

UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ, ESCUELA DE NEGOCIOS
EMBA

Año Académico 2022-2023

Desafío de Negocio Círculo Ingeniería

Tutor: Manuel Del Castillo

Mentor: Sebastián Romero

Profesores Guías: María Pilar García Capisano – Pablo Cánepa

Cliente: Círculo Ingeniería

Elaborado por:

Coto Brenes, Pablo Andrés 14.605.896-5

Ceballos Medina, Xavier Abad 25.105.131-3

Zúñiga Vásquez, Karla Victoria 12.626.832-7

Schulz Silva, Mario Andrés 15.634.547-4

Noviembre, 2023

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DEL DESAFIO.....	4
<i>Presentación del cliente (Círculo Ingeniería)</i>	4
<i>Business Canvas</i>	4
<i>Modelo de Negocio</i>	6
<i>Análisis FODA</i>	7
ENTENDIMIENTO DEL DESAFIO	9
<i>Problemática presentada</i>	9
<i>Dependencia de ingresos PMGD:</i>	9
<i>Ciclo de desarrollo extenso y alto riesgo financiero:</i>	9
<i>Dependencia de puntos de inyección:</i>	10
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA, INSIGHTS Y CONCLUSIONES DE ESTE.....	11
RECOMENDACIONES DEL DESAFIO	12
<i>Estrategia go-to-market</i>	13
<i>Análisis de Mercado:</i>	13
<i>Despliegue para la Venta de Asesorías:</i>	14
<i>Nueva capacidad para abordar la incertidumbre de costos y timings de entrada en proyectos de hidrógeno</i>	15
<i>Costo nivelado de la energía eléctrica y del hidrógeno verde</i>	16
<i>Análisis de sensibilidad</i>	18
BIBLIOGRAFIA EMPLEADA.....	23
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	25
ANEXOS	26
<i>Anexo No. 01 Costos nivelados de la energía eléctrica y del hidrógeno</i>	26
<i>Anexo No. 02 Parámetros empleados en la estimación de costos nivelados</i>	27
<i>Anexo No. 03 BPS Círculo Ingeniería</i>	29
<i>Anexo No. 04 Entrevistas</i>	30
<i>Tabla Resumen de entrevistas</i>	30
<i>Entrevista No. 01 ENAP – Gerente de desarrollo de nuevos negocios</i>	32
<i>Entrevista No. 02 Comité Consultivo de Energía 2050 – Integrante Comité</i>	33
<i>Entrevista No. 03 Enel Green Power – Green Hydrogen Business Developer</i>	34

<i>Entrevista No. 04 Universidad Adolfo Ibáñez – Decano escuela de negocios.....</i>	<i>36</i>
<i>Entrevista No. 05 Andean Partnership – Consultora Gestión y Financiamiento Proyectos Sustentables e Innovación y Consúl Honorario de Bélgica en Chile.....</i>	<i>38</i>
<i>Entrevista No. 06 AES Andes – Transmission Grid Manager</i>	<i>40</i>
<i>Entrevista No. 07 IMELSA Energía – Gerente Clientes</i>	<i>41</i>
<i>Entrevista No. 08 SOQUIMICH – Director de Proyectos.....</i>	<i>42</i>
<i>Entrevista No. 09 H2 Chile – Líder de estudios</i>	<i>43</i>
<i>Entrevista No. 10 ENAP - Jefe de planta del área de hidrogeno (Refinería Aconcagua)</i>	<i>45</i>
<i>Entrevista No. 11 Grupo Metropol Chile – Subgerente de operaciones</i>	<i>47</i>
<i>Entrevista No. 12 ENAP - Gerente de exploraciones y reservorio.....</i>	<i>50</i>
<i>Entrevista No. 13 LINDE - Business Development Manager Hidrogeno</i>	<i>51</i>
<i>Entrevista No. 14 SUSTERRA – Gerente General.....</i>	<i>52</i>
<i>Entrevista No. 15 ENAEX – Vicepresidente mercados en movimiento y nuevos Negocios</i>	<i>53</i>
<i>Entrevista No. 16 EDF Andes – Director Green Hydrogen</i>	<i>54</i>
<i>Entrevista 17 Ad Astra Rocket Company – Desarrollador de Negocios</i>	<i>57</i>
<i>Entrevista No. 18 HIF – Chief Operation Officer</i>	<i>59</i>
<i>Entrevista No. 19 UAI – Gerente De Propuestas Renovables</i>	<i>63</i>
<i>Entrevista No. 20 ACESOL Asociación Chile Energía Solar – Presidente Honorario</i>	<i>65</i>
<i>Entrevista No. 21 H2X Ecosystems – CEO Founder y Director Científico.....</i>	<i>69</i>
<i>Entrevista No. 22 SIEMENS – Gerente De Propuestas Renovables</i>	<i>71</i>
<i>Entrevista No. 23 COLBUN – Juan Pablo Fiedler</i>	<i>73</i>
<i>Entrevista No. 24 Comité Consultivo de Energía 2050 – Carlos Silva Montes</i>	<i>75</i>
<i>Anexo No. 05 Lecciones aprendidas del equipo en este proceso</i>	<i>77</i>

INTRODUCCIÓN

En un momento en la historia en el que el mundo enfrenta desafíos críticos en términos de cambio climático y sostenibilidad energética, la búsqueda de soluciones innovadoras se ha convertido en una necesidad imperante, así como también una interesante posible oportunidad de negocios. La industria del hidrógeno verde (H2V) se presenta como una de las respuestas más prometedoras y sostenibles para abordar estos desafíos. Es en este contexto que se plantea la presente recomendación estratégica para poder captar valor y poder adentrarse en este campo de vanguardia.

El hidrógeno verde, producido mediante la electrólisis del agua alimentada por energía renovable, ofrece una fuente de energía limpia y versátil que puede transformar no solo la matriz energética, sino también una variedad de sectores industriales. Para las empresas visionarias y comprometidas con la sostenibilidad, esta es una oportunidad sin precedentes para diversificar su cartera de operaciones, contribuir al desarrollo económico del país y desempeñar un papel fundamental en la transición hacia un futuro más limpio.

Este informe tiene como objetivo proporcionar un plan de acciones estratégicas a nuestro cliente interesado en ingresar en la industria del hidrógeno verde. A través del análisis de las condiciones actuales del mercado, los desafíos inherentes y las oportunidades latentes, se han formulado recomendaciones que permitirán a la empresa aprovechar de manera efectiva las ventajas de esta industria en crecimiento. Estas recomendaciones abordan la exploración de modelos de negocio, asociaciones estratégicas, consideraciones financieras y regulatorias, así como las acciones necesarias para comenzar a operar en este nuevo mercado.

La clave del éxito en esta transición radica en la adopción de una estrategia cuidadosamente diseñada que tenga en cuenta los factores únicos que caracterizan la industria del hidrógeno verde. Con la orientación adecuada, nuestro cliente estará en una posición privilegiada para aprovechar el potencial de este mercado emergente y contribuir al avance hacia un futuro más sostenible y descarbonizado.

DESCRIPCIÓN DEL DESAFÍO

Para comprender de manera más efectiva el desafío y ofrecer recomendaciones de solución, es fundamental seguir un enfoque metodológico. El primer paso implica obtener un conocimiento profundo del cliente, incluyendo como está estructurado y su modelo de negocio, así como sus puntos fuertes y áreas de mejora. Luego, es crucial centrarse en la problemática en cuestión, destacando por qué esta representa un desafío.

Presentación del cliente (Círculo Ingeniería)

Círculo Ingeniería (Círculo) fundada en 2018, es una empresa chilena en pleno crecimiento, especializada en la fase de desarrollo de proyectos en el sector de generación de energía. Su enfoque primordial radica en proyectos de pequeña y mediana escala, principalmente en el ámbito de la energía renovable, lo que los posiciona como una figura destacada en la vanguardia de la generación distribuida.

Especialización en Energía Renovable: La empresa se destaca por su profundo compromiso con la energía renovable, con especialización en proyectos fotovoltaicos y eólicos. Sus operaciones abarcan una amplia gama de proyectos, que van desde sistemas de generación solar a instalaciones eólicas, diseñados para ser eficientes y sostenibles.

Servicios Integrales: Además del desarrollo de proyectos de generación de energía, Círculo ofrece servicios integrales de consultoría y asesoría en ingeniería eléctrica. Su conocimiento especializado y su experiencia en la fase prospectiva de la cadena de valor de la industria energética los distinguen como un recurso valioso para la planificación y ejecución de proyectos de generación de energía en Chile.

Impulso de la Generación Distribuida: Círculo es una empresa joven y dinámica en el sector energético chileno, destacándose por su contribución al desarrollo de proyectos de generación distribuida, clave para diversificar la matriz energética y promover fuentes de energía renovable en Chile.

Business Canvas

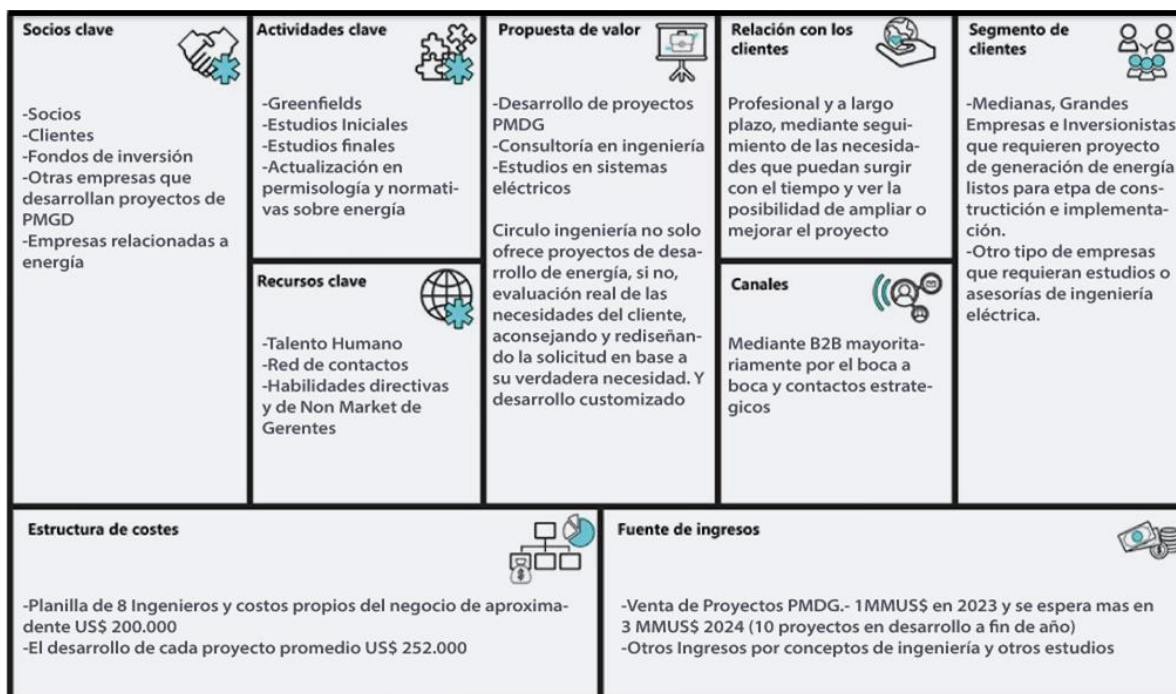
Para comprender de manera simple cómo se estructura Círculo y como se relaciona con su entorno recurriremos al modelo Canvas;

1. *Segmento de clientes:* Círculo tiene dos segmentos de clientes clave. El primero se compone de empresas e inversionistas que buscan adquirir proyectos de generación de energía "Ready to Build," listos para la etapa de construcción. El segundo segmento incluye empresas que necesitan servicios de estudios y asesoría en ingeniería eléctrica. Estos dos segmentos representan las principales fuentes de negocio y enfoque de la empresa.
2. *Propuesta de valor:* Círculo se destaca por su enfoque integral. Ofrece el desarrollo de proyectos PMGD, consultoría en ingeniería y estudios en sistemas eléctricos. Sin embargo, su valor va más allá de simples servicios técnicos. Se especializa en comprender a fondo las necesidades del cliente, asesorándolo y personalizando soluciones que se ajusten a su verdadera necesidad. Esto significa no solo desarrollar proyectos a medida, sino también asesorar al cliente para garantizar que obtenga lo que realmente necesita, incluso si ello implica cobrar menos en algunos casos, asegurando así una adaptación perfecta a las necesidades únicas de cada cliente.

3. *Canales de distribución y comunicaciones:* Su estrategia se enfoca principalmente en el modelo de negocios B2B (Business to Business). Se apoyan en el poder del boca a boca y en contactos estratégicos sólidos para establecer conexiones significativas con sus clientes. Estas relaciones de confianza son fundamentales para la distribución y comunicación efectiva de sus servicios en el mercado.
4. *Relación con el cliente:* Círculo se caracteriza por su enfoque profesional y a largo plazo. Mantienen un seguimiento constante de sus necesidades en evolución, considerando la posibilidad de ampliar o mejorar los proyectos con el tiempo. Esta atención continua les permite establecer relaciones sólidas y duraderas, asegurando que estén alineados con sus objetivos a medida que sus negocios evolucionan.
5. *Fuente de ingreso:* La principal fuente de ingresos de Círculo deriva de la venta de proyectos PMGD, con una proyección de 1 millón de dólares en 2023. Para el próximo año, se espera un crecimiento significativo con ingresos que superen los 3 millones de dólares, respaldado por la finalización de 10 proyectos en desarrollo para fin de año. Además, genera ingresos adicionales a través de servicios de ingeniería personalizados y otros estudios especializados.
6. *Recursos clave:* Sus principales fortalezas están basadas en una combinación de activos estratégicos. En primer lugar, cuentan con un talento humano altamente calificado en el campo de la ingeniería. Además de una amplia red de contactos en la industria la que les proporciona una ventaja significativa. Sus directivos aportan habilidades de gestión y liderazgo excepcionales, lo que contribuye de manera crucial a su éxito en múltiples dimensiones del negocio. Estos recursos clave son la base de su capacidad para ofrecer soluciones excepcionales a sus clientes.
7. *Actividades clave:* Su empresa se dedica a una serie de actividades esenciales que garantizan su éxito. Estas incluyen la identificación y evaluación de terrenos en la etapa "Greenfields", la realización de estudios iniciales detallados y estudios finales minuciosos para los proyectos. Además, mantienen un enfoque constante en la actualización de permisos y normativas relacionadas con la energía, lo que les permite estar al día con los requisitos regulatorios y ofrecer soluciones conformes a las normas vigentes. Estas actividades clave son la columna vertebral de su capacidad para entregar proyectos de calidad a sus clientes.
8. *Socios clave:* Su empresa colabora estrechamente con varios actores estratégicos. Esto incluye socios comerciales, como clientes y otras empresas que desarrollan proyectos PMGD, con quienes establecen alianzas sólidas. Además, mantienen relaciones cercanas con fondos de inversión y otras empresas relacionadas con la energía, lo que les brinda una red valiosa de contactos y recursos compartidos. Estos socios clave son fundamentales para el éxito y crecimiento de su empresa.

9. *Estructura de costos*: Su empresa opera con una estructura de costos que incluye una planilla de aproximadamente 8 ingenieros, con un costo anual total de alrededor de US\$ 200,000. Además, el desarrollo promedio de cada proyecto implica un costo estimado de US\$ 252,000. Estos costos son componentes clave en la ejecución y entrega exitosa de proyectos.

Ilustración 1 Business Canvas



Modelo de Negocio

Círculo Ingeniería cuenta con 3 líneas de negocio las cuales se complementan para proporcionar soluciones completas en el ámbito de la generación de energía renovable a pequeña escala, contribuyendo a la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles.

- *Desarrollo de Proyectos en Energía*: Esta línea de negocio implica la identificación y diseño de instalaciones de generación de energía renovable a pequeña escala, como sistemas de energía solar o eólica. La empresa colabora con clientes para crear soluciones personalizadas que reduzcan los costos de energía y promuevan la sostenibilidad.
- *Estudios en Sistemas Eléctricos*: Esta área se centra en llevar a cabo análisis exhaustivos de sistemas eléctricos, evaluando la integración de las fuentes de energía renovable en la red eléctrica existente. Esto incluye la planificación de la capacidad, la estabilidad y la gestión de la energía para garantizar un suministro confiable y eficiente.
- *Asesorías en Ingeniería*: La asesoría en ingeniería abarca una amplia gama de servicios que ayudan a los clientes a optimizar sus operaciones y a cumplir con los requisitos regulatorios. Esto puede

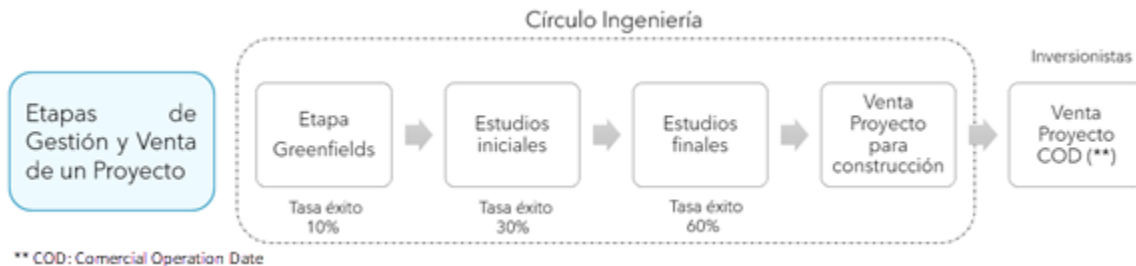
incluir la optimización de procesos, la gestión de la eficiencia energética, la elaboración de informes técnicos y la asistencia en la toma de decisiones estratégicas.

Círculo Ingeniería se sostiene en gran medida a través de proyectos denominados "Ready to Build," siendo estos su principal fuente de ingresos. Estos proyectos se concentran en la fase inicial de la cadena de valor en el desarrollo de proyectos de generación eléctrica, empezando con la evaluación de terrenos aptos en una etapa conocida como "Greenfields."

Estos proyectos "Ready to Build" se dividen en tres etapas sucesivas: "Greenfield," con una tasa de éxito del 10%; "Estudios Iniciales," con un 30% de éxito; y "Estudios Finales," con un 60% de éxito. Dado que la probabilidad de éxito entre todas las etapas es notoriamente baja, la mayoría de los proyectos no llegan a la fase final. Esto genera una carga financiera significativa, ya que los proyectos exitosos deben financiar a los que no lo son.

En el contexto de un proyecto PMGD de 9 MW, donde el costo promedio asciende a MUSD 252, la inversión inicial es alta. A pesar de estos desafíos, en promedio, los proyectos logran un retorno en un período de aproximadamente 3 años. Esto destaca la necesidad de una gestión cuidadosa del riesgo para mantener la rentabilidad en el desarrollo de estos proyectos. Por lo general, los compradores de estos proyectos suelen ser empresas de generación eléctrica más grandes o fondos de inversión que buscan adquirir proyectos ya empaquetados para su posterior comercialización. En la Ilustración 2 se presenta un esquema de las distintas etapas de desarrollo de un proyecto.

Ilustración 2 Esquema de proyectos "Ready To Build"



Análisis FODA

Para comenzar a visualizar las diversas oportunidades para avanzar en la recomendación es necesario encuadrar tanto lo bueno de Círculo como lo malo y sus amenazas presentes, para esto nos apoyaremos en un análisis FODA;

1. Fortalezas:

1. *Desarrollo de alianzas comerciales para el codesarrollo de proyectos:* La capacidad de su empresa para establecer alianzas comerciales estratégicas para el codesarrollo de proyectos a mayor escala es una fortaleza clave. Estas alianzas permiten la diversificación del riesgo financiero al compartir recursos y conocimientos con otros actores del mercado, lo que puede impulsar el crecimiento, la rentabilidad y los segmentos de mercado que puede atender.

2. *Capital humano con amplia experiencia en proyectos en energía:* El equipo de ingenieros con experiencia en proyectos de energía es una fortaleza fundamental. Su conocimiento y experiencia son recursos valiosos que respaldan la ejecución exitosa de proyectos y la toma de decisiones informadas.
3. *Cultura de Investigación y Aceptación de Riesgos:* La cultura de Círculo, orientada hacia la investigación constante de las nuevas tendencias en la industria de la energía y la disposición a asumir riesgos, constituye una fortaleza sólida. Esta mentalidad permite a la empresa mantenerse al día con las innovaciones y tomar decisiones audaces que pueden conducir a la exploración de oportunidades de crecimiento y mejora continua.
4. *Socios con buena red de contactos:* La red de contactos sólida que sus socios tienen es otra fortaleza importante. Estos contactos pueden abrir oportunidades de negocios, colaboraciones estratégicas y acceso a recursos adicionales, lo que aumenta la capacidad de su empresa para el crecimiento y la expansión.

2. Oportunidades:

1. *Cambios regulatorios en materia de almacenamiento de energía:* Las modificaciones en las regulaciones relacionadas con el almacenamiento de energía ofrecen una oportunidad significativa. Su empresa puede adaptarse a estas regulaciones para desarrollar soluciones de almacenamiento de energía innovadoras y satisfacer la creciente demanda.
2. *Foco de desarrollo nacional en energías renovables:* La creciente atención del gobierno y la sociedad en general hacia las energías renovables es una oportunidad estratégica. Esto crea un mercado en expansión para sus proyectos y servicios en energía renovable, lo que puede respaldar el crecimiento a largo plazo.
3. *Interés de inversionistas en proyectos de energía renovable alternativos:* El interés de inversionistas en proyectos de energía renovable alternativos, como el hidrógeno, el amoníaco y otros combustibles verdes, brinda una oportunidad para diversificar sus ofertas y expandir su cartera. Esto puede ayudar a su empresa a mantenerse a la vanguardia de las tendencias del mercado y atraer inversiones adicionales.

3. Debilidades:

1. *Ingresos provenientes principalmente del desarrollo de proyectos PMGD:* La dependencia significativa de los ingresos del desarrollo de proyectos PMGD puede representar una debilidad, ya que la diversificación de fuentes de ingresos es limitada. Esto hace que la empresa sea vulnerable a los altibajos del mercado de estos proyectos.
2. *Dependencia de la disponibilidad de puntos de inyección:* El desarrollo de proyectos PMGD está condicionado por la disponibilidad de puntos de inyección en la red eléctrica. La dependencia de este factor puede limitar la capacidad de su empresa para llevar a cabo proyectos, especialmente en áreas donde la infraestructura eléctrica es limitada.
3. *Ciclo de desarrollo de proyectos extenso (3 años) con alto riesgo financiero y limitación en la ejecución de proyectos más grandes:* El ciclo prolongado de desarrollo de proyectos PMGD, que

se extiende hasta 3 años, junto con el alto riesgo financiero involucrado, puede ser una debilidad. Además, debido a las bajas probabilidades de éxito de los proyectos "ready to build", esta carga y riesgo financiero no les permite abordar proyectos de mayor envergadura. Esto puede requerir inversiones significativas antes de obtener un retorno, lo que representa un desafío financiero y aumenta la exposición al riesgo.

4. *Amenazas:*

1. *Cada vez menos puntos de inyección disponibles:* La disminución de la disponibilidad de puntos de inyección en la red eléctrica representa una amenaza directa para su empresa. Esto puede limitar la capacidad de desarrollar nuevos proyectos PMGD, lo que a su vez afectaría los ingresos y el crecimiento futuro.
2. *Dificultades financieras de empresas generadoras en el norte de Chile:* Las dificultades financieras de las empresas generadoras en el norte de Chile pueden generar inestabilidad en el mercado energético. Esto podría afectar la demanda de proyectos PMGD y la disposición de los inversionistas a respaldar nuevos desarrollos. Es importante estar preparados para enfrentar este tipo de desafíos financieros en el entorno empresarial.

El análisis FODA ha destacado la importancia de diversificar el origen de sus ingresos y comenzar a buscar nuevas oportunidades. En respuesta a esta evaluación, Círculo ya está tomando medidas concretas para ampliar su cartera de servicios y abrir nuevos horizontes. Esto incluye el establecimiento de alianzas estratégicas con socios comerciales para la ejecución de proyectos más amplios y variados.

Además, están respondiendo a las cambiantes dinámicas del mercado incursionando en el sector emergente de generación con almacenamiento, incorporando soluciones de almacenamiento de energía, como baterías, en sus proyectos. Esta estrategia de diversificación busca no solo mitigar las debilidades identificadas, como la dependencia de proyectos PMGD, sino también aprovechar oportunidades, como la creciente demanda de soluciones de almacenamiento y la evolución del mercado energético.

ENTENDIMIENTO DEL DESAFÍO

Problemática presentada

Círculo Ingeniería presenta una dependencia significativa de ciertas fuentes de ingresos, en particular, los proyectos PMGD. Esta dependencia limita la diversificación de sus fuentes de ingresos y, por lo tanto, expone a la empresa a riesgos financieros y de crecimiento. Esta problemática se puede desglosar en los siguientes puntos:

Dependencia de ingresos PMGD: La empresa genera la mayoría de sus ingresos a través del desarrollo de proyectos PMGD. Esta dependencia excesiva de un solo tipo de proyecto la hace vulnerable a las fluctuaciones del mercado en ese segmento y la deja expuesta a riesgos, tanto financieros como de rentabilidad, si las condiciones del mercado cambian repentinamente. Círculo podría enfrentar dificultades si la demanda de proyectos PMGD disminuye o si surgen coyunturas que afecten negativamente a este tipo de proyectos.

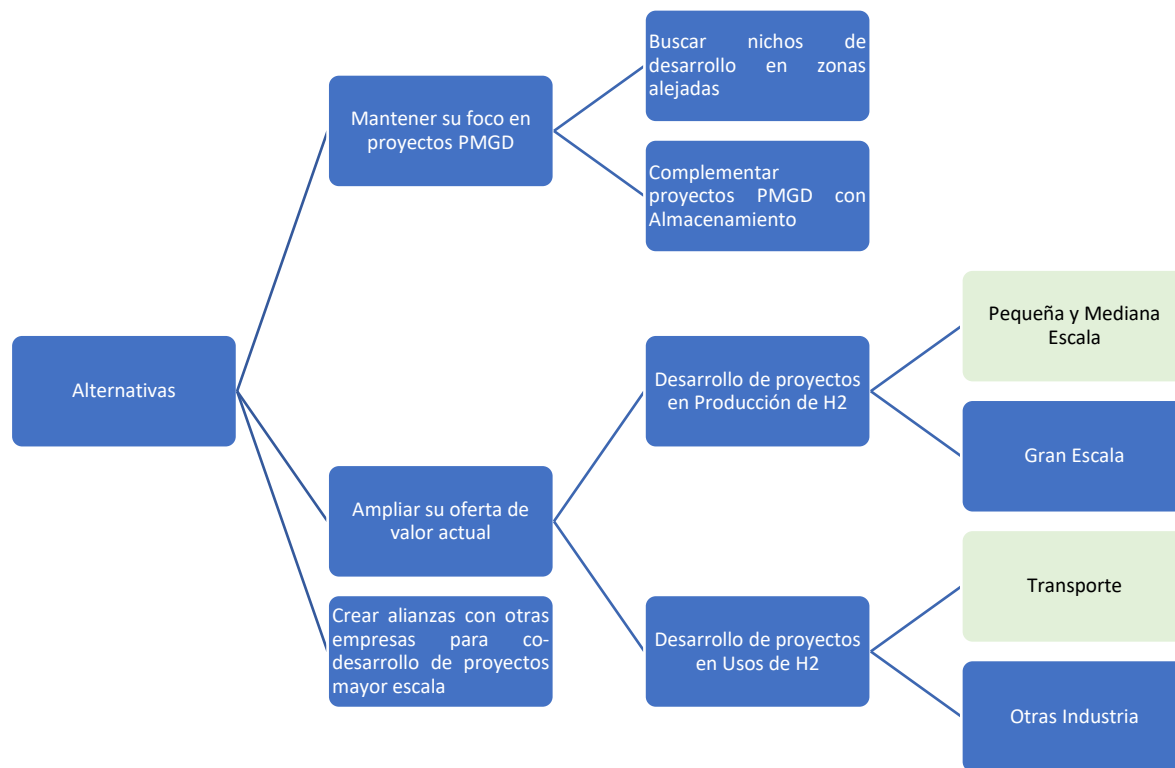
Ciclo de desarrollo extenso y alto riesgo financiero: La naturaleza de los proyectos PMGD "Ready to Build" implica un ciclo de desarrollo que puede extenderse hasta 3 años, lo que conlleva un alto riesgo

financiero. Durante este período, la empresa debe invertir recursos significativos antes de obtener un retorno, lo que puede ser un desafío financiero considerable. Esta dependencia del ciclo de desarrollo largo y el riesgo asociado agrega una capa adicional de vulnerabilidad a la empresa.

Dependencia de puntos de inyección: Además, el desarrollo de proyectos PMGD está condicionado por la disponibilidad de puntos de inyección en la red eléctrica, situación hoy vivida en Chile por la saturación del sistema interconectado central. Esta dependencia limita la capacidad de la empresa para llevar a cabo proyectos en áreas donde la infraestructura eléctrica es limitada. La falta de disponibilidad de puntos de inyección puede retrasar o impedir la ejecución de proyectos, lo que afecta directamente la generación de ingresos.

Círculo enfrenta obstáculos relacionados con la disponibilidad de puntos de inyección en la red eléctrica y un ciclo de desarrollo largo y costoso. Estas son las áreas clave de preocupación que la empresa debe abordar para garantizar su crecimiento y sostenibilidad a largo plazo. Dado todo lo anterior se plantea buscar una estrategia que permita diversificar las fuentes de ingreso, así como asegurar el crecimiento a mediano y largo plazo.

Ilustración 3 Árbol de Alternativas



DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA, INSIGHTS Y CONCLUSIONES DE ESTE

En la sección previa “Entendiendo el desafío”, desarrollamos la problemática presentada, primero realizando un análisis interno de Círculo, para luego mediante un árbol de alternativas llegar a vislumbrar posibles espacios de recomendación. De este proceso metodológico nacen los siguientes *insights*:

1. **Agotamiento de la industria medular:** La industria en la que opera Círculo Ingeniería, especialmente en el segmento de proyectos PMGD, está mostrando signos de agotamiento. Esto se refleja en la limitación de puntos de inyección en la red eléctrica y el vertimiento de energía en ciertas horas del día. Además, esta situación ha llevado a la quiebra de algunas empresas en el norte de Chile. Este insight destaca la urgente necesidad de diversificar las fuentes de ingresos y explorar nuevas oportunidades de negocio para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento de Círculo Ingeniería. Deben así considerarse estrategias que permitan a Círculo adaptarse a las cambiantes condiciones de la industria y evitar los riesgos asociados con la dependencia de un único segmento de mercado.
2. **Potencial de diversificación basado en características técnicas y culturales:** Círculo Ingeniería cuenta con las características necesarias, tanto a nivel técnico como cultural, que le permiten adentrarse en nuevas oportunidades de negocio. La plana ejecutiva de la empresa muestra una predisposición a asumir riesgos y una cultura de investigación centrada en las nuevas tendencias del mercado de las energías.

Este insight es fundamental, ya que resalta la capacidad de la empresa para adaptarse y diversificarse con éxito en nuevas áreas de negocio. La disposición a asumir riesgos y la cultura de investigación son activos valiosos que pueden ser aprovechados para explorar y aprovechar oportunidades emergentes, como la industria del hidrógeno verde.

La combinación de características técnicas y culturales favorables en Círculo Ingeniería puede ser un activo estratégico importante en su búsqueda de una diversificación efectiva y en la entrada en mercados en crecimiento, lo que puede contribuir a resolver la problemática identificada.

3. **Potencial de apoyo externo para la diversificación:** Círculo tiene acceso a una red de contactos, inversionistas, empresas clientes y proveedores que podrían respaldar y promover una nueva línea de negocio en un mercado emergente. Este insight destaca la importancia de las relaciones comerciales establecidas y la red de contactos de la empresa como activos estratégicos.

El respaldo de inversionistas interesados en la diversificación y la colaboración con empresas clientes y proveedores puede desempeñar un papel fundamental en el éxito de la expansión hacia un mercado emergente, como el del hidrógeno verde. Estas relaciones pueden proporcionar no solo financiamiento, sino también conocimiento, oportunidades de colaboración y acceso a recursos clave, así como también, ayudar en la reducción del riesgo financiero.

En resumen, este insight resalta la ventaja que representa la red de contactos y los posibles inversionistas, lo que podría facilitar la implementación de una nueva estrategia de negocio y abordar la dependencia de ingresos en proyectos PMGD.

Para concluir, Círculo Ingeniería se enfrenta a una problemática significativa derivada de su fuerte dependencia de los proyectos PMGD, los largos ciclos de desarrollo y la limitación de puntos de inyección

en la red eléctrica. Esta dependencia excesiva la expone a riesgos financieros y de crecimiento, lo que requiere una estrategia efectiva para abordar la situación.

Sin embargo, los insights generados a partir de un análisis interno y un árbol de alternativas indican que la empresa tiene activos clave que pueden aprovecharse. La percepción de agotamiento de la industria medular, combinada con las características técnicas y culturales favorables de Círculo, destaca la necesidad de diversificar las fuentes de ingresos y explorar nuevas oportunidades de negocio, como la industria del hidrógeno verde. Además, la red de contactos y los posibles inversores proporcionan un valioso respaldo para una estrategia de diversificación.

En este sentido, la industria del hidrógeno verde representa una prometedora oportunidad para Círculo Ingeniería, dada su experiencia en el desarrollo de proyectos de pequeña y mediana escala, y su adopción temprana en el uso de hidrógeno en transporte. Para abordar la problemática y garantizar un crecimiento sostenible a largo plazo, es fundamental que la empresa desarrolle un plan estratégico sólido que incluya la diversificación de sus operaciones hacia el hidrógeno verde y la explotación de sus ventajas técnicas y culturales, respaldadas por sus contactos y posibles inversores.

En última instancia, esta estrategia puede ayudar a Círculo Ingeniería a reducir su dependencia de su principal fuente de ingresos, mitigar los riesgos asociados con la industria medular y garantizar un futuro más sólido y próspero en el cambiante panorama de las energías en Chile y en el resto del mundo.

RECOMENDACIONES DEL DESAFIO

Dadas las incertidumbres en la emergente industria del hidrógeno verde y la dependencia de Círculo de proyectos PMGD en un mercado energético en crisis, se propone una estrategia de diversificación. Esta estrategia se apoya en la capitalización de las fortalezas actuales de la empresa, como su cultura de investigación y disposición para asumir riesgos calculados, en respuesta a un mercado en constante cambio.

La recomendación se basa en dos pilares esenciales:

En primer lugar, se propone la implementación de una estrategia go-to-market enfocada en potenciales clientes estratégicos, como el sector del transporte, la industria química o la generación de energía, que buscan reducir su huella de carbono y mejorar su reputación ambiental. Comprendiendo profundamente las demandas de estos sectores, Círculo estaría en posición de ofrecer soluciones personalizadas y sostenibles, capitalizando así un mercado en constante evolución.

En segundo lugar, se sugiere el desarrollo de una nueva capacidad para abordar la incertidumbre de costos y de *timings* de entrada en proyectos de hidrógeno. Podría involucrar la adaptación de herramientas existentes, la creación de modelos predictivos o la implementación de estrategias innovadoras para evaluar y mitigar los riesgos de mercado en proyectos de hidrógeno. Al adquirir esta nueva capacidad, Círculo estaría posicionándose para ofrecer soluciones más sólidas y adaptadas a las necesidades de sus clientes, demostrando su compromiso con la eficiencia y sostenibilidad.

En resumen, esta estrategia de diversificación en la industria del hidrógeno verde se centraría primero en la implementación de una estrategia de mercado enfocada y luego en el desarrollo de una nueva capacidad para abordar la incertidumbre de mercado. La implementación de esta estrategia no solo diversificará los ingresos de Círculo, sino que también le permitirá adaptarse a las tendencias del mercado, ampliar su

portafolio de proyectos (de consultoría y/o de desarrollo), lograr una mayor estabilidad financiera y consolidar su posición como líder en la transición hacia una energía más limpia y sostenible en Chile.

Estrategia go-to-market

Dentro de la recomendación de diversificación de negocio para Círculo Ingeniería, el pilar "Estrategia Go-to-Market" se presenta como un componente esencial que, como asesores externos, consideramos crucial para el éxito en la incipiente industria del hidrógeno verde.

En un contexto de mercado caracterizado por su dinamismo y competencia, la habilidad de identificar oportunidades, determinar la mejor forma de abordarlas y, finalmente, alcanzar a los públicos objetivos es de suma importancia. Para lograr este propósito, hemos desglosado este pilar en dos componentes centrales: el análisis de mercado y el despliegue de estrategias de venta de servicios de consultoría en hidrógeno verde.

Análisis de Mercado:

Este análisis consiste en la clasificación y segmentación cuidadosa de los posibles públicos a los que Círculo Ingeniería busca dirigirse. Cada segmento de mercado identificado posee sus propias necesidades y particularidades. Nuestra tarea como asesores es presentar a cada uno de estos segmentos propuestas de valor que sean sólidas, persuasivas y efectivas.

1. **Inversionistas:** Empezaremos nuestro análisis por un segmento clave, el de los inversionistas. Este grupo incluye una amplia gama de perfiles, desde fondos de inversión hasta inversionistas individuales con un enfoque en sostenibilidad y grandes instituciones financieras interesadas en generar un impacto social y ambiental, además de retornos financieros. Para estos actores, nuestra propuesta de valor enfatizará la oportunidad de invertir en una tecnología emergente y de rápido crecimiento, en un país que tiene un enorme potencial dadas sus condiciones de irradiación solar y velocidades del viento, subrayando la importancia del hidrógeno verde en la transición energética y su potencial para generar un impacto positivo en términos medioambientales y sociales.
2. **Empresas sujetas a regulaciones medioambientales:** Otro segmento prioritario es el de las empresas que se ven obligadas a cumplir regulaciones locales e internacionales en relación a su huella de carbono. Para estas organizaciones, ofreceremos proyectos PMGD con hidrógeno verde como una solución efectiva para cumplir con las normativas actuales y futuras. En nuestra propuesta de valor, resaltaremos cómo la adopción del hidrógeno verde puede resultar en ahorros significativos a largo plazo al evitar multas y la interrupción de operaciones.
3. **Empresas que buscan mejorar su imagen corporativa:** Además, nos enfocaremos en aquellas empresas, como las del sector minero y otros que explotan recursos naturales, que desean mejorar su percepción pública y reparar su reputación. Nuestra propuesta de valor a este segmento resaltarán cómo la inversión en proyectos PMGD con hidrógeno verde puede mejorar significativamente la relación con clientes y la percepción pública. Destacaremos cómo esta inversión puede posicionarlas como líderes en sostenibilidad y responsabilidad social, abriendo nuevas oportunidades de mercado y fortaleciendo la lealtad de los clientes.
4. **Empresas interesadas en la transición al hidrógeno verde:** Finalmente, dirigiremos nuestra atención hacia empresas que desean liderar la transición hacia el hidrógeno verde. Este grupo

abarca desde aquellas que ya han incluido esta transición en su plan estratégico hasta las que buscan adoptar tecnologías de vanguardia para mejorar su sostenibilidad y eficiencia. En nuestra propuesta de valor, subrayaremos que la transición al uso del hidrógeno verde no es solo una decisión medioambiental o social, sino una inversión estratégica con beneficios a largo plazo que mejora la eficiencia y el posicionamiento en el mercado.

Este análisis de mercado forma la base de la estrategia de ventas de Círculo Ingeniería en la industria del hidrógeno verde. En la siguiente etapa, exploraremos el despliegue de diversas tácticas de venta, desde ventas directas hasta colaboraciones con otras empresas, presencia en línea, exportación y participación en eventos y ferias. Cada una de estas estrategias nos acercará al objetivo final de liderar la transición hacia una energía más limpia y sostenible en Chile.

Despliegue para la Venta de Asesorías:

En el marco de la estrategia de ventas de Círculo Ingeniería en la industria del hidrógeno verde, la implementación efectiva de esta estrategia es fundamental para asegurar el éxito en el mercado. La diversificación del negocio hacia la consultoría en hidrógeno verde implica el uso de múltiples enfoques y tácticas que aprovechan los activos y recursos existentes, así como la creación de nuevos puntos de entrada al mercado. A continuación, se describen los componentes clave de esta estrategia de despliegue para la venta de asesorías:

1. Ventas directas:

- La incorporación de un equipo especializado en ventas directas que se enfoque en clientes B2B es fundamental. Este equipo deberá estar preparado para establecer contacto directo con posibles clientes a través de visitas a terrenos, llamadas telefónicas y reuniones virtuales.
- Además, será esencial proporcionar a este equipo datos de mercado, proyecciones financieras y de costos, y estudios de casos sólidos que respalden las propuestas presentadas. Esto permitirá a Círculo Ingeniería brindar consultorías y análisis detallados de proyectos PMGD con hidrógeno verde, así como demostrar cómo esta tecnología puede integrarse en las operaciones existentes de los clientes, proporcionando un valor claro y concreto.

2. Colaboración con empresas:

- Círculo Ingeniería ya ha establecido relaciones sólidas con empresas en su industria. Estas relaciones pueden aprovecharse para crear alianzas estratégicas que permitan la realización de nuevos proyectos o asesorías en hidrógeno verde.
- A medida que se buscan colaboraciones, será importante identificar sinergias y beneficios mutuos para desarrollar propuestas en colaboración que tengan un alcance mayor que las ofertas individuales. Esto no solo ampliará la red de Círculo Ingeniería, sino que también permitirá llegar a un público más amplio y diverso.

3. Presencia en la Web:

- La página web de Círculo Ingeniería, que ya está establecida, debe ser actualizada para reflejar su nueva área de enfoque en hidrógeno verde. Esto incluye destacar el hidrógeno verde en la portada y en la descripción de los servicios prestados.
- La web debe proporcionar información que resalte las ventajas y aplicaciones del hidrógeno verde y mostrar ejemplos de clientes con los que la empresa ya ha trabajado. Además, debe mantenerse actualizada con noticias, proyectos y casos de estudio relacionados con el tema. Una presencia web efectiva aumentará la visibilidad de Círculo Ingeniería ante potenciales clientes que buscan proyectos relacionados con el hidrógeno verde.

4. Internacionalización:

- Dado que Círculo Ingeniería ya tiene experiencia en trabajar en diferentes países, la exploración de oportunidades de exportación de proyectos de hidrógeno verde a mercados internacionales es una opción viable.
- Sin embargo, para tener éxito en la exportación, es fundamental adaptar las ofertas a las necesidades específicas y regulaciones de cada mercado objetivo. Esto requerirá un enfoque cuidadoso y un profundo conocimiento de las dinámicas globales en la industria del hidrógeno verde.

5. Participación en eventos, asociaciones y ferias:

- La participación activa en eventos relevantes, asociaciones del sector y ferias comerciales es una estrategia efectiva para presentar las soluciones y servicios que ofrece Círculo Ingeniería al mercado.
- Estas oportunidades permitirán que la empresa muestre su experiencia y competencias en hidrógeno verde, lo que puede atraer a posibles clientes y socios estratégicos.

En conjunto, esta estrategia de despliegue para la venta de asesorías permitirá a Círculo Ingeniería abordar de manera efectiva y multifacética el mercado de hidrógeno verde, aprovechando tanto sus recursos existentes como nuevas oportunidades para impulsar el crecimiento y la expansión en esta industria emergente y dinámica.

Nueva capacidad para abordar la incertidumbre de costos y timings de entrada en proyectos de hidrógeno

En el contexto de nuestra estrategia de diversificación hacia la prometedora industria del hidrógeno verde, resulta imperativo comprender en profundidad los factores que determinarán el éxito y la viabilidad de este movimiento estratégico. La transición hacia una fuente de energía más sostenible en Chile no solo se basa en la intuición, sino en una comprensión sólida de los costos de producción, su evolución en el tiempo y su competitividad en comparación con alternativas convencionales.

Este pilar de nuestra estrategia se centra en explorar minuciosamente el "costo nivelado de la energía eléctrica" (LCOE) y el "costo nivelado del hidrógeno" (LCOH₂), dos métricas fundamentales que nos

proporcionarán información valiosa sobre la competitividad de los proyectos de hidrógeno verde en nuestra región de interés.

En las próximas secciones, profundizaremos en los resultados obtenidos, destacando los $LCOH_2$ calculados para diversas áreas geográficas en el norte de Chile, y examinando su sensibilidad ante cambios en dos factores cruciales: el gasto de capital (CAPEX) y el costo de la energía eléctrica. Esta evaluación detallada respaldará nuestra estrategia de diversificación al ofrecer una visión clara de la viabilidad económica de proyectos de hidrógeno verde.

Este análisis será fundamental para tomar decisiones informadas en la búsqueda de una energía más limpia y sostenible, permitiendo capitalizar las fortalezas actuales y avanzar con confianza en este nuevo terreno de oportunidades.

Costo nivelado de la energía eléctrica y del hidrógeno verde

El desarrollo de un mercado de hidrógeno verde dependerá de cuán competitivo sea su costo de producción, en comparación con los costos de combustibles alternativos, como el hidrógeno gris o el diésel.

El objetivo de esta sección es mostrar una estimación de los costos de producción actuales en el norte de Chile, su composición y la sensibilidad de estos ante cambios en el CAPEX y en el costo de la energía eléctrica, que son los dos factores que mayor incidencia tienen en el costo de producción.

A continuación, se procede a analizar el costo nivelado de la energía eléctrica (LCOE) producida a partir de energía solar, y el costo nivelado del hidrógeno ($LCOH_2$), producido a través de electrólisis, haciendo uso de electricidad de fuente solar. Las definiciones de LCOE y $LCOH_2$ se detallan en el Anexo No 01.

Los resultados presentados se obtienen del modelo de estimación de costos desarrollado por Fraunhofer Chile Research Foundation, disponible en la “Plataforma de Hidrógeno Solar en el Norte de Chile”, www.exploradorhidrogenoverde.cl.

Este modelo realiza una simulación de una planta híbrida óptima, que combina energía solar de concentración (CSP) con almacenamiento de energía térmica (TES) y energía fotovoltaica (PV). Los cálculos tienen un alcance limitado en cuanto a precisión, en tanto no incluyen costos indirectos, como el costo del terreno, de desarrollo y permisos, y de capital humano. No obstante, constituyen una estimación inicial razonable, pues incorporan los factores que mayor incidencia tienen en la producción de energía.

En la tabla No. 1 se presenta el LCOE calculado para diez áreas geográficas entre la XV Región de Arica y Parinacota y la IV Región de Coquimbo, con sus respectivas configuraciones de planta PV y CSP, los CAPEX correspondientes, y factores de planta resultantes.¹ La potencia máxima de la planta solar híbrida se calcula en función de la potencia instalada de las unidades PV y CSP.²

¹ Esta tabla presenta un resumen de los principales parámetros incorporados en la estimación de costos. El detalle de los parámetros restantes utilizados, incluyendo los de potencial solar para cada zona geográfica, se presentan en el Anexo. No. 02. La evaluación económica se realiza con un horizonte de evaluación de 40 años, con un costo de capital igual a 7% anual.

² De acuerdo con la descripción técnica del modelo desarrollado por Fraunhofer Chile, para determinar la potencia de estas unidades, se utiliza un algoritmo que busca igualar la cantidad máxima de potencia generada por las unidades independientes con la potencia máxima de la planta híbrida, al menor LCOE.

Tabla No. 1: Costo nivelado de la energía eléctrica en distintas localidades del norte de Chile

Provincia	Región	Altitud [msnm]	Potencia máxima Planta Solar Híbrida [MWp]	Potencia PV [MW]	Potencia CSP [MW]	Factor de Planta	CAPEX CSP [USD / kW]	CAPEX PV [USD / kW]	LCOE [USD / MWh]
Arica	Arica y Parinacota	1,048	150	200	50	0.59	3,377	655	39.7
Tamarugal	Tarapacá	1,371	130	50	100	0.65	3,593	741	49.5
Tamarugal	Tarapacá	4,280	100	100	50	0.54	3,215	676	48.7
El Loa	Antofagasta	2,609	130	50	100	0.62	3,485	741	50.7
Chañaral	Atacama	1,884	80	50	50	0.55	3,112	795	49.2
Copiapó	Atacama	926	110	50	100	0.69	3,598	741	55.7
Huasco	Atacama	467	110	100	50	0.48	3,417	725	52.1
Elqui	Coquimbo	1,100	60	50	50	0.65	3,326	795	58.0
Limarí	Coquimbo	299	100	50	100	0.64	3,701	741	67.1
Limarí	Coquimbo	429	80	100	50	0.58	3,449	725	58.9

Puede apreciarse que el LCOE se ubica en un rango de 39,7 a 67,1 USD por MWh, con potencias máximas instaladas (planta híbrida) que varían entre 60 MW y 150 MW, y factores de planta entre 48% y 69%. La ubicación evaluada en la XV Región de Arica y Parinacota es muy competitiva en términos de LCOE, gracias a sus buenos índices de irradiación global horizontal (GHI) e irradiación normal directa (DNI), lo que permite además seleccionar una potencia instalada óptima significativa. Lo contrario sucede en el Valle de Limarí, en donde los índices de irradiación solar son bastante menores, con una potencia instalada también menor. Los CAPEX utilizados son similares en las distintas zonas geográficas evaluadas, por lo que no son fuente significativa de variación en el LCOE entre las distintas zonas.

Tabla No. 2: Costo nivelado del hidrógeno en distintas localidades del norte de Chile

Provincia	Región	Altitud [msnm]	PEM Cantidad anual producida [ton H ₂]	ALK Cantidad anual producida [ton H ₂]	PEM LCOH ₂ [USD / kg]	ALK LCOH ₂ [USD / kg]
Arica	Arica y Parinacota	1,048	12,039	13,339	5.59	3.46
Tamarugal	Tarapacá	1,371	12,104	13,422	5.75	3.82
Tamarugal	Tarapacá	4,280	7,539	8,338	6.34	4.03
El Loa	Antofagasta	2,609	11,795	13,090	5.89	3.91
Chañaral	Atacama	1,884	6,066	6,708	6.35	4.05
Copiapó	Atacama	926	10,481	11,591	6.06	4.13
Huasco	Atacama	467	7,260	7,955	7.02	4.17
Elqui	Coquimbo	1,100	5,353	5,926	6.38	4.33
Limarí	Coquimbo	299	8,464	9,323	7.08	4.89
Limarí	Coquimbo	429	6,406	7,061	6.75	4.51

A continuación, en la tabla No. 2, se procede a evaluar el LCOH₂ para las zonas geográficas analizadas anteriormente. Se presentan resultados para las dos tecnologías de electrólisis que mayor desarrollo

presentan en la actualidad: electrolizador alcalino (ALK) y electrolizador de membrana de intercambio de protones (PEM).

El LCOH₂ para la tecnología PEM varía entre 5,59 y 7,08 USD por kg de H₂, en tanto que para la tecnología ALK lo hace entre 3,46 y 4,51 USD por kg. En términos generales, la escala productiva varía entre 5.353 y 13.422 toneladas anuales de H₂.

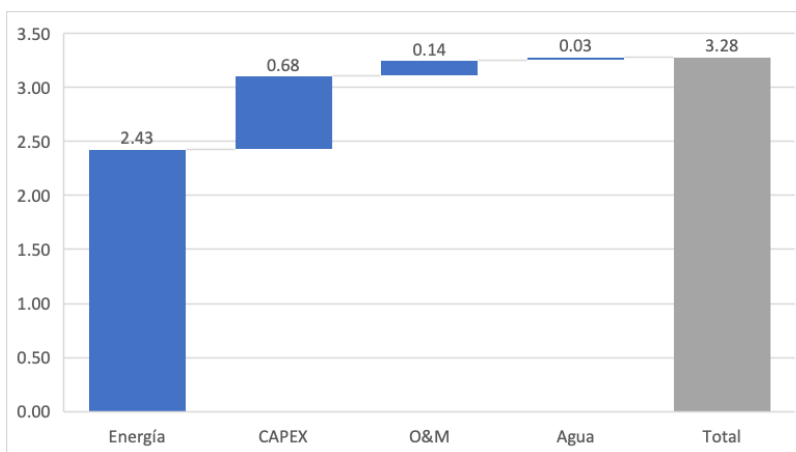
Análisis de sensibilidad

En el gráfico No. 1 se presenta la descomposición del costo nivelado del hidrógeno, tomando como ejemplo una planta con capacidad instalada de electrólisis de 10 MW, con CAPEX igual a 700 USD / kW, costos operativos y de mantenimiento (O&M) del 2% del CAPEX, costo de la energía eléctrica igual a 45 USD / MWh, costo del agua igual a 3 USD / m³ y un factor de uso del electrolizador del 60%.

El ejemplo supone el uso de un electrolizador alcalino, con un consumo específico de 54 kWh / kg H₂, con un horizonte de evaluación de 20 años, y un costo de capital de 7%. Esta configuración de planta y parámetros financieros implican un LCOH₂ igual a USD 3,28 / kg H₂.

En términos porcentuales, el costo de la energía eléctrica tiene una participación del 74%, el CAPEX un 21%, los costos de operación y mantenimiento un 4%, y el costo del agua un 1%. Por lo tanto, puede intuirse que el costo nivelado del hidrógeno es particularmente sensible a cambios en el costo de la energía eléctrica, en el CAPEX y en el factor de uso del electrolizador.

Gráfico No. 1: Desglose del costo nivelado del hidrógeno (USD / kg H₂)



En la tabla No. 3 se presenta el análisis de sensibilidad ante cambios en dichos factores. Puede observarse que el incremento de USD 100 por kW en el CAPEX, implica un aumento de USD 0,07 en el LCOH₂. Asimismo, un incremento de USD 10 / MWh en el costo de la energía eléctrica implica un aumento de USD 0,54 en el LCOH₂.

Por último, el incremento en el factor de uso del electrolizador tiene una incidencia no lineal en el LCOH₂. Esta incidencia es mayor en cuanto menor sea el factor de uso del electrolizador. Así, un cambio de 40% a 60% en el factor de uso implica una disminución de USD 0,35 en el LCOH₂, en tanto que un cambio de 80% a 100% implica una disminución de USD 0,11 en el LCOH₂.

Tabla No. 3: Sensibilidad del costo nivelado de hidrógeno a cambios en CAPEX, costo de la energía y % de uso del electrolizador

		CAPEX Electrolizador [USD / kW]			
		400	500	600	700
Costo Electricidad [USD / MWh]	30	1.94	2.01	2.08	2.15
	40	2.48	2.55	2.62	2.69
	50	3.02	3.09	3.16	3.23
	60	3.56	3.63	3.70	3.77
		% Uso Electrolizador			
		100%	80%	60%	40%
Costo Electricidad [USD / MWh]	30	2.07	2.18	2.36	2.71
	40	2.61	2.72	2.90	3.25
	50	3.15	3.26	3.44	3.79
	60	3.69	3.80	3.98	4.33

La importancia de los análisis anteriores, y de proveer a Círculo Ingeniería con los resultados correspondientes, radica en la necesidad de evaluar la viabilidad económica, actual y futura, del desarrollo de proyectos de producción de hidrógeno verde. Durante los meses transcurridos en el desarrollo de nuestra investigación, hemos realizado ejercicios de simulación de costos, en conjunto con Círculo, que le han permitido adquirir una visión más clara sobre esa viabilidad. Los resultados que se presentan en este informe, constituyen una muestra de la información discutida en reuniones semanales con Círculo Ingeniería.

Producción de hidrógeno verde

Según cifras de la Agencia Internacional de Energía (IEA), en su *Global Hydrogen Review* publicado en septiembre de 2023, se espera un incremento en la producción anual de hidrógeno verde desde 100 mil toneladas en 2022, a más de 20 millones de toneladas en 2030. Estas cifras se calculan a partir de los proyectos que han sido anunciados a nivel global, y que se encuentran en distintas etapas de evaluación. Solamente un 4% de estos proyectos se encuentra en etapa FID (final investment decision). Latinoamérica podría alcanzar 6 millones de toneladas al 2030, en donde Chile participaría con un 45% de los proyectos anunciados.

En términos de capacidad instalada de electrólisis, se espera un incremento desde 0.7 GW en 2022, a más de 400 GW en 2030.

Según el documento *Renewable Hydrogen in Latin America and the Caribbean*, publicado por LAC Green Hydrogen Action en agosto de 2023, a esa fecha se tiene registro de 140 proyectos en Latinoamérica y el Caribe, en distintas etapas de desarrollo. Chile cuenta con 5 proyectos en operación, y 45 en desarrollo.

Muchos de estos proyectos **en desarrollo**, especialmente los de mayor escala, tienen como objetivo la producción de amoníaco (a través de la producción de hidrógeno) para exportación. Otros, en menor cantidad, buscan sustituir el uso de combustibles fósiles en procesos industriales o transporte.

Por ejemplo, el Green Steel Project, impulsado por Siderúrgica Huachipato (CAP), en la Región del Biobío, busca reemplazar el uso de coque en la producción de acero. Otro, el proyecto Quintero Bay H₂

Hub, en desarrollo por parte de GNL Quintero, Enagás y Acciona Energía, en la Región de Valparaíso, tiene como objetivo la producción de hidrógeno para el mercado doméstico, en usos como blending (mezcla con gas natural), o como reemplazo de otros combustibles (carbón, diésel) en procesos industriales, minería y puertos.

Otro proyecto destinado a usos internos es el del Puerto de San Antonio, en desarrollo en conjunto con Solek, en la Región de Valparaíso, que busca proveer energía a los equipos y operaciones del puerto (eventualmente exportaciones también).

Nuestra recomendación para Círculo Ingeniería es priorizar su oferta de servicios (consultoría, desarrollo) en proyectos de producción de hidrógeno para usos internos, principalmente en el sector Transporte (carga pesada, pasajeros), por las siguientes razones:

- La escala de capacidad instalada y de producción es menor y, por lo tanto, en un rango que es más abordable para Círculo. Según nuestras estimaciones, un electrolizador de 10 MW podría producir hasta 1,6 ton H_2 / año. Lo que es equivalente a 320 mil estanques de un vehículo SUV o a 45 mil estanques de un bus de pasajeros. Esta escala, por lo tanto, permitiría atender una demanda considerable de hidrógeno por parte de distintos tipos de buses o camiones.
- Son casos de uso temprano, de acuerdo con los roadmaps publicados en países como Estados Unidos.
- Tamaño de mercado. Según la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, las aplicaciones en camiones mineros, transporte de carga pesada, y transporte de pasajeros de larga autonomía, registran los mayores valores potenciales de mercado al 2050.
- Ya existen pilotos en operación en Chile, y el gobierno se encuentra estudiando mecanismos regulatorios para desarrollar este mercado de forma temprana (ver sección a continuación).

Uso de hidrógeno en el Sector Transporte

Según cifras publicadas por la IEA, el consumo de hidrógeno bajo en emisiones en el sector Transporte más que se duplicó en los últimos 2 años. China, Corea del Sur, EE. UU. y Europa lideran el crecimiento.

En Chile se registran pilotos representativos, tanto de producción como de uso de hidrógeno. Uno de ellos es el de Engie - Walmart, ubicado en el centro de distribución de la cadena de supermercados, en Quilicura, Santiago. Este tiene como objetivo la sustitución de baterías de plomo-ácido por celdas de hidrógeno, en 259 grúas horquilla. El hidrógeno es producido a través de una planta de energía fotovoltaica, que alimenta un electrolizador con 0.6 MW de capacidad instalada.

Otro ejemplo es la planta Haru Oni, desarrollada por las empresas HIF, Enel Green Power, Siemens, Gasco, ENAP, Porsche y Exxon Mobile. Es una planta demostrativa, ubicada en la Región de Magallanes, y que tiene por objetivo la producción de combustible sintético (e-fuel) para ser utilizado en el sector automotor (a principios de 2023 se exportaron 2.600 litros de e-fuels al Reino Unido, para pruebas y experimentación). Su configuración de planta consiste en un aerogenerador de 3.4 MW y un electrolizador de 1.2 MW.

HIF se encuentra gestionando un segundo proyecto de este tipo, de escala comercial, denominado Cabo Negro, en la Región de Magallanes, y que tiene por objetivo la producción de hasta 173.600 toneladas de e-metanol, que puede ser convertido a e-fuel. HIF busca desarrollar mercados de exportación para este tipo de combustibles.

El Gobierno de Chile se encuentra activamente investigando el uso de hidrógeno en el transporte público de pasajeros y en el transporte de carga pesada. En diciembre de 2021, la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en conjunto con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y el Ministerio de Energía, publicaron la “Evaluación técnico-económica de la implementación de un bus de hidrógeno en el Sistema de Transporte Metropolitano”. En el estudio se concluye que es factible técnicamente su implementación en los recorridos 506, 424 y 104 del Sistema RED. Además, indica que los buses a hidrógeno, dado su menor tiempo de carga, podrían estar un 28% más de tiempo en operación, que los buses eléctricos convencionales.

En diciembre de 2022, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones publicó el documento “Consulta al mercado (RFI) de operación de camión a hidrógeno por vías públicas de Chile”. En este documento se manifiesta el interés por parte del Gobierno de “impulsar la generación de asociaciones estratégicas en la cadena de valor .. a la vez que se generan los incentivos para una transformación del sector y para crear en forma temprana un ecosistema de servicios complementarios anexos” (página 4).

Impacto en ingresos para Círculo Ingeniería

De acuerdo a información provista por Círculo Ingeniería, el costo de desarrollo (ajustado por riesgo) de un proyecto PMGD de 9 MW es de MUSD 252, con un precio de venta de MUSD 630. La empresa indica que el precio de venta de los proyectos, en términos generales, representa un 4% del CAPEX del proyecto. En la tabla a continuación, se presenta el ingreso marginal (aumento en ingresos) por la introducción de la etapa de electrólisis en el desarrollo de un proyecto, para distintos valores de CAPEX, suponiendo una capacidad instalada de electrólisis de 9 MW.

USD / kW	Ingreso marginal
	MUSD
500	180
750	270
1000	360
1250	450
1500	540

De esta manera, en un escenario optimista en términos de costo de la tecnología de electrólisis, con un CAPEX de USD 500 por kW instalado, el precio de venta de un proyecto de 9 MW se incrementaría en MUSD 180, lo que representa el 29% del precio de venta actual. Así, manteniendo todo lo demás constante, los ingresos de la empresa se incrementarían en ese porcentaje.

Según cifras de la Agencia Internacional de Energía (IEA), en su *Global Hydrogen Review* publicado en septiembre de 2023, en el 2023 el precio de venta de los electrolizadores ha aumentado a un rango de USD 1750 a USD 2000 por kW de capacidad instalada. Esto ha ocurrido por la fuerte demanda de este tipo de equipos a nivel mundial. No obstante, se encuentran en construcción nuevas fábricas de electrolizadores en distintos países, por lo que es de esperar que en 2025 el rango de precios disminuya a USD 800 a USD 1000, y en 2030 a USD 750. Suponiendo que este escenario se cumpliera, en 2030 el precio de venta de los proyectos aumentaría en MUSD 270, lo que representa el 43% del precio de venta actual de un proyecto de 9 MW de capacidad instalada.

Conclusiones

En conclusión, la implementación de esta recomendación estratégica brinda a Círculo Ingeniería la oportunidad de diversificar su negocio de manera significativa en un mercado de rápido crecimiento y transformación. Al abordar la industria del hidrógeno verde, la empresa podrá aprovechar su experiencia y recursos actuales, buscando nuevas oportunidades de negocio en la transición hacia una energía más limpia y sostenible en Chile. La estrategia go-to-market y la capacidad analítica para fijar expectativas sobre los costos en proyectos de hidrógeno, son herramientas esenciales que permitirán a Círculo ofrecer soluciones y servicios sólidos y personalizados a un amplio espectro de clientes, desde inversionistas hasta empresas con necesidades de cumplimiento medioambiental y mejoras en su imagen corporativa. Esta diversificación no solo aumentará los ingresos, sino que también fortalecerá la estabilidad financiera de Círculo y la consolidará como un actor partícipe en el camino hacia un futuro más sostenible. La visión, el conocimiento técnico y la capacidad de adaptación de Círculo Ingeniería son activos que pueden desempeñar un papel fundamental en la transformación del panorama energético chileno, brindando beneficios tanto a la empresa como a la sociedad en su conjunto.

BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

- AngloAmerican. **Estudio Valle de Hidrógeno Verde Zona Central de Chile**. Junio, 2023
- AngloAmerican. **Reporte de Sustentabilidad**. 2022.
- Avilés, Camilo. **El nuevo mapa del hidrógeno verde de Chile**. Ministerio de Energía. Noviembre, 2021.
- Boese Cortés, I. and Soto, I. **Renewable Hydrogen in Latin America and the Caribbean: Opportunities, Challenges and Pathways**. LAC Green Hydrogen Action. Santiago, Agosto de 2023.
- Corporación Alta Ley, SAMMI Clúster Minero Andino. **Roadmap para la implementación del hidrógeno verde en la minería de Chile y Perú**. 2023.
- Deloitte. **Green Hydrogen: Energizing the path to net zero**. 2023.
- Department of Energy, United States of America. **U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap**. June 2023.
- Gobierno de Chile. **Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde**. Noviembre, 2020.
- Hydrogen Council, McKinsey & Company. **Hydrogen Insights 2023**. May 2023.
- International Energy Agency (IEA). **Global Hydrogen Review 2023**. September, 2023.
- International Energy Agency (IEA). **Global Hydrogen Review 2022**. September, 2022.
- International Energy Agency (IEA). **Energy Technology Perspectives**. January 2023.
- International Energy Agency (IEA). **The future of hydrogen**. June 2019.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). **Making the breakthrough. Green hydrogen policies and technology costs**. 2021.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. **Consulta al mercado (RFI) de operación de camión a hidrógeno por vías públicas en Chile**. Diciembre, 2022.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía. **Evaluación técnico-económica implementación bus de hidrógeno en Sistema de Transporte Metropolitano**. Diciembre, 2021.
- Tang O., Rehme J., Cerin P. **Levelized cost of hydrogen for refuelling stations with solar PV and wind in Sweden: On-grid or off-grid?** Energy, December, 2021.
- González J., Hernández F., Menéndez D., Rodríguez M. FRV. **Posibles modelos de negocio para proyectos de hidrógeno verde: off-takers y aplicaciones del hidrógeno y sus derivados, costos asociados, logística y periodos de construcción, O&M y análisis de casos de éxito de proyectos de hidrógeno verde**. https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2021/07/Segunda-sesión_Modelos-de-Negocio_H2-verde.pdf
- Lazard. **Lazard's Levelized Cost of Hydrogen Analysis**. June 2021.
<https://www.lazard.com/media/12qcx11j/lazards-levelized-cost-of-hydrogen-analysis-vf.pdf>
- World Economic Forum. **Green Hydrogen in China: A roadmap for progress**. June 2023.
- Ministerio de Energía. **Hoja de Ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile**, Septiembre 2015
- Ministerio de Energía. **Estrategia Nacional Hidrógeno Verde**. Noviembre, 2020

- Biblioteca del Congreso. **Matriz energética y eléctrica en Chile** (asesoría Técnico-parlamentaria). Septiembre 2021
- Ministerio de Energía. **Planificación Energética de largo plazo (PELP)**. Agosto 2021
- IRENA. **Decarbonising end-use sectors: Green Hydrogen Certification**. 2022
- Gobierno de Chile. **Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a Proyectos de Hidrógeno Verde, Servicio de Evaluación Ambiental**. Enero, 2022.
- Biblioteca del Congreso. **Ley 21.305 Eficiencia Energética**. Febrero, 2021.
- Biblioteca del Congreso. **Ley 21.505 Promueve el almacenamiento de Energía Eléctrica y la electromovilidad**. Noviembre, 2022.
- Ministerio de Energía. **Resolución 13 EXENTA: Listado Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía (CCGE)**. Marzo, 2023.
- Ministerio Secretaría General de la República. **Boletín N° 14.755-08 Indicaciones al proyecto de Ley que impulsa la participación de las energías renovables en la matriz energética nacional**. Diciembre 2022.
- Ministerio Secretaría General de la República. **Mensaje N° 391-369, de S.E. el Presidente de la República con el que inicia un proyecto de ley que impulsa la producción y uso de hidrógeno verde**. Noviembre, 2021.
- International Journal of Hydrogen Energy. **Solar-powered Hydrogen Refueling Stations: A techno-economic análisis**. Diciembre, 2019.
- International Journal of Hydrogen Energy. **A Techno-Economic Analysis of solar hydrogen production by electrolysis in the north of Chile and the case of exportation from Atacama Desert to Japan**. Agosto, 2020.
- Journal of Hydrogen Energy. **Techno-economic analysis of photovoltaic hydrogen refueling station case study: A transport company Tunis-Tunisia, International**. Noviembre, 2021.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- PMGD: Pequeños Medios Generación Distribuidos.
- Ready to build: Tipo de proyecto de generación eléctrica que tiene la característica que se enfoca solo en la fase inicial de estos, dejando todos los estudios, permisos y terrenos listos para empezar a construir y operar.
- COD: Commercial Operation Date.
- CSP: Concentrated Solar Power.
- TES: Thermal Energy Storage.
- PV: Se refiere a la energía fotovoltaica. Este término proviene de "Photovoltaics"
- LCOE: Levelized Cost of Electricity.
- LCOH₂: Levelized Cost of Hydrogen.
- GHI: Global Horizontal Irradiance.
- DNI: Direct Normal Irradiance.
- ALK: Se refiere al "electrolizador alcalino".
- PEM: Se refiere al "electrolizador de membrana de intercambio de protones".

ANEXOS

Anexo No. 01 Costos nivelados de la energía eléctrica y del hidrógeno

El costo nivelado de la energía eléctrica (LCOE), se define como el costo en USD, de producir un MWh. Se calcula de la siguiente forma:

$$LCOE = \frac{CAPEX + \sum_{i=1}^N \frac{OPEX_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^N \frac{P_i}{(1+r)^i}}$$

Donde $LCOE$ es el costo nivelado de la energía eléctrica, expresado en USD por MWh, $CAPEX$ corresponde a la inversión inicial en tecnología (en USD), $OPEX_i$ representa los costos de operación en el año i (en USD), N es la vida útil de la planta en años, r es el costo de capital, y P_i es la energía total anual que produce la planta (en MWh). Por su parte, el costo nivelado del hidrógeno (LCOH₂), se define como el costo en USD, de producir un kilogramo de hidrógeno. Se calcula de la siguiente forma:

$$LCOH_2 = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CAPEX_i + OPEX_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^N \frac{H_i}{(1+r)^i}}$$

Donde $LCOH_2$ es el costo nivelado de hidrógeno, expresado en USD por kg de H₂, $CAPEX_i$ corresponde a la inversión anualizada en tecnología (en USD), $OPEX_i$ representa los costos de operación en el año i , N es la vida útil de la planta en años, r es el costo de capital, y H_i es la producción anual de hidrógeno, expresada en kg por año.

Anexo No. 02 Parámetros empleados en la estimación de costos nivelados

Provincia	Región	GHI [Total anual, kWh/m ²]	DNI [Total anual, kWh/m ²]	DIFH [Total anual, kWh/m ²]	Potencia máxima Planta Solar Híbrida [MWp]	Potencia PV [MW]	PV Tracking	Potencia CSP [MW]
Arica	Arica y Parinacota	2,653	3,814	197	150	200	HSAT	50
Tamarugal	Tarapacá	2,691	3,925	198	130	50	Fijo	100
Tamarugal	Tarapacá	2,695	3,859	334	100	100	Fijo	50
El Loa	Antofagasta	2,697	3,902	282	130	50	Fijo	100
Chañaral	Atacama	2,608	3,812	224	80	50	HSAT	50
Copiapó	Atacama	2,480	3,596	256	110	50	Fijo	100
Huasco	Atacama	2,169	2,974	307	110	100	HSAT	50
Elqui	Coquimbo	2,446	3,606	260	60	50	HSAT	50
Limarí	Coquimbo	2,160	2,966	322	100	50	Fijo	100
Limarí	Coquimbo	2,199	3,072	328	80	100	HSAT	50

Provincia	Región	Múltiplo Solar	Capacidad Almacenamiento [horas]	Vida útil CSP [años]	Vida útil PV [años]	Horizonte evaluación Proyecto PV [años]	Tasa Degradación CSP [% por año]	Tasa Degradación PV [% por año]	Costo Capital	OPEX CSP [USD / kW / año]	OPEX PV [USD / kW / año]
Arica	Arica y Parinacota	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Tamarugal	Tarapacá	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Tamarugal	Tarapacá	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
El Loa	Antofagasta	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Chañaral	Atacama	2	9	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Copiapó	Atacama	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Huasco	Atacama	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Elqui	Coquimbo	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Limarí	Coquimbo	2.5	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15
Limarí	Coquimbo	2	13	40	20	40	0.10%	1%	7%	66	15

Provincia	Región	PEM Flujo máximo productido [kg H ₂ / h]	ALK Flujo máximo productido [kg H ₂ / h]	PEM Porcentaje Potencia Mix Solar	PEM Consumo específico [kWh / kg H ₂]	PEM Eficiencia	PEM Presión de operación [bar]	PEM Temperatura Operación [°C]	PEM Consumo Agua [L / kg H ₂]
Arica	Arica y Parinacota	2,249	2,500	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Tamarugal	Tarapacá	1,949	2,166	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Tamarugal	Tarapacá	1,499	1,666	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
El Loa	Antofagasta	1,499	1,666	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Chañaral	Atacama	1,200	1,333	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Copiapó	Atacama	1,649	1,833	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Huasco	Atacama	1,649	1,833	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Elqui	Coquimbo	900	1,000	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Limarí	Coquimbo	1,499	1,666	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10
Limarí	Coquimbo	1,200	1,333	90%	60	55.5%	30	60 a 80	10

Provincia	Región	PEM Tasa Recuperación Agua	PEM Vida útil [horas]	PEM Rango Operación [% P _{nom}]	ALK Porcentaje Potencia Mix Solar	ALK Consumo específico [kWh / kg H ₂]	ALK Eficiencia	ALK Presión de operación [bar]	ALK Temperatura Operación [°C]
Arica	Arica y Parinacota	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Tamarugal	Tarapacá	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Tamarugal	Tarapacá	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
El Loa	Antofagasta	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Chañaral	Atacama	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Copiapó	Atacama	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Huasco	Atacama	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Elqui	Coquimbo	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Limarí	Coquimbo	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60
Limarí	Coquimbo	50%	60,000	0 a 100	90%	54	61.7	5	50 a 60

Provincia	Región	ALK Consumo Agua [L / kg H ₂]	ALK Tasa Recuperación Agua	ALK Vida útil [horas]	ALK Rango Operación [% P _{nom}]	PEM CAPEX Sistema [USD / kW]	PEM Costo reemplazo stacks [% CAPEX]	PEM Mantenimiento O&M [% CAPEX por año]	PEM Costo Agua Red [USD / m ³]	PEM Costo Capital
Arica	Arica y Parinacota	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Tamarugal	Tarapacá	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Tamarugal	Tarapacá	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
El Loa	Antofagasta	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Chañaral	Atacama	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Copiapó	Atacama	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Huasco	Atacama	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Elqui	Coquimbo	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Limarí	Coquimbo	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%
Limarí	Coquimbo	10	50%	80,000	20 a 100	1,100	45%	5%	3	7%

Provincia	Región	PEM Horizonte temporal económico [años]	ALK CAPEX Sistema	ALK Costo reemplazo stacks [% CAPEX]	ALK Mantenimiento O&M [% CAPEX por año]	ALK Costo Agua Red [USD / m ³]	ALK Costo Capital	ALK Horizonte temporal económico [años]
Arica	Arica y Parinacota	20	650	30%	2%	3	7%	20
Tamarugal	Tarapacá	20	650	30%	2%	3	7%	20
Tamarugal	Tarapacá	20	650	30%	2%	3	7%	20
El Loa	Antofagasta	20	650	30%	2%	3	7%	20
Chañaral	Atacama	20	650	30%	2%	3	7%	20
Copiapó	Atacama	20	650	30%	2%	3	7%	20
Huasco	Atacama	20	650	30%	2%	3	7%	20
Elqui	Coquimbo	20	650	30%	2%	3	7%	20
Limarí	Coquimbo	20	650	30%	2%	3	7%	20
Limarí	Coquimbo	20	650	30%	2%	3	7%	20

Anexo No. 03 BPS Círculo Ingeniería

BPS CÍRCULO INGENIERÍA	
Para	Fondos de inversión y clientes que quieran/necesiten hacer una transición energética o invertir en parte de la cadena de valor del hidrógeno verde (Empresas Foco)
Es el o la	Empresa especialista en proyectos del sector energético
qué	Buscamos solucionar la real necesidad en cada caso, en base a nuestra amplia experiencia en la evaluación y factibilidad de soluciones en base a energías sostenibles, desde la generación de energía renovable y la eficiencia industrial hasta la inspección y gestión de procesos
porque	* 1.900 MW participación equipo en UTILITY-SCALE * 36 MW PMGD solar desarrollado * 15 MW PMGD co-desarrollado * 6 países de experiencia de equipo * Contamos con equipo especialista en energía * socios estratégicos
entonces	Nuestros clientes pueden estar tranquilos con sus proyectos estratégicos de inversión en energía.

	Awareness	Knowledge	Purchase	Use	Loyalty
Comportamiento audiencia	Las Empresas no saben con quién canalizar sus proyectos de energía renovable y H2V.	Las Empresas están interesadas en conocer opciones para bajar su huella de carbono	La empresa elige a Círculo Ingeniería para realizar Consultoría.	Empresa decide realizar ajustes a su actual matriz energética	Somos socios comerciales para reducir la huella de carbono de tu empresa
Canales	Reuniones con contactos clave en empresas foco (Para)	Reuniones y Seminarios, talleres y charlas sobre H2V	Acuerdo comercial formal (Contrato, orden de compra)	Nuevo acuerdo comercial formal (Contrato, orden de compra)	Entrega de referidos desde empresas clientes
Tácticas	Mostrar experiencia de Círculo Ingeniería sobre su cartera de proyectos desarrollados y asociación estratégica con empresas extranjeras en proyectos y costos en H2V	Dimensionar costos de un proyecto de energía renovable	Seguimiento a las oportunidades generadas en las etapas de Awareness y Knowledge	Relacionamiento Corporativo con empresas clientes de etapa Purchase	Profundizar lazos comerciales y relacionamiento corporativo con empresas relacionadas o referidos
Objetivo	Que las Empresas consideren a Círculo Ing como un proveedor válido en sus esfuerzos por bajar la huella de carbono.	Identificar reales oportunidades de Negocio.	Concretar oportunidades de Negocio de Consultoría	Concretar oportunidades de Negocio en el desarrollo de soluciones energéticas con H2V o sus derivados.	Que cada 4 clientes se genere un nuevo prospecto
Métricas	Concretar al menos 1 reunión semanal con 1 de estas empresas	Aumento de Contactos para reuniones preliminares sobre H2V	Aumento % del N° proyectos de consultoría en H2V	Aumento % del N° proyectos de desarrollo en H2V	Aumento de Participación de venta por proyecto

Anexo No. 04 Entrevistas

Tabla Resumen de entrevistas

Nº	ENTREVISTADO	INSTITUCIÓN	CARGO	FECHA
01	Yuris Agüero	ENAP	Gerente de Desarrollo de Nuevos Negocios	03/01/2023
02	Carlos Silva	Comité Consultivo de Energía 2050	Integrante del Comité Consultivo de Energía 2050	10/01/2023
03	Rodrigo Lobos Roldán,	Enel Green Power	Green Hydrogen Business Developer,	16/01/2023
04	Juan Carlos Jobet,	UAI y Ex ministro de Minería y Energía	Decano Escuela de Negocios UAI	18/01/2023
05	Mercedes Van Bladel	Andean Partnership	Consultora Gestión y Financiamiento Proyectos Sustentables e Innovación y Cónsul Honorario de Bélgica en Chile	10/04/2023
06	Daniella Bustos	AES Andes	Transmission Grid Manager	27/04/2023
07	Jocelyn Ann Black	IMELSA Energía	Gerente Clientes	02/05/2023
08	Pablo Guerrero Morales	SOQUIMICH	Director de Proyectos	01/06/2023
09	Ricardo Rodríguez	H2 Chile	Líder de estudios	12/06/2023
10	Carlos López	ENAP	Jefe de planta del área de hidrógeno (Refinería Aconcagua)	27/06/2023
11	Andrés Marti	Metropol	Jefe Operaciones	06/06/2023
12	Lisandro Rojas	ENAP	Gerente de exploración y producción	13/07/2023
13	Matías Flores	Linde	Business Development Manager (Hidrógeno)	18/07/2023
14	Gonzalo Blumel	Susterra	Gerente General	19/07/2023

15	Miguel Angel Peña	ENAEX	Vicepresidente mercados en movimiento y nuevos negocios	23/07/2023
16	Rafael Caballero	EDF Andres SpA	Director de Hidrógeno	13/09/2023
17	Alex González	Ad Astra Rocket Company	Desarrollador de Negocios	15/10/2023
18	Clara Bowman	HIF	Chief Operation Officer	17/10/2023
19	Thomas Keller	UAI	Profesor	17/10/2023
20	Pablo Pastene	ACESOL	Presidente Honorario	19/10/2023
21	Simon Berthou / Loic Perrin	H2X Ecosystems	Responsable de Relaciones Institucionales / Director Científico	19/10/2023
22	Estefano Trisotti	SIEMENS	Gerente de propuestas renovables	23/10/2023
23	Juan Pablo Fiedler	COLBUN	Gerente de Hidrogeno Verde	30/10/2023
24	Carlos Silva Montes	Comité Consultivo de Energía 2050	Integrante del Comité Consultivo de Energía 2050	27/11/2023

Entrevista No. 01 ENAP – Gerente de desarrollo de nuevos negocios

Nombre institución: ENAP	
Nombre Entrevistado: Yuris Agüero	
Cargo del Entrevistado: Gerente de Desarrollo de Nuevos Negocios	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Actividades sobre el H2V	
Fecha de la entrevista: 03-01-2023	
Resumen: Se conversaron futuros proyectos y acercamiento de la empresa con respecto al hidrogeno verde, el rol que quiere tomar la empresa al respecto como impulsor y cuáles son los principales activos disponibles para empezar a aprovecharlos de forma inmediata. También se intentó puedan ser espónsor del desafío de negocio, pero dado que estaban en temas muy técnicos fue descartada la posibilidad	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Trabajo en desarrollo, capacidad y detalle técnicos de profundidad, tamaño y lugar estratégico para construir puertos	El trabajo actual que se desarrollo es el estudio de factibilidad en base a datos técnicos, posibles lugares de construcción de puertos
La empresa tomara un rol de impulsar la industria	Se invitará a empresas privadas a que quieran invertir en terrenos estratégicos propiedad de la empresa para pilotos de hidrógeno verde y energías renovables
Recomendaciones	No es aconsejable hacer un desafío de negocio con ENAP ya que están en temas muy técnicos y las información y trabajos realizados son muy confidenciales para la organización y para el estado

Entrevista No. 02 Comité Consultivo de Energía 2050 – Integrante Comité

Nombre institución: Comité Consultivo de Energía 2050	
Nombre Entrevistado: Carlos Silva	
Cargo del Entrevistado: Integrante Comité Consultivo de Energía 2050 y profesor UAI	
Entrevista: Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Acercamiento a la industria del H2V	
Fecha de la entrevista: 10/01/2023	
Resumen: En el amplio tema del H2V, buscamos un tema para desarrollar nuestro desafío de negocio y posibles empresas para ser sponsor de la Tesis.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
La Hoja de Ruta 2050	El 2015 se entrega la Hoja de Ruta 2050 como iniciativa del Ministerio de Energía, que contiene el consenso de lo que debiera ser el futuro de la Energía en Chile.
La industria del H2V en Chile	La producción estará en manos de grandes Empresas que solventen la importante inversión requerida, y ese es un tema muy técnico para un desafío de negocio.
Recomendación	Es por el lado de la demanda por el H2V donde sería interesante investigar para un desafío de Negocio. Potenciar el interés en el uso del H2V sería un aporte a esta industria.

Entrevista No. 03 Enel Green Power – Green Hydrogen Business Developer

Nombre institución: Enel Green Power	
Nombre Entrevistado: Rodrigo Lobos	
Cargo del Entrevistado: Green Hydrogen Business Developer	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Posibilidad de ser espónsor e información sobre el desarrollo de Hidrógeno Verde	
Fecha de la entrevista: 16-01-2023	
Resumen: Se abordó la posibilidad de que puedan ser espónsor del desafío de negocio y averiguar información sobre que está haciendo Enel Green Power respecto al hidrógeno verde	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Primer acercamiento de Enel Green Power al hidrógeno	El plan general de la empresa es reducir las emisiones del CO ₂ , dado que ellos llegan una transición muy grande a generación renovable de energía eléctrica, tienen por objetivo llegar a 2 GW de capacidad de electrólisis para generación de H ₂ V
Primeros pasos en Chile	En colaboración con HIF y otras empresas, desarrollaron el primero proyecto de H ₂ V a escala industrial en Chile “Haru Oni”, que este consiste en una combinación de generación de Hidrógeno verde y con una planta química producir combustibles fósiles
Principales problemas que están abordando	Existe un grupo especializado de ingenieros trabajando en ingeniería para buscar formas de reducción de costos principalmente en capex, esto conlleva por ejemplo estudiar alternativas y nuevas formas de producir electrolizadores

Conclusiones	Dado que el equipo de Enel está en una etapa muy específica de ingeniería, no era posible trabajar con ellos como espónsor, pero si es un referente de estudio y análisis de todo lo que están desarrollando en el mundo del H2V, por lo cual mantenemos contacto y posibles próximas reuniones
--------------	---

Entrevista No. 04 Universidad Adolfo Ibáñez – Decano escuela de negocios

Nombre institución: Universidad Adolfo Ibáñez	
Nombre Entrevistado: Juan Carlos Jobet	
Cargo del Entrevistado: Decano Escuela de Negocios UAI	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Uso temprano de la industria del Hidrógeno Verde	
Fecha de la entrevista: 18-01-2023	
Resumen: Escuchar experiencias y consejos como exministro y como decano de la universidad. Nos permitió entender las diferentes etapas que se encuentran las industrias y cuales podrían adoptar de formas más inmediata dada ciertas facilidades y políticas	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Acciones como Exministro	En el periodo que fue ministro de energía, desarrollo un plan nacional de Hidrógeno Verde para Chile, por su potencial en el país y como un punto estratégico para la economía a futuro, convencido por sus aplicaciones y por la competitividad que puede tener el país, marco las primeras etapas del desarrollo de Hidrógeno Verde en Chile
Acciones como Decano	Dado el conocimiento y la experiencia en el tema, actualmente se desenvuelve dando charlas a nivel local como internacional, donde siempre muestra lo atractivo que es Chile en la producción de Hidrógeno Verde y el plan de desarrollo que se tiene en el país
Recomendaciones de dónde empezar	Ya que actualmente el costo de producir hidrógeno verde aun es muy alto, nos recomienda comenzar por industrias que actualmente pueden darse el lujo de costear el

	hidrógeno no por un tema de eficientar costos, si no por temas medio ambientales, estos por ejemplo el rubro de la minería, transporte, y algunas empresas químicas.
Conclusiones	Se lograron identificar rubros de implementaciones temprano de hidrógeno verde y se aclaro que no solo se trata de disminuir el costo del hidrógeno verde, si no, es un trabajo integral donde hay que equilibrar la demanda con la oferta y trabajar en toda la cadena de valor que se necesita desde la producción hasta su uso final

Entrevista No. 05 Andean Partnership – Consultora Gestión y Financiamiento Proyectos Sustentables e Innovación y Consúl Honorario de Bélgica en Chile

Nombre institución: Andean Partnership	
Nombre Entrevistado: Mercedes Van Bladel	
Cargo del Entrevistado: Consultora Gestión y Financiamiento Proyectos Sustentables e Innovación y Consúl Honorario de Bélgica en Chile	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Financiamiento Internacional a Proyectos para desarrollo sustentable	
Fecha de la entrevista: 10-04-2023	
Resumen: Escuchar experiencias y consejos como exministro y como decano de la universidad. Nos permitió entender las diferentes etapas que se encuentran las industrias y cuales podrían adoptar de formas más inmediata dada ciertas facilidades y políticas	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Su Rol como Consúl Honorario de Bélgica en Chile	Nos comenta que en su rol tiene acceso a financiamiento Internacional, mecanismos de compensación como bonos verdes y azules. también ve temas de Desarrollo social sostenible, de colaboración internacional, de tecnología con equipos comprobados. Buscan ecosistemas listos para negocios en H2V que generen retornos a un plazo interesante.
Ejemplos prácticos	En esta línea ya se han realizado proyectos para comunidades sociales como Paillaco. El Retrofitting es un ejemplo de fase intermedia de posible negocio derivado del H2V, donde hay que revisar la viabilidad.

	Egipto ya tiene un acuerdo con la unión Europea para proveer H2V. También está el caso de Japón con los Joint Crediting Mechanism.
Algunos warnings	Nos advierte que a veces una empresa puede usar energía más verde, pero finalmente aumentar su consumo, por lo que además de energía verde, hay que tratar de generar impacto reduciendo las emisiones.
Apoyo	Ella indica que nos puede ayudar con las preguntas para las entrevistas con las empresas seleccionadas y nos sugiere partir con el Transporte. También nos enviar nómina con rubros de interés.

Entrevista No. 06 AES Andes – Transmission Grid Manager

Nombre institución: AES Andes	
Nombre Entrevistado: Daniella Bustos, ex EMBA UAI	
Cargo del Entrevistado: Transmission Grid Manager	
Entrevista: Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Acercamiento a la industria del H2V	
Fecha de la entrevista: 27/04/2023	
Resumen: La experiencia previa de una Ex EMBA con su desafío de Negocio y recomendaciones para una tesis en H2V.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
La conformación del grupo y habilidades disponibles	En su experiencia los integrantes de su grupo y diversidad de campos, redes de contacto y acceso a información, permitió sacar a delante su desafío de negocios satisfactoriamente,
Que implica un Proyecto de H2V en Chile	Los proyectos que hay hoy en Chile son de muchos millones de dólares, y si es un tema que se viene. Para ver si un proyecto de Hidrógeno es factible hay que ver permisología, estudios de impacto ambiental (que toman 4 o 5 años), solicitud de puntos de conexión, punto para instalarse, acceso al agua (¿desalinizadora?), que se hace con el oxígeno que resulta.
El Sponsor en el contexto actual del H2V	La pregunta es vale la pena que un desarrollador de proyectos PMGD entre en H2V. Una empresa que hoy hacer PMGD, tiene experiencia en proyectos mucho menores.
Recomendación	Reduzcan el enfoque del desafío y ajusten las expectativas de la empresa sponsor

Entrevista No. 07 IMELSA Energía – Gerente Clientes

Nombre institución: IMELSA Energía	
Nombre Entrevistado: Jocelyn Ann Black, Ex AMBA UAI	
Cargo del Entrevistado: Gerente Clientes	
Entrevista: Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Posibilidades de Negocios en la cadena de Valor del H2V	
Fecha de la entrevista: 02/05/2023	
Resumen: Desde la experiencia previa de una Ex AMBA con su desafío de Negocio y recomendaciones para una tesis en H2V.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
La generación de H2V en Chile	La generación de gran escala, como el proyecto HIF, se tienen que hacer de forma colaborativa con varios inversores por los grandes aportes de capital involucrado y ese H2 tiene que tener un demandante.
El problema del H2V	La producción de Hidrogeno y su almacenamiento todavía no dan para pagar la inversión, las tecnologías están, pero el costo es tan alto que no a menos que alguien quiera pagar el doble no se puede avanzar.
Recomendación	Desde su experiencia donde está más cercana a los clientes, una opción serían los proyectos pequeños de generación de H2 (tal vez no tan verde), que permita reemplazar uno Diesel, eso ya reduce emisiones.

Entrevista No. 08 SOQUIMICH – Director de Proyectos

Nombre institución: SOQUIMICH	
Nombre Entrevistado: Pablo Guerrero Morales	
Cargo del Entrevistado: Director de Proyectos	
Entrevista: Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Posibilidades de Negocios en la cadena de Valor del H2V	
Fecha de la entrevista: 01/06/2023	
Resumen: Se consulta sobre recomendaciones desde su experiencia en el mundo de la Energía y su Tesis de Grado en Hidrógeno verde en la USM.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Oportunidades para nuestro Sponsor	La industria del H2V tiene una cadena de valor que ofrece múltiples opciones y no es fácil visualizar cual es la mejor oportunidad, cuando faltan aún mucho en su desarrollo.
Recomendación	En el escenario actual, el Retrofitting es una alternativa viable para que una empresa de proyectos PMGD ingrese a la cadena de valor del H2V desde este momento y gane experiencia.

Entrevista No. 09 H2 Chile – Líder de estudios

Nombre institución: H2 Chile	
Nombre Entrevistado: Ricardo Rodríguez	
Cargo del Entrevistado: Líder de Estudios	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Rol de H2 Chile y como se está moviendo el mercado del Hidrógeno	
Fecha de la entrevista: 12-06-2023	
Resumen: Uso y manejo del hidrógeno como energía o para producir otros derivados. El rol y proyectos que desarrolla H2 Chile para entender e impulsar el plan nacional de hidrógeno. Actores relevantes en el mercado, principalmente EEUU y demanda de Europa	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Estudio de transformar el hidrógeno en amoníaco verde	Es una tecnología aun costosa, pero resuelve un problema grande que es el de transportar el hidrógeno
Trabajo importante en el tema medio ambiental	H2 Chile se involucra mucho en temas medio ambientales para ver cómo puede afectar los distintos proyectos en proceso y como ayudar a las propuestas o a resoluciones del gobierno para que este tema no sea impedimento
Demanda	Las aplicaciones más tempranas del hidrógeno verde es el uso en refinería de petróleo, segundo el tema de transporte y algunas aplicaciones industriales
Competencia internacional	EEUU tiene un subsidio importante al kilo de hidrógeno de aproximadamente 3 USD.

	En Europa va a comprar combustibles sintéticos para la aviación en gran escala que la mayoría salen de derivados del hidrógeno
Conclusiones	Existen varios tipos de uso del hidrógeno ya sea como energía o como base para conseguir un derivado de este, El mercado internacional esta empezado a dar subsidios y generando demanda para ayudar a mejorar la competitividad del hidrógeno verde. La industria petrolera puede llegar a ser el principal consumidor de hidrogeno verde

Entrevista No. 10 ENAP - Jefe de planta del área de hidrogeno (Refinería Aconcagua)

Nombre institución: ENAP	
Nombre Entrevistado: Carlos López	
Cargo del Entrevistado: Jefe de planta del área de hidrogeno (Refinería Aconcagua)	
Entrevistan: Pablo Coto, Karla Zúñiga, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Acercamiento al uso del H2 en refinería	
Fecha de la entrevista: 27/06/2023	
Resumen: Acercamiento al uso de hidrogeno por el principal consumidor de este en Chile, dilucidando cantidades que se utilizan, principales fuentes de producción y desafíos de la adopción actual del H2V para ENAP.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
ENAP utiliza el H2 para la limpieza de los hidrocarburos	Los hidrocarburos se hacen pasar por una masa de H2, estos reaccionan a las cualidades reductivas de este limpiando sus impurezas. Esto se hace, ya que Chile utiliza las especificaciones de calidad y limpieza de combustibles más altas del mundo al igual que Europa.
El consumo diario de una refinería de ENAP, a máxima capacidad de refinación, en Chile es de 1,5M m3 de H2	La utilización promedio es de 1M m3 de H2 diario.
ENAP hoy produce el 50% del hidrogeno que utiliza el otro 50% es comprado a Linde-Agha	El 50% producido por ENAP es obtenido como subproducto del mismo proceso de refinación, el otro 50% se compra a Linde-Agha el cual es H2 gris dado que hoy no existe tecnología la cual permita generar por hidrolisis tal cantidad de H2V utilizando solo 1 hidrolizador, además aumenta la complejidad por las ubicaciones de las

	refinerías, eficiencia de plantas fotovoltaicas o eólicas en esas ubicaciones geográficas.
ENAP enfrenta el problema de “la carbono neutralidad o descarbonización” mediante compra de bonos verdes de transferencia	Se puede generar H2V en zonas con mejores factores de plantas, pero volvemos a enfrentar los problemas de inyección.
ENAP no almacena H2	El H2 que ENAP compra se genera en una planta de Linde adosada a la refinería, lo producido se consume de inmediato.

Entrevista No. 11 Grupo Metropol Chile – Subgerente de operaciones

Nombre institución: Grupo Metropol Chile	
Nombre Entrevistado: Andrés Martí	
Cargo del Entrevistado: Subgerente de Operaciones	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Nuevos modelos de negocio en el transporte público y uso de nuevas tecnologías.	
Fecha de la entrevista: 6 de Julio de 2023	
Resumen: Chile se encuentra en medio de un proceso relevante de reconversión de su sistema de transporte público, modificando el modelo de negocio con el que funcionan los operadores del sistema RED, e incorporando vehículos eléctricos en las flotas de transporte. Se presentan problemáticas importantes, tales como la autonomía de los nuevos buses, los tiempos de carga que requieren, y la capacitación que deben tener los choferes para hacer uso eficiente de los sistemas de regeneración eléctrica incorporados en los buses. El hidrógeno verde no está incorporado en esta primera etapa de transición, pero resulta una tecnología que en un futuro podría ayudar en resolver dichas problemáticas.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Programa de conversión a electromovilidad de Transporte Público en la Región Metropolitana	El Ministerio de Transporte en Chile está realizando esfuerzos importantes en Chile por migrar el transporte de pasajeros y de carga (minería, foresta, construcción) hacia electromovilidad.
La prioridad en esta etapa es la electromovilidad.	El Ministerio ha mencionado como una de las fuentes de energía el hidrógeno verde. No obstante, hoy día las prioridades de inversión están en el desarrollo de las electrolinerías, para realizar la carga de los buses del sistema RED. Al 2035 todo el sistema RED debe ser eléctrico.

Principales objetivos en roadmap de conversión a electromovilidad en el transporte público.	Chile tiene como objetivo que en el 2035 el 100% de las ventas de vehículos de pasajeros sean eléctricos o de hidrógeno. Al 2045 el 100% de las ventas de vehículos de carga y de transporte interurbano deben tener 0 emisiones.
Nuevo modelo de negocio en la operación del transporte público.	Grupo Metropól Chile fue el primer operador en Chile en recibir buses eléctricos (marca Fotón). Iniciaron sus operaciones de diciembre de 2022 con una flota 0 km. Con el nuevo modelo de transporte público de pasajeros en Chile, el Estado es propietario de la flota, y las empresas privadas realizan la operación de los buses. El Estado entrega la flota de transporte, las terminales de carga (construidas por Copec Voltex), así como los contratos de mantenimiento con los representantes de la marca de transporte.
Aspectos operacionales básicos en la electromovilidad y problemáticas asociadas.	Como operadores han tenido problemas con las distancias de autonomía de los buses. Por ejemplo, buses que según el fabricante tienen autonomía de 290 km, pero en la práctica tienen autonomía de 180 km. Esto es así porque el entorno real es muy distinto al simulado: estado de las calles, lluvias, pendientes, atochamientos. Además, la velocidad comercial en la práctica es mucho menor que la esperada, lo que implica tiempos de viaje más largos, frecuencia menor de los buses en los paraderos, pasajeros que enfrentan mayores tiempos de espera.
	Los períodos para tiempo de carga están limitados. Por ejemplo, de 6 pm. a 9 pm. no se permite realizar carga de los buses, dada la mayor demanda eléctrica que tiene la ciudad en ese período. En el caso de cortes de energía eléctrica, se hacen uso de generadores convencionales alimentados por combustibles fósiles.
	El sistema está diseñado con dos electro terminales. Se realizan dos cargas durante el día. La carga de mayor duración es la de la noche (carga lenta, 5 a 6 horas). La batería es el elemento más caro del bus. Al menos una vez por semana debe ser cargada al 100%. Tampoco debe permitirse que se descargue más allá del 20%. La vida útil de la batería, si se cuida su uso, es de 4 a 5 años. Uno

	de los temas no cubiertos aún es cómo se van desechar las baterías.
Qué rol debería tener Copec Voltex, dada su actual participación en el sistema de transporte.	Son una empresa muy grande, con capacidad técnica. No sería complejo para ellos hacer depender las electrolinerías de sistemas de generación eléctrico a partir de hidrógeno, por ejemplo. No obstante, el diseño actual está orientado a la alimentación de energía eléctrica a partir de la red.
Cómo es la estructura de rentabilidad del nuevo modelo de transporte versus el antiguo.	En el proceso de licitación, cada operador puede proponer al Gobierno distintas configuraciones de uso de buses eléctricos y buses con motores de combustión. Esto, según los objetivos de rentabilidad de cada operador. El Gobierno incentiva el uso de buses eléctricos a través de un mayor pago por kilómetro recorrido, que en un escenario de uso de buses diesel.
Necesidades de capacitación para el uso de tecnología de electromovilidad.	El uso de buses eléctricos ha requerido un importante proceso de capacitación a los choferes. La forma de conducción afecta sensiblemente el uso de la batería. El bus tiene integrado sistemas de regeneración de energía, que, si el chofer no usa eficientemente, no son aprovechados en su totalidad, y provocan una menor autonomía y la necesidad de carga en la electrolinera con mayor frecuencia.

Entrevista No. 12 ENAP - Gerente de exploraciones y reservorio

Nombre institución: ENAP	
Nombre Entrevistado: Lisandro Rojas	
Cargo del Entrevistado: Gerente de exploraciones y producción	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Karla Zúñiga, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Conocer como apoyara ENAP el desarrollo de la industria del H2 en Chile	
Fecha de la entrevista: 13/07/2023	
Resumen: Recopilación de información sobre los distintos proyectos que realiza el área de exploración y producción para apoyar el desarrollo de la industria del hidrogeno en Chile. Además de develar información en como se desarrollan las evaluaciones de estos proyectos de forma general.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Dentro de las líneas de desarrollo comercial de ENAP se incluye una para ayudar a madurar la industria del hidrogeno en Chile	Se están estudiando diversos proyectos piloto para apoyar el desarrollo de esta industria, donde destacan 3 principalmente, uno que utilizará el uso de energía geotérmica para producir hidrogeno, otro que utilizará un pequeño hidrolizador para aprovechar la energía sobrante de 3 aerogeneradores en Magallanes y por último uno de almacenamiento de H2 bajo tierra.
ENAP apoyara el desarrollo de la industria del hidrogeno en Chile sin inversión de capital	El principal apoyo que entregará ENAP será mediante su infraestructura actual, puertos, patios de construcción, estanques, etc.

Entrevista No. 13 LINDE - Business Development Manager Hidrogeno

Nombre institución: Linde	
Nombre Entrevistado: Matías Flores	
Cargo del Entrevistado: Business Development Manager (Hidrogeno)	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Investigación de la línea de H2 de Linde Chile	
Fecha de la entrevista: 18/07/2023	
Resumen: Indagación sobre el modelo de negocio de Linde como principal proveedor de H2 en Chile, así como sobre sus actuales y futuros proyectos en esta industria.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Linde no genera energía	En sus líneas de negocios Linde declara que nunca será generador de energía, siempre será comprada para el desarrollo de sus productos, como por ejemplo generación de H2V.
Linde es el principal productor de H2 Gris, el cual se produce en su planta de Con Con	Su principal cliente es ENAP donde el H2 es transportado por ductos de acero de carbono 4km directo a la refinería, los demás clientes se les entrega el hidrogeno mediante tuve trailers, cilindros o paquetes de cilindros, donde destacan Toyota, la industria alimentaria y algunos clientes que lo usan para diversos proyectos industriales directos.
Linde está estudiando algunos proyectos piloto	Dentro de estos en Chile destaca uno donde desde la generación de H2V se generará metanol y luego DME.
Linde tiene una línea de negocio de mantención y operación de plantas	Dado que sus plantas en sus 17 años de manejo de H2 cuentan con un 99,98% de confiabilidad, ellos ofrecen el servicio de operar y mantener plantas de este tipo para sus clientes que lo deseen,

Entrevista No. 14 SUSTERRA – Gerente General

Nombre institución: Susterra	
Nombre Entrevistado: Gonzalo Blumel	
Cargo del Entrevistado: Gerente General	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Como las pequeñas y medianas empresas de ingeniería ven el futuro negocio del hidrogeno	
Fecha de la entrevista: 19/07/2023	
Resumen: Conversación respecto a la actual regulación, posibles alternativas actuales y futuras en la industria para las empresas de ingeniera de diversas envergaduras.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Oportunidades en desalinización, acondicionamiento de terrenos y mantención	Susterra se desarrolla apoyando a otras industrias ayudándolos en factibilizar sus proyectos para la generación energética, tanto en la obtención de permisos como en temas de operación.
Oportunidades en industrias de alto consumo de diésel por la descarbonización	Empresas como Susterra están atentos a los cambios en la regulación que obliguen a los grandes consumidores de diésel a acelerar la descarbonización, sondeado las oportunidades que se puedan generar.

Entrevista No. 15 ENAEX – Vicepresidente mercados en movimiento y nuevos Negocios

Nombre institución: ENAEX	
Nombre Entrevistado: Miguel Ángel Peña	
Cargo del Entrevistado: Vicepresidente mercados en movimiento y nuevos Negocios	
Entrevista: Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista: Posibilidades de Negocios en la cadena de Valor del H2V	
Fecha de la entrevista: 23/07/2023	
Resumen: Se consulta sobre recomendaciones desde su experiencia en el mundo de la Energía.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
La mirada de ENAEX al H2V	El H2V está en todo criterio ESG de la empresa (Enviromental, Social and Governance), también en nuestra cadena de Innovación y además en nuestra estrategia de valor agregado de crecimiento.
Complejidad de los Proyectos de H2V	Lo más complejo en proyectos de H2V es definir la tecnología y luego tener el financiamiento del capex.
Recomendación	Para potenciar la industria de H2V en Chile, al menos para nosotros, se requiere de facilidad el acceso al financiamiento de capex.

Entrevista No. 16 EDF Andes – Director Green Hydrogen

Nombre institución: EDF Andes	
Nombre Entrevistado: Rafael Caballero	
Cargo del Entrevistado: Director Green Hydrogen	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Karla Zúñiga	
Descripción/tema general de la entrevista:	
Fecha de la entrevista: 13 de Septiembre de 2023	
Resumen: En Chile, los proyectos para exportación de hidrógeno no estarán operativos sino antes de 2030 o 2032. Antes de esa fecha es difícil que un productor con un electrolizador de 500 MW o más esté exportando. EDF tiene la meta, a nivel de global, de tener 3 GW de electrolizadores operando al 2030. En Chile está evaluando proyectos en el Norte y tiene proyectos en el Sur, todos con una escala de aproximadamente 1 GW de electrolizadores. Los proyectos en el Sur tienen como objetivo la producción de amoníaco. Este amoníaco podría ser exportado a los mercados europeo y asiático. La empresa también ha evaluado proyectos de uso en transporte. En su opinión ese tipo de proyectos es atractivo, pero no en el corto plazo, dados los costos de producción actuales.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Contexto actual. Estado de avance en Chile.	Se pueden clasificar los ámbitos relacionados con hidrógeno verde en: a) producción y b) usos. La producción puede clasificarse en: a) para consumo local y b) para exportación. En Chile, los proyectos para exportación de hidrógeno no estarán operativos sino antes de 2030 o 2032. Antes de esa fecha es difícil que un productor con un electrolizador de 500 MW o más esté exportando. Australia o Medio Oriente podrían exportar antes (2027 o 2028), gracias a los importantes subsidios que esos países tienen implementados.
	La meta de costo de producción de 1,5 USD / kg H2 verde no es alcanzable en el corto plazo. En el Norte de Chile, los costos deben estar actualmente en el orden de 5 a 6

	USD / kg H ₂ . Ese de valor de 1,5 USD / kg H ₂ es el valor de referencia de producir hidrógeno con gas natural o combustibles fósiles. Es difícil alcanzar ese valor en el 2030, como se ha planteado.
	La limitación en el Norte es la exposición de solamente 8 horas de energía solar durante el día. Si en el Norte se hace uso además de energía del sistema interconectado, se obtendría valores del orden de USD 8 / kg H ₂ . En el Sur, haciendo uso de energía eólica (12 horas al día aproximadamente), el valor sería 1 USD menos que en el Norte.
Importancia de la escala en los proyectos cuyo objetivo es la exportación.	Si el objetivo es exportación, la escala de electrolización debe ser muy importante (por ejemplo, 1.000 MW de potencia del electrolizador).
Caso Walmart – Engie.	Walmart hará uso de paneles solares, además de inyección de energía de la red.
Importancia de los mecanismos de incentivos.	En el transporte de larga distancia eventualmente tendría sentido el uso de H ₂ verde. No obstante, aún no existe en gran escala camiones con esa tecnología (1500 a 2000 camiones en todo el mundo). En Europa actualmente el costo en el surtidor es de euros 14 a 15 / kg H ₂ . A ese valor no compite con el combustible fósil, pero sin embargo en países europeos se tienen implementados subsidios. Lo mismo en California, EE. UU.
Casos de Uso en Transporte	Recomienda analizar el proyecto HyTruck en Rotterdam, y que constituye una ruta de transporte de carga (camiones con celdas de H ₂ verde) que abarca a tres países. También, recomienda analizar el caso de la planta de producción de hidrógeno en Liberia, Costa Rica, de la empresa Ad Astra Rocket Company.
Fuentes de información de costos de tecnología	Recomienda utilizar información publicada por la Agencia Internacional de Energía (IEA), así como por IRENA.

Cartera de proyectos actual de EDF	EDF tiene una meta, a nivel de global, de tener 3 GW de electrolizadores operando al 2030 (EDF es un grupo estatal francés). EDF en Chile está evaluando proyectos en el Norte y tiene proyectos en el Sur, todos con una escala de aproximadamente 1 GW de electrolizadores. Los proyectos en el Sur tienen como objetivo la producción de amoníaco. Este amoníaco podría ser exportado al mercado europeo, o bien a Corea y Japón. También han evaluado proyectos de uso o aplicación, como el de grúas horquilla y de transporte en carretera. Su opinión es que ese tipo de proyectos es atractivo, pero no en el corto plazo, dados los costos de producción actuales. La cadena de valor en esos ámbitos aún no está completa.
---	---

Entrevista 17 Ad Astra Rocket Company – Desarrollador de Negocios

Nombre institución: Ad Astra Rocket Company	
Nombre Entrevistado: Alex González	
Cargo del Entrevistado: Desarrollador de Negocios	
Entrevista: Pablo Andrés Coto, Karla Zuñiga, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Transición energética e hidrógeno verde	
Fecha de la entrevista: 15/10/2023	
Resumen: Claves para el desarrollo del modelo de Negocio en H2V y su experiencia con lo realizado por Ad Astra en Costa Rica desde el 2010.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Los inicios de Ad Astra	En el 2010 comienzan a producir H2 con hidrólisis, con el proyecto del Bus de pasajeros con rango de 350 km. (donado), y 4 Toyotas Mirai, que usaban la estación de recarga de ellos (usados en Turismo Premium, que pagan extra por usar combustibles verdes).
La transición al modelo de negocio viable	No existe proyecto de Hidrógeno verde que no tenga subsidio, ya que la industria aún no llega a una escala (los Toyota Mirai se construyen a mano). Entonces si el gobierno no da el subsidio, hay que buscar financiamiento blando con socios estratégicos para el Capex y contar con un modelo de negocio viable.
Los clientes en el modelo de Negocio: Vendemos movilidad, no hidrógeno.	Dado que no existe una demanda de H2V y nadie quiere pagar más que el C° del Diesel, la clave está en entender el modelo de Negocio del transportista, sus costos y cuanto están dispuestos a pagar adicional por combustibles renovables, de ahí sale el margen de maniobra del Modelo de Negocio. Solo podemos hacer la inversión si tenemos una carta de intención o contrato.

La mantención	Con los automóviles, el mantenimiento es hasta menor a uno de gasolina. Lo que si es crítico es el mantenimiento preventivo para que no se dañen las celdas (la parte más cara).
El Futuro	Nuestra estrategia de Negocio apunta a los buses de Hidrógeno que ya llevan más tiempo en el mercado y que demoran menos tiempo en cargarse que los eléctricos, para el transporte pesado y de larga distancia (transporte de empleados, pasajeros en zonas turísticas, y camiones de carga).

Entrevista No. 18 HIF – Chief Operation Officer

Nombre institución: HIF	
Nombre Entrevistado: Clara Bowman	
Cargo del Entrevistado: Chief Operation Officer	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Situación actual de la industria de hidrógeno verde en Chile y perspectivas futuras	
Fecha de la entrevista: 17 de octubre de 2023	
Resumen: La producción y venta del hidrógeno verde tiene dos dificultades importantes: a) su transporte, y b) la no existencia de un mercado en la actualidad para su venta. Dadas esas realidades, HIF tomó la decisión de orientar sus proyectos hacia la producción de e-combustibles, dado que su transporte puede ser realizado haciendo uso de la infraestructura y logística actuales, y que, gracias al desarrollo de los biocombustibles, ya existe un mercado para los e-combustibles, que tienen propiedades muy similares. La producción de H2 en el Norte de Chile tiene desafíos importantes en términos de: a) factores de planta mucho más bajos que en Magallanes, b) transporte, dado que el lugar en donde se produce es distinto al lugar donde se consume, y c) no existe un mercado en la actualidad para H2 verde.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Proceso exploratorio de HIF sobre los usos del potencial de energía eléctrica en Magallanes	HIF inició su exploración sobre los usos potenciales de la energía que se podría obtener en Magallanes en el año 2014. Esta zona se caracteriza no solamente por tener fuertes vientos, sino también vientos constantes. Esto se traduce en factores de planta de 70% o más. La generación de energía fotovoltaica, si bien es competitiva en términos de costo, tiene la limitación de la cantidad de horas de irradiación solar. En la exploración de alternativas que realizó la empresa, se incorporaron los aprendizajes del proyecto

	HidroAysén. Se definió que la instalación de líneas de transmisión no era una opción. Se pensó en la posibilidad de construir una plata de refinación de aluminio, dado que es un proceso intensivo en el uso de energía. Pero se determinó que la obtención de permisos sería muy complicada.
CAPEX de los electrolizadores	El costo de los electrolizadores es muy alto, por lo que el costo de producción de hidrógeno en el norte es prácticamente el doble que en el sur (Magallanes). Con el tiempo el costo de los electrolizadores y del almacenamiento bajará, y eventualmente harán rentables proyectos de H2 en el norte. Pero actualmente eso no ocurre. No es conveniente estar apagando y encendiendo los electrolizadores. Esto implica mayores gastos de mantenimiento. Es conveniente mantener un flujo de operación constante.
Transporte del hidrógeno	No se puede transportar fácilmente. Para hacerlo se requiere un gasto importante en energía para bajar su temperatura a cero absoluto, más incluso que para el gas natural licuado. Si el lugar de consumo del H2 no es el mismo de producción, se incurre en el problema de transportarlo. Se analizó el caso de un barco que transporta de H2 entre Australia y Japón, pero se concluyó que replicar esa cadena logística en Magallanes sería muy complejo.
Producción de amoníaco a través de hidrógeno verde	Sobre la producción de H2 para convertirlo posteriormente en amoníaco, en 2018 (cuando HIF estaba definiendo qué tipo de proyecto abordar) se determinó que no existía mercado, dado que en términos de precio no sería competitivo, y que no existía el impulso regulatorio para obligar a las empresas a comprar amoníaco verde en lugar de amoníaco gris. No obstante, en la actualidad ya existen varios proyectos cuyo objetivo es la producción de amoníaco para exportación, a través de la producción de hidrógeno verde.

¿Por qué HIF abordó un proyecto de producción de e-combustibles?	1. Con la producción de e-combustibles se resuelve el problema de transporte, dado que son líquidos que pueden ser transportados a través de la infraestructura y logísticas actuales. 2. Ya existen mercados que usan combustibles con baja huella de carbono. Estos mercados se desarrollaron a partir de los biocombustibles, y los e-combustibles son muy similares. En Europa, Japón y EE. UU. ya existían iniciativas regulatorias para incentivar su uso.
Objetivo de la planta Haru Oni	El objetivo de la planta Haru Oni, en Magallanes, era demostrar que la tecnología para producir e-combustibles ya estaba desarrollada. Haru Oni, por su escala, está muy lejos de ser una planta comercialmente viable. Por ejemplo, la cantidad y costo de la ingeniería requerida, hace que la escala mínima viable sea mucho mayor. El siguiente paso para HIF es desarrollar plantas a gran escala, en distintas partes del mundo, con el mismo concepto.
Uso de hidrógeno en la industria	El desarrollo de un mercado de H2 verde no se ha dado tanto como algunas personas quisieran. A las empresas que hacen uso intensivo de hidrógeno, como las del acero y el cemento, probablemente les convenga más hacer su propia inversión en infraestructura para producir H2 verde, que comprarlo a terceras empresas.
Qué tipo de tecnología va a predominar en un futuro, e-combustible, ¿electricidad o celdas de hidrógeno?	En el mundo actualmente existen 1,3 mil millones de automóviles a combustión, y solamente 20 millones de autos eléctricos. Por lo tanto, va a pasar mucho tiempo antes de que la no existencia de demanda por combustibles sea un problema.
Otros usos de los e-combustibles	Otro potencial uso de los e-combustibles es el e-metanol para barcos. Actualmente están en proceso de construcción 200 barcos que harán uso de este tipo de combustible (biometanol o e-metanol). Y otro uso son los aviones.
Financiamiento de proyectos de H2	En la actualidad el financiamiento no es un tema. Si el proyecto está bien estructurado, es factible obtener

	recursos, considerando que los bancos deben asignar parte de sus portafolios a proyectos de estas características.
--	--

Entrevista No. 19 UAI – Gerente De Propuestas Renovables

Nombre institución: Adolfo Ibáñez	
Nombre Entrevistado: Thomas Keller	
Cargo del Entrevistado: Profesor Universidad	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Estrategias del hidrógeno verde	
Fecha de la entrevista: 17/10/2023	
Resumen: Se converso sobre una mirada más estratégica de como poder abordar las ventas de proyectos de hidrógeno verde en Chile, también sobre como implementar una estructura en la organización para un equipo que se dedique a esta actividad dentro de Circulo Ingeniería	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Necesidades de empresas de limpiar su imagen sobre el tema medio ambiental	En Chile y el mundo, existen empresas que necesitan reenfocar sus esfuerzos respecto al tema medio ambiental, dado que el hidrógeno verde en este momento no llega a ser un sustituto de los combustibles fósiles por el tema de los costos, aun así, existe una gran oportunidad para vender este tipo de proyectos a empresas que tienen que re establecer su imagen con respecto al cuidado del medio ambiente (por ejemplo las mineras). Estas empresas que no buscan optimizar costos si no que buscan reducir la emisión de dióxido de carbono, están en búsqueda de alternativas para sustituir el uso de combustibles fósiles, ahí es donde entran las propuestas de generación y uso de hidrógeno verde. A su vez, esta tendencia no solo es en Chile, si no, a nivel internacional, donde permite tener un mercado interesante donde poder ofrecer los proyectos

Estructura Organizacional	Dado que la empresa espónsor es pequeña y no cuenta con un organigrama muy amplio, se aconseja no llevarlo como un nuevo centro de beneficio con una estructura aparte (una nueva gerencia), si no, llevarlo como un grupo pequeño dentro del área de nuevos proyectos que se dedique a proponer y buscar clientes que necesiten o quieran implementar hidrógeno verde en su proceso
Recomendaciones	En el corto plazo no se recomienda tratar de vender proyectos por costos u otros beneficios. Buscar empresas que quieran mejorar la imagen medio ambiental y que estén dispuestas a asumir mayores costos en el uso del hidrógeno verde

Entrevista No. 20 ACESOL Asociación Chile Energía Solar – Presidente Honorario

Nombre institución: ACESOL Asociación Chile Energía Solar	
Nombre Entrevistado: Pablo Pastene	
Cargo del Entrevistado: Presidente Honorario, Profesor UAI	
Entrevistan: Pablo Andrés Coto, Abad Ceballos, Mario Schulz	
Descripción/tema general de la entrevista: Situación actual de la industria de generación de electricidad a través de tecnología fotovoltaica.	
Fecha de la entrevista: 19 de octubre de 2023	
Resumen: En Chile se presenta un escenario de cada vez mayor electrificación: en temas de transporte, uso residencial, electrificación del calor, etc. Por lo tanto, la demanda por electricidad va a seguir creciendo. Dadas las limitaciones en la transmisión, el desarrollo de los proyectos PV incorporan almacenamiento. El costo de las baterías presentaría una curva de disminución, de la misma forma en que el costo de los paneles PV ha disminuido durante la última década. El mercado de uso interno de H2 verde tiene potencial, en tanto algunas industrias hacen uso importante de ese combustible como, por ejemplo, la minería. Además, el almacenamiento de H2 verde podría representar una solución viable de estabilización de la oferta eléctrica inter estacional.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Interés de ACESOL en aumentar el límite normativo para netbilling.	ACESOL se encuentra impulsando un cambio normativo para aumentar el límite para netbilling de 300 a 500 kW. La meta del gobierno de alcanzar una instalación de 500 MW no se cumplirá manteniendo un límite de 300 kW. En Colombia el límite es 1 MW de potencia. Un mayor límite permitiría realizar instalaciones más grandes, aprovechando economías de escala. Actualmente la mano de obra es más cara que la tecnología (en una instalación domiciliaria).

Sustitución de capacidad instalada de tecnología fósil por tecnología renovable.	Requerimos mucha más energía renovable para realizar la transición energética. Dados los factores de planta de la energía solar y eólica, que son del orden del 30%, cada vez que se desconecte una planta a carbón de 400 WM, se requerirá 1200 MW de capacidad instalada de generación de energía renovable.
Incorporación de baterías en desarrollo de proyectos PMGD.	La transmisión de la energía eléctrica es hoy día una restricción. Y segunda restricción, cómo acumular la energía. Innergex inauguró el 17 de octubre un banco de almacenamiento de energía en baterías en el parque solar fotovoltaico Salvador. La empresa AES también tiene instaladas baterías en el norte de Chile. Lo que observamos es que todo lo que se desarrolla actualmente en PMGD incorpora baterías.
Situación en Alemania	Alemania no tiene restricciones de transmisión. Tiene un escenario de demanda satisfecha. Las plantas se apagan porque no existe demanda de energía. Por esa razón se apuesta por H2, dado su producción implicaría mayor demanda de electricidad.
Escenario en Chile	En Chile se presenta un escenario de cada vez mayor electrificación: en temas de transporte, uso residencial, electrificación del calor, etc. Por lo tanto la demanda por electricidad va a seguir creciendo. La energía eléctrica es cara en Chile, en la tarde noche. Si bien durante el día su costo marginal puede ser 0, no es así en la noche. La ampliación de las líneas de transmisión (proyecto Kimal Lo Aguirre) se realiza debido a que la energía en el Norte es vertida durante el día. Probablemente esas líneas tienen exceso de capacidad de transmisión durante la noche. Por lo tanto sería posible aprovechar los diferenciales de precio.
¿Disminuirá el costo de la energía eléctrica en Chile en el mediano plazo?	No es claro que el costo de la energía vaya a bajar, debido al aumento de demanda, y a que es necesario financiar el costo de las baterías.
Disminución en los costos de la tecnología de almacenamiento.	Para las baterías es de esperar que se presente una curva de disminución de costos similar al que se ha observado para los paneles fotovoltaicos. Esto se refleja

	directamente en una disminución del LCOE. En los procesos de licitación de energía, los oferentes deben tomar en cuenta estas tendencias de disminución de costos en tecnología en el cálculo de los precios de oferta. Esto es así porque los proyectos tardan varios años en desarrollarse. Existen pilotos de proyectos con almacenamiento desde antes de la pandemia, por lo que ya se han realizado aprendizajes sobre su operación y uso.
Características del mercado de electricidad.	El mercado de electricidad es un mercado imperfecto. Tanto por los plazos como porque no todos los proyectos se concretan. El portafolio de proyectos se compone por aquellos que se materializarán en el corto plazo, aquellos que se materializarían en varios años más, así como aquellos que finalmente no se implementarán. El timing de entrada del proyecto es muy importante. Los contratos deben tener buenas cláusulas de salida.
Espacio para demanda de H2	Si existe un mercado para H2, su opinión es que seguirán instalándose nuevas plantas de generación PV. La minería genera una demanda importante de H2 gris, por lo que podría representar un demandante relevante de H2 verde en un futuro. Además, el H2 verde tendrá un rol importante en el transporte pesado. La densidad energética del H2 es mayor que la de las baterías eléctricas.
Estacionalidad	Un tema crítico es la estacionalidad. Que es un tema poco abordado en la actualidad. En invierno la cantidad de energía producida es significativamente menor que en verano, especialmente en la zona central y sur del país. En este ámbito, el H2 podría cumplir un rol de acumulador estacional. Esto, porque operar una batería eléctrica con un solo ciclo de carga y descarga sería poco competitivo.
Modelos de negocio de los PMGD	Un posible modelo para desarrollarse es un actor que se dedique a producir H2 y compre energía verde a otras empresas, que pueden ser PMGD. Probablemente ese actor deba hacer PPA (power purchase agreement) con varios PMGD. Es relevante tener disponible energía las

	24 horas del día para así producir H2 también las 24 horas del día.
--	---

Entrevista No. 21 H2X Ecosystems – CEO Founder y Director Científico

Nombre institución: H2X Ecosystems	
Nombre Entrevistado: Simon Berthou y Loic Perrin	
Cargo del Entrevistado: Responsable de Relaciones Institucionales y Director Científico	
Entrevistan: Karla Zúñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: El hidrógeno verde en Europa y posibilidades de negocios en Chile	
Fecha de la entrevista: 19/10/2023	
Resumen: Se presentan ambas empresas, Círculo Ingeniería y H2X, estos últimos Compañía Francesa, de Bretaña, quienes hoy realizan proyectos con Hidrógeno como Ecosistemas simbióticos basado en hidrógeno renovable y bajo en carbono para territorios e industria, siendo participantes activos en la descarbonización en Francia y Europa.	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Estructura Organizacional	La compañía cuenta con 14 personas distribuidas en 4 Unidades de Negocio: Technical, Ecosystems, Training, R&D
El Negocio de H2X	La filosofía de la empresa para crear ecosistemas, es investigar la demanda de las industrias, lo que les permite definir el tipo de producción que pueden hacer. Sus productos van desde células de Combustibles que convierten el Hidrógeno en energía (5 kw por hora) que les permite aplicaciones en movilidad, hasta el ElectroHidrogen genset, que es un sistema de 315 kw.
Proyectos vigentes	Actualmente están presente con proyectos industriales para descarbonización, pero también pueden proveer

	dispositivos para generar energía a los Barcos cuando llegan a puerto.
La experiencia con el Puerto de San Antonio	La compañía participó en un levantamiento de soluciones tipo ecosistema Territorial para el puerto de San Antonio, que contemplaba casos de uso de retrofiting del equipamiento actual del Puerto y la producción de Hidrógeno verde, lo que se enmarcaba en la estrategia de Hidrógeno del país
Para potenciar negocios de Hidrógeno en Chile	Ellos necesitan data de los perímetros de los territorios a estudiar, y tener claro si se requiere autonomía de energía o desarrollar nuevos usos para descarbonizar. Con esto ellos estudian el posible ecosistema, y definen los equipos a proponer.

Entrevista No. 22 SIEMENS – Gerente De Propuestas Renovables

Nombre institución: SIEMENS	
Nombre Entrevistado: Estefano Trisotti	
Cargo del Entrevistado: Gerente De Propuestas Renovables	
Entrevistan: Karla Zuñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Propuestas de SIEMENS al mercado respecto al hidrógeno verde	
Fecha de la entrevista: 23-10-2023	
Resumen: Se abordaron temas respecto a electrolizadores, clientes, mercados y posibilidades de trabajar con SIEMENS en proyectos de Hidrógeno Verde	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Producción de electrolizadores	Siemens es uno de los productores de electrolizadores en el mundo, pero actualmente su capacidad mínima es de 50 MW, por lo que una empresa pequeña no podría comprar su producto, por otra parte, siemens ya tiene toda su producción vendida hasta el 2025, por lo que de momento no tendría la capacidad de ofrecer electrolizadores a nuevos interesados
Mercados y clientes	Chile comenzó como un impulsor del tema de hidrógeno verde, pero a la fecha existen países que están invirtiendo montos muy elevados en hidrógeno, haciendo que Chile pase a ser un mercado chico. Entre los principales países que están comprando su ingeniería y productos, se encuentra el medio oriente y Europa, en su mayoría fondos de inversión que se respaldan por petroleras

Propuestas de Siemens	A diferencia de algunos competidores, SIEMENS tiene la ventaja de ofrecer prácticamente cualquier etapa o toda la cadena de valor para el uso de hidrógeno verde, desde la ingeniería, construcción y puesta en marcha de plantas de hidrógeno verde, lo que le permite ser un competidor muy importante en el mercado
Conclusiones	Actualmente SIEMENS no podría ser una alianza estratégica debido a su tamaño y a que no cuenta con la capacidad de vender más proyectos hasta el 2025, por lo que se permite escoger a sus clientes. Existen países que están invirtiendo cantidades muy elevadas de dinero en el hidrógeno verde y están sacando ventaja a Chile

Entrevista No. 23 COLBUN – Juan Pablo Fiedler

Nombre institución: COLBÚN	
Nombre Entrevistado: Juan Pablo Fiedler	
Cargo del Entrevistado: Gerente de Hidrógeno Verde y Director de H2 Chile	
Entrevistan: Karla Zuñiga, Mario Schulz, Pablo Coto, Abad Ceballos	
Descripción/tema general de la entrevista: Rol de H2 Chile y proyectos de COLBÚN	
Fecha de la entrevista: 30-10-2023	
Resumen: Como H2 Chile apoya a el desarrollo de hidrógeno verde en Chile y qué proyectos tiene COLBÚN en cartera respecto al tema	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
H2 Chile y su rol	Apoya a la aceleración en la transición energética, promoviendo el hidrógeno verde y su uso como vector energético y sus aplicaciones.
Proyectos COLBÚN	COLBÚN cuenta con 3 proyectos en cartera para la producción de hidrógeno verde en 3 diferentes escalas, ellos apuestan a que será un producto importante en el futuro y están en estudios de factibilidad de implementar su producción
Regulaciones y subsidios	Chile afirmo que no pretende subsidiar el hidrógeno verde como parte de su estrategia, por lo que apunta a competir por el valor de energía más barato. En cuanto a regulaciones, están muy atrasados ya que la mayoría de las empresas actuales se están basando en regulaciones internacionales a falta de una local

Conclusiones	Existe una apuesta fuerte por el hidrógeno verde, lo cual es una oportunidad importante para empresas del sector energético, pero Chile necesita establecer las reglas claras y ayudar con la viabilidad de proyectos
--------------	---

Entrevista No. 24 Comité Consultivo de Energía 2050 – Carlos Silva Montes

Nombre institución: Comité Consultivo de Energía 2050	
Nombre Entrevistado: Carlos Silva Montes	
Cargo del Entrevistado: Integrante del Comité Consultivo de Energía 2050	
Entrevistan: Karla Zuñiga, Pablo Coto.	
Descripción/tema general de la entrevista: Mirada sobre la energía costos y proyecciones	
Fecha de la entrevista: 27-11-2023	
Resumen: Como H2 Chile apoya a el desarrollo de hidrógeno verde en Chile y qué proyectos tiene COLBÚN en cartera respecto al tema	
Hitos, datos o información relevante	Comentarios
Cotos nivelado del H2	Al comentarle al profesor Silva que en nuestras simulaciones llegábamos a un costo nivelado de producción de 3,3 USD/kw de producción, le pareció razonable (considerando un capex proyectado al 2025) y que era un buen costo.
Que hacer con el Hidrógeno	Al comentarle al profesor Silva el posible uso de Hidrógeno en Hidrogineras a los largo de la ruta 5 Norte para abastecer a Camiones de carga con generación de Hidrógeno in situ, lo encontró interesante
Cuidado con la eficiencia del hidrógeno	El Hidrógeno como medio de almacenamiento de Energía no es eficiente, dado que se requiere energía eléctrica para generarlo, para luego con él mismo Hidrógeno producir energía eléctrica en otra hora, donde se pierde la mitad de la energía en el traspaso

Opciones con autos eléctricos	Se habla de que en las ciudades habrá muchos autos, no así camiones eléctricos en las carreteras, por que necesitarían baterías gigantescas (camiones de carga).
Necesidades distintas, distintas alternativas de energía	El hidrógeno es más bien un combustible que se piensa que va a reemplazar a otro combustible fósil y para largas distancia se piensa que se ocupe hidrógeno, y se cuente con las Hidrogineras que proveean de combustible en la ruta 5.
Futuro de la energía Eléctrica	Es difícil que el precio de la Energía baje de los 35 USD. Se vio licitaciones en donde se llegó a 20 y algo, más (había mucha oferta, entonces se canibalizó) pero algunas de las empresas que se inscribieron a esos precios están con problemas financieros. Sería interesante ver una sensibilidad a 30, 35 y 40 USD. Pero a 10 muy difícil.
Políticas públicas	En Chile cuesta sacar subsidios a menos que vayan dirigidos a la gente más vulnerable. Es difícil que se generen incentivos como los que se ven en USA. Quizás para la infraestructura Base, las estaciones de Servicio Hidrogineras.

Anexo No. 05 Lecciones aprendidas del equipo en este proceso

Cuando el 20 de diciembre 2022 recibíamos el mail con la bienvenida al Desafío de Negocio y confirmaron que el 10 de enero debíamos postular nuestro proyecto, fue el inicio de un proceso donde no tener claridad pasó a ser parte del panorama y la para muchos la ansiedad llegó a altos niveles.

Sin duda hoy al concretar la entrega, vemos que esa incertidumbre y ansiedad era parte de una forma nueva de hacer las cosas, que el no saber abre muchas posibilidades y que hoy tenemos herramientas para navegar en ese tipo de agua tal como en Innovación nos quedó claro y disfrutarlo!!

De esta forma y en retrospectiva podemos declarar los siguientes aprendizajes del equipo:

- **Investigar nuevos ámbitos del conocimiento** es un desafío fascinante, es volver a ser niños exploradores de mundos nuevos, y desde esa curiosidad, un adulto encuentra una energía y tiempo que no sabía que tenía para avanzar en su investigación y conocer más.
- **La industria de la energía en Chile** es apasionante, no solo por tratarse de un rubro estratégico para el desarrollo del país, sino porque requiere de profesionales con mirada de futuro, verdaderos valientes emprendedores para buscar nuevas alternativas y liderar proyectos con presupuestos de alta envergadura.
- **Los objetivos en sustentabilidad y reducción de huella de carbono** como respuesta al cambio climático y uso de combustibles fósiles dejaron de ser para nosotros una noticia en la TV o algo de lo que hablan en la ONU y los gobiernos, sino que se transformó en un desafío a la creatividad e innovación del ser humano, lo que, sumado a los desarrollos de la Ingeniería, abre posibilidades transformadoras que no habíamos imaginado.
- Y en esta línea, lo que está ocurriendo con el **Hidrógeno Verde y sus derivados** como tecnología emergente, y lo que puede llegar a ser desde Chile para el mundo como nueva fuente de energía en el futuro, nos confirma que fue una buena decisión elegir este tema.
- **La relevancia de las redes** no es algo nuevo, pero en este caso, fue sorprendente como logramos llegar a entrevistar a personas que no imaginamos tener acceso, y conseguimos recomendaciones de expertos que perfectamente podemos considerar como una clase más del EMBA. También la red que las empresas desarrollan para abrir posibilidades de negocios, contactos de diverso ámbito y roles, que permiten tener esa reunión clave para el futuro.
- **El equipo** con que te embarcas para hacer frente a un desafío es crucial no solo para el logro de los objetivos, sino tu calidad de vida durante la travesía.