H2 Chile	No
11	Punta Delgada (EDF Renewables)	Grupo EDF	Si	H2 Chile	No
12	Frontera (Acciona/Nordex)	Free Power	No	S/I	Si (Free Power)
13	Cabeza de Mar (GH Energy / Free Power)	-	No	H2 Chile	Si
14	Green Patagonia	-	No	S/I	Si
15	Pionero	Consortio Eólico	No	S/I	No
16	Colbún	-	No	H2 Chile	No

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

1.7 Construcción de escenarios

Con el fin de analizar y proyectar diferentes futuros posibles, se utilizará el modelo de construcción de escenarios. Para ello se consideraron los proyectos de los cuales se dispone de información y que, en el proceso de trabajo de esta investigación, se ha logrado entrevistar y validar que son iniciativas que cuentan con terrenos asegurados y se encuentran, al menos, en una etapa de pre-factibilidad realizando mediciones de viento y elaborando el modelo de ejecución más eficiente y sostenible lo cual se relaciona, por ejemplo, con el desarrollo de infraestructura habilitante y otra de carácter compartido.

Los escenarios modelados son tres, donde la capacidad de potencia eólica instalada máxima, en relación con las empresas que han participado del estudio, sería de 31.843,4 MW lo cual considera 13 proyectos, algunos de ellos establecidos como fases de desarrollo de una misma empresa. A esto se suman los 12,9 MW ya instalados de los proyectos Cabo Negro y Vientos Patagónicos³¹, utilizando este último para referirse a ambos, sumando 31.856,3 MW.

Para la configuración de cada uno de los escenarios, se ha decidido que estos estén determinados por el periodo (año) estimado de presentación de los estudios de evaluación ambiental (EIA) al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y que fue información provista por cada una de las empresas productoras de h2v. La fecha o periodo estimado de presentación del EIA para cada proyecto resulta ser clave en la proyección de la industria, en hacer más tangible la instauración de las empresas en el territorio y en ofrecer mayor claridad respecto de horizontes esperados para las etapas que vendrían a continuación y que se relacionan con los procesos de construcción y de inicio de operaciones.

De esta manera, en la tabla 16, se presentan los periodos estimados por las empresas para el ingreso de sus EIAs al SEA.

Tabla 16
Estimación de ingresos de EIAs al SEA por cada proyecto

Nro.	Nombre proyecto / empresa	2021	Semestre II 2023	Semestre I 2024	Semestre II 2024	Semestre I 2025
1	Haru Oni (*)	X				
2	Faro del Sur (**)		X			
3	HNH Energy		X			
4	H2 Magallanes		X			
5	Llaquedona			X		
6	Gente Grande			X		
7	HIF Fase 2			X		
8	Green Patagonia			X		
9	Cabeza de Mar				X	
10	Vientos Magallánicos					X
11	Energía Verde Austral					X
12	Punta Delgada					X
13	Frontera					X

(*) Proyecto cuenta con Declaración de Impacto Ambiental (DIA) aprobada el año 2021.

(**) El proyecto Faro del Sur es la planta eólica que alimentará al proyecto Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro, el cual entró EIA al SEA en octubre 2023³².

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

1.7.1 Escenario inicial

El escenario inicial corresponde a las empresas que estiman presentar sus EIAs el año 2023, más Vientos Patagónicos y la planta piloto “Haru Oni” de HIF Chile, la cual presentó su Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en noviembre de 2020 obteniendo la aprobación en mayo de 2021³³. Los otros proyectos que integran este escenario son Faro del Sur (HIF Chile), HNH Energy (Austria Energy, CIP y ÖkoWind) y H2 Magallanes (Total Eren). La suma total de capacidad instalada proyectada de este escenario es de 11.700,3 MW lo que equivale a un 36,72% de la totalidad de los proyectos considerados en este análisis (ver tabla 17).

³¹ Inicio de operaciones proyecto Vientos Patagónicos de Enap Magallanes. Acceso a septiembre 2023:

https://www.enap.cl/sala_prensa/noticias_detalle/general/2334/parque-eolico-vientos-patagonicos-inicio-operacion-inyectando-energia-limpia-a-la-red-electrica-de-punta-arenas

³² EIA - Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro, Ficha del Proyecto: Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro: https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2160078437

³³ Comisión de Evaluación Ambiental aprueba por unanimidad primer piloto de hidrógeno verde en Chile. Diario Financiero. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.df.cl/empresas/energia/comision-de-evaluacion-ambiental-aprueba-por-unanimidad-primer-piloto-de>

Tabla 17
Configuración escenario inicial

Nro.	Nombre proyecto / empresa	Capacidad eólica instalada proyectada (MW)	% del total de la capacidad eólica instalada proyectada (MW)
1	Vientos Patagónicos	12,9	0,04%
2	Haru Oni	3,4	0,01%
3	Faro del Sur / Cabo Negro	384	1,20%
4	HNH Energy	1.300	4,08%
5	H2 Magallanes	10.000	31,39%
Sub - total		11.700,3	36,72%

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

1.7.2 Escenario intermedio

El escenario intermedio corresponde a las empresas que estiman presentar sus EIAs el año 2024. Aquí es donde se encuentra el mayor número de iniciativas en cuanto a capacidad eólica instalada proyectada (14.856 MW). En este escenario se encuentran los proyectos Gente Grande (TEG Chile), Llaquedona Green Hydrogen (Sociedad Albatros y Alfanar), HIF Fase 2 (HIF Chile), Green Patagonia y Cabeza de Mar (GH Energy y Free Power Group). La suma total de los proyectos de este escenario que llega a los 14.856 MW, equivale a 46,63% de la totalidad de iniciativas consideradas en este ejercicio (ver tabla 18).

Tabla 18
Configuración escenario intermedio

Nro.	Nombre proyecto / empresa	Capacidad eólica instalada proyectada (MW)	Porcentaje del total de la capacidad eólica instalada proyectada (MW)
1	Gente Grande	3.200	10,04%
2	Llaquedona	1.156	3,62%
3	HIF Fase 2	7.500	23,55%
4	Green Patagonia	2.200	6,91%
5	Cabeza de Mar	800	2,51%
Sub - total		14.856	46,63%

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

1.7.3 Escenario avanzado

El escenario avanzado (tabla 19) corresponde a las empresas que estiman presentar sus EIAs el año 2025. Aquí se encuentran los proyectos Frontera (Nordex y Acciona), Vientos Magallánicos (RWE), Punta Delgada (EDF Renewables) y Energía Verde Austral (EDF Andes). Entre todas las iniciativas suman una capacidad eólica instalada proyectada de 5.300 MW, lo cual es equivalente al 16,65% del total de proyectos considerados para este ejercicio.

Tabla 19
Configuración escenario avanzado

Nro.	Nombre proyecto / empresa	Capacidad eólica instalada proyectada (MW)	% del total de la capacidad eólica instalada proyectada (MW)
1	Frontera	1.000	3,14%
2	Vientos Magallánicos	1.000	3,14%
3	Punta Delgada	2.000	6,29%
4	Energía Verde Austral	1.300	4,08%
Sub - total		5.300	16,65%

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

1.7.4 Resumen de escenarios configurados

De esta manera entonces quedan configurados los tres escenarios que permitirán realizar los ejercicios de proyección (ver tabla 20). En este sentido, es importante realizar un breve análisis respecto de la escala que presenta esta industria y que puede resultar difícil de dimensionar. Por ejemplo, el escenario inicial que alcanza los 11.700,3 MW es similar a la capacidad eólica instalada on shore, al año 2022, en Turquía (11.969 MW). Si al escenario inicial le sumamos el intermedio (14.856 MW), se llegaría a la cantidad de 26.556,3 MW, lo que sería equivalente a la capacidad eólica instalada on shore, al año 2022, que suman Francia (20.653 MW) y Finlandia (5.607 MW), lo que alcanza en conjunto los 26.260 MW. Finalmente, si se suma el escenario avanzado (5.300 MW), se alcanzaría la suma total de 31.856,3 MW lo cual sería levemente superior a la capacidad eólica instalada de España (29.793 MW), o casi 7,5 veces la capacidad instalada en Chile (4.268 MW), ambas en formato on shore al año 2022³⁴. No obstante, a nivel global, en el contexto de la descarbonización del planeta, las estrategias de los países apuntan a que el uso de las energías renovables crezca a ritmo acelerado y en esta línea es que, por ejemplo, España proyecta al 2030 llegar a unos 50 GW de capacidad eólica instalada sumando proyectos on shore y off shore³⁵.

Tabla 20
Resumen de escenarios configurados

Nro.	Nombre escenario	Proyectos involucrados	Capacidad eólica instalada proyectada (MW)	% del total de la capacidad eólica instalada proyectada (MW)
1	Inicial	Haru Oni Faro del Sur HNH Energy H2 Magallanes	11.700,3	36,72%
2	Intermedio	Gente Grande Llaquedona HIF Fase 2 Green Patagonia Cabeza de Mar	14.856	46,63%
3	Avanzado	Frontera Vientos Magallánicos Punta Delgada Energía Verde Austral	5.300	16,65%
		Total general	31.856,3	100%

Fuente: Elaboración propia con información provista por las empresas.

³⁴ Global Wind Report, 2023.

³⁵ Gobierno de España, 2021. Hoja de Ruta Eólica Marina y Energías del Mar en España.

Igualmente, es importante considerar que este modelo tiene un fin, casi exclusivamente, de orden académico, el cual busca simplificar la posibilidad de realizar análisis y ejercicios de proyección, esto porque existe comprensión de que este es un proceso altamente dinámico, donde el establecimiento de nuevas exigencias normativas o regulaciones, la incorporación de mecanismos que busquen agilizar los procesos de evaluación o el anuncio e inicio de construcción de infraestructura habilitante, entre otras, podrían ser determinantes en acelerar o ralentizar la velocidad de materialización de los proyectos, el orden en que estos se puedan ir concretando y la cantidad de iniciativas que harían sostenible el aterrizaje de la industria en el territorio.

Para la elaboración del presente modelo se han establecido supuestos de funcionamiento. Los supuestos son condiciones o premisas que ayudan a simplificar la realidad compleja con el objetivo de poder estudiar relaciones, representar, entender o predecir fenómenos y efectos de manera más clara y controlada. Los supuestos definidos para este ejercicio son los siguientes:

- Los proyectos de hidrógeno verde y derivados logran hacer ingreso de sus EIAs en los semestres señalados preliminarmente. Este es un proceso, según señalan las propias empresas a través del desarrollo de entrevistas, bastante complejo que requiere de un alto nivel de ingeniería de detalle y que al modificarse algo del entorno, ya sea en el mercado o en las regulaciones y normativas, implica un rediseño profundo, lo cual impacta en la inversión de recursos ya sea en términos monetarios, de capital humano o de tiempo.
- Los proyectos logran la aprobación de sus EIAs y obtienen los permisos sectoriales en tiempos razonables. Junto con la aprobación de la autoridad medioambiental, integrada por diversos ministerios, direcciones y servicios, quien certifica que los proyectos cumplen con la normativa vigente, se deben obtener una serie de permisos sectoriales que finalmente posibilitan la construcción y puesta en marcha de las iniciativas. La estimación transversal de las empresas es que este proceso debiese extenderse, en promedio y como máximo, dos años (esto no considera infraestructura anexa como, por ejemplo, puertos).
- La construcción de los proyectos se realiza de forma escalonada. Debido a la envergadura de las iniciativas, la modalidad más señalada por las empresas para el proceso de construcción serán fases de desarrollo. Esta forma gradual de avance considera periodos de 2 o 3 años por cada fase. Luego, de acuerdo con el tamaño del proyecto, se definirá la cantidad de fases de construcción las cuales, para las empresas con potencial de desarrollo en la región, podrían ir desde 1 a 5 aproximadamente. De esta manera, al ir finalizando cada una de estas fases, se podría iniciar la operación con la infraestructura ya habilitada mientras en paralelo se sigue avanzando con las demás etapas de la construcción. En general, la estimación realizada por las empresas indica una proyección de construcción esperada que podría ir desde los 0,3 a los 1,1 GW anuales. Para los ejercicios de proyección se definió un valor de 0,6 GW año considerando que es el indicador que más se acerca a la mediana de las iniciativas.
- Existe disponibilidad a nivel mundial de insumos, componentes, partes y piezas. La carrera en torno a la industria del hidrógeno verde y derivados es de carácter global siendo numerosos los países que han ido elaborando sus estrategias de desarrollo con las cuales buscan posicionarse como actores relevantes en el futuro mercado. Tanto es así que incluso se señala a esta nueva industria podría alterar relaciones comerciales mundiales y energéticas bilaterales, teniendo impactos geopolíticos (IRENA, 2022). Esto hace que la proyección de demanda de insumos, componentes, partes y piezas crezca de forma trepidante. Un ejemplo de esto es el de la industria de fabricación de electrolizadores cuya capacidad de producción a

nivel mundial, al año 2022, fue de 3,97 GW (es decir, alrededor de un 16% de lo que potencialmente demandarían los proyectos incluidos en los presentes ejercicios), con una visión de alcanzar los 8,52 GW de capacidad anual al 2026 y superar los 100 GW al 2030 (Global Data, 2021).

1.8 Ejercicios de proyección productiva

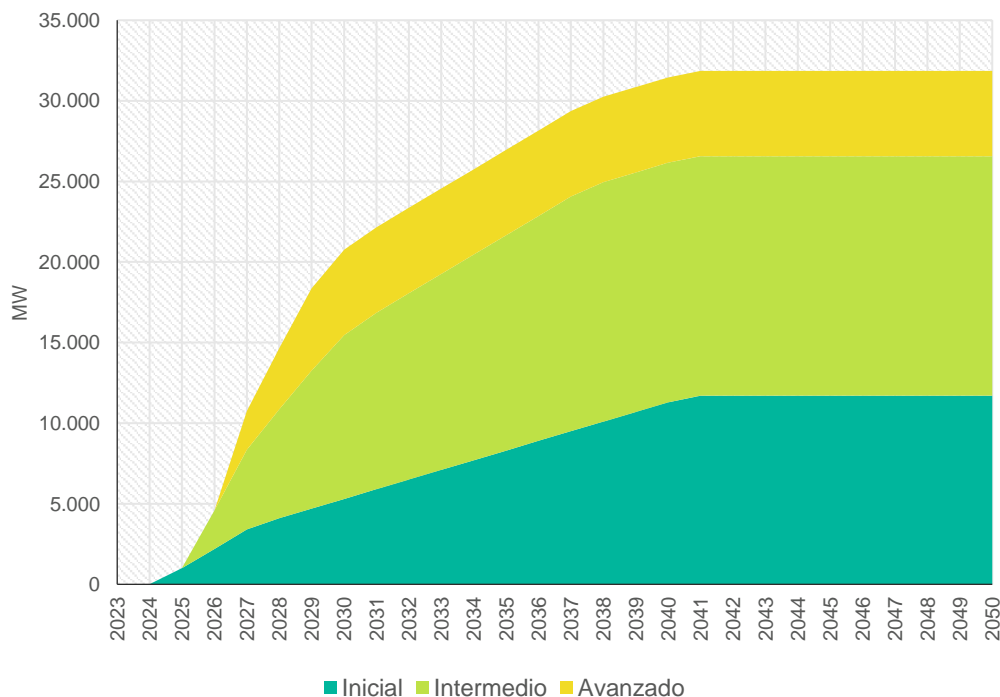
Con los datos obtenidos y los escenarios ya definidos, se comenzará el análisis de proyecciones con antecedentes generales de dimensión de la industria para posteriormente profundizar en brechas específicas asociadas al ámbito productivo y al territorio.

1.8.1 Capacidad eólica instalada

La capacidad eólica instalada existente en la región, considerando Vientos Patagónicos y Haru Oni, alcanza los 16,3 MW. Lo proyectado, para el escenario inicial, son 11.684 MW dando la suma de 11.700,3 MW lo cual alcanzaría su máximo funcionamiento alrededor del año 2040.

Si a esto se suma el escenario intermedio (14.856 MW), la región contaría con 26.556,3 MW. Finalmente, si a esto se agrega el escenario avanzado (5.300 MW), la capacidad eólica instalada total podría llegar a ser de 31.856,3 MW, lo que sería un 746% superior a lo que hoy en día existe en el país (ver ilustración 30).

Ilustración 30
Capacidad eólica instalada proyectada en Magallanes

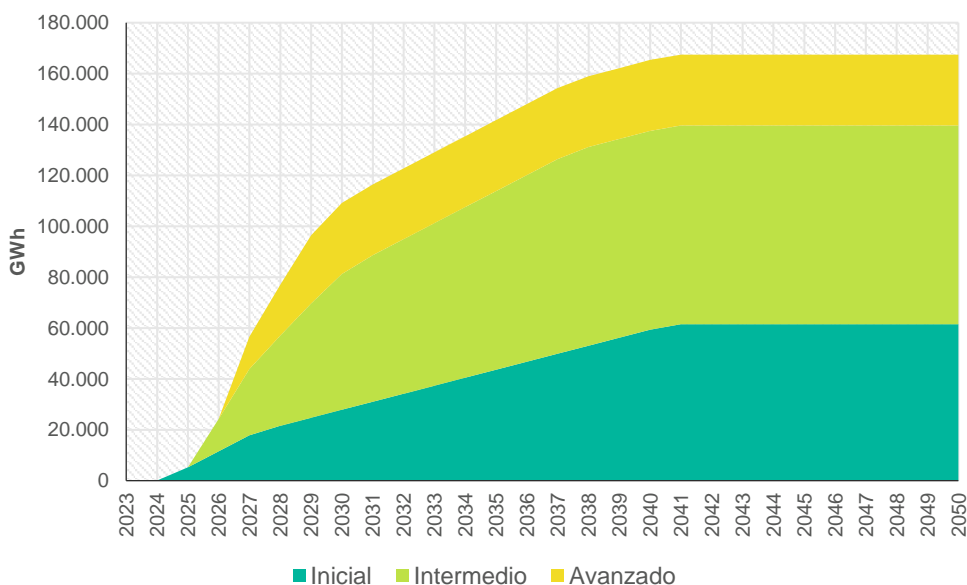


Fuente: Elaboración propia.

1.8.2 Potencial de generación eléctrica

Considerando la capacidad eólica instalada que se proyecta establecer, es posible modelar el potencial de generación eléctrica correspondiente a energías renovables no convencionales. En este sentido, es relevante considerar que el factor de planta utilizado para los cálculos se definió en 60%, lo que representa un rango promedio entre, por ejemplo, el 54% que ya demuestra Vientos Patagónicos y el 70% que indicaron algunas de las empresas respecto del potencial de los vientos en Magallanes. Para efectos del escenario inicial, la capacidad de generación eléctrica anual sería de más de 61.5 mil GWh. Si a esto se le suma el escenario intermedio (78 mil GWh), la producción de electricidad podría llegar a los 139.5 mil GWh. Finalmente, si se suma el escenario avanzado (27.8 mil GWh), el total de capacidad de producción eléctrica anual llegaría a los 167.3 mil GWh (ver ilustración 31). Como referencia, la capacidad instalada de generación eléctrica en Chile al 2022, considerando todas las fuentes de producción como las renovables (hidráulica, solar, eólica, biomasa y geotérmica) y las térmicas (carbón, gas natural y petróleo) alcanzaron los 33.2 GWh, es decir, la capacidad eólica de la región de Magallanes podría llegar a tener un potencial de generación eléctrica 5 mil veces superior a la que posee el país en la actualidad³⁶.

Ilustración 31
Capacidad de generación eléctrica proyectada en Magallanes



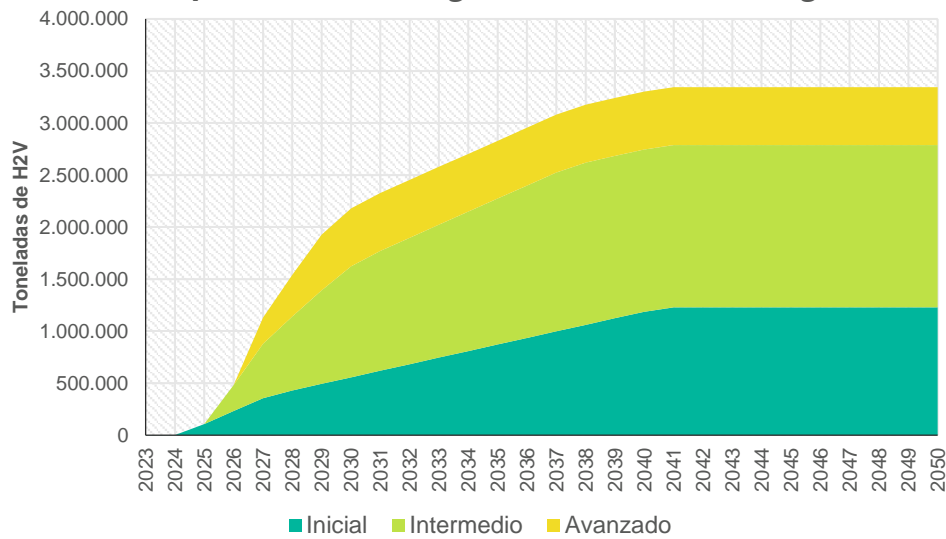
Fuente: Elaboración propia.

1.8.3 Producción de hidrógeno verde

Para la producción de un kilo de hidrógeno verde se requieren 50,07 kWh de generación eléctrica (Klaus Schmidt-Hebbel, 2022). En base a este indicador y al potencial de capacidad de generación eléctrica, es posible proyectar la producción potencial de hidrógeno verde en la región de Magallanes. De esta manera, para el escenario inicial, el potencial de producción al 2050 es de 1.2 millones de toneladas de h₂v. Si a esto se le agrega el escenario intermedio (1.5 millones de toneladas), se podría llegar a una producción potencial de 2.7 millones de toneladas de h₂v. Finalmente, con el escenario avanzado cuyo potencial es de 556 mil toneladas, se llegaría a la suma total de 3.3 millones de toneladas de producción estimada de hidrógeno verde al año 2050 (ver ilustración 32).

³⁶ Generación eléctrica en Chile. Acceso a septiembre de 2023. <https://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile>

Ilustración 32
Producción potencial de hidrógeno verde al 2050 en Magallanes



Fuente: Elaboración propia.

1.9 Ejercicios de categorización de brechas

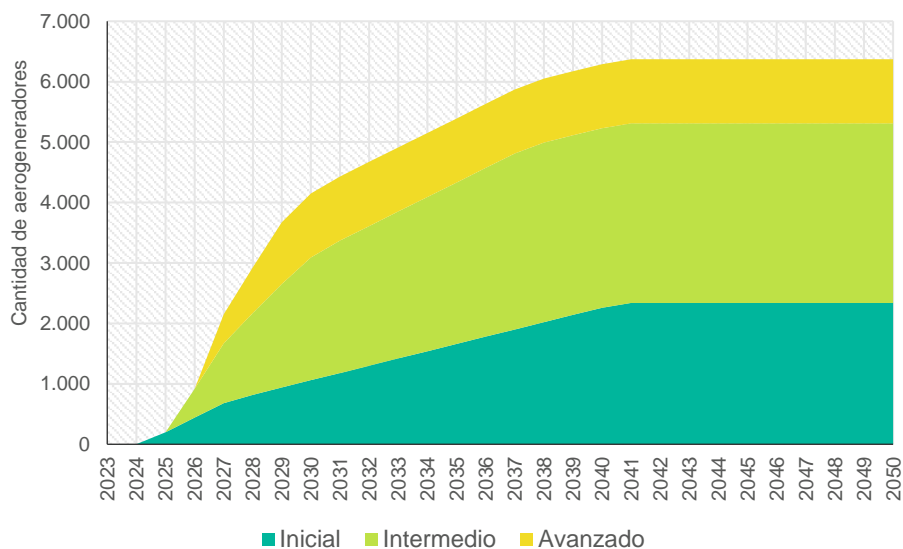
Los ejercicios de categorización de brechas buscan, de manera simplificada, analizar áreas de desarrollo específico en torno a la industria y realizar una comparativa respecto de las capacidades existentes hoy en día en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. El objetivo de esta sección es solo dimensionar brechas de forma general comprendiendo que al momento de ejecutar específicamente cada actividad se presentarán nuevas variables y estrategias que podría implementar la industria para superar potenciales déficit o necesidades.

1.9.1 Fundaciones de aerogeneradores

En cuanto a la adquisición de los aerogeneradores, de acuerdo con información obtenida en las entrevistas, casi la totalidad de los componentes, partes y piezas serían importados, salvo un caso en particular en la provincia de Tierra del Fuego, considerando las leyes de excepción, donde existe la posibilidad de instalar una fábrica para la construcción de torres de hormigón lo cual sería realizado por las empresas Nordex y Acciona a través de su proyecto “Frontera”. Independiente de esto, existen insumos, indican los representantes de empresas de h2v, que con certeza deberían obtenerse en el mismo territorio como es el caso de los elementos requeridos para las fundaciones, las cuales son las unidades estructurales que dan soporte a cada aerogenerador. Existen distintos tipos de fundaciones, las que se seleccionan de acuerdo con los estudios de geotecnia que se realicen en cada posición y con el tipo de aerogenerador que se quiera instalar. Para este ejercicio se considerará un aerogenerador de 5 MW de potencia (señalada en las entrevistas como la potencia mínima que se utilizará en los proyectos en Magallanes), con una altura aproximada de 145 metros y un tipo de fundación de planta circular construida en hormigón. De esta manera, según se demuestra en la ilustración 33, de desarrollarse todos los proyectos del escenario inicial, se llegaría a unos 2.340 aerogeneradores, si a eso se suma el escenario intermedio (2.970), se llegaría a más de 5.300, y si finalmente se añade el escenario avanzado (1.060), se alcanzaría un total, al año 2041, de 6.370. Es relevante considerar que el tipo de aerogenerador a utilizar es el resultado de múltiples factores analizados como, por ejemplo, la ubicación y las características del terreno, el factor de planta, entre otros. En este sentido, una de las posibilidades que las empresas productoras de h2v analizan es que los parques cuenten con una variedad de tipos de aerogeneradores y no solo con un modelo estándar.

Ilustración 33

Cantidad de aerogeneradores considerando una potencia mínima de 5 MW

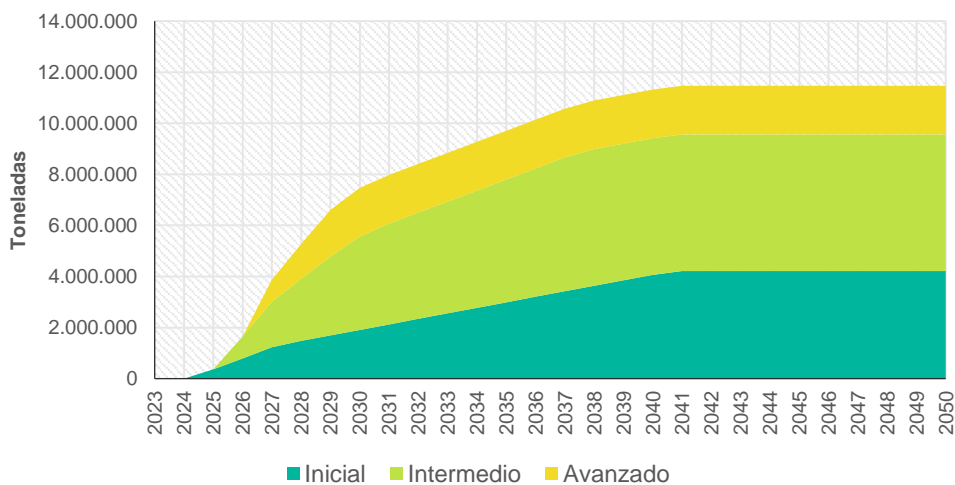


Fuente: Elaboración propia.

Para este ejemplo, y con estos datos, además de las enfierraduras utilizadas, la estimación obtenida a través de fuentes primarias es que se requerirían entre 700 y 800 metros cúbicos de hormigón por fundación, lo cual es equivalente a unas 1.800 toneladas aproximadamente, dependiendo de las densidades utilizadas. De esta manera, según se presenta en la ilustración 34, para el escenario inicial se demandaría un máximo de 4.2 millones de toneladas de hormigón (o 1.8 millones de m³) completando la construcción el año 2041. Si a esto se agrega el escenario intermedio (5.3 millones de toneladas o 2.2 millones de m³), se demandarían más de 9,5 millones de toneladas (o casi 4 millones de m³), y si finalmente se añade el escenario avanzado (1.9 millones de toneladas o 795 mil m³), se llegaría a un total que estaría por sobre las 11.4 millones de toneladas (cerca de los 4.8 millones de m³) de hormigón anuales, en ambos casos culminando las obras también el año 2041.

Ilustración 34

Demanda proyectada de hormigón para construcción de fundaciones

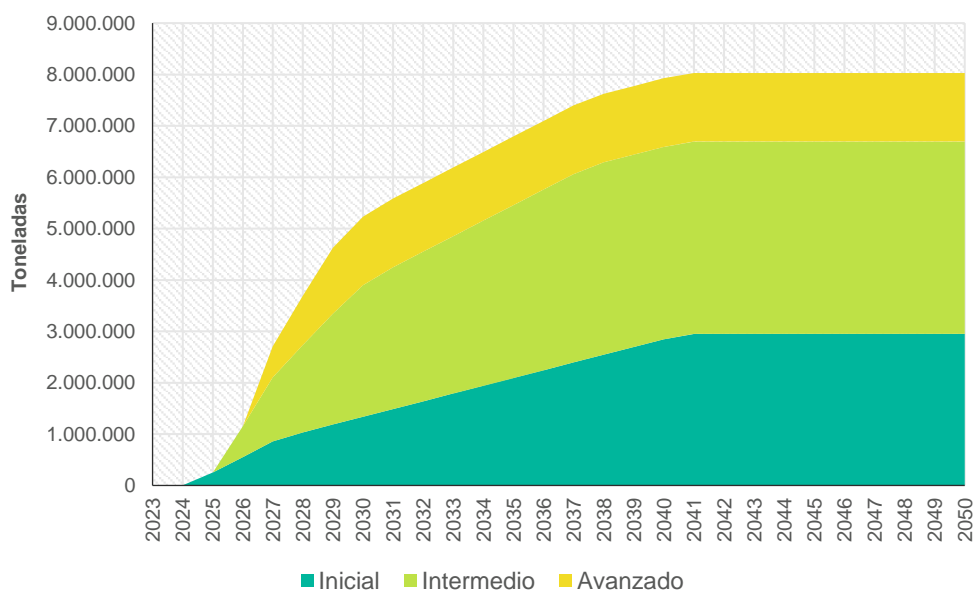


Fuente: Elaboración propia.

Solo a modo de poder dimensionar la magnitud de la potencial demanda, el año 2013 las empresas constructoras Salfa y Vilicic (esta última de origen regional), se asociaron (lo que es hoy en día la empresa de concretos de Magallanes, Concremag S.A.) para extraer y procesar conjuntamente áridos, arenas, arcillas superficiales, rocas y demás materiales aplicables a la construcción, como el hormigón, cuya operación logre satisfacer la demanda regional. En aquel periodo las empresas indicaron tener, por separado, una producción anual de unos 20 mil metros cúbicos de hormigón (40 mil m³ en conjunto), a lo que sumaban otros 10 mil m³ para Puerto Natales, llegando a una producción total anual de unos 50 mil m³³⁷. Esto, entendiendo que la capacidad de producción pudo haber crecido en los últimos 10 años, sería el equivalente a cubrir la demanda anual de 66 fundaciones de aerogeneradores o, planteado de otra manera, casi un 1% de lo requerido, considerando los tres escenarios, al año.

Por otra parte, la producción de hormigón requiere de, al menos, 3 tipos de insumos claves, estos son los áridos (se estima entre un 60% y 75%), cemento (entre un 15% a un 20%) y agua (entre un 15% y un 20%). Estas proporciones variarán dependiendo del tipo de árido a utilizar, el grado de densidad del cemento, las características del terreno, entre otras. Utilizando una medida estándar de 70% para la demanda de áridos se obtiene que, para el escenario inicial, se generaría una demanda máxima anual de 2.9 millones de toneladas (o 1.2 millones de m³), si a esto se le agrega el escenario intermedio (3.7 millones de toneladas o 1.6 millones de m³), se llegaría a la suma de 6.6 millones de toneladas (o 2.8 millones de m³), y si por último se agrega el escenario avanzado (1.3 millones de toneladas o 556 mil m³), se alcanzaría una demanda máxima anual de, aproximadamente, 8 millones de toneladas (o 3.3 millones de m³) (ver ilustración 35).

Ilustración 35
Demanda proyectada de áridos para construcción de fundaciones



Fuente: Elaboración propia.

Se estima que en Chile existe un consumo anual de áridos superior a los 11 millones de metros cúbicos, con lo cual la potencial demanda proyectada para las fundaciones de aerogeneradores, sumando los 3 escenarios, representaría alrededor de un 30% respecto del país. Es en esta área donde podría generarse una eventual oportunidad, vinculada a la economía

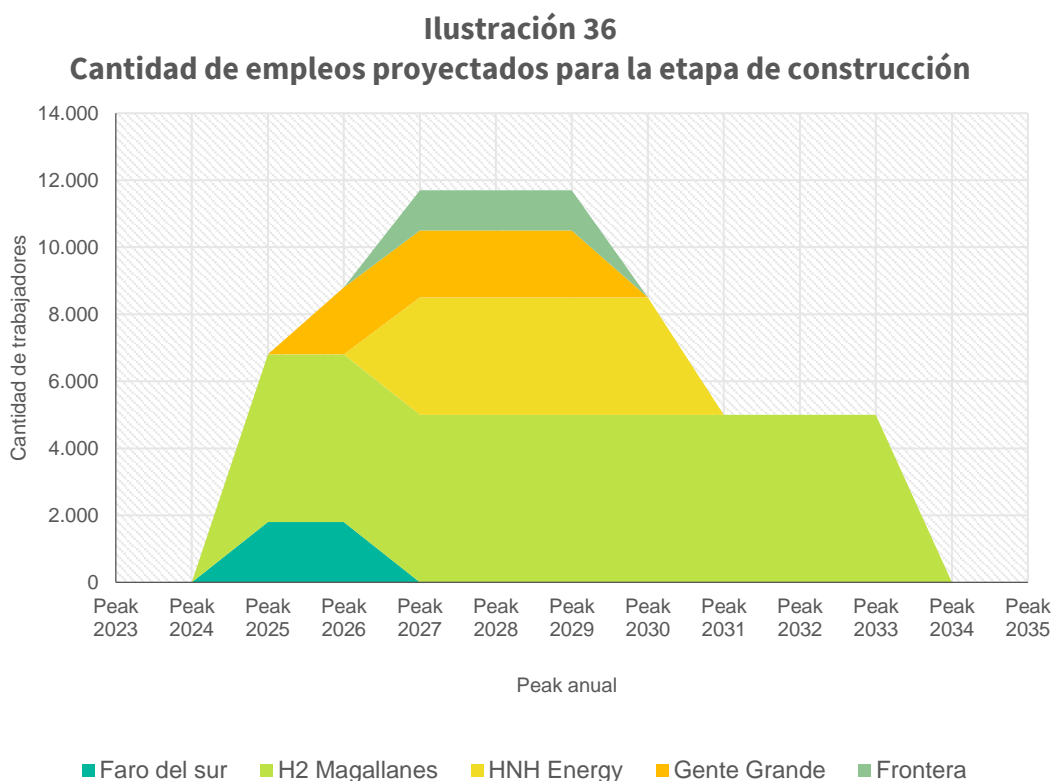
³⁷ Salfa se asocia con constructora de Magallanes en áridos. La Tercera, 2013. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.latercera.com/diario-impreso/salfa-se-asocia-con-constructora-de-magallanes-en-aridos/>

circular, respecto de la utilización de áridos reciclados provenientes de los residuos de la construcción que se generan anualmente (7.1 millones de toneladas), equivalentes al 35% de los residuos en Chile³⁸.

Por último, en cuanto a otro de los insumos claves para la producción de hormigón como es el cemento, a través de fuentes primarias se obtuvo que una de las empresas líderes del mercado cuenta con una capacidad de producción instalada en Magallanes de 250 mil toneladas anuales (con la posibilidad de ampliar a una segunda planta de igual potencial), y que en la actualidad opera a una capacidad de entre un 20 y un 40%, con una dotación de unos 30 trabajadores entre empleados directos y contratistas. Si esta planta funcionara al máximo de su capacidad anual lograría satisfacer, aproximadamente, un 90% de la demanda al 2030 y casi un tercio al año 2040, en ambos casos el ejemplo es utilizando únicamente el escenario inicial de proyección. Es necesario destacar que esto solo busca dimensionar volúmenes y no se relaciona con las estrategias que adopten las empresas en sus procesos productivos.

1.9.2 Empleos en la etapa de construcción

De acuerdo con información facilitada por cinco de las empresas productoras de h2v y derivados con proyectos en la región de Magallanes (al momento de la ejecución de este estudio no todas contaban aún con estas proyecciones realizadas o se encontraban rediseñando sus modelos), el peak de trabajadores estimados para la etapa de construcción podría alcanzar un máximo de casi 12 mil vacantes entre los años 2027 y 2029 (ilustración 36).



Fuente: Elaboración propia.

³⁸ Áridos reciclados disminuirían fuertemente los residuos en construcción. Construye 2025, 2021. Acceso a septiembre de 2023. <https://construye2025.cl/2021/11/24/aridos-reciclados-disminuirian-fuertemente-los-residuos-en-construccion/>

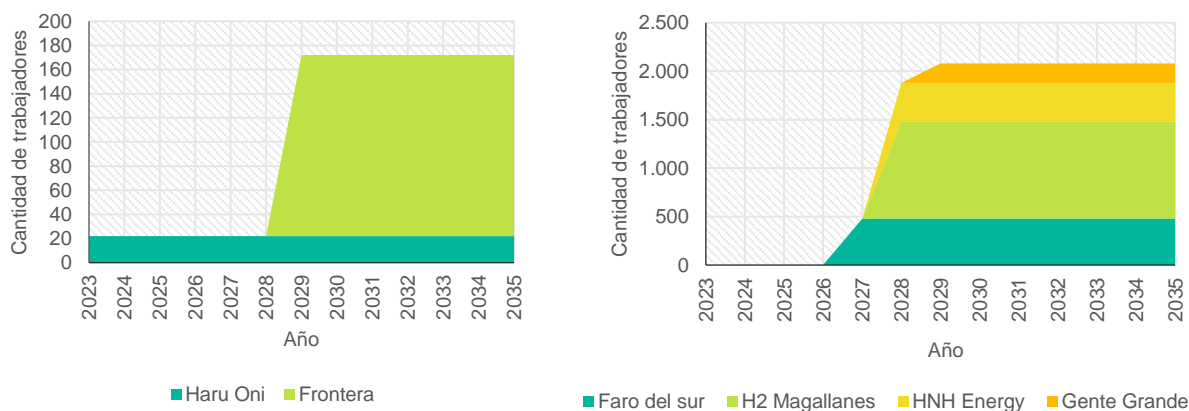
Considerando estos 5 proyectos, los cuales representarían en conjunto casi el 50% de la capacidad eólica instalada sumando los 3 escenarios utilizados en esta sección, se tendría que, al año 2025, se emplearía poco más del 70% de los trabajadores que al año 2022 se ocupaban en el sector de la construcción en la región (9.303). Al año 2026 esto ascendería a un 95%, entre los años 2027 y 2029 se superaría la capacidad actual (126%) para luego ir descendiendo al año 2030 con un 91% y entre el 2031 y el 2033 con un 54%. En definitiva, en los periodos que se proyectan de alta demanda y suponiendo que la mayor parte de los proyectos se llevaran a cabo, aunque todos los trabajadores que actualmente se desempeñan en el rubro de la construcción en Magallanes se emplearan en las obras requeridas por la industria del hidrógeno verde y derivados, no se lograría satisfacer la demanda.

Por otra parte, en relación con las etapas de construcción, se prevé una importante demanda para el abastecimiento de campamentos. En base a estos datos, a través de información obtenida por medio de fuentes primarias, una empresa multinacional líder en el territorio dedicada a la administración de casinos y servicios de alimentación suministra, en toda la región, alrededor de 2.000 raciones diarias en temporada baja (otoño – invierno) y 3.000 raciones diarias en temporada alta (primavera – verano). Uno de los casinos que mayor demanda representa requiere de un máximo de 800 raciones diarias, para lo cual emplean un total de 23 trabajadores. En este sentido, una oportunidad potencial de encadenamiento tiene relación con la incorporación, en bienes y servicios, de proveedores locales los que, según señalan desde la empresa multinacional, hoy son solo 2 o 3 los cuales, al operar solo en Magallanes, presentan frecuentemente dificultades para lograr satisfacer la demanda de forma competitiva entendiendo que este es un negocio de escala.

1.9.3 Empleos en la etapa de operación

Otra área de interés es la que tiene relación con el potencial de empleos que se podrían generar en la etapa de operación de las empresas. Al igual que en la sección anterior, al momento de desarrollar este estudio, no se pudo obtener la información de la totalidad de las empresas debido a que no contaban con estas proyecciones realizadas aún. De esta manera, el ejercicio que se presenta a continuación representa 6 proyectos lo que equivale aproximadamente a un 50% de la capacidad eólica instalada proyectada. Según se puede observar en la ilustración 37, el empleo máximo para la etapa de operación al año 2027 sería levemente superior a los 500 puestos de trabajo, luego el 2028 ascendería a 1.900 y desde 2029 llegaría a unos 2.200.

Ilustración 37
Cantidad de empleos proyectados para la etapa de operación



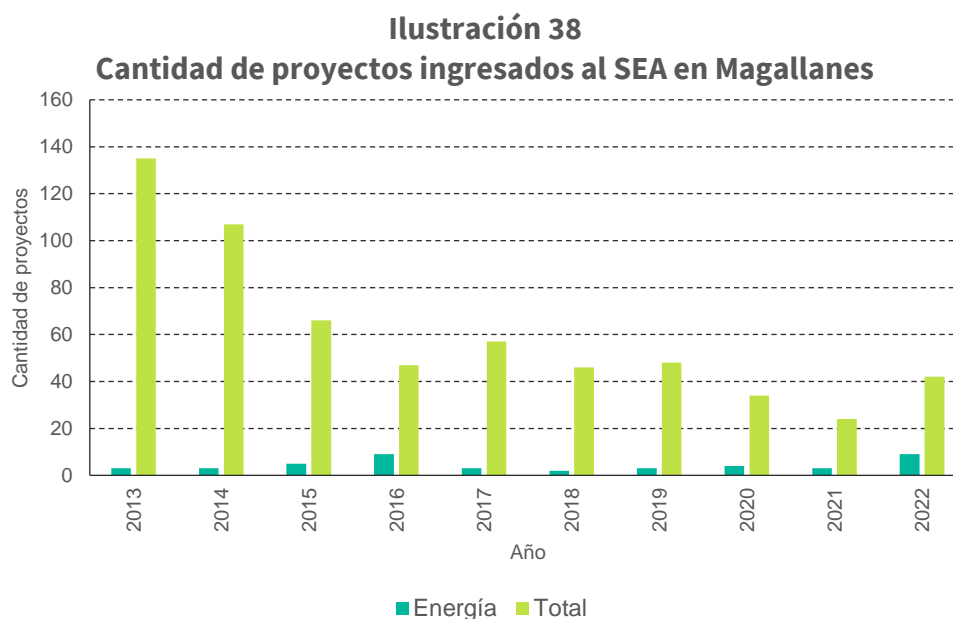
Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que, considerando solo esta cantidad de proyectos, al año 2029, la potencial demanda de empleos para la operación de las plantas de hidrógeno verde y derivados representaría casi un 250% de la dotación que, al mes de agosto de 2023, dispone la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) en su gerencia de Magallanes (904), esto considerando roles ejecutivos (9) y generales (895)³⁹.

1.9.4 Proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental medidos en inversiones

De acuerdo con información facilitada por las empresas en cuanto a la inversión considerada para cada uno de los proyectos, siendo datos que nuevamente no se encuentran completamente definidos, que son dinámicos y que pueden tener una serie de ajustes antes de su presentación oficial, se realizará un ejercicio simplificado que permite dimensionar el tamaño de la industria respecto de las experiencias que ha tenido en los últimos años el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Según se demuestra en la ilustración 38, durante los últimos 10 años, entre el 2013 y el 2022, el SEA ha recibido proyectos, tanto Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), como Estudios de Impacto Ambiental (EIA), que ascienden a la suma de 251, de estos, 24 (9,5%) corresponden al sector productivo de energía.

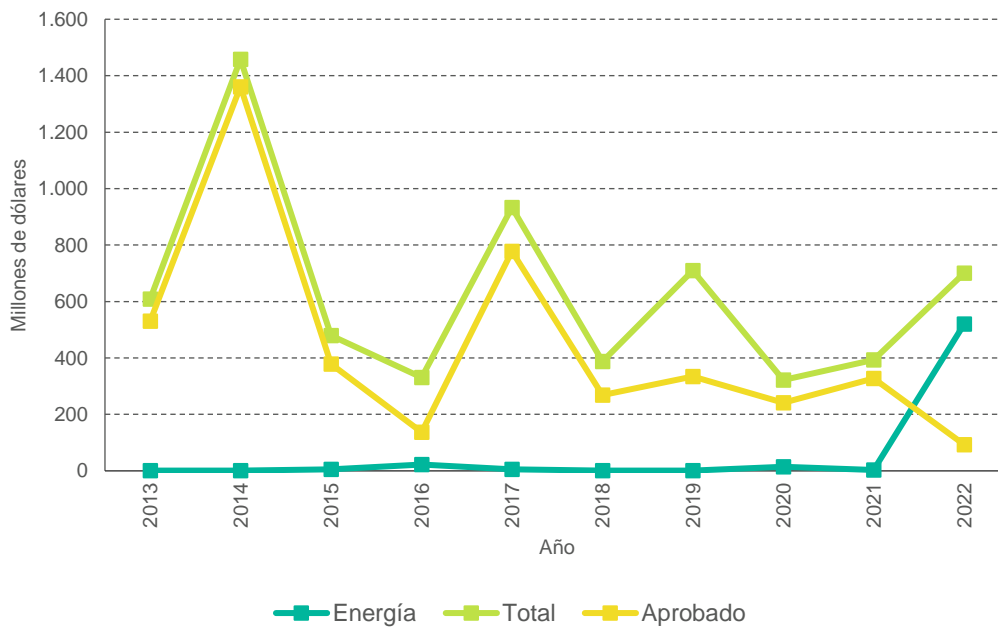


Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Evaluación Ambiental.

Luego, si se observan las inversiones asociadas a estos proyectos, lo cual está graficado en la ilustración 39, se tiene que, en el mismo periodo de tiempo, la suma asciende a los 6.325 millones de dólares. De este total, 576 millones de dólares (9,1%) corresponde al sector productivo de energía. Finalmente, en el mismo gráfico, se puede ver que, del total de proyectos ingresados medidos en inversiones, un 70,3% (4.449 millones de dólares), fueron aprobados obteniendo los permisos correspondientes. Es importante considerar que las otras figuras, diferentes de la aprobación, son múltiples (caducado, desistido, en calificación, no admitido a tramitación, no calificado, rechazado y revocado).

³⁹ Dotación por área ENAP. Acceso a septiembre de 2023. https://www.enap.cl/pag/641/1319/dotacion_por_area

Ilustración 39
Proyectos ingresados al SEA medidos en inversiones



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Evaluación Ambiental.

Respecto de lo que se proyecta ingresar para la industria del hidrógeno verde y derivados en la región, considerando que para este análisis se cuenta con información de siete proyectos, se tiene que para 2023 potencialmente se podrían ingresar iniciativas valoradas en 21.700 millones de dólares, es decir, un 343% de lo evaluado por el SEA regional en los últimos 10 años. Para el año 2024, la cifra podría ascender a 10.850 millones de dólares (172%) y el año 2025 a 1.850 millones de dólares (29,2%).

Esta proyección, aun considerando los ajustes que eventualmente tendrá, representa una necesidad evidente de fortalecer y capacitar a los equipos a cargo de la evaluación de las iniciativas, las cuales superan drásticamente toda experiencia anterior en cuanto a escala y complejidad.

1.9.5 Costos de inversión de la industria y principales proveedores

Para abordar los desafíos de la industria es importante comprender su funcionamiento y cómo será su relación con actores claves, esto porque a lo largo de la cadena de valor no todas las actividades del proceso productivo serán ejecutadas por las empresas productoras de h2v, sino que estas serán licitadas (siendo el principal mecanismo mencionado por los actores en el proceso de entrevistas) a las mejores propuestas que presenten grandes proveedores de la industria. En este aspecto resulta interesante conocer cómo se distribuyen los principales costos de inversión de la industria siendo el más significativo el de manufactura (entre un 60 y un 85%), es decir, la compra componentes, partes y piezas donde destaca la fabricación de aerogeneradores y de electrolizadores. En segundo lugar, se ubican los costos de construcción (entre un 15 y un 25%) los cuales consideran la preparación de terrenos, la construcción de instalaciones, algunos procesos de ensamblaje y el montaje. En tercer lugar, se encuentran los costos de operación y mantenimiento (entre un 10 y un 20%) y finalmente los costos de planificación y diseño (entre un 5 y un 10%) (Boston Strategies International 2016 e Irena 2022). Para una apreciación más clara ver ilustración 40.

Ilustración 40 Principales costos de inversión de la industria del h2v

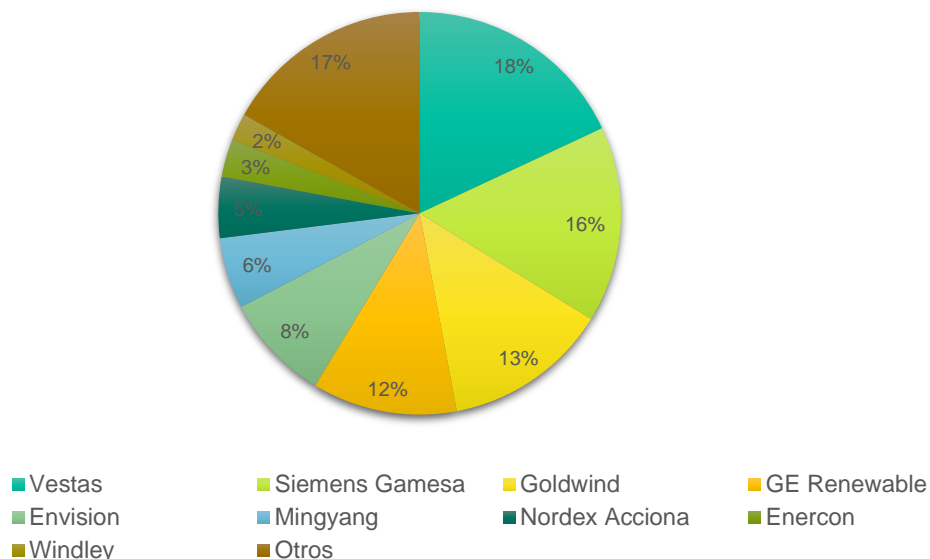
Planificación y diseño Manufactura Construcción Operación y Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia con datos de Boston Strategies International 2016 e Irena 2022 sobre costos de parques eólicos.

Por su parte, entre los fabricantes de aerogeneradores y de electrolizadores, son pocos los actores que lideran el mercado a nivel internacional. En el caso de los primeros (ver ilustración 41), al año 2019, destacan Vestas, Siemens Gamesa, Goldwind, GE Renewable, Envision, Mingyang y la sociedad Nordex-Acciona (GWEC, 2019). En el caso de los electrolizadores, que es una industria aún incipiente, se encuentran Siemens Energy, Cummins Inc, ThyssenKrupp, Enapter, Linde Engineering, NEL, Plup Power, HydrogenPro, McPhy y Bloom Energy⁴⁰. Finalmente, en cuanto a las constructoras, las más grandes del país al año 2022 son Sigdo Koppers, Salfacorp, Besalco, Echeverría Izquierdo, Socovesa, Ingevec, Inarco y Flesan (CLA50, 2022).

Ilustración 41 Principales fabricantes de aerogeneradores en el mundo al 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Supply Side Analysis 2019 (GWEC).

1.9.6 Fichas de análisis sobre capacidad productiva de proveedores locales

Finalmente, se debe considerar que analizar y demostrar las brechas entre la potencial demanda de un producto o servicio y las capacidades de los proveedores locales requiere un enfoque sistemático. Teniendo presente la tabla 4 sobre requerimientos que logran ser suministrados en el territorio, la tabla 6 que identifica servicios, insumos, equipos y capacidades requeridas por eslabón de la cadena de valor, tomando algunas proyecciones de demanda como las recientemente expuestas y aplicando entrevistas de precisión, se pueden generar fichas de brechas de proveedores como las que se presentan a continuación (ver tablas 21, 22 y 23). Este modelo debe orientar el

⁴⁰ La otra pieza clave del hidrógeno verde: el creciente mercado de los electrolizadores. La Tercera. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/la-otra-pieza-clave-del-hidrogeno-verde-el-creciente-mercado-de-los-electrolizadores/CPZT7034LJAXLF7IKAVQPF5C4U/>

levantamiento de información por cada uno de los productos y servicios de la cadena de valor de la industria hasta construir un compendio o directorio de proveedores locales que establezca un sistema de gestión sobre los mismos.

Tabla 21
Ficha proveedores locales en hormigón

Identificación del proyecto	
Proyecto	Análisis de brechas de demanda de hormigón para fundaciones de parques eólicos.
Descripción breve	Evaluación de la capacidad local para satisfacer la demanda de hormigón necesaria para construir 100 fundaciones de aerogeneradores de 5 MW al año.
Antecedentes del contexto	
Contexto/Justificación	El desarrollo de un nuevo parque eólico requiere una cantidad significativa de hormigón de alta calidad. Es imperativo entender si los proveedores locales pueden satisfacer esta demanda para asegurar un proyecto sin retrasos significativos.
Demanda potencial	
Descripción de la demanda	Hormigón especializado resistente para fundaciones de aerogeneradores.
Magnitud de la demanda	Aproximadamente 80.000 metros cúbicos anuales (estimación simplificada; la demanda real debería calcularse basada en las especificaciones de ingeniería de las fundaciones).
Insumos requeridos	Agua, arena, áridos, cemento, aditivos.
Máquinas o equipos requeridos	Planta de hormigón, camiones mezcladores, bombas, allanadoras, otros.
Capacidad de proveedores locales	
Proveedores locales identificados	1
Capacidad total actual	50.000 metros cúbicos anuales.
Calidad del servicio	Cumple con los estándares requeridos por la demanda.
Capacidad de expansión	Limitada debido a restricciones de logística y regulaciones. Cuenta con disponibilidad de materia prima en diversos puntos de la región.
Precio promedio proveedor local	Entre \$150.000 y \$240.000 el m3
Precio promedio de mercado	Entre \$110.000 y \$140.000 el m3
Identificación de brechas	
Brechas cuantitativas	Deficiencia de 30.000 metros cúbicos comparado con la demanda proyectada para el periodo.
Brechas temporales	Los proveedores locales requerirían de 8 meses aprox. para cubrir la demanda.
Brechas de competitividad	Brechas de precios debido a costos de transporte y volúmenes de producción.
Análisis de impactos y oportunidades	
Consecuencias de no cubrir brechas	Posibles retrasos en la construcción, aumento en los costos y repercusiones contractuales.
Oportunidades	Incentivar a los proveedores locales a aumentar la capacidad, posiblemente con apoyo en logística o infraestructura. Alternativamente, buscar proveedores adicionales.
Impactos socio ambientales	El proveedor local cuenta con certificaciones ambientales y gestión de residuos.
Desarrollo local	El proveedor local cuenta con una dotación de X personas de los cuales X son técnicos y/o profesionales y un X% corresponde a mujeres.
Recomendaciones	
Para proveedores locales	Inversión en capacidad adicional, posiblemente con incentivos o acuerdos de compra garantizada.
Para el gestor del proyecto	Considerar la extensión de la programación de la fase de construcción o la incorporación de proveedores externos para cubrir la brecha. Negociación de términos flexibles con contratistas y proveedores.
Para gobiernos e instituciones	Analizar regulaciones, cuidado medioambiental y promover la asociatividad de actores.
Conclusiones	
La demanda para el proyecto supera la capacidad actual de los proveedores locales. Se requiere acción inmediata para mitigar el riesgo de retrasos en el proyecto y que las oportunidades puedan generar desarrollo en el territorio.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22
Ficha proveedores locales en cemento

Identificación del proyecto	
Proyecto	Análisis de brechas de demanda de cemento para fundaciones de parques eólicos.
Descripción breve	Evaluación de la capacidad local para satisfacer la demanda de cemento necesaria para construir 100 fundaciones de aerogeneradores de 5 MW al año.
Antecedentes del contexto	
Contexto/Justificación	El desarrollo de un nuevo parque eólico requiere una cantidad significativa de hormigón de alta calidad. Un elemento clave para asegurar la calidad del hormigón es la provisión de cemento. Para efectos de este ejercicio se estima que el cemento representa un 15% del hormigón demandado.
Demanda potencial	
Descripción de la demanda	Cemento utilizado en el hormigón para fundaciones de aerogeneradores.
Magnitud de la demanda	Aproximadamente 30.000 toneladas anuales (estimación simplificada; la demanda real debería calcularse basada en las especificaciones de ingeniería de las fundaciones).
Insumos requeridos	Arcilla, caliza, arena, mineral de hierro, yeso, energía y agua
Máquinas o equipos requeridos	Trituradoras, molinos de cemento, hornos, enfriador clínker, silos de almacenamiento, otros.
Capacidad de proveedores locales	
Proveedores locales identificados	2
Capacidad total actual	250.000 toneladas anuales.
Calidad del servicio	Cumple con los estándares requeridos por la demanda.
Capacidad de expansión	Cuenta con capacidad de expandir capacidad al doble habilitando otra planta de similares condiciones y que ya cuenta con las resoluciones correspondientes.
Precio promedio proveedor local	Pallet cemento especial 64 unidades de 25 kg c/u a \$300.000.-
Precio promedio de mercado	Pallet cemento especial 64 unidades de 25 kg c/u a \$200.000.-
Identificación de brechas	
Brechas cuantitativas	La capacidad instalada lograría satisfacer la demanda de cemento requerido para el hormigón de las fundaciones de 100 aerogeneradores al año.
Brechas temporales	Potencialmente se podría satisfacer la demanda del año en 2 meses de producción.
Brechas de competitividad	Brechas de precios debido a costos de transporte y volúmenes de producción.
Análisis de impactos y oportunidades	
Consecuencias de no cubrir brechas	Para este nivel de demanda, la brecha estaría asociada a capacidad productiva ociosa.
Oportunidades	Analizar la potencial demanda de varios proyectos en conjunto.
Impactos socio ambientales	El proveedor local cuenta con certificaciones ambientales y gestión de residuos.
Desarrollo local	El proveedor local cuenta con una dotación de X personas de los cuales X son técnicos y/o profesionales y un X% corresponde a mujeres.
Recomendaciones	
Para proveedores locales	Analizar demanda de un grupo de iniciativas y validar capacidad de satisfacer otros requerimientos asociados, por ejemplo, a obras públicas.
Para el gestor del proyecto	Asegurar cuotas de consumo ante potencial demanda de múltiples iniciativas a la vez.
Para gobiernos e instituciones	Promover la incorporación de tecnología y adquisición de activos para aumentar productividad.
Conclusiones	
El suministro de cemento para la fabricación del hormigón, considerando una demanda de 100 aerogeneradores de 5 MW, lograría ser satisfecha ampliamente con el suministro local. Se requiere monitorear demanda real en volumen y tiempo para seguir garantizando cobertura de los productos y servicios.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23
Ficha proveedores locales en mantenimiento de ductos

Identificación del proyecto	
Proyecto	Análisis de brechas para servicios de mantenimiento de ductos
Descripción breve	Evaluación de la capacidad de los proveedores locales para satisfacer las necesidades de mantenimiento regular y de emergencia en la red de ductos existente.
Antecedentes del contexto	
Contexto/Justificación	Dado el papel crítico de los ductos en el suministro de energía, un mantenimiento adecuado es crucial. Este análisis busca identificar si los recursos locales son suficientes para garantizar operaciones seguras y eficientes.
Demanda potencial	
Descripción de la demanda	Mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo inspecciones, pruebas de integridad, reparaciones, y respuesta de emergencia.
Magnitud de la demanda	Basado en estándares de la industria, se estima que se requieren 200 jornadas de servicio técnico por año para x cantidad de kilómetros de ductos (una estimación que debería ser refinada con datos históricos y las especificaciones de la red de ductos).
Insumos requeridos	Sistemas de monitoreo, materiales de soldadura, abrazaderas, sellantes, anticorrosivos, etc.
Máquinas o equipos requeridos	Equipos ultrasonido, cámaras especializadas, detectores de gases, equipos de excavación, etc.
Capacidad de proveedores locales	
Proveedores locales identificados	3
Capacidad total actual	120 jornadas de servicio técnico por año.
Calidad del servicio	Alto nivel de experiencia y sofisticación a nivel local en el mantenimiento de ductos y equipos vinculados. Proveedor local cuenta con los estándares exigidos.
Capacidad de expansión	Moderada, con inversiones significativas en capacitación y equipo.
Precio promedio proveedor local	S/I (múltiples factores determinan los precios)
Precio promedio de mercado	S/I (múltiples factores determinan los precios)
Identificación de brechas	
Brechas cuantitativas	Existe una deficiencia de 80 jornadas de servicio técnico por año bajo las demandas actuales.
Brechas temporales	Lograr satisfacer la demanda con la capacidad actual requeriría de 8 meses más al tiempo predefinido.
Brechas de competitividad	Los proveedores locales carecen de las capacidades técnicas avanzadas y de respuesta rápida necesarias para situaciones de emergencia o pruebas complejas.
Análisis de impactos y oportunidades	
Consecuencias de no cubrir brechas	Riesgo aumentado de fallas no detectadas, tiempos de respuesta prolongados en emergencias y posible incumplimiento de normativas.
Oportunidades	Desarrollo de programas de capacitación local, inversión en tecnología de inspección avanzada y formación de equipos de respuesta rápida.
Impactos socio ambientales	Actividad clave para evitar contaminaciones, fugas y derrames. Es clave contar con planes de manejo y certificaciones ambientales para el tratamiento de aguas residuales y desechos.
Desarrollo local	Existen capacidades locales que pueden ser potenciadas atrayendo a nuevos proveedores que logren alcanzar los estándares exigidos creando empleos más calificados y de mayor sofisticación.
Recomendaciones	
Para proveedores locales	Ampliar servicios a través de asociaciones o certificaciones, invertir en tecnología y capacitación.
Para el gestor del proyecto	Establecer contratos de servicio a largo plazo con requerimientos de expansión de capacidades, considerar el desarrollo de capacidades internas, o contratar proveedores externos adicionales.
Para gobiernos e instituciones	Apoyar iniciativas de formación técnica para el desarrollo de nuevos proveedores, ofrecer incentivos para la inversión en tecnología, y asegurar el cumplimiento de estándares de seguridad.
Conclusiones	

Existen capacidades destacadas a nivel regional, con certificaciones y cumplimiento de altos estándares, para el mantenimiento de ductos considerando características de la zona. Las brechas pasan por la escala y envergadura de la demanda la cual no lograría ser cubierta.

Fuente: Elaboración propia.

1.9.7 Áreas de oportunidad y brechas existentes

De acuerdo con la información revisada hasta la fecha de realización de este informe, es relevante considerar que las capacidades locales detectadas tienen prevalencia en los eslabones 1, 2 y 4, en particular se asocian a determinadas áreas de levantamiento de líneas de base (los principales son: medio físico, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos continentales, ecosistemas marinos, elementos naturales y artificiales que componen el patrimonio histórico, paisaje, atractivos naturales o culturales y sus interrelaciones que atraen flujos de visitantes o turistas, áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación y medio humano), servicios de construcción y transporte (geotecnia, topografía, gasfitería, obras menores, soldadura, electricidad y electrónica, carpintería, producción de cemento y hormigón, tuberías (piping), servicios de montaje, servicios de logística, transporte sobredimensionado), servicios de mantenimiento industrial (ductos, buzos e inspecciones marinas, inspecciones de calidad, radiografías industriales, HVAC, calibraciones, reparación de sistemas hidráulicos, laboratorio de patrones, ensayos ultrasonido) y servicios generales (transporte de carga y de pasajeros, servicios de catering, productoras de eventos, alojamientos, servicios de aseo, entre otros). No obstante, aun cuando esas capacidades se encuentran presentes en el territorio, con los escenarios y proyecciones recientemente expuestos, queda de manifiesto que la oferta local, tanto de productos, servicios y capital humano, se vería ampliamente superada, incluso si sólo se concretaran los proyectos integrados en el escenario inicial.

Con el fin de maximizar los beneficios y promover un desarrollo endógeno del territorio, es recomendable que las empresas productoras de h2v desarrollen estrategias donde la selección de los proveedores sea intencionada desde el proceso de construcción, esta etapa representa una valiosa oportunidad para generar capacidades, fortalecer a micro, pequeñas y medianas empresas que logren sofisticar su propuesta de valor, adquieran máquinas y equipos, absorban capital humano calificado, obtengan certificaciones y capacidad financiera que les permita garantizar sus productos y servicios, en definitiva, que aumenten su competitividad y productividad para que logren suministrar la mayor parte de la demanda que sea posible y se encuentren preparadas para abordar la etapa de operación de la industria.

Un estudio aparte debiese dedicarse exclusivamente al desarrollo portuario que experimentará la región. Sólo considerando la habilitación y modernización de los puertos de Enap Magallanes, las oportunidades en torno a la internación de componentes, el almacenaje y la exportación serán áreas de creación de valor prometedoras para el territorio.

La región necesitará prepararse para una intensa fase de generación y readecuación de capacidades de su fuerza laboral, atracción de inversión y desarrollo de infraestructura para no solo igualar, sino capitalizar efectivamente las oportunidades que esta nueva industria promete. Este es un paso crucial hacia el fortalecimiento y la diversificación de su economía, asegurando un futuro sostenible y próspero para Magallanes.

2

Revisión y análisis de instrumentos de fomento

2. Revisión y análisis de instrumentos de fomento

Primero que todo es relevante considerar que resulta de alta complejidad identificar las “mejores prácticas” en cuanto al diseño e implementación de políticas e instrumentos de fomento productivo, tanto a nivel nacional como internacional, debido a la influencia que tienen sobre estas los contextos o las necesidades coyunturales presentes, las capacidades existentes y las características socioculturales y de los territorios donde se llevan a cabo, entre otras. Algunos elementos a tener en cuenta para la etapa introductoria al diseño de instrumentos de fomento son: i) Lo que hace necesarias las políticas de desarrollo productivo es la existencia de una falla de mercado, estática o dinámica; ii) La solución a esa falla de mercado debe ser la elección de la política más adecuada en términos de eficiencia, costo, riesgo y simplicidad; iii) Aún en el caso de que la falla de mercado exista, y aun si la política de desarrollo productivo para abordarla está plenamente identificada y es la alternativa más eficiente, si no se cuenta con la institución o las instituciones adecuadas para desarrollarla, es preferible invertir antes en la creación o fortalecimiento de esa institución que esforzarse en aplicar la política correcta con las instituciones inadecuadas; iv) Dadas las especificidades de cada economía y la comprobada ausencia de recetas únicas, más que buscar las mejores prácticas lo que se debe hacer es elegir las políticas o instrumentos que efectivamente encajen en las capacidades institucionales y el contexto donde vayan a ser implementadas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

En este sentido, este apartado tiene como propósito analizar algunas iniciativas ejecutadas que pudieran ser reorientadas a la industria del hidrógeno verde y derivados en la región de Magallanes, no pretendiendo establecer un análisis exhaustivo de instrumentos a nivel global para el desarrollo industrial, lo cual es ajeno a los alcances de este estudio.

2.1 Áreas claves de desarrollo para el impulso productivo

El panorama de políticas de fomento productivo es amplio y diversificado, reflejando las distintas necesidades, desafíos y contextos de las economías a nivel mundial. Estas políticas están diseñadas para impulsar la actividad económica, promover la innovación, generar empleo y fortalecer sectores productivos específicos. Dependiendo del contexto, las estrategias pueden variar desde incentivos fiscales para atraer inversiones, hasta programas de capacitación que buscan mejorar las habilidades y competencias de la fuerza laboral. Las zonas económicas especiales, los subsidios para la investigación y desarrollo, y las facilidades de crédito para pequeñas y medianas empresas son ejemplos de herramientas que se utilizan para estimular la producción y la competitividad. Además, es crucial que estas políticas se revisen y ajusten periódicamente, tomando en cuenta la retroalimentación de los *stakeholders*, los cambios en el entorno económico global y las lecciones aprendidas de implementaciones anteriores. Esta capacidad de adaptación y aprendizaje continuo es fundamental para garantizar que las políticas de fomento productivo sigan siendo relevantes y efectivas a lo largo del tiempo.

A continuación, se presentan algunas áreas claves donde se centran iniciativas e instrumentos que impulsan el desarrollo productivo.

2.1.1 Estímulo a la innovación

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), invertir en ciencia, tecnología e innovación (CTI) es fundamental para el desarrollo económico y el progreso social. La innovación permite aplicar las técnicas científicas y los conocimientos tecnológicos al desarrollo de productos y servicios útiles, así como a la creación de empleo⁴¹. En Chile, al año 2022, se mantiene un gasto de 0,34% respecto del PIB lo cual lo ubica en el antepenúltimo lugar de los países OCDE, donde el promedio llega a 2,74%, sólo superando a México y Colombia⁴². En cuanto al aporte de las empresas e instituciones privadas sin fines de lucro, este representa aproximadamente un 35% del total, lejos de lo que ocurre en países líderes donde se llega a un 60% de la inversión⁴³.

Entre los elementos que se destacan como centrales para aumentar la probabilidad de éxito en innovación se encuentra: i) Establecer estrategias de largo plazo que permitan ajustes pero que no se encuentren atadas a los ciclos políticos; ii) Capacidades de coordinación de políticas entre diversos ministerios; iii) Capacidades de implementación de las políticas sustentada en instituciones técnicas que puedan relacionarse con el sector privado; iv) Capacidades de monitoreo y evaluación donde se revise la efectividad de lo ejecutado y las necesidades de adaptación (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

2.1.2 Creación y desarrollo de empresas de alta productividad

Las economías crecen cuando los trabajadores y otros factores de producción se desplazan hacia proyectos con una productividad más alta. Las iniciativas de mayor productividad pueden surgir de empresas existentes y también en firmas nuevas las cuales pueden ofrecer mayor flexibilidad y agilidad, lo que resulta útil cuando se generan productos o servicios más innovadores, sin embargo, también pueden presentar dificultades por no contar con las capacidades instaladas que tienen las empresas existentes. Para que los emprendedores puedan generar crecimiento económico no sólo se necesita iniciar (start-up⁴⁴) sino también hacer crecer (scale-up⁴⁵) los mejores negocios. En Chile se estima que existen más de mil startups. Desde 2010, el programa Start-Up Chile de Corfo ha apoyado más de 2.200 startups lo que permitía que al año 2021 la valorización del portafolio ascendiera a más de US\$ 5,8 billones, se hayan consolidado más de US\$ 2,1 billones en ventas y se hayan generado más de 10.000 empleos en el país y el mundo, de acuerdo al Annual Alumni Passport 2021 de la aceleradora⁴⁶.

En cuanto a las *scaleups*, en Chile, al año 2022, estas representaban el 1% de las empresas del país y son capaces de generar el 42% de los nuevos empleos. Entre los años 2017 y 2020, solo 4.551 empresas lograron crecer al menos 20% al año por tres años consecutivos en ventas o en trabajadores contratados. Esto permitió crear más de 556 mil empleos nuevos. El 96% de las *scaleups* son pequeñas y medianas empresas, el 4% restante son grandes. En general son empresas jóvenes presentando una mediana de 5 años, están concentradas territorialmente en la

⁴¹ Invertir en ciencia, tecnología e innovación. Unesco. Acceso a septiembre de 2023. <https://es.unesco.org/themes/invertir-ciencia-tecnologia-e-innovacion#:~:text=La%20innovaci%C3%B3n%20permite%20aplicar%20las,a%20la%20creaci%C3%B3n%20de%20empleo>.

⁴² Datos OCDE, acceso a septiembre de 2023. <https://data.oecd.org/fr/rd/depenses-interieures-brutes-de-r-d.htm>

⁴³ Inversión total de investigación y desarrollo en Chile se mantiene en un 0,34% del PIB y completa diez años sin mayores variaciones. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.minciencia.gob.cl/noticias/inversion-total-de-investigacion-y-desarrollo-en-chile-se-mantiene-en-un-034-del-pib-y-completa-diez-anos-sin-mayores-variaciones/>

Una startup es una empresa de nueva creación o edad temprana que presenta grandes posibilidades de crecimiento y comercializa productos y servicios a través del uso de las tecnologías de la información.

⁴⁵ Una scaleup es una compañía que crece al menos un 20% al año por tres años consecutivos en ventas o trabajadores contratados.

⁴⁶ Annual Alumni Passport 2021, Startup Chile. Acceso a septiembre de 2023. <https://startupchile.org/blog/annual-alumni-passport/>

región Metropolitana (51%), le siguen Biobío y Valparaíso con 7,6% y 6,6% respectivamente. Magallanes se encuentra antepenúltimo con un 0,8% solo superando a las regiones de Arica y Parinacota (0,4%) y Aysén (0,4%). Los principales rubros en que se desempeñan son construcción (23,9%), comercio (13,4%), actividades de servicios administrativos (12,4%), agricultura (12,4%) e industria manufacturera (9,6%) (Endeavor, 2022).

Las nuevas empresas son una fuente ilimitada de proyectos productivos y empleos en la economía, sin embargo, las primeras etapas de una empresa son las más difíciles. En esta fase, las firmas no entienden plenamente sus funciones de producción, y tienen dificultades para firmar contratos creíbles con clientes y proveedores, inversionistas, empleados o incluso cofundadores. Todos estos factores pueden impedir que proyectos con alto potencial de desarrollo se puedan materializar. Al mismo tiempo existen fallas donde se otorgan recursos a empresas de baja productividad. En este sentido es menester poder contar con bases de datos sólidas que permitan analizar el éxito de los programas, observar las oportunidades de mejora y/o la discontinuidad de estos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

2.1.3 Promoción de sinergias y asociatividad

A través de la interacción de empresas y organizaciones se producen múltiples vínculos que pueden arrojar beneficios para sí mismas, para otras empresas, para la economía e incluso para el conjunto de la sociedad. Entre estos beneficios se pueden encontrar la disminución de asimetrías de información, la generación de externalidades de transferencia de conocimientos, el fortalecimiento de las economías de escala y más facilidades para generar bienes públicos. Esta interacción no se produce al azar, las empresas situadas en una determinada zona geográfica o dentro de una cadena de valor específico o de un clúster⁴⁷, tienen más probabilidades de relacionarse, aunque aún así no son automáticos y pueden carecer de la coordinación o de la profundidad necesaria para alcanzar los beneficios conjuntos. En estos escenarios, algunos de los instrumentos que se utilizan son los programas de desarrollo de clúster y los programas de proveedores. Estos programas son complejos, demandan coordinaciones multinivel y no consisten en un único instrumento o tratamiento estandarizado, sino que suelen incluir una gama de posibles intervenciones (a menudo no consideradas ex ante), que se pueden implementar en diferentes combinaciones y secuencias. Además, se considera que el impacto de estos programas se debe medir en periodos de tiempo prolongados, debido a que requieren unos años de maduración, lo cual hace más compleja su evaluación (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

Entre las iniciativas que destacan en Chile se encuentra la del pionero programa de proveedores de clase mundial para la minería (2012) el cual generó capacidades pero que posteriormente fue rediseñado transformándose en una plataforma de innovación abierta la cual se denominó como Expande Minería⁴⁸.

2.2 Instrumentos de apoyo a pequeñas y medianas empresas implementados por Corfo

La Corporación de Fomento a la Producción (Corfo), fundada el año 1939, es la agencia del Gobierno de Chile, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo a cargo de apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad en el país junto con fortalecer el capital

⁴⁷ Grupo de empresas e instituciones interrelacionadas, concentradas geográficamente, que colaboran y compiten en un mismo negocio.

⁴⁸ Programa Expande Minería. Acceso a septiembre de 2023. <https://expandemineria.cl/>

humano y las capacidades tecnológicas. Su objetivo principal es promover una sociedad de más y mejores oportunidades para todos (as) y contribuir al desarrollo económico del país⁴⁹. Para estos fines cuenta con una serie de instrumentos e incentivos, algunos de los cuales serán revisados brevemente en esta sección, especialmente aquellos vinculados al desarrollo de proveedores.

En las décadas de 1990 y comienzos del 2000, la Corfo diseñó un conjunto de instrumentos de apoyo a la pequeña y mediana empresa. Para analizar los impactos que estas iniciativas estaban logrando en el desarrollo productivo del país, se realizaron dos relevantes estudios de evaluación, el primero consideró una variedad de programas (Banco Mundial, 2009), y el segundo puso especial énfasis en el impulso al desarrollo de proveedores y el desempeño de las Pymes (BID, 2011). Entre las líneas y los instrumentos evaluados se encontraban los siguientes:

- I. **Línea de Mejoramiento de la Gestión:** tiene como objetivo aumentar la productividad, competitividad y calidad de las empresas a través del apoyo en la implementación de sistemas de gestión certificables y reconocidos internacionalmente, junto con el desarrollo de competencias, capacidades y la incorporación de tecnologías e inversiones que permitan acceder a nuevas oportunidades de negocios. Bajo esta línea de acción se contemplan los siguientes instrumentos:
 - Fondo de Asistencia Técnica (FAT): Se crea el año 1992, el objetivo central de este instrumento es apoyar la contratación de consultorías especializadas en los distintos ámbitos de la gestión empresarial, que contribuye a mejorar la calidad y la productividad de las empresas.
 - Programas de Pre-Inversión (PI): Este instrumento apoya la realización de estudios de pre-inversión con el objeto de que las empresas puedan tomar las mejores decisiones respecto de las diversas alternativas de inversión que se identifiquen y las evalúen técnica, económica y financieramente.

- II. **Línea de Asociatividad y Redes de Integración en Cadenas Productivas:** Tiene por objetivo aumentar vínculos comerciales y productivos entre empresas PYME, y entre PYMEs y grandes empresas, a través de proyectos asociativos y de proyectos de desarrollo de proveedores. Aquí se encuentran los siguientes instrumentos:
 - Programa Asociativo de Fomento (PROFO): Se crea el año 1992. El objetivo de este instrumento es apoyar la preparación y el desarrollo de proyectos de grupos de al menos cinco empresas, cuyas estrategias de negocios contemplen la asociatividad empresarial para mejorar su competitividad, creando y desarrollando un negocio conjunto con agregación de valor respecto a la situación inicial.
 - Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP): Este instrumento se crea el año 1998. El objetivo del PDP es apoyar el diagnóstico, preparación y desarrollo de proyectos de empresas que tengan como finalidad el mejoramiento de la calidad y productividad de sus empresas proveedoras.

Según se indica en el estudio provisto por el Banco Mundial, entre los elementos existentes que dificultan la medición de éxito de estos programas se encuentran el sesgo de selectividad, debido a la heterogeneidad de las empresas observadas y no observadas, la identificación de un grupo de control apropiado y la incapacidad de rastrear el grupo de tratamiento durante un período de tiempo suficientemente largo para que se alcancen los resultados de desempeño de la empresa.

⁴⁹ Agencia Corfo en Chile. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.corfo.cl/sites/cpp/movil/sobrecorfo>

Respecto de la medición del impacto de los programas en niveles y diferencias, el estudio determinó que la participación en programas de asistencia técnica (FAT) se asocia con las mayores y más consistentes ganancias en la mayoría de los resultados, oscilando entre el 18 y el 20 por ciento en ventas y producción, el 16 por ciento en productividad laboral y el 8 por ciento en salarios. La participación en programas de clústers (PROFO y PDP) produjo ganancias del 7 al 8 por ciento en ventas, producción y salarios, mientras que los programas de desarrollo tecnológico produjeron ganancias de alrededor del 5 por ciento en salarios y exportaciones como porcentaje de las ventas. Así mismo, utilizando el emparejamiento de puntajes de propensión combinado con modelos de diferencias en diferencias, el estudio encontró evidencia de que la participación en los programas analizados está causalmente relacionada con mejoras en una variedad de resultados intermedios (capacitación, adopción de nuevas tecnologías y prácticas organizacionales), así como ganancias positivas en las ventas, la productividad laboral, los salarios y, en menor medida, el empleo. También se encontraron efectos positivos del tratamiento por tipo de programa, siendo la participación en FAT y PROFO los que tuvieron los impactos positivos más consistentes en varias medidas de resultados finales (Banco Mundial, 2009).

Por su parte, respecto del estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo, se destaca que, de acuerdo con la revisión de múltiples casos internacionales, no hay garantía de que una industria competitiva atraída por un país en particular (la inversión extranjera directa (IED) a través de incentivos fiscales o bajos costos laborales, por ejemplo) conduzca al desarrollo de una red eficiente y competitiva de proveedores locales. De esta manera, la implementación de instrumentos, como los programas de desarrollo de proveedores, demuestran un esfuerzo cooperativo que es beneficioso tanto para pymes que ofertan productos y servicios como para las empresas que concentran el poder de la demanda, y que la mejora de las capacidades de los proveedores en última instancia aumenta la productividad, las ventas y el empleo a nivel regional y nacional. Además, este tipo de iniciativas, que requieren una estrecha articulación público-privada, permiten modificar una visión en que, por ejemplo, las grandes empresas compradoras a menudo se quejan de que las pymes locales suelen carecer de información, experiencia, recursos humanos y recursos financieros para implementar los cambios de gestión y tecnología necesarios para hacer negocios con ellos, a otra donde se aborda la problemática de una forma colaborativa que beneficie a ambas partes y genere valor compartido. En definitiva, con el estudio se logró observar que el programa benefició tanto a las empresas proveedoras como a las patrocinadoras donde se demuestra que la cooperación puede ayudar simultáneamente a las pymes y a las grandes empresas. En el caso de las pymes beneficiarias, el programa les ayudó a aumentar las ventas, el empleo, el salario de sus trabajadores, y afectó positivamente su sostenibilidad siendo un factor crítico su perseverancia de participación a lo largo del programa, controlando la necesidad de obtener resultados inmediatos que en ocasiones las hace renunciar en medio de la ejecución. En el caso de las empresas patrocinadoras, el programa contribuyó a incrementar las ventas y afectó positivamente la capacidad de convertirse y/o aumentar su nivel exportador (BID, 2011).

Otro de los instrumentos que resulta relevante de analizar es el Programa Territorial Integrado (PTI). Este instrumento se crea el año 2000 y su objetivo principal, el cual se ha ido modificando en el tiempo, es apoyar la coordinación y articulación de acciones y proyectos destinados a mejorar la competitividad de un territorio, a través de un conjunto de acciones que fomenten el desarrollo productivo sustentable de cadenas de valor y/o sectores con potencial de escalamiento y de impacto estratégico en la economía regional y/o local por un periodo de tiempo que se puede extender hasta por 3 o 4 años. El PTI se propone la mejora no de empresas individuales, sino que de conjuntos de empresas (especialmente pymes) que se integran en cadenas productivas en determinados territorios. En este sentido, como cadena productiva se considera una red

conformada por diversas organizaciones (empresas e instituciones) pertenecientes a la misma área geográfica, entre las cuales se establecen lazos de colaboración que potencian su capacidad productiva. En términos históricos, el PTI representa el primer instrumento que incluye la dimensión territorial en la agenda de Corfo y que se vincula a los procesos de descentralización, traspaso de competencias y fortalecimiento de los gobiernos regionales en Chile. A febrero de 2021 se contabilizaban 37 PTI con 6 de ellos en estado de finalizados. De estos, casi un tercio (12) estuvo dirigido al sector turismo. En total, entre 2016 y 2021, se ejecutaron a nivel nacional \$8.119.755.937.- en este programa de los cuales un 10,4% de los recursos se implementaron en la región de Magallanes. En términos generales, se considera como factores críticos de éxito en la ejecución de estos programas, el nivel de confianza y disposición a colaborar de las empresas beneficiarias y la capacidad de los gestores de las iniciativas para articular correctamente con los actores. La forma de medir los impactos se concentra en demostrar aumento de ventas y empleos, no obstante, se sugiere incorporar nuevos elementos que permitan reflejar otros aspectos resultantes que se vinculan al capital social adquirido lo que se puede representar en el número y tipo de redes que se han generado; el número y las características de las acciones colectivas que han sido impulsadas; encuestas de percepción de asociatividad y acceso a redes; los cambios generados en las modalidades de toma de decisión de las instituciones públicas que operan en el territorio y los compromisos de los actores para con el desarrollo de las acciones colectivas; entre otros (CEPAL, 2022).

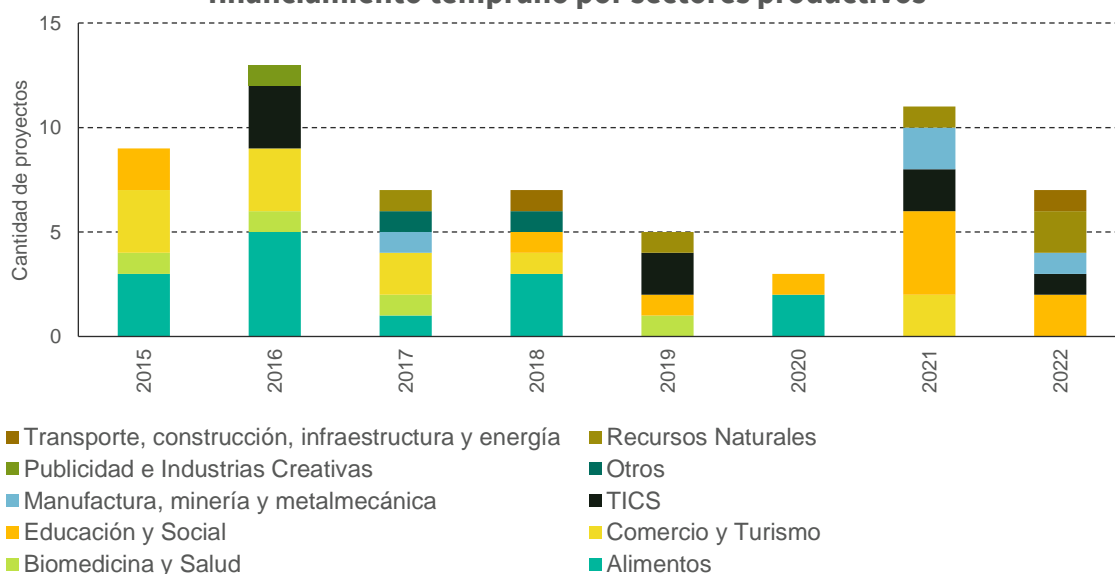
Otro instrumento que también es importante tener presente para los propósitos de este estudio son los Programas Estratégicos (PE), el cual fue creado el año 2014 por la Gerencia de Desarrollo Competitivo (GDC) de Corfo con el fin de “contribuir a mejorar el posicionamiento competitivo del país a nivel global consistente con un desarrollo económico sostenible, sustentable y territorialmente equilibrado, y con el propósito que “pequeñas, medianas y grandes empresas de sectores estratégicos y/o plataformas habilitantes reduzcan brechas de competitividad, mediante la constitución de gobernanzas público/privada y el diseño e implementación de hojas de ruta. Los PE operan en determinados sectores estratégicos y/o plataformas habilitantes, los cuales son seleccionados mediante la aplicación de una metodología denominada de Selectividad Estratégica. Cada PE puede tener una duración máxima de 10 años durante los cuales se ejecutan cuatro etapas secuenciales: (1) Visión compartida y constitución de la gobernanza del PE; (2) Diagnóstico y diseño de la Hoja de Ruta; (3) Validación de la Hoja de ruta y asignación de recursos para el primer año de implementación y (4) Implementación de los proyectos contenidos en la hoja de ruta. Las tres primeras etapas deben ser desarrolladas en el transcurso del primer año del PE y la etapa de implementación se organiza en tres ciclos de 3 años, cada uno de los cuales es evaluado para poder continuar con el ciclo siguiente. Los PE pueden tener alcance nacional, meso regional o regional. Entre los años 2014 y 2018 se ejecutaron poco más de 34 mil millones de pesos en esta línea considerando diversas fuentes de financiamiento. En general, respecto de la evaluación de este tipo de iniciativas, se observa que, al igual que otros instrumentos que involucran a múltiples actores, la articulación público-privada, la gestión de la gobernanza, la definición de metas claras, la correcta sistematización y actualización de la información para la adecuación y registro de avances de la hoja de ruta, el seguimiento de nuevas iniciativas gestadas al alero de la ejecución y de la interrelación de los actores y la medición de satisfacción de los participantes y beneficiarios resultan ser determinantes para el éxito del programa (Ministerio de Economía, 2018).

Finalmente, se efectuó una revisión de uno de los programas de financiamiento temprano como es el Semilla Inicia cuyo propósito es apoyar a emprendedores(as) que cuenten con proyectos de emprendimiento de alto potencial de crecimiento, mediante el cofinanciamiento de actividades para su validación técnica y comercial, además de dar acceso a servicios de apoyo para su implementación y desarrollo. El instrumento del “Semilla Inicia” es un subsidio no reembolsable que se adjudica a personas naturales o jurídicas por medio de convocatorias, que son concursos normados en bases legales, los cuales permiten postulaciones de proyectos o emprendimientos

por un período determinado. Los proyectos seleccionados en las convocatorias reciben por parte de Corfo un cofinanciamiento que representa el 75% del costo total del proyecto, y existe una contraparte por parte de las y los emprendedores beneficiarios de un 25%. El subsidio máximo disponible es de hasta \$15 millones de pesos. A partir del año 2021, se inició un cofinanciamiento diferenciado para aquellos emprendimientos liderados por mujeres, el cual es de un 10% adicional, es decir, 85% del costo total del proyecto, y con un subsidio de hasta \$17 millones de pesos. Sobre este instrumento se observa una mejora anual en los indicadores de cumplimiento del programa considerando que el porcentaje de emprendimientos finalizados que realizan todos los servicios de apoyo (mentoría, curso de capacitación y validación técnica) respecto al total de emprendimientos finalizados se puede apreciar que evoluciona en el tiempo, pasando de un 33,9% en el año 2019, a un 46,7% el 2020, para llegar a un 58,4% el 2021. En cuanto a sugerencias de mejora, sigue siendo necesario fortalecer las bases de datos y establecer sistemas de seguimiento y evaluación más rigurosos que permitan medir con precisión los resultados del programa por convocatorias y focalizaciones. Además, se indica que no sería suficiente realizar convocatorias de programas semilla exclusivas para mujeres, sino que estas deberían estar acompañadas de estrategias de implementación diferenciadas (Ministerio de Economía, 2023).

En relación a los proyectos que obtienen financiamiento con foco en etapas tempranas, considerando los Programas Regionales de Apoyo al Emprendimiento (PRAE), los Subsidios Semilla de Asignación Flexible para Desafíos (SSAF Desafío), el SSAF para el apoyo de Emprendimientos de Desarrollo, el SSAF para Escalamiento, el SSAF para el Apoyo de Emprendimientos de Innovación y el SSAF para Emprendimientos de Innovación Social, es relevante destacar que, entre los años 2015 y 2022, en la región de Magallanes se adjudicaron 62 iniciativas (representando un 1,1% de todas las adjudicadas a nivel nacional) y donde los sectores con mayor prevalencia fueron Alimentos (22,6%), en segundo lugar Comercio y Turismo junto con Educación y Social (cada segmento con un 17,7%), en tercer lugar Informática y Tecnologías de la Información (12,9%) y en cuarto lugar proyectos asociados a Recursos Naturales⁵⁰. Para esto ver ilustración 42.

Ilustración 42
Distribución de proyectos adjudicados en Magallanes con programas de financiamiento temprano por sectores productivos



Fuente: Elaboración propia con datos del sitio Data Emprendimiento de Corfo.

⁵⁰ Data Emprendimiento Corfo. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.corfo.cl/sites/dataemprendimiento/home>

2.3 Una mirada internacional al fomento productivo

Con el fin de ampliar la visión respecto de iniciativas que contribuyen a fortalecer cadenas de valor, aumentar la productividad y generar desarrollo social y económico en los territorios, se presentan tres experiencias internacionales que pueden ser de interés para la industria del hidrógeno verde y derivados en su proceso de asentamiento y relacionamiento con otros sectores tanto a nivel nacional como en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

2.3.1 Caso Zonamérica en Uruguay

Uruguay cuenta con un régimen especial de impuestos a las sociedades para las zonas francas, el cual estaba originalmente dirigido a la exportación de productos manufacturados en Argentina y Brasil, dentro de la zona de libre comercio del Mercado Común del Sur (Mercosur), el cual nunca se concretó. No obstante, este régimen ha sido valioso para promover la atracción de inversión extranjera y exportar al mundo. Las zonas francas de Uruguay permiten que las empresas de todas las actividades, incluidos los servicios, realicen operaciones libres de impuestos sobre los ingresos, al valor agregado o a las importaciones. Además de estas ventajas tributarias, las zonas francas pueden tener acceso a energía de suministro privado y servicios de telecomunicaciones que normalmente están a cargo de monopolios y regulaciones públicas. De esta manera se dio impulso a la construcción de un espacio privado con enfoque de un centro de excelencia. Zonamérica ofrece un campus con la infraestructura necesaria para dirigir las empresas respetando las normativas internacionales, hecha a la medida y de escala ampliable, según las necesidades de los arrendatarios. Incluye oficinas y centros empresariales, almacenes y servicios asociados, y servicios de seguridad personal. Proporciona conexiones de energía redundante para asegurar un suministro de energía seguro y permanente, y una poderosa tecnología informática con una variedad de opciones de conectividad, y con la seguridad de bases de datos cuantiosas y de informática en la nube para asegurar la fiabilidad del servicio. Zonamérica también ofrece servicios de arriendo de recursos humanos, capacitación y gestión, y un campus con atractivas instalaciones para la talentosa fuerza laboral que absorbe. A lo largo del tiempo, Zonamérica ha atraído una buena cantidad de empresas de nivel mundial para operar en el campus con el fin de proporcionar servicios regionales o mundiales. Actualmente los servicios comprenden una selecta lista de empresas de tecnología de la información y desarrollo de software, laboratorios de biotecnología, servicios financieros, servicios de consultoría y profesionales, y centros de atención al cliente, así como también operadores logísticos regionales. Las empresas comparten los recursos del campus y forman un ecosistema funcional que promueve los beneficios de las sinergias. Zonamérica exige una mejor oferta educativa en campos especializados y contribuye a mejorar una fuerza laboral que puede encontrar empleo en otros lugares, aportando prácticas de alta productividad al resto de la economía (BID, 2014). Cabe destacar que al año 2023 Zonamérica representa el 1,8% del PIB de Uruguay y cuenta con más de 500 empresas instaladas en el campus, entre ellas destacan, Despegar.com, Assist Card, Verifone, PwC, Deloitte, KPMG, Merck, Pharmin, entre otras⁵¹.

2.3.2 Caso de las autopartes en Durango, México

La economía de la zona de Durango en México era una basada casi exclusivamente en productos primarios como la agricultura, la industria forestal y la minería. No obstante, en los últimos años fue presentando una importante transformación productiva fruto de la mantención de políticas dirigidas por sucesivos gobernadores del estado que propiciaron la atracción de inversionistas

⁵¹ Zonamérica, Uruguay. Acceso a septiembre de 2023. <https://web.zonamerica.com/uruguay/>

extranjeros para diversificar la matriz económica hacia productos de mayor sofisticación. Un hecho destacado que marcó este desarrollo fue la atracción exitosa de Yazaki, uno de los líderes mundiales en la producción de autopartes, en especial, de arneses automotrices. Después de analizar cuidadosamente diversas alternativas, las autoridades decidieron que los arneses ofrecían un gran potencial, era un mercado con importantes proyecciones de crecimiento, generaban numerosos puestos de trabajo y, considerando las capacidades existentes en el territorio, notaron que esto estaba a su alcance. Otro factor que se ponderó era la cercanía relativa con las plantas de fabricación de Toyota en Estados Unidos, siendo Yazaki el proveedor más grande de arneses automotrices para Toyota. Para atraer a la empresa asiática fue necesario diseñar una generosa batería de incentivos, lo cual incluyó terrenos, edificios, becas y exenciones tributarias lo cual se considera oportuno para empresas pioneras que están asumiendo importantes riesgos. En casos como este, los beneficios de atraer una empresa como Yazaki van más allá de los empleos directos que puede crear, o incluso de las capacidades productivas que se desarrollarán como resultado. Si la empresa tiene éxito, emite al mundo una señal de que este país tiene lo necesario para competir en el mercado internacional, y que el gobierno está dispuesto y es capaz de proporcionar el tipo de entorno de negocios que permite que esto ocurra. De esta manera Yazaki fue el primer productor de autopartes que se estableció en Durango, pronto siguieron otros, demostrando que las supuestas externalidades asociadas con la inversión inicial eran, de hecho, reales. La experiencia adquirida en la zona de Durango ha permitido que vaya ascendiendo en la escala de complejidad al comenzar a participar en la producción de arneses de cableado para la industria aeronáutica (BID, 2014). Al año 2019 se estimaba que el sector de arneses y autopartes contaba con 17 plantas maquiladoras y contrataba poco más de 25 mil personas en el Estado de Durango⁵².

2.3.3 Caso de proveedores de la minería en Australia

Australia ha logrado posicionar un sector de proveedores de la minería (METS⁵³) competitivo internacionalmente e innovador. El origen de las METS australianas se debió tanto a factores estructurales como a oportunidades específicas. Los factores estructurales derivan de la mayor externalización de los procesos productivos en la industria minera y de los desafíos propios del sector, como el uso de agua, la relación con el medioambiente, energía, etc. Factores y causas específicos son la diversidad de los desafíos de la minería australiana, capacidades activas y latentes en los proveedores, el vínculo entre mineras-proveedores y la internacionalización de mineras australianas. Varias de las METS fueron fundadas por ex profesionales de la gran minería privada y/o de las empresas proveedoras. La internacionalización de grandes mineras domésticas y distintos programas específicos favorecieron el vigoroso desarrollo exportador. Lo anterior se tradujo en que las exportaciones de las METS australianas alcanzaron un nivel en torno a los US\$12.000 millones, con un 55-66 % de las METS exportando. Por otra parte, existe una diferencia relevante respecto de la inversión en I+D que realiza Australia y que al 2019 representaba un 1,8% del PIB, no obstante, su avance no se explica exclusivamente por el nivel de inversión sino que por el rol determinante que cumple el sector público a través de los Centros de Investigación Cooperativa (CRC)⁵⁴, algo similar a los Consorcios Tecnológicos de Corfo, los cuales representan un mecanismo de asignación específico para los problemas de innovación. El foco de los CRC está en qué problemas se quieren resolver y en eso es fundamental el sector privado que cumple un rol activo, propone, en conjunto con socios como universidades, un CRC. Si el centro es fundado, adquiere financiamiento basal que apalanca 2-3 veces recursos privados equivalentes. Luego, el

⁵² El Financiero. Industria maquiladora en Durango presenta déficit de 8% de mano de obra. Acceso a septiembre de 2023. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/industria-maquiladora-en-durango-presenta-deficit-de-8-de-mano-de-obra/>

⁵³ Mining Equipment, Technology and Services

⁵⁴ Cooperative Research Centres.

financiamiento público representa entre un 25% y un 33% del presupuesto total de los CRC. El número de CRC directamente relacionados con minería es de al menos 10, con financiamientos basales promedio de AUS\$13,4 millones anuales para el período 1990-2014; al considerar recursos privados, el orden de magnitud es de AUS\$27-40 millones anuales (CIEPLAN, 2015).

2.3.4 Instrumentos para implementar en torno a la industria del hidrógeno verde y derivados

De acuerdo con información provista por Corfo, se disponibilizarán una serie de instrumentos considerando diversas etapas de desarrollo de la industria. Para esto se identifican tres grandes segmentos:

- Fomento a la producción de H2V: Esto involucra acceso a financiamiento, apoyo e incentivos para la construcción y uso eficiente de plantas desaladoras (agua); plantas de energías renovables; redes de distribución eléctrica; electrolizadores y equipos de compresión; almacenamiento y distribución de H2V y derivados; transporte y/o exportación.
- Fomento a la industria local y demanda interna: Esto está dirigido a investigar, promover e implementar iniciativas vinculadas a usos industriales; uso del h2v como materia prima; uso en transporte; uso en energía; uso residencial; manufactura de piezas y partes; y promoción de encadenamientos productivos en torno a la industria.
- Articulación territorial y sustentabilidad: Esta línea se asocia con programas y proyectos relacionados con ordenamiento territorial y participación ciudadana; gestión de estándares sociales y medioambientales; promoción y fortalecimiento del ecosistema emprendedor; fortalecimiento de competencias a nivel local; creación de valor compartido e impulso a los encadenamientos productivos.

Cabe destacar que entre las iniciativas que buscan proveer financiamiento y promover el desarrollo de la industria se encuentra el Fondo para el Desarrollo del Hidrógeno Verde por US\$ 1.000 millones, el cual es el primero que busca movilizar inversiones privadas, de otras instituciones multilaterales y fondos de financiamiento del clima para fomentar la transición energética. Este facility financiero está compuesto por US\$ 400 millones correspondiente a un préstamo aprobado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), US\$ 150 millones de un préstamo del Banco Mundial, otros US\$ 100 millones entregados por el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW); y otros US\$ 109,67 millones desde el Banco Europeo de Inversiones (BEI). A ello se suman los USD\$ 16,45 millones del fondo de inversión para América Latina de la Unión Europea, US\$ 830 mil de asistencia técnica de la UE para apoyar la implementación y otros US\$ 250 millones que dispondrá el Estado de Chile. El fondo, que comenzará a operar el segundo semestre de 2024, será implementado por la Corfo y beneficiará principalmente a las comunidades locales donde se producirá hidrógeno verde. Con esto se espera apalancar inversiones por US\$12.500 millones en las distintas dimensiones de la industria⁵⁵.

A continuación, en la tabla 24, se pueden identificar los múltiples instrumentos que la Corfo pondrá a disposición de la industria del hidrógeno verde y derivados y de los territorios donde estará inserta, buscando con ello promover la participación y la articulación de actores, el desarrollo sostenible del sector, la formación de capital humano especializado, la creación de

⁵⁵ Gobierno presenta Fondo por US\$1.000 millones para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile. Ministerio de Energía. Acceso a septiembre de 2023. <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/gobierno-presenta-fondo-por-us-1000-millones-para-el-desarrollo-del-hidrogeno-verde-en-chile>

nuevos emprendimientos con alto potencial de crecimiento, el diseño de productos o servicios innovadores, el impulso de encadenamientos productivos, entre otros.

Finalmente cabe destacar que la continuidad en las políticas públicas e instrumentos de desarrollo se consideran clave pues garantiza que estas puedan desarrollarse de manera efectiva, adaptarse según las necesidades y lograr impactos sostenibles en la sociedad. Aunque es esencial revisar y ajustar las políticas con el tiempo, es igualmente crucial garantizar un grado de estabilidad y persistencia.

Tabla 24
Instrumentos Corfo para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados

Instrumento	Segmento	Objetivo	Algunas brechas y/o oportunidades detectadas
Bienes Públicos	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar soluciones que busquen resolver asimetrías de información, fallas de mercado y/o de coordinación y generen condiciones habilitantes en conocimiento, infraestructura, capital humano y sustentabilidad.	Diagnósticos sectoriales; plataforma de identificación y monitoreo de proyectos; seminarios; exhibiciones; identificación de oportunidades de infra compartida.
Programas Estratégicos Transforma	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Alianzas Público-Privadas en sectores y/o plataformas tecnológicas con foco estratégico, en torno a visiones compartidas de futuro, procurando remover barreras a la sofisticación y la diversificación productiva.	Construcción de una visión compartida y diseño de una hoja de ruta con metas definidas que determine brechas claras y ejecute actividades para subsanarlas.
Programas Tecnológicos Estratégicos	Industria local y demanda interna.	Busca incrementar la tasa de innovación tecnológica en productos y procesos de las empresas en sectores productivos específicos, mediante la ejecución articulada de portafolios de proyectos.	Desarrollo de tecnologías para el control y monitoreo de flora y fauna; Sistemas de control y logística terrestre y portuaria.
Centros Tecnológicos para el Pilotaje	Producción de H2V. Industria local y demanda interna.	Habilitar infraestructura, equipamiento y capital humano especializado (centros) al servicio de Pymes y emprendedores para transformar sus ideas y apoyar la creación de nuevos productos y servicios de alto valor.	Centros y laboratorios de certificación de la producción; investigación de usos alternativos para los superávit de electricidad, agua e hidrógeno.
Retos de Innovación	Producción de H2V. Industria local y demanda interna.	Apoyar a personas o empresas, cuya solución contribuya a resolver un problema que afecta a un sector productivo y/o cadena de valor logrando un beneficio para un grupo de empresas.	Sistemas de monitoreo de aves; usos de excedentes de recurso hídrico; tratamiento y reutilización de residuos; alternativas de rellenos sanitarios.
Capital Humano Experto	Producción de H2V. Industria local y demanda interna.	Contribuir al fortalecimiento de capacidades en I+D+i en las empresas nacionales con la inserción de profesionales altamente calificados.	Especialistas en la operación de plantas químicas; sistemas de almacenamiento y mantenimiento indus.
Crea y Valida I+D+i	Producción de H2V. Industria local y demanda interna.	Desarrollar nuevos o mejorados productos (bienes o servicios) y/o procesos, que requieran I+D, desde la fase de prototipo, hasta la fase de validación técnica a escala productiva y/o validación comercial.	Reutilización de residuos; uso de áridos reciclados provenientes de los desechos de la construcción; aditivos para fundaciones de aerogeneradores.
Innova Alta Tecnología	Producción de H2V. Industria local y demanda interna.	Apoyar innovaciones intensivas en I+D, que enfrenten alta incertidumbre tecnológica y apunten a escalamientos de alto potencial.	Proyectos vinculados a electromovilidad; uso de recursos hídricos para producción de pellets salmón.
Formación para la competitividad	Articulación territorial y sustentabilidad	Fortalecer el capital humano a través del cierre de brechas, aumentar en calidad y/o cantidad el trabajo calificado y las competencias laborales.	Entrenamiento para mantenimiento industrial en altura y de ductos; certificador de h2v.
Viraliza formación	Articulación territorial y sustentabilidad	Transferir conocimientos, habilidades, herramientas y/o cultura de emprendimiento e innovación.	Conocer y analizar la cadena de valor de la industria y las oportunidades existentes.
Semilla Inicia	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar emprendimientos innovadores, esto es, proyectos cuya solución propuesta a una problemática relevante, represente un nuevo o mejorado producto o servicio.	Ensayos y radiografías industriales; sistemas de monitoreo; maestranzas móviles; logística; sistemas de almacenamiento; back ups de energía.
Semilla Expande	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar emprendimientos de alto potencial de crecimiento que cuenten con una solución innovadora ya desarrollada con ventas iniciales y que busque expandirse comercialmente.	Servicios de mantenimiento industrial; tanques de almacenamiento; sistemas de recuperación de capa vegetal.
Escalamiento Desafíos	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar emprendimientos de alto potencial de crecimiento, con una solución innovadora ya desarrollada y con ventas sobre \$ 60.000.000 durante los últimos 12 meses y que busque escalar a nivel global.	Mantenimiento industrial de aerogeneradores y de ductos; transporte y equipos de líquidos peligrosos; manufactura de partes y piezas.
Potencia Desafíos	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar, mediante el cofinanciamiento de la operación, a entidades que provean de acompañamiento y servicios especializados a emprendimientos con potencial de ser dinámicos.	Red de mentores; espacio de co-work para un relacionamiento continuo con la industria; fortalecimiento de proveedores locales.
Programa Territorial Integrado	Producción de H2V. Industria local y demanda interna. Articulación territorial y sustentabilidad.	Apoyar la coordinación y articulación de acciones y proyectos destinados a mejorar la competitividad de un territorio y que fomenten el desarrollo productivo sustentable de cadenas de valor.	Capacitación y certificación de proveedores para la construcción, el mantenimiento industrial de ductos, de aerogeneradores y operación de plantas.

Fuente: Elaboración propia complementado con información facilitada por Corfo.

3 Conclusiones, recomendaciones y medidas sugeridas

Conclusiones, recomendaciones y medidas sugeridas

3.1 Conclusiones

A nivel global, se están realizando esfuerzos coordinados para eliminar gradualmente la huella de carbono y contrarrestar los efectos del cambio climático, preservando así nuestro entorno natural. La firma del Acuerdo de París en 2015 marcó un hito crucial en este compromiso colectivo al establecer metas ambiciosas para limitar el calentamiento global. La urgencia de abordar el cambio climático radica en sus consecuencias profundas y posiblemente irreversibles para la vida humana, los ecosistemas y la economía mundial. Ante el aumento de las temperaturas debido a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la actividad humana, los países están intensificando sus esfuerzos para migrar hacia fuentes de energía renovable, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y fomentar la eficiencia energética.

Por su parte, el Estado de Chile ha asumido importantes compromisos, a través de la ley marco de cambio climático nro. 21.455 y mediante la actualización de su Contribución Nacionalmente Determinada publicada en 2020, buscando promover la carbono neutralidad, la transición energética justa e impulsando un desarrollo sostenible. Pieza esencial del plan de carbono neutralidad y del compromiso chileno por un desarrollo sostenible es la industria del hidrógeno verde y sus derivados. El país cuenta con una estrategia nacional que apunta al desarrollo de este sector como política de Estado y que lo posiciona como un “motor de desarrollo local”. Estos esfuerzos serán complementados próximamente con un Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030 el cual definirá la hoja de ruta para el despliegue de esta industria, conciliando el desarrollo económico con el respeto por el medio ambiente, el territorio y las comunidades.

La industria del H2V y sus derivados, más allá de su potencial para la descarbonización, podría ser un agente catalizador de transformaciones tanto sociales como productivas en el contexto de condiciones marco adecuadas. Esta industria tiene la capacidad de gestar sistemas industriales innovadores y altamente prometedores, capaces de atraer gradualmente a sectores productivos emergentes con necesidades energéticas intensivas. De igual modo, su contribución podría ser fundamental para fomentar un desarrollo industrial inclusivo y sostenible, respaldando la formación de nuevos conglomerados de producción y promoviendo la adopción de procesos productivos con bajas emisiones de carbono. Este progreso podría generar empleos altamente especializados en el ámbito verde, fortaleciendo las oportunidades económicas locales y reduciendo la vulnerabilidad ante la dependencia de factores externos.

La región de Magallanes y de la Antártica Chilena cuenta con condiciones particularmente favorables para el desarrollo de un polo global en la producción de hidrógeno verde y derivados orientado principalmente a la exportación. La fuerza de los vientos, la experiencia y las capacidades existentes en el desarrollo de industrias químicas, la infraestructura disponible como puertos y redes de ductos, la ubicación estratégica del Estrecho de Magallanes con salida bioceánica, las grandes extensiones de terrenos que actualmente son utilizadas por la ganadería, las leyes de incentivos y beneficios arancelarios y la disponibilidad de recursos hídricos son elementos claves que posicionan a la región como altamente competitiva en el escenario mundial.

Al mismo tiempo, el asentamiento de esta industria presenta numerosos desafíos que demandan de una correcta articulación en todo ámbito, es decir, entre actores privados, entre actores

públicos y la coordinación público-privada, además de coordinaciones multinivel donde se dé valor y competencias a las gobernanzas regionales, las cuales cuentan con una vinculación directa con los actores y las problemáticas presentes en el territorio. En este sentido, es fundamental que estos sistemas de gobernanzas sean sólidos y ágiles, con capacidad de adaptarse ante las nuevas demandas que se irán presentando, que promuevan la participación ciudadana de forma transversal, logren generar una visión compartida y establezcan hojas de ruta claras, con metas bien definidas y con acciones concretas que permitan observar los avances y los resultados alcanzados.

Respecto del sector público, resulta crítico que, para que el desarrollo de la industria se logre materializar, se brinde certeza jurídica a las inversiones y que los sistemas de evaluación ambiental y la obtención de permisos sectoriales se desempeñen bajo reglas claras y estables. El ejemplo de la obtención de permisos de la empresa HIF Global con su planta Matagorda en Texas, Estados Unidos, el cual fue destacado en el proceso de entrevistas, demuestra que se puede contar con normativas de estándar internacional, altamente rigurosas y exigentes, que demandan una inversión inicial relativamente baja y que se resuelven en periodos de tiempo acotados. En particular, las guías anunciadas por el Servicio de Evaluación Ambiental, y que son de ejecución inmediata, han generado un retraso en la presentación de los proyectos provocando incertidumbre entre las empresas, algunas de las cuales ya cuentan con algunos años de estudios de ingeniería, mediciones y construcciones de líneas de base. A su vez, esto produce que Chile pierda competitividad y pueda dejar de posicionarse como el país en vías de desarrollo más prometedor para la producción de energías limpias a nivel mundial.

En cuanto al sector privado parece fundamental generar un tipo de relacionamiento comunitario que resuelva las inquietudes de la ciudadanía respecto de los alcances y potenciales impactos productivos, sociales y ambientales que tendría la industria en el territorio. Facilitar datos e información sobre cada proyecto promoviendo participaciones ciudadanas tempranas, mucho antes de que estos sean ingresados para su evaluación ante la autoridad ambiental. En este sentido, la contribución de las empresas en este estudio representa un paso adelante. Al mismo tiempo, seguir avanzando en acuerdos y colaboración para el desarrollo de infraestructura compartida tanto en puertos, redes de ductos, líneas de transmisión, plantas desalinizadoras, plantas químicas, entre otras, propiciará un crecimiento armónico de la industria y facilitará procesos necesarios de ordenamiento territorial.

Es menester señalar que no es rol de este estudio determinar la probabilidad real de que todos los proyectos identificados puedan efectivamente materializarse, no obstante, transversalmente se manifiesta (sector público, privado, academia, sociedad civil), que la factibilidad de asentamiento de la industria en el territorio pasaría por alrededor de un tercio de las iniciativas, lo cual deberá ser refrendado y sustentado por las autoridades competentes. Así mismo, como juicio experto y a la luz de todos los antecedentes observados, no parece haber ningún argumento sólido que permita pensar en un desarrollo “acelerado” o “explosivo” de la industria en Magallanes. La modernización de la normativa, los resguardos socioambientales que están tomando las empresas y los desafíos logísticos, tecnológicos y financieros que presenta la industria son gigantescos, esto hace que las decisiones estén siendo tomadas con prudencia y responsabilidad lo que, a su vez, permite contar con una valiosa ventana de tiempo (que tampoco puede extenderse en demasía) para generar las capacidades locales y que el territorio se encuentre más preparado para maximizar las oportunidades que proveerá el desarrollo de la industria.

Sobre la creación y desarrollo de proveedores locales y el impulso a la generación de encadenamientos productivos, es necesario comprender que estos no se producen, necesariamente, de forma espontánea. Para su formación y fortalecimiento requieren condiciones específicas y, a menudo, intervenciones deliberadas. Estos encadenamientos, que esencialmente son complejos pues implica alinear intereses, resolver brechas de coordinación, elevar estándares y promover interconexiones entre diferentes sectores o empresas a lo largo de una cadena de valor, necesitan un ambiente propicio que favorezca la colaboración, la transferencia de tecnología y el intercambio de conocimientos. Factores como el compromiso claro de las empresas que concentran la demanda, la infraestructura adecuada, un marco regulatorio favorable, acceso a financiamiento, capacidades técnicas y formación especializada son esenciales para su desarrollo. En ausencia de estas condiciones, es difícil que los encadenamientos productivos surjan y prosperen naturalmente. A su vez, los tomadores de decisión pública, al momento de implementar políticas y programas, deben tener presentes elementos multidimensionales que impactan en el sector productivo. Por ejemplo, considerando la escala que se proyecta para esta industria, es necesario tener precaución con mecanismos que exijan porcentajes mínimos de contratación, sobre todo en una región como Magallanes que cuenta con limitaciones respecto de cantidad de población y fuerza laboral disponible. Algo similar acontece con la posibilidad de querer impulsar procesos de manufactura de componentes, partes y piezas en el territorio, lo cual, si bien resulta interesante, requiere de periodos de maduración y conocimiento de la industria, que las capacidades locales se fortalezcan, obtengan gradualmente las competencias necesarias y donde lo primero sería iniciar, eventualmente, con actividades acotadas de ensamblaje, otorgando los incentivos adecuados para que empresas especializadas en esta labor se establezcan en la región. En este aspecto, una de las contribuciones que realiza este estudio es sentar las bases para el análisis, dar mayor granularidad a la cadena de valor y sus potenciales encadenamientos, identificar capacidades locales y evidenciar las brechas existentes todo lo cual debe seguir siendo fortalecido para alcanzar resultados cada vez más tangibles.

Finalmente, para diseñar mecanismos en torno a la industria, es necesario comprender su funcionamiento. Según se presenta en el punto 2.9.5 de este trabajo, los principales costos de la industria se relacionan con la adquisición de componentes, partes y piezas y con el proceso de construcción. En este sentido, muchos procesos productivos de la cadena de valor no necesariamente estarán en manos de las empresas productoras de h2v, sino que serán de responsabilidad de empresas proveedoras como fabricantes de aerogeneradores, fabricantes de electrolizadores y constructoras quienes, generalmente, asumen también la mantención de sus equipos e instalaciones los primeros años. Será recomendable entonces comprender mejor cuáles serán las necesidades y requerimientos de estas empresas, qué incentivos se pueden establecer y cómo las empresas mandantes, a través de sus contratos de suministros, podrían voluntariamente generar mecanismos que promuevan el desarrollo local.

3.2 Recomendaciones

- i) Realizar un monitoreo periódico del estado de los proyectos: La industria demuestra una evolución dinámica y cambiante lo cual implica que los proyectos de desarrollo estén casi de forma permanente en adaptación. Al momento de cerrar este estudio, existen proyectos que ya no se encuentran en carrera, otros que han aumentado su estimación de capacidad eólica instalada y otros nuevos que están apareciendo. Algunas empresas, por el estado de desarrollo temprano en que se encuentran, no cuentan aún con proyecciones elaboradas en cuanto a potenciales empleos en etapa de construcción y en operación, cantidad de

aerogeneradores, entre otras. Una alternativa es contar con una plataforma abierta que cuente con los principales datos de los proyectos. Otra opción es impulsar un observatorio regional para la industria.

- ii) Fortalecer las capacidades y dotaciones de instituciones públicas claves: Algunas entidades públicas, como el Servicio de Evaluación Ambiental, podrían verse sobre exigidos ante la envergadura de los proyectos de la industria. Como se observa en uno de los ejercicios de este informe, en los últimos 10 años no existen referencias de haber evaluado proyectos con un nivel de inversión similar. Por esto resulta imperativo fortalecer y capacitar equipos de los servicios regionales que cumplirán un rol clave en el proceso de revisión de las iniciativas. Una de las alternativas es disponer bienes públicos para la formación.
- iii) Preparar a los proveedores desde la etapa de construcción: Contar con una amplia y capacitada red de proveedores permite a las empresas demandantes mejorar sus niveles de eficiencia y aumentar sus volúmenes de exportación. Formar capacidades en los proveedores puede tardar algunos años con lo cual intencionar la preparación de estos desde el proceso de construcción, promoviendo la obtención de certificaciones y la incorporación de capital humano calificado, puede resultar especialmente beneficioso para la fase de operación y que es la cuenta con un mayor horizonte de tiempo para su ejecución.

3.3 Medidas sugeridas

Impulsar en Magallanes el desarrollo de un distrito de hidrógeno verde orientado principalmente a su exportación, y que esté acompañado del desarrollo de encadenamientos productivos locales requiere de políticas públicas en distintos ámbitos, que deben implementarse de manera sincronizada con el diseño, construcción y aumento de la capacidad de producción de H2V. Aquí es donde se determina la demanda, tanto para la fase de construcción como operación, por los productos y servicios, necesidades de capital humano, conocimiento, infraestructura compartida, bienes públicos, fortalecimiento de capacidades institucionales y de fiscalización y desarrollo de regulaciones y normativas necesarias para generar un distrito productor de H2V sostenible. Adicionalmente, a partir de esta demanda se determina el apoyo de política pública necesario, en particular si se persigue un desarrollo orientado por misiones.⁵⁶

A continuación, se presenta un conjunto de medidas para impulsar el desarrollo de los encadenamientos locales en torno al H2V partiendo por completar o ajustar la definición de una hoja de ruta como medida o producto central de la etapa de planeación.

- i) Completar y/o actualizar el desarrollo de una hoja de ruta: Una hoja de ruta (HdR) para el desarrollo de un distrito productor de H2V con encadenamientos locales debe partir con una clara definición de líneas estratégicas, que estén acompañadas de sus respectivos objetivos, metas e indicadores (económicas, sociales y ambientales), actividades, con sus plazos e hitos asociados y una clara estimación de los recursos necesarios. También se

⁵⁶ Un desarrollo orientado por misiones corresponde a una estrategia para abordar desafíos complejos y ambiciosos, que requieren de colaboración, innovación y transformación de los sistemas productivos y sociales. Estas misiones requieren de objetivos claros, medibles y alcanzables, que movilizan recursos y capacidades.

debe definir el modelo de financiamiento y de gestión y seguimiento asociado. Adicionalmente, dado la escala y el potencial impacto del sector productivo, la elaboración de la HdR debe incluir procesos de participación y consulta de los distintos grupos de interés. Como se indicó, parte de este trabajo ya se ha iniciado, existe un marco de análisis que aborda mucho de los elementos antes mencionados y se cuenta con una versión preliminar de HdR junto con un mecanismo de coordinación y gobernanza participativa liderado por el Programa Transforma H2V de Magallanes el cual debe ser fortalecido.

- ii) Unidad impulsora de un clúster de H2V: Acelerar el desarrollar un distrito productor y exportador de H2V con encadenamientos locales puede ser impulsado mediante una unidad que facilite la coordinación y colaboración entre actores públicos y privados del nuevo sistema productivo y social que se desea construir. Esta unidad también es una promotora de la innovación y la especialización productiva a partir de ventajas competitivas que puedan desarrollarse en Magallanes y contribuyan al desarrollo económico y social local. Esta unidad podría constituirse a través del fortalecimiento del Programa Transforma Magallanes, el cual está actualmente en funcionamiento y tiene entre sus objetivos diseñar una hoja de ruta similar a la antes descrita pero que requiere de más desarrollo. La creación de capacidades locales es un proceso lento y complejo, por ello, se estima conveniente aprovechar el trabajo y experiencia adquirida y fortalecer a Transforma Magallanes con las capacidades faltantes. Esta unidad puede constituirse como una corporación público-privada y sin fines de lucro para apoyar el desarrollo de una agenda colectiva bajo un modelo de gobernanza y diálogo participativo e informado con respaldo técnico robusto y opere con los más altos estándares de transparencia y probidad. Es fundamental que esta unidad conozca el estado de desarrollo de cada proyecto e iniciativa, tanto de privados como de públicos. Además de conocer el estado de los proyectos de generación eólica o de las otras componentes la cadena de valor del H2V – Desalación, Producción de H2V, Transporte, entre otros – también es importante conocer el desarrollo de infraestructura habilitantes asociada tales como caminos u obras viales. Adicionalmente, la unidad debe conocer todos los instrumentos de gestión pública y territorial disponibles – por ejemplo: instrumentos financieros, garantías, leyes de excepción, programas de asistencia técnica, entre otros – y cómo acceder a ellos. También debe estar al tanto del nivel de avance de modificaciones o nuevos instrumentos de gestión pública y territorial que deban ser desarrollados o estén en desarrollo, tal como líneas base, normativas y definiciones de ordenamiento territorial entre otras. La unidad también debe tener la capacidad de generar estudios para abordar brechas de información o conocimientos críticos para el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, se podría identificar y seleccionar los encadenamientos existentes o con mayor potencial para su desarrollo en Magallanes, basándose en criterios como la relevancia económica, la capacidad productiva existente, potencial para el desarrollo de innovaciones, el nivel de confianza y cooperación, entre otros criterios. Otra función de esta unidad es mantener un diálogo informado y promover la participación y el compromiso de distintos grupos de interés en Magallanes buscando generar confianza y valor compartido. Lo anterior también incluye las comunicaciones y mantener un canal para recoger las sugerencias e inquietudes de la sociedad y comunidades.
- iii) Profundizar en potenciales encadenamientos productivos de interés: Con los avances y resultados alcanzados en el presente estudio, donde se obtuvo información más detallada respecto de numerosos procesos relacionados con la cadena de valor de la industria y

donde se logró identificar servicios, insumos, equipos y necesidades de formación por cada uno de los eslabones, es posible profundizar en áreas que resulten de especial interés para su desarrollo en la región. En este sentido, es clave detallar los productos y servicios que se ofertan en el territorio, pero también resulta crítico conocer cuál es la capacidad productiva que tiene ese potencial proveedor local para satisfacer la demanda y cuál será la frecuencia y/o intensidad con que será requerido ese producto o servicio. Una sugerencia para avanzar en este desafío es profundizar en la elaboración de fichas por áreas de interés, como las presentadas en la sección 2.9.6, donde se aborde el siguiente conjunto de temas o variables que permitan dimensionar la complejidad y escala del desafío tanto para la etapa de inversión y operación: (i) Estimación de la demanda o escala de requerimiento; (ii) Insumos locales críticos; (iii) Equipos críticos; (iv) Capacidades actualmente existentes de insumos y equipos críticos; (v) Número de empresas locales con potencial y capacidad actual; (vi) Brechas de competitividad; (vii) Competencias críticas y nivel de disponibilidad; (viii) Elementos regulatorios y normativas críticas; (ix) Principales impactos socio-ambientales; (x) Tiempo mínimo para contar con una capacidad locales relevantes; y (xi) Principales instrumentos de apoyo. Con lo abordado en este estudio se identifican cerca de 100 productos/servicios que podrían integrar este compendio de capacidades locales.

Otro elemento que considerar es el gran potencial que presenta la región de Magallanes en el ámbito portuario lo cual requiere de un análisis particular donde se aprecien las múltiples oportunidades desarrollo y encadenamiento productivo en el territorio.

- iv) Analizar oportunidades potenciales de encadenamientos productivos *down stream*: Por el estado actual en que se encuentra la industria y por ser este un primer esfuerzo en el análisis de oportunidades de encadenamientos productivos, el principal foco del estudio ha estado centrado en las oportunidades vinculadas al asentamiento y la operación de los proyectos de hidrógeno verde y derivados, es decir, *upstream*. No obstante, el potencial de desarrollo de la industria va más allá existiendo oportunidades de alto valor aguas abajo. Encadenar productivamente *downstream* hace referencia a la integración y conexión de actividades o empresas que se encuentran en las etapas subsiguientes o posteriores en una cadena de valor o cadena productiva. En otras palabras, se refiere a las fases que vienen después de la producción inicial de un bien o servicio, abarcando la transformación, distribución, comercialización y consumo final de ese producto. La industria del h2v y derivados tiene una gran capacidad de generación eléctrica, desalación de agua, producción de hidrógeno, de combustibles carbono neutrales y de amoniaco verde. Estos productos y subproductos pueden atraer nuevas industrias generando una segunda (e incluso una tercera) oleada de desarrollo productivo. De hecho, cuando se menciona la oportunidad que tiene Magallanes de constituir un polo o un *hub* de hidrógeno verde, es que se hace referencia a todas estas áreas y no exclusivamente a las oportunidades de encadenar *upstream*.
- v) Análisis del impacto de las leyes de excepción de Magallanes en la atracción de iniciativas industriales: Existe consenso en que las leyes de excepción de Magallanes pueden jugar un rol clave en la atracción de nuevas industrias al territorio. De hecho, se destaca como una de las condiciones favorables para el asentamiento de proyectos en la región. Por esto resulta relevante generar casos prácticos y análisis comparados de las ventajas concretas que esto implica, pudiendo identificar las brechas existentes con lo que actualmente oferta el mercado y la forma en que se podrían compensar ya sea a través de otro tipo de

incentivos, subsidios, fomento a la inversión u otros, esto con el fin de promover una mayor sofisticación de los negocios y de la mano de obra que se emplea en la región, de contribuir al desarrollo equitativo del territorio, promoviendo la inversión y el crecimiento en zonas que, de otro modo, debido a su ubicación remota, condiciones climáticas extremas y desafíos logísticos complejos, podrían quedar rezagadas en comparación con otras áreas más centrales o urbanas.

- vi) Promover el desarrollo de programas de innovación abierta: La innovación abierta puede ser utilizada para desarrollar empresas locales que tengan mayores capacidades tecnológicas y que busquen desarrollar productos o servicios intensivos en conocimiento. Esto ayuda a generar masa crítica, diversificar y sofisticar la base productiva que se podría generar en torno al desarrollo de un polo productor de H2V en Magallanes. La innovación abierta se basa en crear, a través de un proceso colaborativo empresa-proveedor, nuevas soluciones que requiera la cadena de valor del H2V, ya que existe un reto que no ha sido resuelto o no existe una solución disponible en el mercado con las características que demanda el proyecto y es importante desarrollarla para la competitividad del sector. Por ejemplo, desarrollar usos de la salmuera generada en el proceso de desalación podría ser un aspecto ambientalmente sensible si no fuese posible descargarla en el mar. Para desarrollar un portafolio de innovación abierta se requiere una unidad que coordine el proceso. Su rol es conectar a los actores necesarios para el desarrollo innovaciones de manera colaborativa. Lo anterior incluye la definición de desafíos que requieran soluciones innovadoras, identificación de proveedores con potencial de desarrollar una solución, conexión con fondos públicos o privados, apoyar el desarrollo y validación de prototipos, productos o servicios y finalmente apoyar el escalamiento industrial y comercial.

Un ejemplo de este tipo de iniciativas fue el programa de proveedores de clase mundial para la minería. El programa fue impulsado por las principales compañías mineras del país, junto con Corfo, el Ministerio de Minería y Fundación Chile. El programa se basó en la identificación y priorización de los problemas críticos que enfrentaban las operaciones mineras, y que no tenían soluciones en el mercado. Luego, proveedores locales presentaban propuestas de solución y se seleccionaron los proyectos más prometedores para ser financiados y acompañados por las empresas mineras, las que también proveían apoyo experto para fortalecer las capacidades de gestión de las empresas proveedoras. El costo de operación de una unidad de coordinación de proyectos de innovación abierta puede variar mucho, estando en el orden de US\$ 0,5 a 1,5 millones anuales, más el financiamiento de pilotajes y escalamientos de las innovaciones. En un principio, podría abordarse como un proyecto colectivo desarrollado con el apoyo de los distintos proyectos de producción de H2V.

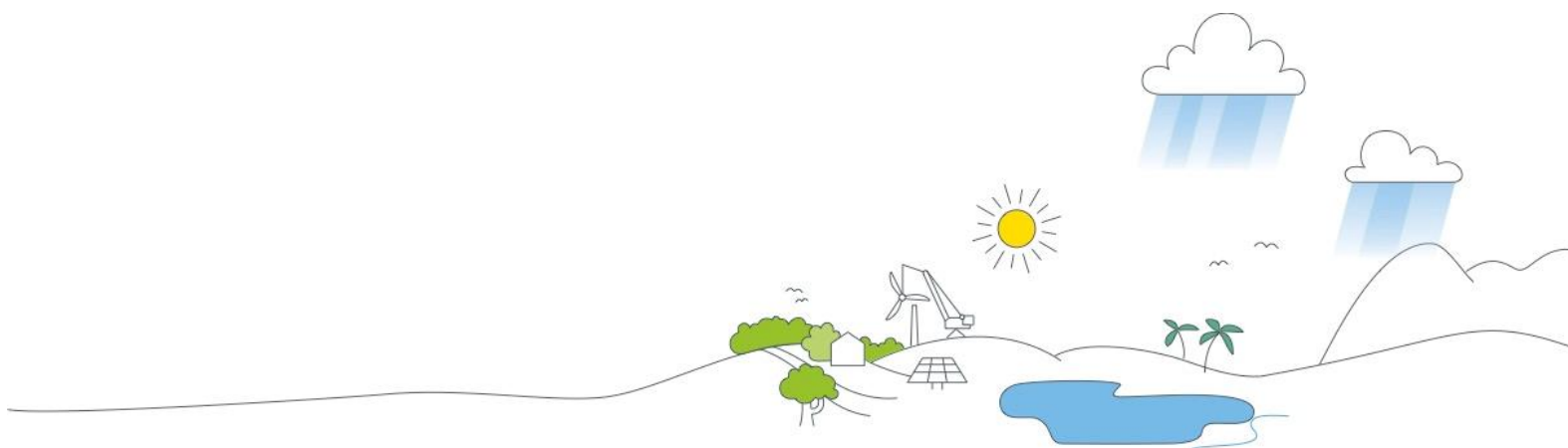
- vii) Programa de atracción de empresas con encadenamientos (proveedor de proveedores): La atracción de empresas es otra vía para crear capacidades locales y desarrollar los servicios y canales de comercialización asociados. Este esfuerzo incluye medidas tales como facilitar el acceso a información y oportunidades para que empresas que estén fuera de Magallanes (nacionales o extranjera) se puedan establecer localmente para atender una potencial demanda de empresas de la cadena del H2V y para lo cual hoy no existe oferta local. El programa puede incluir también incentivos tributarios, subsidios, apoyos para un mayor empleo, compras locales y colaboración con universidades, entre otras organizaciones. En general, para este tipo de medidas, el paquete de incentivos se oferta solo a la primera empresa (pionera), de un sector productivo determinado, que asume el riesgo de llegar al

territorio, aunque esto dependerá de los objetivos y visión que tengan los tomadores de decisión pública y de las necesidades existentes.

- viii) Promover el desarrollo de un Programa Territorial Integrado (PTI): Como se mencionó en la ejecución de este estudio, un PTI tiene como propósito apoyar la coordinación y articulación de acciones y proyectos destinados a mejorar la competitividad de un territorio, a través de un conjunto de acciones que fomenten el desarrollo productivo sustentable de cadenas de valor y/o sectores con potencial de escalamiento y de impacto estratégico en la economía regional y/o local. Estos programas son dirigidos a grupos de empresas que comparten una zona geográfica y una red productiva. De esta manera y considerando los insumos obtenidos en este ejercicio, existen oportunidades relevantes para el desarrollo de este tipo de iniciativas en áreas de mantenimiento industrial de ductos y plantas químicas (sobre lo cual existen capacidades locales); en construcción (camino, producción de cemento, hormigonado, fundaciones de aerogeneradores, líneas de transmisión); mantenimiento de aerogeneradores; abastecimiento de campamentos; servicios marítimos/portuarios; servicios de transporte y almacenamiento. En todas estas áreas existirán necesidades de obtención de certificaciones, mejorar estándares, fortalecer niveles de productividad, acceder a capacitaciones, entre otras.
- ix) Políticas de proveedores y programas de compras locales: Un tipo de iniciativa que pueden impulsar las empresas productoras de H2V y derivados de forma autónoma, es la elaboración de políticas de proveedores las cuales buscan diversificar los procesos de compra dando una calificación diferenciada a las empresas que son de origen local. Este tipo de iniciativas por lo general son acompañadas de esfuerzos particulares en los plazos de pago, reduciendo la cantidad de días cuando se trata de micro o pequeñas empresas, cuando estas están lideradas por mujeres o cuando pertenecen a pueblos originarios. Otro tipo de iniciativa, relacionada a la política de proveedores, son los programas de compra local los cuales son gestionados directamente por las empresas de la cadena de valor del H2V a través de unidades especializadas que dependen de los departamentos de adquisiciones. Se establecen procedimientos de adquisiciones simplificados para empresas locales de menor tamaño, los que podrían estar acompañados de esfuerzos para cerrar brechas de competitividad, eficiencia y sustentabilidad, tales como certificaciones de seguridad, desarrollo de capacidades para gestionar la huella de carbono o incorporación de elementos de economía circular, entre otros. En este último aspecto, podrían existir espacios para una mayor colaboración público-privada que pueden organizarse en torno a fondos concursables con apalancamiento privado. Un caso ilustrativo de compras locales es el programa de compras a PyMEs locales impulsado por BHP en alianza con SAWU, una iniciativa de Fundación Mi Norte que apoya el desarrollo de empresas locales. A través de una plataforma web las PyMEs locales se registran para acceder a oportunidades de compras y si es necesario se ofrece apoyo durante todo el proceso de cotización, ejecución y pago. El programa opera desde 2019 y ya ha beneficiado a cerca de 1.000 empresas locales, generando compra que exceden los US\$ 30 millones.
- x) Facilitar el acceso a financiamiento para pymes: Las pequeñas y medianas empresas (pymes) a menudo enfrentan desafíos significativos en el acceso a financiamiento lo cual limita su competitividad. Estos retos incluyen la falta de garantías adecuadas, historiales crediticios limitados o inexistentes, tasas de interés elevadas debido a la percepción de

riesgo, requisitos de documentación rigurosos, y un acceso restringido a fuentes de financiamiento no tradicionales. Además, la falta de conocimiento financiero, la ausencia de relaciones bancarias establecidas y las condiciones económicas adversas pueden agravar estas dificultades. Estos obstáculos, cruciales para las pymes, destacan la necesidad de políticas y programas que faciliten su acceso a recursos financieros, dada su relevancia en la economía y la generación de empleo.

Respecto de esta problemática, en sectores como la minería y la acuicultura, las empresas que concentran la demanda, con el fin de impulsar el desarrollo de sus proveedores, generan acuerdos con entidades financieras (jugando un rol de patrocinante) que permitan flexibilizar el acceso a créditos a pymes. Para esto se acuerdan contratos de suministros por al menos un año, lo cual otorga mayor certeza a la entidad financiera. Esto acontece para la obtención de capital de trabajo, compra de máquinas y equipos y también para capital de riesgo cuando las iniciativas tienen un grado de innovación o de desarrollo científico/tecnológico.



Anexos

En la presente sección, se presenta el conjunto de técnicas, herramientas y procedimientos metodológicos que fueron empleados para conducir el análisis y obtener los resultados alcanzados. Esta metodología fue diseñada con instrumentos de base teórica, con la revisión de estudios realizados tanto a nivel nacional como internacional, y también a través de un modelo iterativo con empresas, buscando con ello asegurar no solo la validez y confiabilidad de los hallazgos, sino también su potencial replicabilidad en otros contextos u otras industrias.

Caracterización del tejido productivo regional

La metodología para caracterizar el tejido productivo del territorio se centró en el uso exhaustivo de fuentes secundarias. A través de la revisión y análisis de datos provenientes de informes oficiales, estudios previos, bases de datos económicas y publicaciones académicas. Con ello se obtuvo un diagnóstico detallado de las principales actividades económicas y la estructura empresarial de la región. Este enfoque permitió identificar y comprender los sectores predominantes, las dinámicas de mercado y las tendencias históricas, garantizando una perspectiva fundamentada y amplia del tejido productivo local. Entre las fuentes utilizadas se consideraron las siguientes: Banco Central de Chile, Servicio de Impuestos Internos, Instituto Nacional de Estadísticas, Servicio Nacional de Aduanas, ProChile, Ministerio de Educación, entre otras.

Vinculación con iniciativas en curso: Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes

Para el desarrollo de este estudio, desde etapas tempranas, se estableció una alianza con el programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes, iniciativa liderada por la Dirección Regional de Corfo y el Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. El proceso de colaboración con esta iniciativa consideró la identificación y conexión con actores relacionados a la cadena de valor de la industria y revisión de informes e iniciativas en curso. El programa, según se indica en su sitio web (www.h2vmagallanes.com), “es una iniciativa público-privada que nace por la necesidad de colaborar en la articulación de representantes locales, públicos, privados, de la academia, la ciencia y la sociedad civil, para velar porque el desarrollo de esta nueva industria sea de manera armónica con el entorno social, ambiental y económico, potenciando la producción de H2V y sus derivados, como también la demanda local, los encadenamientos productivos regionales, la formación de talento y el cuidado del medioambiente entre otros”⁵⁷.

El programa identifica 5 ejes estratégicos de desarrollo, cada uno con su caracterización, análisis de brechas e iniciativas priorizadas (ver tabla 25). El Transforma inició el año 2021 construyendo una visión regional compartida entre múltiples actores representantes del sector privado, el sector público, la academia y la sociedad civil. La orientación que se le ha dado al trabajo desarrollado es el de establecer un proceso colaborativo y participativo en donde diversas miradas puedan

⁵⁷ Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes, 2022. www.h2vmagallanes.com

converger en aspectos comunes que permitan un avance armónico de la industria impulsando un desarrollo integral desde lo social, lo medioambiental y lo productivo.

Tabla 25
Ejes Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes

Eje Estratégico	Descripción	Iniciativas Priorizadas
Eje 1: Gobernanza, acuerdos y alianzas público y privado, financiamiento.	Velar por un liderazgo articulador, asegurar el financiamiento y fomentar acuerdos de cooperación entre los diferentes sectores, vinculado la cadena de valor y acceso a los mercados internacionales.	1.1 Gobernanza, acuerdos, alianzas público-privadas, financiamiento.
Eje 2: Desarrollo social, económico y ambiental de la comunidad.	Asegurar la búsqueda de la creación de valor para la comunidad donde se inserten los proyectos, asegurando la responsabilidad social, ambiental y de las comunidades del territorio.	2.2 Desarrollo económico y social. 2.3 Desarrollo ambiental.
Eje 3. Capital humano, innovación y desarrollo.	Disponibilizar el desarrollo de capital humano local, conocimiento técnico y tecnológico, promoviendo la innovación abierta desde la Región hacia el país y el mundo.	3.1 Desarrollo de capital humano. 3.2 Innovación y desarrollo.
Eje 4. Infraestructura habilitante.	Disponibilizar condiciones de infraestructura para el territorio y el desarrollo de proyectos, velando por la articulación de actores para el desarrollo de infraestructura compartida.	4.1 Infraestructura urbana y planificación territorial. 4.2 Infraestructura comercial industrial.
Eje 5. Regulación, permisos y estandarización.	Facilitar e impulsar el desarrollo de regulación y normalización de estándares que habiliten la inversión, desarrollo y operación de la industria.	5.1 Regulación, permisos y estándares.

Fuente: Elaboración propia con datos identificados en www.h2vmagallanes.com.

Identificación de stakeholders

La identificación de *stakeholders* se refiere al proceso de detectar y enumerar todas las partes relacionadas que tienen un interés en una determinada decisión, proyecto o iniciativa. Los *stakeholders*, también conocidos como grupos de interés o actores claves, pueden ser individuos, grupos, organizaciones u entidades que pueden influir o ser influenciados, de manera positiva o negativa, por el desarrollo o resultado de un proyecto o política. En este caso, la intencionalidad que se le dio a la identificación de los actores consideró tres dimensiones (ver tabla 26):

- Identificar a qué segmento representa el actor:
 - Sector Privado: Empresas productoras, proveedores de bienes y servicios, asociaciones gremiales, asesores u otros.
 - Sector Público: Gobierno nacional, secretarías regionales ministeriales, gobiernos regionales, agencias, servicios públicos, municipalidades u otros.
 - Academia: Universidades, centros de formación técnica, institutos profesionales, centros de investigación, investigadores destacados u otros.
 - Sociedad Civil: ONGs, fundaciones, agencias internacionales, colegios de profesionales u otros.
- Ubicación territorial: Identificar si el actor tiene presencia (oficina o dirección comercial) en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, a nivel nacional y/o a nivel internacional. Eventualmente puede tener presencia en más de una.
- En el caso de los actores representantes del sector privado, identificar en cuál de los eslabones de la cadena de valor de la industria tienen mayor prevalencia. En este aspecto es relevante considerar la situación de actores como las empresas productoras o algunas asociaciones gremiales cuya presencia es más bien transversal a los eslabones.

Tabla 26
Formato de identificación de stakeholders

Nombre	Segmento	Magallanes	Chile	Internacional	Eslabón 1	Eslabón 2	Eslabón 3	Eslabón 4	Eslabón 5	Eslabón 6
Actor 1	Privado	X	X		X					
Actor 2	Privado		X			X				

Fuente: Elaboración propia.

Este formato permitió identificar en cuáles de los eslabones existe mayor presencia de actores a nivel regional, lo cual podría indicar que existen capacidades ya instaladas en el territorio, y también observar en qué áreas resultaba más complejo ubicar stakeholders lo cual eventualmente pudiese estar asociado a sectores que no se han desarrollado en la región, barreras de entrada poco accesibles por los niveles de inversión requeridos o por la concentración de capacidades tecnológicas altamente sofisticadas, entre otras.

Con la identificación de stakeholders realizada, se seleccionaron actores relevantes para el proceso de entrevista. Para esta selección se consideró la mayor transversalidad posible con el fin de obtener visiones representativas de cada segmento, ubicación territorial y eslabón de la cadena de valor de la industria.

Entrevistas semi estructuradas

Las entrevistas semi-estructuradas son una técnica cualitativa de recopilación de información en la que el entrevistador sigue una guía preestablecida de temas o preguntas abiertas, pero tiene la flexibilidad de desviarse de ella para profundizar en respuestas específicas o explorar nuevos temas que surjan durante la conversación. A diferencia de las entrevistas estructuradas, que siguen un formato rígido y predefinido, las semi-estructuradas permiten una mayor adaptabilidad y abren la posibilidad de abordar temas de interés, facilitando una comprensión más profunda de las perspectivas y experiencias del entrevistado. Esta técnica es especialmente valiosa cuando se busca obtener información detallada, matices y contextos sobre un tema particular. Para el desarrollo de este estudio se realizaron entrevistas en formato presencial y a través de medios digitales.

Talleres participativos

La metodología de trabajo buscó obtener información cualitativa y cuantitativa para contextualizar, proyectar y proponer líneas de acción sobre el desarrollo de la industria del hidrógeno verde (H2V) en la región de Magallanes. Dado lo específico de la información esta no se encuentra disponible en medios tradicionales, por ello se propuso obtenerla y/o complementarla con talleres en terreno, involucrando a diversos actores que tienen conocimiento sobre el desarrollo social y económico de la región de Magallanes, lo que fue validado mediante sesiones de trabajo y complementado con revisión bibliográfica. Se programó la realización de los talleres para los días 1 y 2 de agosto, de dos horas y media de duración cada uno, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

- Generación y transmisión de electricidad
- Producción de hidrógeno verde

- Acondicionamiento, almacenamiento y transporte de hidrógeno verde y derivados
- Usuario o cliente final⁵⁸


Para esto se convocó actores locales identificados previamente y que conocen o son relevantes en estos eslabones. Estos actores se distribuyeron en grupos de 5 personas donde se les planteó temas de discusión y se fomentó el desarrollo de ideas las cuales plasmaron en dos papelógrafos de trabajo.

Las actividades que se realizaron para cada eslabón fueron las siguientes:

1. Indique un rango y/o valor de referencia para los siguientes parámetros relacionados con el desarrollo del encadenamiento en la región de Magallanes.
2. ¿Cuáles son los principales desafíos y barreras que enfrenta el desarrollo del encadenamiento de hidrógeno verde en la región de Magallanes, considerando aspectos regulatorios, normativos, tecnológico-económicos y sociopolítico-ambientales?
3. ¿Qué oportunidades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) se pueden impulsar en la región de Magallanes para fortalecer este encadenamiento?
4. ¿Qué posibles oportunidades, sinergias e impactos, tanto positivos como negativos, podría generar el encadenamiento de hidrógeno verde en otras industrias de la región de Magallanes?
5. ¿Cuáles son las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que existen para el desarrollo del eslabón en la región de Magallanes?
6. Complemente con actividades o encadenamientos que considere con potencial de desarrollo junto a proveedores locales en el territorio.

Los papelógrafos utilizados en los talleres fueron los siguientes (ilustraciones 43 y 44):

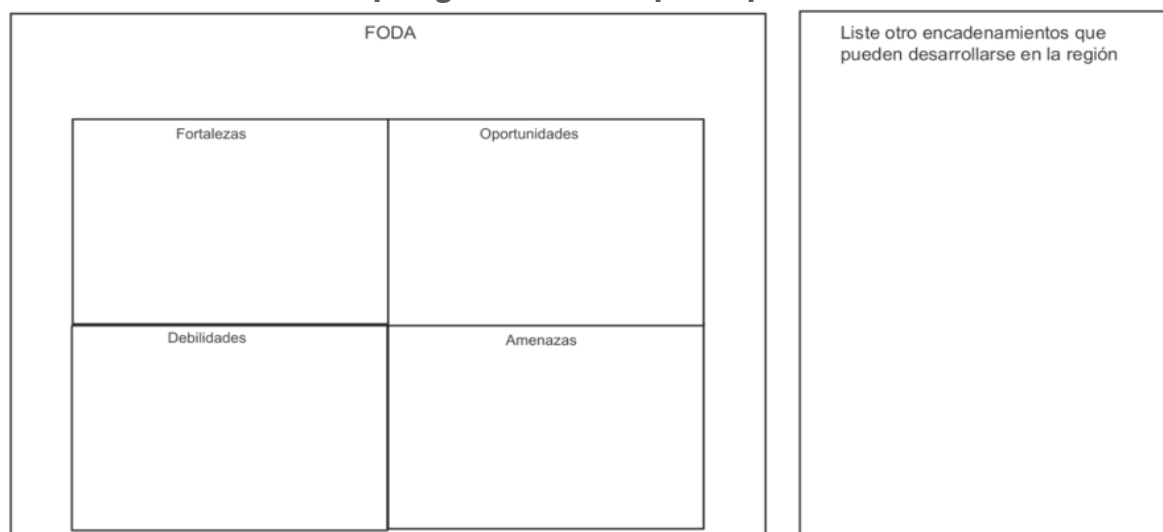
Ilustración 43 Papelógrafo 1 talleres participativos

Rango de coeficientes	Áreas de I+D+i
	
Principales brechas y/o barreras técnico-económicas, socioambientales o gubernamentales para desarrollo en la región	
	Oportunidades en otras industrias

Fuente: Elaboración propia.

⁵⁸ Por razones climatológicas este taller no se pudo llevar a cabo.

Ilustración 44 Papelógrafo 2 talleres participativos



Fuente: Elaboración propia.

Levantamiento de datos de la industria

Existe comprensión por parte del equipo ejecutor y los actores que fueron parte de este estudio, de que hay datos e información relevante de la industria que no se puede obtener desde la bibliografía, sino que esta debe provenir directamente de las propias empresas. Dado lo anterior, de forma temprana, se solicitó el apoyo formal de la Asociación de Productores H2V Magallanes, entidad que agrupa actualmente a las empresas HIF Chile, Total Eren, TEG Chile, EDF Andes, EDF Renewables y HNH Energy, la cual manifestó su disposición y apertura a ser parte del estudio. Gracias a la colaboración de esta entidad, que cumple un rol central en la articulación del sector privado en el territorio, se construyó una base para el análisis y acceder con mayor facilidad a la realización de entrevistas con representantes y gerencias de las empresas, junto con obtener importantes datos de los proyectos.

Así mismo, otras empresas con proyectos en Magallanes, que al momento de la conclusión de este estudio no eran parte de la asociación de productores, igualmente demostraron disposición para ser integradas en el análisis. Fue así como se obtuvo la participación de Llaquedona Green Hydrogen, RWE Renewables, Green Patagonia, el proyecto Cabeza de Mar de GH Energy y Free Power y el proyecto Frontera de Nordex y Acciona.

La participación de las empresas otorgó un valor particularmente relevante al estudio. El cuadro base solicitado a las empresas fue el siguiente (tabla 27):

Tabla 27
Caracterización base de los proyectos de h2v en Magallanes

Nombre Proyecto	Empresas Relacionadas	Capacidad eólica (MW)
Fecha estimada EIA	Inicio estimado construcción	Inicio estimado operación
Producto Final	Producción estimada anual	Comuna
Provincia	Fase en que se encuentra	Empleos construcción/operación

Fuente: Elaboración propia.

Construcción de escenarios

La metodología de construcción de escenarios es una herramienta estratégica que permite visualizar y planificar posibles futuros basándose en tendencias actuales y posibles eventos. En lugar de intentar predecir un único futuro, esta metodología desarrolla múltiples escenarios plausibles que reflejan diferentes combinaciones de factores y decisiones. Cada escenario se construye considerando variables críticas y su interacción en el tiempo, ofreciendo un espectro de resultados potenciales. Estos escenarios ayudan a las organizaciones y decisiones a anticipar desafíos, identificar oportunidades y prepararse para un rango de eventualidades, fortaleciendo la resiliencia y adaptabilidad frente a un futuro incierto (Universidad Nacional de Colombia, 1999).

En base a la información obtenida de los proyectos se realizó una construcción de tres potenciales escenarios los cuales permiten modelar y realizar proyecciones, con un horizonte de tiempo al año 2050, en torno a la industria del hidrógeno verde y derivados. Cabe destacar que todos los proyectos incluidos en el modelo fueron parte del estudio a través de entrevistas, allí confirmaron contar con terrenos arrendados, estar en proceso o haber realizado estudios de prefactibilidad, estar elaborando líneas de base y preparando los estudios de evaluación ambiental, todo esto dependiendo del estado de avance que presentaba la iniciativa.

La descripción sobre la estructuración de los tres escenarios determinados se presenta en la sección correspondiente.

Categorización de brechas

Con la proyección de escenarios, se realizaron ejercicios para categorizar o dimensionar brechas de la industria respecto de la capacidad regional. Una categorización de brechas es un proceso analítico que identifica y clasifica las diferencias o desviaciones entre la situación actual y el estado deseado o ideal en un determinado ámbito o tema. Este tipo de análisis es esencial para determinar áreas de mejora, necesidades no satisfechas o deficiencias en sistemas, procesos o competencias. Al categorizar las brechas, se pueden priorizar acciones, asignar recursos y desarrollar estrategias específicas para cerrar esas brechas.

Considerando los alcances de este estudio, se realizaron ejercicios tomando casos ilustrativos de aquellos encadenamientos productivos que, de acuerdo a los antecedentes obtenidos y a la proximidad en cuanto a las fases de desarrollo de los proyectos, presentan mayor oportunidad de ser desarrollados en el corto plazo en el territorio. Estos análisis permiten visibilizar brechas en capacidad productiva, capital humano, cantidad de empresas, necesidades de materias primas, entre otras.

Revisión de fuentes bibliográficas

Una revisión de fuentes bibliográficas es un proceso sistemático de búsqueda, recopilación y análisis de literatura publicada sobre un tema o área de estudio específico. Esta revisión puede abarcar una

variedad de materiales, incluyendo libros, artículos de revistas académicas, informes, tesis, conferencias y otros documentos relevantes.

A lo largo del estudio se efectuó, de forma permanente, una revisión de diversas fuentes especializadas en esta nueva industria y sus proyecciones. En este sentido, es relevante destacar el libro “La revolución del hidrógeno verde y sus derivados en Magallanes” de los economistas Felipe Givovich, Jorge Quiroz y Klaus Schmidt-Hebbel, publicado en octubre de 2022, quienes realizaron un primer acercamiento a los potenciales efectos del sector en el desarrollo de la región.

Referencias

Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). ¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica. Banco Interamericano de Desarrollo.

Banco Mundial. (2009). Evaluating SME Support Programs in Chile Using Panel Firm Data. Impact Evaluation Series No. 39.

BID. (2011). Impact of the Chilean Supplier Development Program on the performance of SME and their large firm customers. Banco Interamericano de Desarrollo.

Boese Cortés, I. and Soto, I. (2023) “Renewable Hydrogen in Latin America and the Caribbean: Opportunities, Challenges, and Pathways” LAC Green Hydrogen Action. Santiago, [80] pp

Boston Strategies International. (s.f.). Estudios de Cadenas de Valor de Tecnologías Seleccionadas Para Apoyar la Toma de Decisiones en Materia de Mitigación en el Sector de Generación Eléctrica y Contribuir al Desarrollo de Tecnologías. Ciudad de México.

Capó-Vicedo, J. (2010) “Análisis del ciclo de vida y las políticas de desarrollo de los clusters de empresas, en EURE, vol. 37, N° 110

CEPAL. (1996). Encadenamientos, articulaciones y procesos de desarrollo industrial. Desarrollo Productivo.

CEPAL. (2022). Generación de competencias y descentralización de las políticas para el desarrollo productivo en Chile. Análisis de los Programas Territoriales Integrados. Santiago: Organización de Naciones Unidas.

CIEPLAN. (2015). El Desarrollo de Proveedores Mineros en Australia: Implicancias para Chile. En P. M. Gana. Talca: Universidad de Talca.

CLA50. (2022). ranking de las 50 principales constructoras de Latinoamérica (CLA50). CLA.

Consultora Ezbizor (2016) “Etapas que definen el Ciclo de vida de un Clúster”; 21 de diciembre de 2016. <https://www.ebizor.com/etapas-definen-el-ciclo-de-vida-de-un-cluster>

Data, G. (2021). Hydrogen Electrolyzers Market Report. Londres: Global Data.

Dirección de Presupuestos - DIPRES. (2011). Minuta ejecutiva de evaluación de impacto de programas de fomento (FAT, FOCAL, PROFO, PDP, PEL, PI, PTI). Santiago: Ministerio de Economía.

Domínguez, E. (2023). Dinámica de la cubierta vegetal en pastizales nativos de la estepa Magallánica perturbados por la construcción de un ducto de hidrocarburo, Chile.

Endeavor. (2022). Scaleups en Chile 2022. Empresas resilientes. . Santiago: Endeavor.

Global Data. (2021). Hydrogen Electrolyzers Market Report. Londres: Global Data.

GWEC. (2019). Supply Side Analysis. Global Wind Energy Council.

IRENA. (2022). Geopolitics of the Energy Transformation. The Hydrogen Factor. Abu Dhabi: IRENA.

Klaus Schmidt-Hebbel, F. G. (2022). La revolución del hidrógeno verde y sus derivados en Magallanes. Santiago: El Libero.

Ministerio de Economía. (2018). Informe final de evaluación programas gubernamentales. Santiago: Ministerio de Economía.

Ministerio de Energía de Chile (2020) “Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde – Chile, Fuente Energética para un Planeta Cero Emisiones”; Editado por Correa, M; Barria, C; Maluenda, B. ; Santiago, Chile: Gobierno de Chile.

Ministerio de Economía. (2023). Evaluación de Programas Gubernamentales. Programa Semilla Inicia. Santiago: Ministerio de Economía.

Noussan Lettry, R. (2021) “Las Etapas de evolución de un cluster y el ciclo de vida organizacional – Análisis de caso”; X Congreso de Administración del Centro de la República. VI Congreso de Ciencias Económicas del Centro de la República. VII Encuentro Internacional de Administración del Centro de la República. Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Sociales, Escuela de Ciencias Económicas, Secretaría de Internacionalización UNVM, Villa María.

Programa Transforma Regional Hidrógeno Verde Magallanes (2022) “Hoja de ruta preliminar Programa Transforma Regional Hidrógeno Verde Magallanes – RESUMEN”; Implementación, Año 1; https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/resumen_hoja_de_ruta_programa_transforma_h2v_rev._0.pdf

Revista Aqua. (2023). Región de Magallanes: Salmonicultura consolida su potencial productor. Aqua Acuicultura + Pesca.

Shlopak, M., J. Emblemståg and O. Oterhals (2014) “Front End Loading as an Integral Part of the Project Execution Model in Lean Shipbuilding”, Contract and Cost Management, Proceedings IGLC-22, June 2014, Oslo, Norway

SUBDERE. (2018). Diagnóstico nacional y regional sobre generación y eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.

UNIDO. (2023). Green Hydrogen Industrial Clusters Guidelines. Organización de Naciones Unidas.

Universidad Nacional de Colombia. (1999). Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos. Ingeniería e Investigación No. 44.

Vasallo, P. C. (2016). El balance (trade-off) entre los impactos sociales, económicos y ambientales en la evaluación ex-ante de los proyectos de transporte. Congreso de Ingeniería de Transporte. Obtenido de Riunet: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90362/3478-9425-1-PB.pdf?sequence=1>



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Implementado por



International Power-to-X Hub



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Implementado por

