



CENTRO DE ENERGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD DE CHILE

Dirección: Plaza Ercilla 847, Santiago

Contacto: Myriam Reyes
Email: contacto@centroenergia.cl
Fono: +56 2 9784203

Definición y elaboración de metodologías de evaluación social para proyectos asociados a la industria del hidrógeno verde



Reporte desarrollado para
Ministerio de Energía

Equipo de trabajo: Loreto Tamblay, Carlos Alvear, María Janet Arenas, Eduardo Contreras, Manuel Díaz, Diego Guevara, Pablo San Martín, Marco Vaccarezza

Informe Final Corregido

Junio 2024

Tabla de contenido

1	Introducción	1
2	Metodología de Evaluación Social que aborda el Proyecto de Hidrogeno verde y su cadena de valor.	3
2.1	Metodología para la Evaluación Proyecto de H2V.....	5
2.1.1	Identificación de Costos y Beneficios	5
2.1.2	Cuantificación y Valoración de Beneficios y Costos.....	7
2.1.3	Estimación de indicadores	18
2.1.4	Evaluación de infraestructura anexa	20
3	Metodología de Evaluación Social para Planes de Infraestructura	23
3.1	Previo a la evaluación: la formulación	24
3.2	Evaluación de Planes	29
3.2.1	Paso 1. Identificar objetivos del Plan.....	30
3.2.2	Paso 2. Identificar indicadores de objetivos	33
3.2.3	Paso 3. Evaluación social de las iniciativas.	36
3.2.4	Paso 4. Aporte de cada proyecto a objetivos	37
3.2.5	Paso 5. Valoración de logro de objetivos	38
4	Criterios para la Evaluación de Proyectos Privados.	40
4.1	Rentabilidad social de la iniciativa	40
4.2	Planificación estratégica de infraestructura del Estado.	43
4.3	Compromisos internacionales	47
5	Conclusiones.....	55
5.1	Acerca de la metodología para la Evaluación de Proyectos de H2V.....	55
5.2	Acerca de la metodología de Evaluación Social de Planes de Inversiones.	55
5.3	Acerca de los Criterios para evaluación de Proyectos Públicos.....	56
6	Anexos.....	59
6.1	Anexo 1. Manual de Uso de la Herramienta de Cálculo.	59
6.1.1	Análisis de Costo Beneficio	59
6.1.2	Inflación	67
6.1.3	Impacto del proyecto en el desarrollo de la industria.....	69
6.1.4	Resultados finales.....	73
6.2	Anexo 2. Metodología Multicriterio para ponderación de objetivos.	74
6.2.1	Proceso de decisión.	74
6.2.2	¿Por qué una metodología multicriterio?	74
6.2.3	¿Dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?.....	74
6.2.4	Proceso analítico jerárquico (AHP)	76
6.3	Anexo 3. Planilla de evaluación PML – MZN.....	85
6.4	Anexo 4. Actividad 1: Metodologías vigentes del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, aplicables al hidrógeno verde y su cadena de valor.....	86

6.4.1	Metodologías vigentes en el Sistema Nacional de Inversiones.....	86
6.4.2	Enfoques aplicados en las metodologías de evaluación.....	87
6.4.3	Metodologías aplicables a proyectos de H2V.....	88
6.5	Anexo 5. Actividad 2: Definir tipologías de proyectos de hidrógeno y su cadena de valor como objeto de evaluación.....	95
6.6	Anexo 6. Actividad 3: Identificar brechas y espacios de mejora en las metodologías vigentes para dar respuesta a los desafíos de los proyectos de hidrógeno y su cadena de valor.....	98
6.7	Anexo 7. Actividad 4: Identificación de planes de Infraestructura del Estado que pueden ser candidatos a una evaluación social involucrando la cadena de valor del hidrógeno.	102
6.7.1	Ministerio de Energía	102
6.7.2	Ministerio de Obras Públicas (MOP).....	109
6.7.3	Ministerio de Transporte	114
6.7.4	Gobiernos Regionales	118

1 Introducción

Este documento corresponde al informe final por parte del Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para el estudio “Definición y elaboración de metodologías de evaluación social para proyectos asociados a la industria del hidrógeno verde”, en el contexto del programa presupuestario Desarrollo Productivo Sostenible (DPS) Línea Presupuestaria “Estrategias Territoriales: Planificación Energética y Gestión Territorial”.

La línea presupuestaria Estrategias Territoriales tiene como propósito la descarbonización de nuestra matriz hacia el desarrollo de un sistema energético sustentable, la cual deberá realizarse de manera respetuosa con las comunidades, las personas y su calidad de vida, aquello es especialmente relevante en las zonas que han sido afectadas por el uso de tecnologías contaminantes. Para ello es imprescindible mejorar el estándar de evaluación y desarrollo de los proyectos, como también la participación de distintos actores del territorio en su planificación; en consonancia con la Política Nacional de Energía, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 148 de la Presidencia de la República, de fines del año 2015, que proporciona una visión, estrategia y los lineamientos de largo plazo en el sector energía, especialmente, el tema del ordenamiento territorial energético, y en la actualización quinquenal de la Política Energética Nacional 2050, aprobada por Decreto N° 10, de 2022, del Ministerio de Energía.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una metodología para la evaluación social de proyectos de H2V, con el fin de abordar adecuadamente la cadena de valor del hidrógeno y sus derivados. Esto, a través de dos líneas de trabajo, por una parte, referida a: 1) cuantificar los costos y beneficios sociales conjuntos de infraestructuras de la cadena de valor, por ejemplo, a través de la evaluación de planes, así como 2) para poder incluir criterios para los proyectos privados, por ejemplo, a través de licitaciones de terrenos fiscales para dichos fines.

Para ello, las bases técnicas del proyecto proponen las siguientes actividades:

1. Levantar y revisar las metodologías vigentes y en estudio del Ministerio de Desarrollo Social, aplicables al hidrógeno y su cadena de valor.
2. Definir tipologías de proyectos de hidrógeno y su cadena de valor como objeto de evaluación.
3. Identificar las brechas y espacios de mejora en las metodologías vigentes para dar respuesta a los desafíos de los proyectos de hidrógeno y su cadena de valor, en base a las tipologías identificadas.
4. Identificar planes de infraestructura del Estado que pueden ser candidatos a una evaluación social involucrando la cadena de valor del hidrógeno.

5. Proponer una metodología de evaluación social que aborde el proyecto de hidrógeno y su cadena de valor, que puede constituir una mejora o adaptación de metodologías existentes.
6. Proponer una metodología de evaluación social para los planes de infraestructura identificados, que puede constituir una mejora o adaptación de metodologías existentes.
7. Proponer criterios para la evaluación de proyectos privados, aplicables como buenas prácticas de la industria o para ser incorporadas en instrumentos del Estado para orientar el desarrollo de la infraestructura, como por ejemplo en licitaciones de terrenos fiscales.

El capítulo 1 corresponde a la metodología de evaluación social que aborde el proyecto de hidrógeno y su cadena de valor, en particular se desarrolla la identificación de costos y beneficios sociales, luego, la cuantificación y valorización de costos y beneficios sociales, la estimación de indicadores de rentabilidad social, y la evaluación de infraestructura anexa.

En el segundo capítulo se desarrolla la metodología de evaluación social para planes de infraestructura. Se comienza con la entrega de antecedentes respecto de la evaluación de planes de inversión en términos de sus objetivos, luego se describe la metodología de evaluación propuesta, complementando con la aplicación a nivel conceptual al Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte PML-MZN cuando fuese posible, y el análisis de los pasos de la metodología propuesta con los Términos de Referencia (TdR) del Estudio Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

En el tercer capítulo se desarrolla el análisis de criterios para la evaluación de proyectos privados, análisis que comprende el ámbito de la evaluación social de inversiones en Chile, la planificación estratégica de inversiones y los compromisos internacionales de Chile.

El capítulo 4 corresponde a las conclusiones para cada uno de los tres productos que comprende este informe.

Adicionalmente, este informe cuenta con cinco anexos. El anexo 1 es el manual de usuarios de la herramienta en Excel para la evaluación social de proyectos de H2V. En el anexo 2 se desarrolla la metodología multicriterio, para la ponderación de objetivos al interior de un plan. El anexo 3 presenta, a modo de ejemplo, la disposición de objetivos e indicadores que aplicaría al Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte (PML-MZN) para aplicar la metodología de evaluación de planes de inversiones propuesta. Los anexos 4, 5, 6 y 7 presentan el resultado de las actividades 1, 2, 3 y 4 del presente estudio.

2 Metodología de Evaluación Social que aborda el Proyecto de Hidrogeno verde y su cadena de valor.

La metodología de evaluación social desarrollada en el contexto de este estudio aplica a proyectos asociados a la industria de Hidrogeno Verde en Chile (H2V).

En este sentido, un proyecto de hidrógeno es el sistema técnico-económico que permite suministrar de este gas a los diferentes consumidores que lo utilizan, considerando todas las etapas y procesos industriales que permiten producirlo y entregarlo al siguiente eslabón de la cadena de producción en la cual participe.

El objetivo del desarrollo de la industria del hidrógeno es que dicho portador energético se produzca a partir de fuentes energéticas limpias, para así sustituir la producción y uso de combustibles fósiles actualmente utilizados en diversos sectores. Así, el desarrollo de esta industria puede ayudar a cumplir las metas de carbono neutralidad de los diversos países del mundo (Kovač et al., 2021).

Hoy en día, el hidrógeno es utilizado en una gran variedad de aplicaciones, como en las industrias químicas, petroquímicas, alimenticias y debido a sus actuales usos, ya existe una cadena de valor industrial para suministro de este elemento (Schröer & Vásquez, 2018). No obstante, la fuente principal del hidrógeno que se produce son los combustibles fósiles (International Energy Agency, 2023), por lo tanto, no es viable pensar en el hidrógeno de la forma que se produce actualmente como un vector energético habilitador de una transición energética hacia economías descarbonizadas.

Actualmente, debido a las características de la generación eléctrica a partir de fuentes energéticas renovables no convencionales, se ha considerado producir hidrógeno a partir de ellas, como un combustible o vector energético carbono neutral. Esto ha motivado un creciente desarrollo de aplicaciones en nuevos sectores industriales, como el energético o el transporte (Hydrogen Council, 2021b; International Energy Agency, 2019). Debido a esto, se espera que a futuro la cadena de valor del hidrógeno se expanda y transforme (Stuible et al., 2020).

Para estructurar la comparación de la situación con y sin proyecto, se propone estructurar ambas situaciones en componentes, como muestra la Figura 1.

Donde un proyecto puede considerar uno o más de un componente, es decir, no necesariamente todos los proyectos consideran todos los componentes, además de la construcción o mejoramiento de infraestructura pública anexa.

En cada uno de los componentes es posible identificar distintas tecnologías (Figura 1), con distintos beneficios y costos.

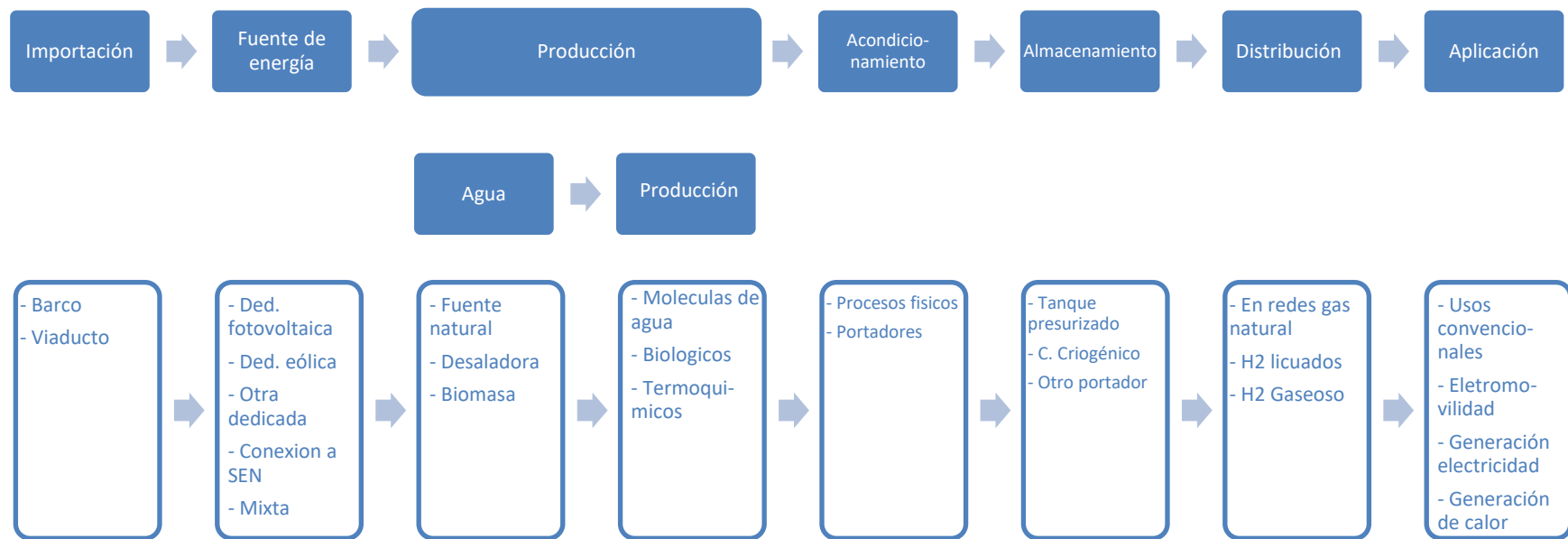


Figura 1. Alternativas tecnológicas según componente de la cadena de valor del H2V. Fuente: Elaboración propia.

2.1 Metodología para la Evaluación Proyecto de H2V.

La evaluación de las alternativas de solución identificadas en la etapa de formulación tiene como finalidad determinar si los beneficios sociales son mayores a los costos sociales, y cuál de las alternativas convenientes es la más conveniente desde la perspectiva técnico-económica.

Para ello, se deberán identificar, medir y valorar costos y beneficios de cada alternativa y calcular indicadores de rentabilidad que permitan tomar la decisión más adecuada.

2.1.1 Identificación de Costos y Beneficios

La evaluación de este tipo de proyectos, considera beneficios y costos directos, efectos indirectos y externalidades:

- Beneficios directos por variación de costos privados al reemplazar combustibles que hoy se importan, con precios que varían en el tiempo, por H2V de producción nacional, con un costo fijo dado por el costo de inversión y el costo de la energía.
- Beneficios por variación (disminución) de la emisión de gases de efectos invernaderos (GEI).
- Beneficios por variación de consumo de los hogares por efectos inflacionarios, entendiendo que debido a la demanda inelástica de combustibles al precio¹, un aumento de precios se traduce en una disminución de los ingresos de los hogares o dicho de otro modo, en una disminución del poder adquisitivo.
- Beneficios por impulso de desarrollo de la industria nacional de alta tecnología.

¹ Estimaciones sugieren elasticidades precio de corto y largo plazo de -0,10 y -0,31, respectivamente. (Meta-análisis de las elasticidades ingreso y precio de la demanda de gasolina: implicaciones de política pública para América Latina. Galindo et al. CEPAL 2015. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ce00ffc5-0f18-415a-bbc8-4b402d9ce9f6/content>)

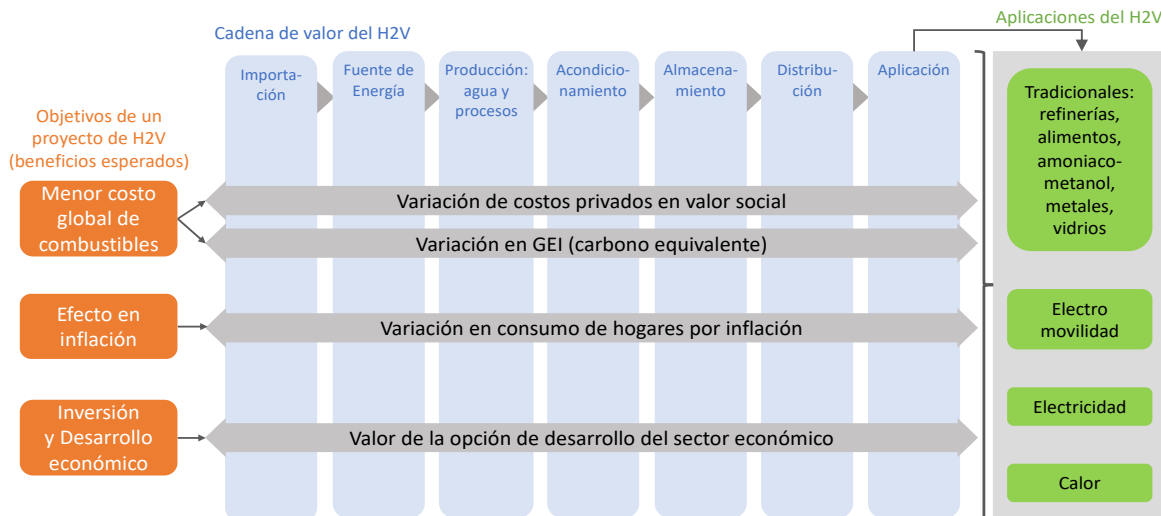


Figura 2. Esquema de beneficios para proyectos de H2V. Fuente: Elaboración propia.

Para su aplicación, corresponde comparar la situación con y sin proyecto según componente de la cadena de valor, de manera que tanto el proyecto en evaluación como la situación sin proyecto, podrían considerar todos o algunos de estos componentes, como muestra el ejemplo de la Figura 3.

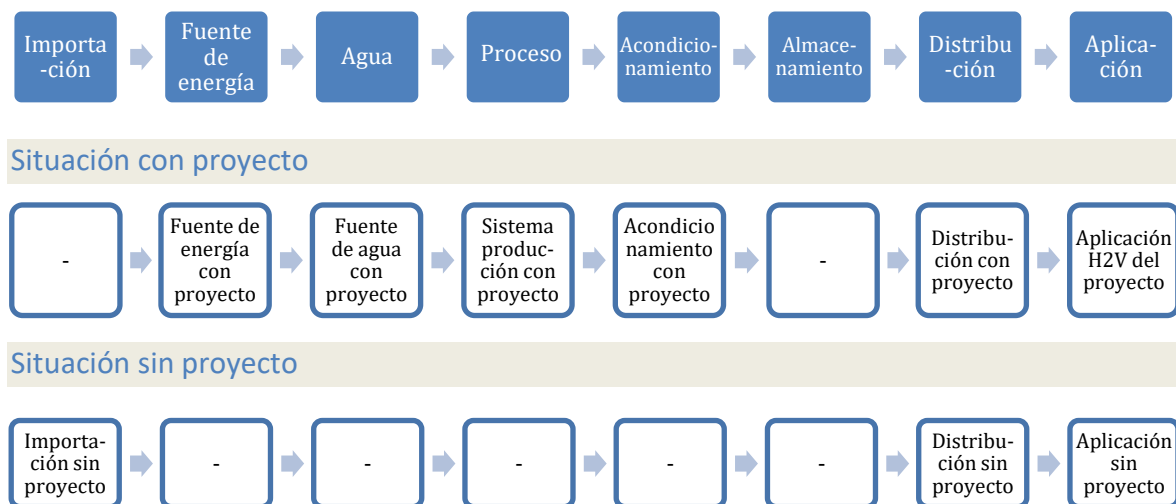


Figura 3. Comparación de tecnologías del proyecto y del caso base según componentes de la cadena de valor de H2V. Fuente: Elaboración propia.

Los costos del proyecto están constituidos por: (i) el monto de la inversión en obras de infraestructura y equipamiento que se incurre en el inicio del proyecto; y (ii) los costos de operación y mantención durante el periodo de su vida útil. Esto último puede resultar un beneficio en el caso de que éstos sean menores en la situación con proyecto respecto a la situación sin proyecto.

2.1.2 Cuantificación y Valoración de Beneficios y Costos.

En el marco de los beneficios sociales, toda vez que el H2V que se produzca reemplace el uso de combustibles fósiles, entonces corresponde considerar beneficios por ahorro de costos, mientras que aquella producción de H2V que se destine a nuevos consumos, nacional o extranjero, genera beneficios sociales por mayor consumo, los cuales se identifican en el componente “Aplicación” de la cadena de valor de la industria.

2.1.2.1 Ahorro de costos

El ahorro de costos corresponde a beneficios sociales por liberación de recursos. Y considera el concepto más amplio de costos.

Para cada uno de los componentes de la cadena de valor de un proyecto de H2V presentes en el proyecto en análisis y en la situación base optimizada con la cual se compara, corresponde estimar:

- Monto de inversión
- Costos de operación y mantenimiento
- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

De esta manera se estima la diferencia, componente por componente, entre la situación con y sin proyecto.

Componente	Situación con proyecto (A)	Situación sin proyecto (B)	Diferencial (A-B)
Importación			
- Inversión ²			
- Operación y mantención			
- Emisiones de GEI			
Fuente de energía			
- Inversión			
- Operación y mantención			
- Emisiones de GEI			
...	...	...	...
Aplicación			

² Eventualmente la situación sin proyecto, podría requerir inversiones, tales como la ampliación o adaptación de capacidad de puertos o viaductos, asociados a la situación base optimizada. El objetivo es que la metodología sea lo más general posibles, por lo que se identifican inversiones en la situación sin proyecto, pero efectivamente, serían casos muy particulares y poco frecuentes.

Componente	Situación con proyecto (A)	Situación sin proyecto (B)	Diferencial (A-B)
- Inversión			
- Operación y mantención			
- Emisiones de GEI			

Cuadro 1. Cuadro análisis de beneficios por liberación de recursos según componente. Fuente: Elaboración propia.

El análisis componente a componente, es una recomendación, sin embargo, los componentes pueden ser agregados en caso de que la información disponible así lo requiera, lo importante es que el diferencial entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto debe considerar todos los diferenciales posibles.

En caso de que un componente sea exactamente igual en la situación con proyecto como en la situación sin proyecto, entonces el diferencial es cero, y por lo tanto no es relevante estimarlo.

La valoración de los costos de inversión, operación, mantención y conservación se realiza principalmente a través de los precios de mercado. Sin embargo, dado que se está realizando una evaluación social, es necesario realizar ajustes para reflejar el verdadero costo para la sociedad de utilizar recursos en el proyecto.

Costos	Ajuste
Maquinarias, equipos e insumos importables	Descontar IVA, arancel y otros impuestos; aplicar el factor de corrección de la divisa
Sueldos y salarios	Aplicar el factor de corrección de la mano de obra, para cada nivel de calificación.

Cuadro 2. Aplicación de factores de corrección social. Fuente: Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos. Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Los factores de corrección señalados en el Cuadro 2, además de factores para otros recursos como: diésel, gasolina, tiempo de viaje, lubricantes de motor y neumáticos, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia publica anualmente los precios sociales que deben ser utilizados en la evaluación social de proyectos que involucren el uso de estos recursos.

2.1.2.2 Mayor consumo

Cuando la producción de H2V se destine a un nuevo consumo nacional, el valor social corresponde a la disposición de pago por dicho consumo. Como muestra la figura a

continuación, el beneficio social corresponde al área verde, mientras que los costos sociales corresponden al área achurada.

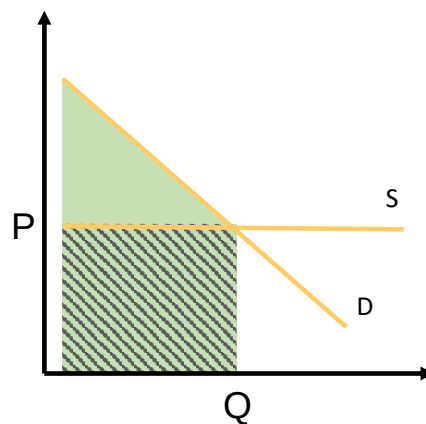


Figura 4. Conceptualización de beneficios sociales por mayor consumo

En la medida que no sea posible estimar la curva de demanda por h2V, nacional o internacional, la recomendación es aplicar un criterio conservador, y utilizar el precio que pagan los usuarios como un aproximado inferior de dicho valor.

Cabe precisar que cuando la producción de H2V se destine a exportaciones, el valor social de dicha exportación corresponde al ingreso de capitales al país, en particular de divisas.

2.1.2.3 Efectos sobre la Inflación

De acuerdo con el Banco Central de Chile (Banco Central de Chile, 2019): En un país importador neto, como Chile, es esperable que un incremento en el precio del petróleo disminuya la actividad y aumente la inflación. Desde un punto de vista conceptual, un aumento del precio del petróleo afecta a la economía por dos canales, el consumo y la producción. Por el primero, debido a la baja elasticidad del consumo de combustibles a su precio¹, un aumento del precio del petróleo y, como consecuencia del costo de la energía, reduce el poder adquisitivo y, por lo tanto, por efecto ingreso reduce la demanda por todos los bienes consumidos (de manera más intensa en el consumo de energía por un efecto sustitución adicional). Por el lado de la producción, aumentan los costos marginales y se contrae la demanda por todos los factores productivos (especialmente del petróleo por efecto sustitución), contrayéndose la oferta agregada local y aumentando los precios.

La magnitud de estos efectos dependerá de qué tan sostenido sea el incremento del precio del petróleo y de las características propias de cada economía, especialmente las que se refieren a las intensidades de uso y consumo del petróleo y la capacidad de sustituirlo. En Chile, la incidencia del petróleo en la producción se ha reducido considerablemente en los

últimos años, lo que acota los efectos del incremento actual, pero aún es altamente dependiente de combustibles importados.

Para analizar los efectos de la inflación en el bienestar social bajo el enfoque de eficiencia, se entiende la inflación como una disminución de los ingresos reales de los hogares, la que disminuye el poder adquisitivo. De esta manera, es posible estimar el valor de esa disminución de consumo como muestra la Figura 5 y las ecuaciones 1, 2 y 3:

- Se determina el porcentaje de aumento (o variación) del precio del combustible a sustituir, con información de Ministerio de Hacienda (gasolina) y de la Comisión Nacional de Energía (gas natural).
- Se agregan según su ponderación en el IPC, obteniendo un porcentaje de variación del IPC (solo lo relativo a esos combustibles).
- Al consumo final de los hogares (publicado por Banco Central del Chile), se aplica el porcentaje de disminución de consumo.

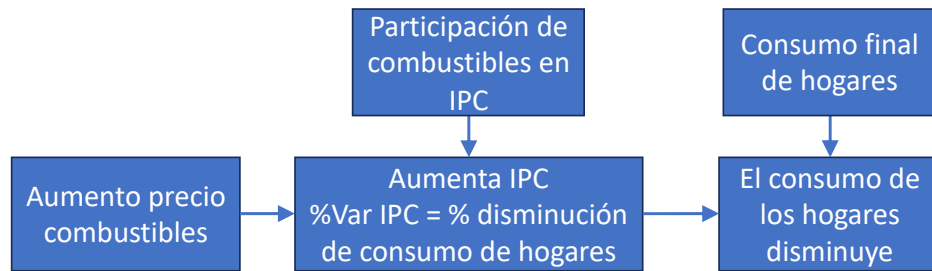


Figura 5. Esquema estimación valor menos consumo por inflación. Fuente: Elaboración propia.

$$VarInd_t^{c/p} = VarIndComb_t^{c/p} \cdot PctComb_t^{c/p} + VarIndH2V_t^{c/p} \cdot PctH2V_t^{c/p} \quad 1$$

$$VarInd_t^{s/p} = VarIndComb_t^{s/p} \cdot PctComb_t^{s/p} + VarIndH2V_t^{s/p} \cdot PctH2V_t^{s/p} \quad 2$$

$$VarInf_t^{\square} = VarInd_t^{c/p} - VarInd_t^{s/p} \quad 3$$

Donde:

c/p y s/p = Con proyecto y sin proyecto, respectivamente.

$VarInf_t^{\square}$ = Variación efecto sobre la inflación en el periodo t.

$VarInd_t$ = Variación índices en el periodo t

$VarIndComb_t$ = Variación anual del precio del combustible en situación sin proyecto en el periodo t respecto del periodo t-1 (%)

- $PctComb_t$ = Porcentaje de participación del combustible en situación sin proyecto en la canasta básica del IPC en el periodo t.
- $VarIndH2V_t$ = Variación anual del precio del H2V combustible en situación con proyecto en el periodo t respecto del periodo t-1 (%)
- $PctH2V_t$ = Porcentaje de participación del H2V en situación con proyecto en la canasta básica del IPC en el periodo t.

El porcentaje de participación de los componentes presentes en la canasta básica del IPC, así como la variación del precio, es información que publica regularmente el Instituto Nacional de Estadísticas³ (INE)

Luego, este diferencial se aplica sobre el consumo total de los hogares, publicado anualmente por el Banco Central de Chile⁴.

$$BInf_t[MMCL\$] = ConsHog_t[MMCL\$] \cdot PctComb_t^{s/p}[\%] \cdot VarInf_t^{\square}[\%] \quad 4$$

Donde:

- $BInf_t$ = Beneficios del proyecto por efecto en inflación en el periodo t (MMCL\$).
- $ConsHog_t$ = Consumo de hogares en el periodo t (MMCL\$).
- $PctComb_t^{s/p}$ = Porcentaje de participación del combustible en situación sin proyecto en la canasta básica del IPC en la situación sin proyecto en el periodo t (%).
- $VarInf_t^{\square}$ = Variación efecto sobre la inflación en el periodo t (%).

³ <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/indices-de-precio-e-inflacion/indice-de-precios-al-consumidor>

⁴ https://si3.bcentral.cl/estadisticas/principal1/enlaces/informes/anuariosccnn/anuario_ccnn_2023.html - Capítulo 1. Cuentas de Producción, Producto Interno Bruto, Ingreso y Gasto. – 1.2.1. Gasto del producto interno bruto trimestral a precios corrientes.

2.1.2.4 Efectos sobre el desarrollo de la industria

Corresponde al impacto de la ejecución de un proyecto de H2V en el valor social de la industria, como el impulso a una industria que tiene un valor social positivo, y que es parte de las estrategias nacionales de desarrollo. Para estimar el valor de este impulso se utiliza simulación dinámica.

Para esto se define que el activo subyacente de la simulación corresponde al desarrollo de la industria de H2V, que depende en gran medida del costo de producción. La opción cuyo aporte se busca valorar corresponde a la ejecución de un proyecto de producción de H2V.

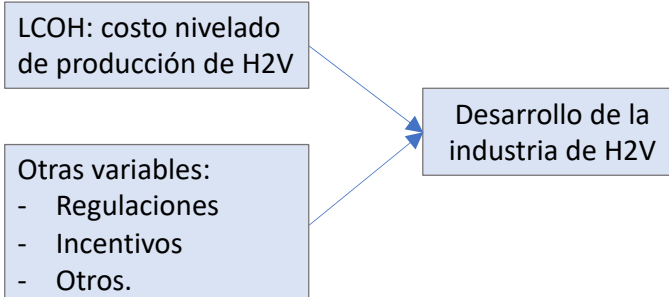


Figura 6. Esquema propuesto para ADD. Fuente: Elaboración propia.

2.1.2.4.1 Costo de Producción.

Como medida de costo de producción se utiliza el costo nivelado del Hidrógeno (LCOH por sus siglas en inglés), que es una variable que nos indica cuánto cuesta producir 1 Kg de Hidrógeno Verde teniendo en cuenta los costos estimados de la inversión requerida como el costo de la explotación de los activos involucrados en su producción.

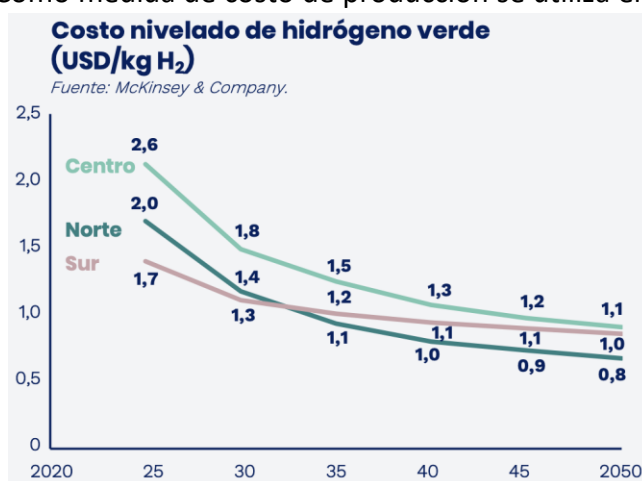


Figura 7. Proyección de costo nivelado del H2V.
Fuente: Estrategia Nacional de H2V. Chile.

De acuerdo a las proyecciones presentadas en la Estrategia Nacional del H2V, el costo nivelado del H2V tendría una disminución promedio anual del 3,6% para zona norte del

país, 3,4% en la zona centro del país, y de 2,1% en la zona sur del país (Figura 7 y Cuadro 3).

Zona	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Var. anual
Norte	2,0	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	-3,6%
Centro	2,6	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	-3,4%
Sur	1,7	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	-2,1%
Promedio	2,10	1,50	1,27	1,13	1,07	0,97	-3,06%

Cuadro 3. Proyección de costo nivelado del H2V (LCOH Chile). Fuente: Estrategia Nacional de H2V. Chile.

Con esta información, es posible proyectar la tasa de variación anual promedio esperada, como la que se presenta en el cuadro a continuación.

Zona/Quinquenio	2025 - 2030	2030 - 2035	2035 - 2040	2040 - 2045	2045 - 2050
Norte	-6,9%	-3,0%	-3,6%	-2,1%	-2,3%
Centro	-7,1%	-3,6%	-2,8%	-1,6%	-1,7%
Sur	-5,2%	-3,3%	0,0%	0,0%	-1,9%
Promedio	-6,5%	-3,3%	-2,2%	-1,2%	-1,9%

Cuadro 4. Tasa de variación anual promedio esperada según quinquenio. Fuente: Construcción propia en base a la Estrategia Nacional de H2V. Chile.

2.1.2.4.2 Desarrollo de la Industria.

Como medida del desarrollo de la industria se utiliza la cantidad de H2V que se produce en Chile.

La Estrategia Nacional del H2V presenta además proyecciones sobre cómo se espera el desarrollo de la industria de H2V, para las proyecciones de su costo nivelado.

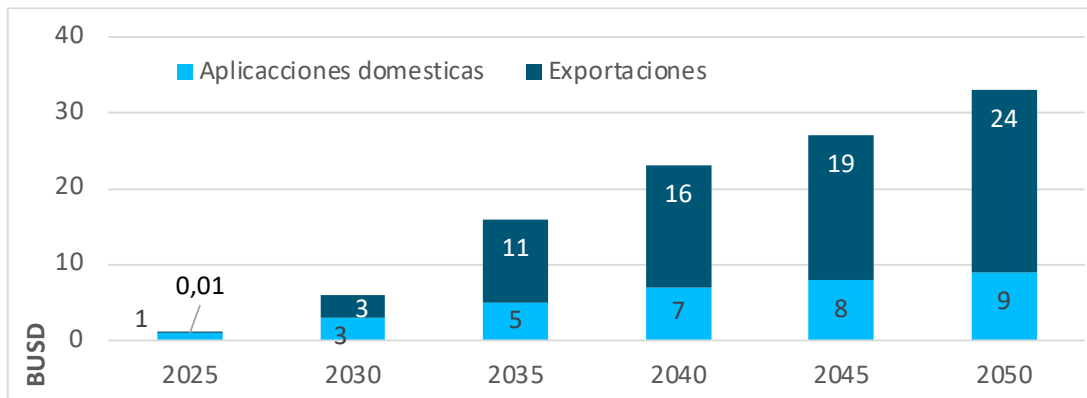


Figura 8. Proyección desarrollo de la industria de H2V. Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia nacional del H2V.

De las proyecciones publicadas en la Estrategia Nacional del H2V, se puede estimar una elasticidad entre el desarrollo de la industria y la variación esperada de su costo nivelado (Cuadro 5). Cabe destacar que estas proyecciones pueden ser actualizadas y mejoradas en la medida que se cuente con información más reciente.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
LCOH [USD/Kg]	2,10	1,50	1,27	1,13	1,07	0,97
PxQ [BUSD]	1,01	6,00	16,00	23,00	27,00	33,00
Q = (PxQ)/P [mil Kg]	481	4.000	12.632	20.294	25.313	34.138

Var anual prom.		25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50
LCOH Chile		-6,5%	-3,3%	-2,2%	-1,2%	-1,9%
Mercado		42,8%	21,7%	7,5%	3,3%	4,1%
Elasticidad		-6,58	-6,52	-3,42	-2,70	-2,10

Cuadro 5. Estimación elasticidad desarrollo de la industria de H2V según periodos. Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia Nacional del H2V.

2.1.2.4.3 Simulación Caso Base.

Se estima la trayectoria del LCOH mundial con una Simulación de Montecarlo, como variable clave del desarrollo de la industria, desarrollo que se mide mediante su tamaño, es decir, cantidad de H2V que se genera.

Para la simulación del caso base se considera:

- El tamaño de la industria de H2V (Kg o ton producidas al año),
- El LCOH en el t=0 (USD/Kg),
- Tasa de variación anual promedio del costo nivelado de H2V – LCOH (%).

De manera que el costo nivelado en un periodo t corresponde a:

$$LCOH_t = LCOH_{t-1} \cdot \left(1 - \Delta_{LCOH} \cdot \left(1 + (Random \cdot 2 \cdot \sigma_{LCOH} - \sigma_{LCOH})\right)\right) \quad 5$$

Donde:

$LCOH_t$ = Costo nivelado del H2V en el periodo t [USD/kg]

Δ_{LCOH} = Tasa de disminución promedio anual del costo nivelado del H2V [%]

$Random$ = Variable aleatoria, que toma valores entre 0 y 1.

σ_{LCOH} = Variabilidad de la tasa de disminución promedio anual del LCOH [%]

Ante variaciones del costo nivelado, la producción de H2V reacciona de la forma:

$$H2V_t = H2V_{t-1} \cdot \left(1 + \varepsilon \cdot \left(1 - \left(\frac{LCOH_t}{LCOH_{t-1}}\right)\right)\right) \quad 6$$

Donde:

$H2V_t$ = Producción nacional de H2V en el periodo t [Kg]

ε = Elasticidad producción-LCOH del H2V [sin unidad]

$LCOH_t$ = Costo nivelado del H2V en el periodo t [USD/kg]

2.1.2.4.4 Uso de simulación dinámica para valorar el impulso al desarrollo de la industria.

Se valora el impacto que un proyecto de H2V genera en el desarrollo de la industria utilizando simulación dinámica.

Para esto, se incorpora a la simulación de la producción nacional de H2V del caso base, la producción propuesta por el proyecto en evaluación (Ton/año o Kg/año) en el periodo $t=1$, es decir, al inicio del horizonte de evaluación, de la forma:

$$\overline{H2V}_1 = Q_{proy} + H2V_0 \cdot \left(1 + \varepsilon \cdot \left(1 - \left(\frac{LCOH_1}{LCOH_0} \right) \right) \right) \quad 7$$

$$\overline{H2V}_{t>1} = \overline{H2V}_{t-1} \cdot \left(1 + \varepsilon \cdot \left(1 - \left(\frac{LCOH_t}{LCOH_{t-1}} \right) \right) \right) \quad 8$$

Donde:

$\overline{H2V}_t$ = Producción nacional de H2V en el periodo t con la adición de la producción del proyecto en $t=2$ [Kg]

Q_{proy} = Producción que generaría el proyecto en evaluación [Kg]

$H2V_t$ = Producción nacional de H2V en el periodo t [Kg]

ε = Elasticidad producción LCOH del H2V [sin unidad]

$LCOH_t$ = Costo nivelado del H2V en el periodo t [USD/kg]

De tal manera que el impacto del proyecto en el desarrollo de la industria será la diferencia entre la simulación con proyecto y la simulación sin proyecto (caso base).

2.1.2.4.5 Valoración de la opción.

De la simulación se obtiene el diferencial de proyección entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto, en términos de los Ton/año o Kg/año de H2V que se producen en el país.

El valor de esa mayor producción nacional sería equivalente al valor unitario estimado en etapas previas, es decir, el valor social por unidad producida. De esta manera, este valor social se compone de:

- Efecto directo por ahorro de costos, si los hay.
- Beneficios por mayor exportaciones, si las hay
- Ahorro de emisiones de GEI.
- Variación en el efecto ingreso de los hogares.

Diferencial del costo nivelado

Como se trata de valorar la industria, más allá del proyecto en evaluación, se considera como costo del H2V el índice LCOH para Chile que se muestra en el Cuadro 3.

Como estimación del costo de combustibles alternativos que son reemplazados por el H2V, se asumen los valores informados por la entidad Energy Information Administration (EIA)⁵, en base a los cuales, el promedio de una combinación de tres cuartas partes de gas natural y una parte de carbón alcanzaría los 1,96 USD/Kg.

	Rango			Promedio	Unidad
	Min	Max	Unidad		
gas natural	0,9	3,2	USD/kg	2,05	USD/kg
carbón	1,2	2,2	USD/kg	1,70	USD/kg
H2V	2,5	6,8	USD/kg	4,65	USD/kg
(3 Gas & carbón)/4	0,98	2,95	USD/kg	1,96	USD/kg
Gas & carbón respecto de H2V	0,39	0,43	%	0,41	%

Fuente: Elaboración en base a Asesoría Técnica Parlamentaria.

Cabe mencionar que tanto el costo del H2V como el de los combustibles que reemplazaría se valoran según “costo nivelado”⁶, que considera los costos operacionales y de capital. Se elimina el costo de capital de la forma:

$$\overline{\text{Costo Nivelado}} = \frac{\text{Costo Nivelado}}{(1 + r^{\text{Comb}})} \quad 9$$

⁵ La Administración de Información Energética (EIA) de EE. UU. Es una fuente de información convencionalmente usada por diversos analistas e investigadores alrededor del mundo. Esta entidad recopila, analiza y difunde información energética independiente e imparcial para promover la formulación de políticas sólidas, mercados eficientes y la comprensión pública de la energía y su interacción con la economía y el medio ambiente. (www.eia.gov)

⁶ El costo nivelado de la energía (LCOE) es una métrica que intenta comparar los costos de diferentes métodos de generación de energía de manera consistente. Calculado en términos generales, el LCOE es el valor actual neto de todos los costos durante la vida útil del activo dividido por un total descontado adecuadamente de la producción de energía del activo durante esa vida útil. Fuente: Energy Information Administration (EIA).

⁷ De manera equivalente al valor del dinero en el tiempo: Suponiendo C igual al costo de inversión y operación, el costo en el periodo siguiente será igual a este costo más el costo de oportunidad de dicho capital (r), de la forma: $C_1 = C_0 \times (1+r)$. Por lo que es posible “eliminar” el costo de capital, descontándolo del costo que lo incluye: $C_0 = C_1/(1+r)$.

El costo de capital se estima en base al modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model), de la forma:

$$r^{Comb} = r_f + \beta_{Comb} \cdot (r_M - r_f) \quad 10$$

Donde:

r^{Comb} = Tasa de descuento del sector combustibles

r_f = Tasa libre de riesgo, equivalente a la tasa de bonos del tesoro⁸.

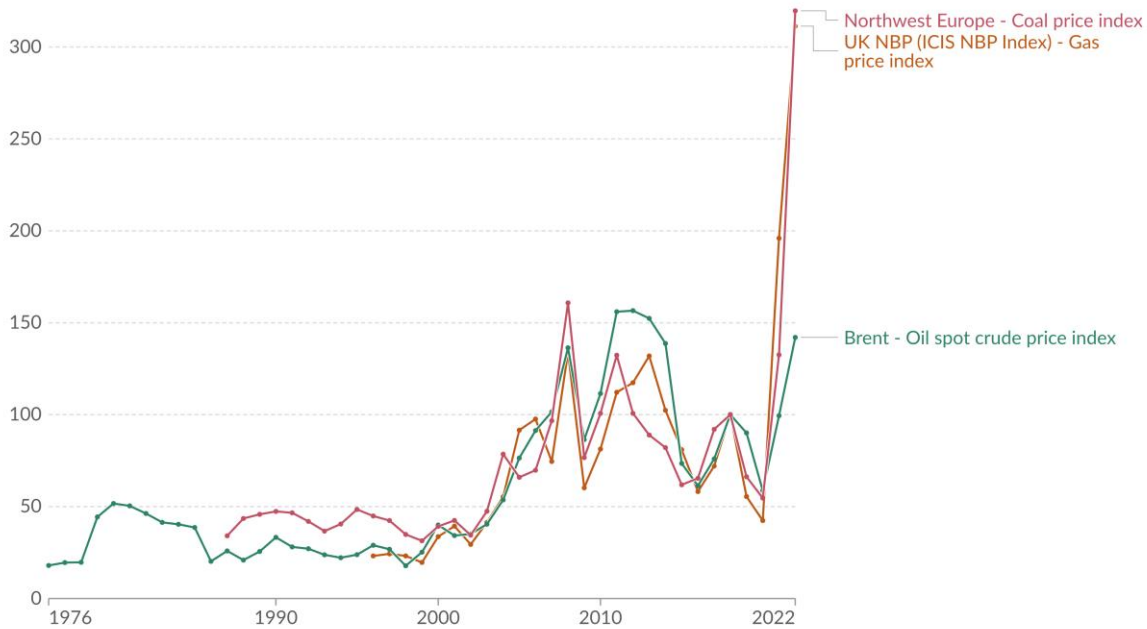
β_{Comb} = Beta del sector combustibles⁹.

r_M = Tasa de retorno media del mercado

El valor de costos de combustibles reemplazados se proyecta según la tendencia que muestra el promedio entre los índices de precios de gas natural, carbón y crudo reportado por la Energy Information Administration (EIA).

Fossil fuel price index, 1976 to 2022

Average global prices of oil, natural gas and coal, measured as an energy index where prices in 2018=100.



Data source: Energy Institute based on S&P Global Platts - Statistical Review of World Energy (2023)
OurWorldInData.org/fossil-fuels | CC BY

⁸ Información publicada por el Banco Central de Chile.

⁹ Para lo que se propone tomar de referencia el beta estimado y publicado por el profesor Aswath Damodaran en https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html - Levered and Unlevered Betas by Industry.

Para hacer la diferencia entre los dos costos, el gestor del proyecto debe determinar en su estudio de factibilidad o preingeniería cuánto consumo anual de combustible fósil va a reemplazar con una determinada producción anual de hidrógeno verde. Así, el costo de los combustibles fósiles se multiplica por el factor de corrección social vigente para la divisa, ya que Chile es un país prácticamente importador neto de combustibles.

$$\Delta CostoNiv_t = LCOH_t^{Chile} - \frac{FC^{Divisa} \cdot FFI_t}{4} \quad 11$$

Donde:

- $\Delta CostoNiv_t$ = Diferencial entre costos de H2V y combustibles reemplazados
 $LCOH_t^{Chile}$ = Costo nivelado del h2V en Chile en el periodo t.
 FC^{Divisa} = Factor de corrección social de la divisa
 FFI_t = Costo nivelado de combustibles reemplazados en el periodo t.

Diferencial de emisiones de GEI

Como aproximación de las emisiones de GEI en el escenario con y sin proyecto se utiliza la estimación hecha en el marco del análisis costo-beneficio realizado para los efectos del proyecto, en particular el diferencial de emisiones entre el escenario con y sin proyecto, unitario, es decir, por unidad de producción del proyecto. Este valor unitario se aplica a la producción nacional de H2V proyectada.

$$\Delta GEI = \frac{PSCO2eq \cdot (GEI^{con\ proy} - GEI^{sin\ proy})}{H2V^{proy}} \quad 12$$

Donde:

- ΔGEI = Diferencial unitario entre costo por emisiones de GEI de H2V y combustibles reemplazados
 $PSCO2eq$ = Precio social del carbono
 $GEI^{con\ proy}$ = Emisiones de GEI anualizadas en la situación con proyecto
 $GEI^{sin\ proy}$ = Emisiones de GEI anualizadas en la situación sin proyecto, considerando la tasa de reemplazo (en este caso, 4 a 1 entre H2V y GNL).
 $H2V^{proy}$ = Producción anual de H2V del proyecto.

2.1.3 Estimación de indicadores

Los indicadores de rentabilidad utilizados son el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.1.3.1 Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto Social (VANS), a través la aplicación de una tasa de descuento, permite sumar valores que se originan en distintos momentos del tiempo, trasladándolos al momento inicial del proyecto. La fórmula para el cálculo del VANS es la siguiente:

$$VANS = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad 13$$

Donde:

- I_0 = inversión inicial, valorada a precios sociales
- B_t = beneficios sociales del proyecto en el periodo “t”
- C_t = costos del proyecto en el periodo “t”, valorados a precios sociales
- r = tasa social de descuento
- n = horizonte de evaluación del proyecto

En esta fórmula se ha supuesto que la inversión se realiza durante sólo un periodo (año 0), sin embargo, en caso de inversión realizada en un plazo mayor a 1 año, la inversión que corresponde a los periodos desde 1 en adelante, deben descontarse a la tasa social de descuento, es decir, incorporarse en la sumatoria.

El criterio de decisión del VANS indica lo siguiente:

- Si el VANS es mayor que 0, el proyecto es conveniente
- Si el VANS es igual a 0, se es indiferente entre realizar o no el proyecto
- Si el VANS es menor que 0, el proyecto no es conveniente

2.1.3.2 Tasa Interna de retorno

La Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) es un indicador complementario al VAN y mide la rentabilidad social promedio que entrega el proyecto, periodo a periodo. Matemáticamente, la TIR corresponde a aquella tasa de descuento que hace el valor actual neto igual a 0, según muestra la siguiente fórmula:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} \quad 14$$

Donde:

I_0	=	inversión inicial, valorada a precios sociales
B_t	=	beneficios sociales del proyecto en el periodo “t”
C_t	=	costos del proyecto en el periodo “t”, valorados a precios sociales
n	=	horizonte de evaluación del proyecto

En este caso, la variable a despejar es TIR; dada la complejidad de esta ecuación es necesario calcularla con alguna herramienta de apoyo, como calculadora financiera o a través de una planilla de cálculo.

El criterio de decisión aplicando la TIR, indica lo siguiente:

- Si la TIR es mayor que la tasa social de descuento “r”, el proyecto es conveniente.
- Si la TIR es igual a la tasa social de descuento “r”, se es indiferente de realizar el proyecto.
- Si la TIR es menor que la tasa social de descuento “r”, el proyecto no es conveniente.

2.1.4 Evaluación de infraestructura anexa

En el marco de la evaluación de proyecto de H2V, puede ser necesario la inversión en infraestructura anexa, como por ejemplo infraestructura de transporte: puertos, transporte vial y/o vía ductos.

En este caso, cada proyecto debe evaluarse según las metodologías vigentes del Sistema Nacional de Inversiones (SNI), al que además corresponde el análisis de posibles complementariedades con proyectos de generación de H2V, ya sea en la generación de beneficios como por la disminución de costos.

Para A y B dos proyectos que forman parte de la cartera de inversiones, en un análisis de complementariedades se pueden observar tres casos principales según el resultado de la rentabilidad social de cada uno, como muestra la Figura 16 a continuación.

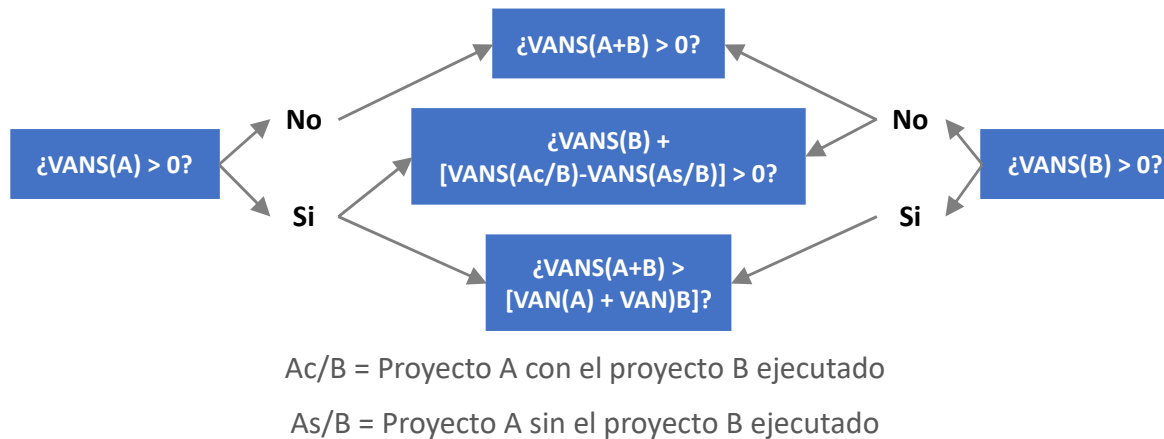


Figura 9. Síntesis análisis de complementariedad entre proyectos. Fuente: Elaboración propia.

- **Caso 1:** A y B presentan rentabilidad social negativa:

En este caso, y si se advierten posibles complementariedades entre ambos proyectos ya sea que de manera conjunta se generen mayores beneficios que por separado, o se incurran en menores costos, entonces corresponde el análisis de la rentabilidad de ambos en conjunto.



- **Caso 2:** A y B presentan rentabilidad social positiva:

En este caso, si bien permite la ejecución de ambos proyectos, velando por el mejor uso de los recursos públicos, corresponde analizar complementariedades entre ambos proyectos ya sea que de manera conjunta se generen mayores beneficios que por separado o se incurran en menores costos.



- **Caso 3:** A presenta rentabilidad social positiva y B presentan rentabilidad social negativa:

En este caso, el proyecto A se ejecuta, pero respecto del proyecto B corresponde el análisis de complementariedad para determinar si debido a la ejecución del proyecto B, mejora la rentabilidad del proyecto A, si ese el caso, al valor del proyecto B además corresponde sumarle el aumento de valor que genera en el proyecto A.



3 Metodología de Evaluación Social para Planes de Infraestructura

¿Qué es un plan?

Un plan de inversiones es una cartera de iniciativas de inversión con cuya ejecución se busca alcanzar uno o varios objetivos. Esto último es justamente lo que diferencia un plan de inversiones de una simple cartera de inversiones. En este sentido, los planes de inversión definen la orientación de las inversiones, siendo una herramienta estratégica para la justificación y priorización de proyectos.

¿Por qué evaluar un plan?

Es necesario realizar una evaluación ex ante de planes, en particular de los planes de inversión, para así asegurar el cumplimiento de los objetivos del respectivo plan y el correcto uso de los recursos, es decir, es la herramienta que asegura la eficacia y eficiencia del mismo.

Al respecto, para la evaluación de carteras de proyectos el Sistema Nacional de Inversiones aplica las metodologías “Quiero mi barrio” y Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT), que consideran la formulación y evaluación de un conjunto de inversiones que se analizan como una cartera de proyectos a partir de un diagnóstico común. Caso similar es el de los planes maestros de ciclo rutas. Cada una de ellas considera una serie de herramientas, entre ellas análisis multicriterio y de impacto, con el objetivo de conformar una cartera eficiente y eficaz.

En este contexto, (CEPAL 2021) releva la necesidad de vincular el desarrollo de proyectos a planes de inversión o planes de desarrollo que permitan justificar su desarrollo e implementación. Sumado a lo anterior, se menciona en más de una oportunidad la necesidad de avanzar en complementar el análisis socioeconómico con otros análisis.

Entre las razones que se arguyen para esta recomendación están que la medición de beneficios sociales va más allá de imputar un valor en la demanda u oferta, y la necesidad de incorporar otros temas relevantes como el impacto ambiental y cambio climático. Se sugiere considerar el análisis multicriterio como una metodología complementaria al análisis que se realiza en la actualidad.

CEPAL (2022a) indica que si bien en Chile se ha resuelto bien la identificación de “buenos proyectos”, manteniendo anualmente una amplia cartera de iniciativas con RATE RS a la espera de la asignación presupuestaria, aún no se ha resuelto la identificación de cuáles de

esos buenos proyectos se deben realizar y cuándo, es decir, se requiere un plan estratégico de inversiones y de esta manera asegurar que exista articulación de la inversión en todo el proceso.

3.1 Previo a la evaluación: la formulación

De manera análoga a la formulación de proyectos, la etapa de formulación de planes de inversión es la más relevante, de la que depende en mayor medida el logro de los objetivos.

En términos generales, la formulación de un plan de inversiones se desarrolla en tres macro etapas que, de acuerdo con los objetivos centrales de plan, pueden poseer distintos enfoques o componentes. Estas etapas se ilustran en la Figura 10.

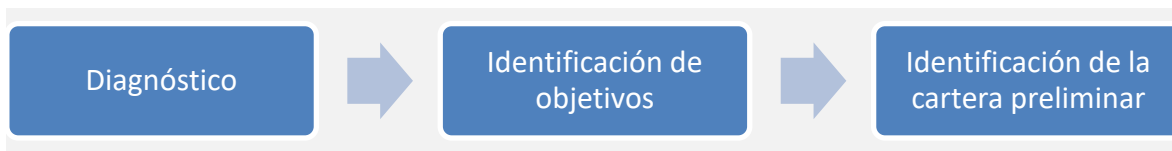


Figura 10. Macro etapas de la formulación de un plan de inversiones. Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo Análisis Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (MZN):

En particular en el Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte, las tres etapas de la formulación se organizaron de la manera que muestra la Figura 11 a continuación.

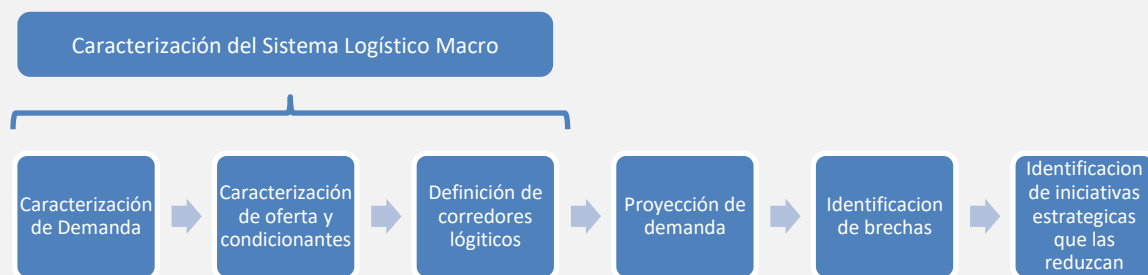


Figura 11. Plan Maestro Logístico MZN. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Análisis formulación del PML-MZN. Fuente: Elaboración propia.

- **Diagnóstico.**

En el diagnóstico se exploran aspectos y variables directa e indirectamente relacionados con el tema o problema de interés. Resulta muy relevante que la descripción y caracterización sea de manera cuantitativa, ya que este diagnóstico es el que justifica la

existencia de un problema, necesidad u oportunidad. Esta caracterización constituye la situación base o situación sin proyecto. Al incorporar en este diagnóstico todos los proyectos y programas que se están ejecutando y aquellos que cuentan con presupuesto aprobado para ser ejecutados, entonces se obtiene la situación base optimizada.

A continuación se presenta cuadros donde se expone brevemente el desarrollo de la etapa de diagnóstico en el marco de la construcción del Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (Cuadro 8), y como se estipula en los TDR para la construcción del Plan de Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (Cuadro 7).

Análisis Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

De acuerdo a las bases, para etapa de la formulación, se solicitan la realización de las siguientes actividades:

1. Recopilación de información técnica y estadística, y revisión de antecedentes bibliográficos.
2. Caracterización de la oferta actual de servicios logísticos de la región.
3. Caracterización de la demanda actual por servicios logísticos en la región.
4. Levantamiento de información primaria del sistema logístico de la región.
5. Definición de corredores logísticos.
6. Proyección de la demanda futura de los servicios logísticos y de generación y distribución energética.
7. Análisis de aptitud del borde costero para desarrollo de infraestructura portuaria.
8. Identificación de la oferta futura de los servicios logístico-portuarios y balance oferta-demanda.

Lo que resulta consistente con el objetivo de identificar las brechas, según corredor logístico relevante, en base a la proyección de demanda y considerando dentro de la oferta futura, los proyectos de inversión cuya ejecución se encuentre prontamente.

Cuadro 7. Análisis Diagnóstico en los TdR* de Análisis logístico para el H2V en Magallanes Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

* TdR: Términos de referencia.

Ejemplo Análisis Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (MZN):

Del documento que da cuenta del Plan, se advierte que para esta etapa de la formulación se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Caracterización del Sistema Logístico Macrozonal:

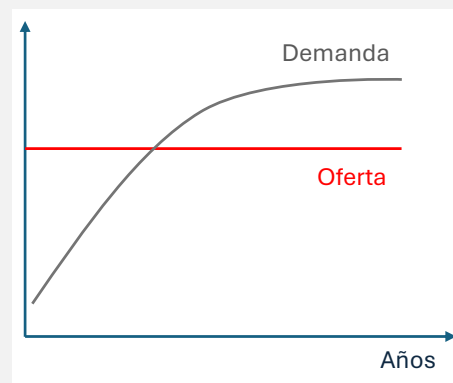
- Demanda
 - Principales sectores productivos (contribución al PIB)
 - Principales cargas comercio exterior (Miles Ton brutas)
 - Caracterización de las principales cargas productivas: Minería y agrícola.
 - Localización de principales generadores de carga.
 - Producción actual carga minera
- Oferta y condicionantes, para 4 ámbitos del sistema logístico:
 - Infraestructura y conectividad: nodos de transferencia de carga (puertos, zonas de apoyo logístico portuario, aeropuertos, pasos fronterizos), Conectividad y accesibilidad vial y zonas de descanso, ferroviaria, aérea, marítima y vía ductos).
 - Sistemas de información y coordinación.
 - Sostenibilidad y territorio: condicionantes, capital humano y relaciones laborales y relación con la comunidad.
 - Gobernanza y regulación
- Definición de Corredores logísticos: Se identifican 7 corredores

2. Proyección de demanda:

Se realizaron proyecciones tendenciales de los principales productos movilizados, en la vialidad, en puertos, pasos fronterizos y aeropuertos, a 10 y 20 años, considerando como año base el 2017¹⁰.

- Proyección de principales cargas generadas
- Proyección flujo vial
- Proyección carga transferida en puertos
- Proyección de carga transferida en aeropuertos
- Proyección de carga transferida en pasos fronterizos.

Con esta información, se busca contar con información para determinar en qué momento la demanda proyectada alcanzaría la oferta, generándose por tanto una brecha, como lo representa la figura a continuación:



Cuadro 8. Análisis Diagnóstico en el PML-MZN. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro Logístico Macrozona Norte.

¹⁰ No fue posible incorporar escenarios con proyectos de integración regional logística, tales como ZICOSUR, ATACALAR y Corredor Bioceánico, por falta de estudios que den cuenta de proyección cuantitativas confiables.

- **Identificación de objetivos.**

En base al diagnóstico se definen los objetivos del plan. Estos objetivos pueden tener distintos enfoques como: Generar situaciones deseadas o evitar situaciones indeseadas (crecimiento de capital, mayores ingresos, diversificación de riesgos, por ejemplo), o el cierre de brechas (mejorar estándares, mejorar niveles de servicio, por ejemplo). Lo importante, es que los objetivos del plan se establezcan de manera cuantitativa.

Cabe también distinguir los objetivos del plan de los lineamientos estratégicos transversales o de la organización, como por ejemplo, criterios de equidad, ya sea territorial, de género u otra, criterios de sostenibilidad, entre otros posibles criterios transversales.

Los cuadros a continuación señalan brevemente cómo se desarrolló esta etapa en el Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (Cuadro 9) y como se pide desarrollar en los TDR para la construcción del Plan de Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (Cuadro 10).

Ejemplo Análisis Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (MZN):

Del documento que da cuenta del Plan, se advierte que para esta etapa se identificaron brechas según 4 ámbitos:

- Infraestructura y conectividad: Puertos, zonas de apoyo logístico, aeropuertos, pasos fronterizos, conectividad vial, ferroviaria, marítima, aeroportuaria y viaductos.
- Sistemas de información y coordinación.
- Sostenibilidad y territorio.
- Gobernanza y regulación.

Cuadro 9. Análisis identificación de objetivos en el PML-MZN. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro Logístico Macrozona Norte.

Análisis Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

De acuerdo con las bases, la actividad 8 comprende la identificación de brechas:

8. Identificación de la oferta futura de los servicios logístico-portuarios y **balance oferta-demanda**.

Cuadro 10. Análisis identificación de objetivos en los TdR de Análisis logístico para el H2V en Magallanes. Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

- **Identificación de la cartera preliminar**

Para la identificación de la cartera de proyecto es preciso no perder de vista que un proyecto de inversión es la solución a un problema, no es una obra de infraestructura. Con este enfoque, y en base a los objetivos identificados, se definen aquellas soluciones que permiten lograr esos objetivos. Respecto de las soluciones que se levanten:

- Cuando exista más de una alternativa técnica, al menos se deberá evaluar dos alternativas que entreguen los mismos o similares beneficios, seleccionado aquella que resulte más eficiente.
- Cada iniciativa de la cartera preliminar debe cumplir los requisitos técnicos y legales.

Además, se identifica como buena práctica, diferenciar iniciativas condicionantes de aquellas potenciadoras, entendiendo que una iniciativa condicionante es aquella que solo realizando la iniciativa es posible alcanzar el o los objetivos, y una iniciativa potenciadora es aquella que podría ayudar a alcanzar el o los objetivos.

Los cuadros a continuación señalan brevemente como se desarrolló el análisis de identificación de iniciativas en el Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (Cuadro 11) y como se pide desarrollar en los TDR para la construcción del Plan de Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (Cuadro 12).

Ejemplo Análisis Plan Maestro Logístico Macrozona Norte (MZN):

El documento que da cuenta del Plan señala que la cartera de iniciativas se identifica según corredor logístico, y que además incluye iniciativas que abordan brechas de carácter transversal:

- Programa de desarrollo de carreras técnicas y profesionales en logística, fortalecimiento del capital humano y certificación de operadores logísticos.
- Implementación de sistemas de coordinación de actores del sector logístico y su integración con servicios públicos.
- Diseño e implementación de sistema de indicadores de desempeño y caracterización logística.

Cuadro 11. Análisis identificación de iniciativas en PML-MZN. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro Logístico Macrozona Norte.

Análisis Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

De acuerdo a las bases, la actividad 9 comprende la identificación de soluciones:

9. Diseño de alternativas de planificación de infraestructura logístico-portuaria.

Cuadro 12. Análisis identificación de iniciativas en los TdR de Análisis logístico para el H2V en Magallanes.

Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia Estudio: Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

3.2 Evaluación de Planes

Como se ha señalado en la sección de antecedentes, la evaluación de un plan de inversiones debe considerar al menos dos ámbitos:

- la eficacia del plan, es decir, en qué medida la cartera de inversiones efectivamente logra los objetivos del plan.
- la eficiencia del plan, es decir, que las iniciativas incluidas en la cartera generen más beneficios que costos.

En el marco normativo y organizacional de Chile, la eficiencia del plan se asegura mediante la evaluación proyecto a proyecto que exige el Sistema Nacional de Inversiones. De esta manera se evita el desarrollo de iniciativas no rentables desde el punto de vista social, potencialmente escondidas entre un conjunto de iniciativas con rentabilidad social positiva.

Por lo tanto, se propone una metodología de evaluación que determina la eficacia y eficiencia de un plan de inversiones, en el marco de Sistema Nacional de inversiones de Chile, la que considera el desarrollo de cinco pasos, como muestra la Figura 12.

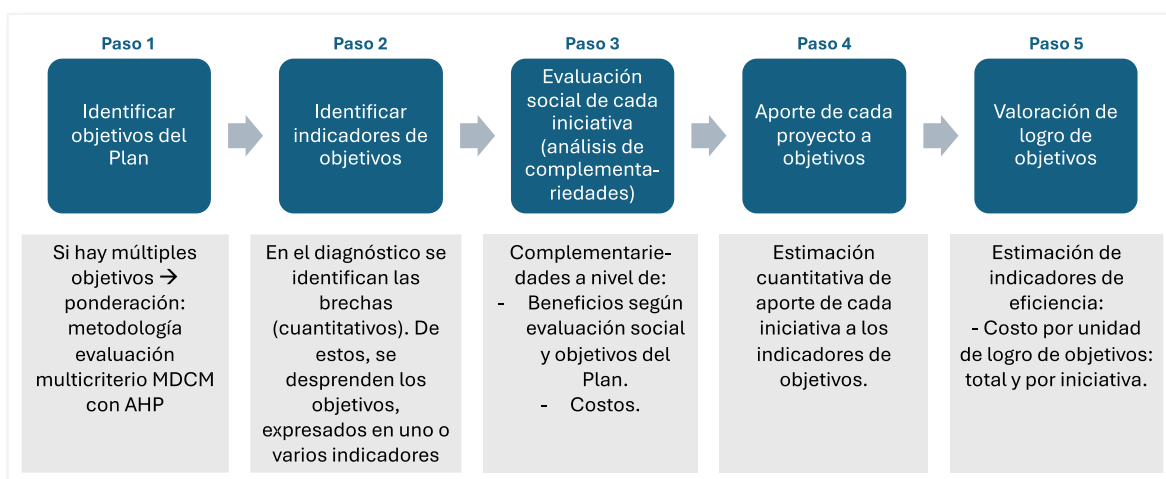


Figura 12. Proceso propuesto para evaluación de cartera. Fuente: Elaboración propia.

En las subsecciones presentadas a continuación, se desarrolla cada uno de los pasos propuestos en la metodología.

3.2.1 Paso 1. Identificar objetivos del Plan

El o los objetivos del plan corresponden a los establecidos en la etapa de formulación, en el momento en que identifican y definen los problemas u oportunidades que se enfrentan. Estos deben estar expresados en medidas cuantificables, de acuerdo con el diagnóstico que respalda el plan. Cabe hacer la diferencia entre los objetivos cuantitativos de un plan de inversiones, de aquellos criterios o lineamientos estratégicos adicionales que influyen en su construcción. Estas diferencias se muestran y desarrollan en el Cuadro 13.

A modo de ejemplo, en los términos de referencia (TdR) del estudio “Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.” Se indica que su objetivo es asegurar la disponibilidad de capacidad en los eslabones que conforman el sistema logístico-portuario en la región de Magallanes, en los horizontes de desarrollo de la industria de hidrógeno verde, indicando además que dicho plan deberá ser acorde con criterios de sostenibilidad en los usos del borde costero, he indica como lineamientos para la definición de alternativas de planificación de infraestructura logístico-portuaria:

- a) Potenciar la infraestructura y los servicios logísticos existentes.
- b) Optimizar el uso del borde costero.
- c) Implementar el uso compartido de infraestructura, con estándares de servicio adecuados para todos los usuarios.
- d) Comprender todas las funciones de una cadena logístico-portuaria y sus interrelaciones, es decir, recepción y despacho de la nave, transporte e inventario.

Estos últimos criterios y lineamientos, no son objetivos del plan, aunque si puede evaluarse su nivel de cumplimiento mediante indicadores que den cuenta de ello.

Adicionalmente, los TdR indican que el Plan deberá construirse conforme a la Guía Metodológica para la Realización y Actualización de Planes Maestros Logísticos Macrozonales¹¹. Esta guía señala que el propósito de estos planes es: ***“Asegurar una logística eficiente, que facilite y promueva el comercio exterior y doméstico, para contribuir desarrollo económico de la macrozona con sostenibilidad ambiental y social”***, señalando además los siguientes lineamientos de Política de Desarrollo Logístico, que no forman parte del o de los objetivos centrales del Plan:

1. Se desarrollará el sistema logístico con objetivo principal en la calidad de servicio a usuarios y sus cargas.
2. Se abordará el desarrollo del sistema logístico bajo una visión de red articulada, incluyendo infraestructura y conectividad, sistemas de información y coordinación, sostenibilidad y territorio, y gobernanza y regulación.

¹¹ Guía Metodológica para la Realización y Actualización de Planes Maestros Logísticos Macrozonales y Designa Responsabilidades. Resolución Exenta N° 1702 del 21 de Agosto de 2020 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

3. Se promoverán adecuaciones normativas para el mejoramiento continuo del sistema logístico.
4. **Se promoverá la diversificación de los modos de transporte de carga** en función de su eficiencia, impacto ambiental, aporte a la competencia y a la resiliencia del sistema logístico.
5. Se incorporarán explícitamente los requerimientos del sistema logístico en los instrumentos de planificación del territorio, de infraestructura y de desarrollo económico locales y nacionales.
6. Se velará por que los proyectos logísticos hagan una **utilización eficiente del territorio**.
7. Se impulsará que los mercados de servicios logísticos operen sin barreras artificiales de entrada, asimetrías regulatorias u otras distorsiones de mercado.
8. Se promoverá una progresiva transformación digital que facilite la eficiente coordinación operacional del sistema logístico.
9. Se fortalecerán los sistemas de generación de datos, estadísticas e indicadores de desempeño, basados en mejores prácticas nacionales e internacionales.
10. Se promoverá que las actividades logísticas se desarrollen en un marco de **relaciones laborales sostenibles**, en un entorno seguro y fomentando el desarrollo de capital humano.
11. Se promoverá en el desarrollo del sistema logístico **la creación de valor compartido con las comunidades locales**.
12. La planificación urbana considerará tanto la movilidad de personas como de la carga.
13. Los proyectos logísticos, incluyendo infraestructura y servicios de apoyo, serán financiados por los usuarios.
14. Se **promoverá la asociación público-privada** y la competencia.

Cuadro 13. Ejemplo diferencia entre objetivos y criterios o lineamientos. Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia Estudio: Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Es frecuente que un plan de inversiones considere más de un objetivo, por lo que resulta necesario contemplar en esta etapa una ponderación de estos objetivos. La metodología ampliamente recomendada para la ponderación de objetivos es la evaluación multicriterio usando proceso analítico jerárquico (AHP)¹². En el Cuadro 15 se ejemplifica el primer paso del PML de la Macrozona Norte, identificándose en el Cuadro 14 los objetivos de los PML Macrozonales.

¹² En el Anexo 1 se presenta una guía muy breve sobre la aplicación de la metodología multicriterio con AHP

Guía Metodológica para la Realización y Actualización de Planes Maestros Logísticos Macrozonales.

1.4 Propósito y Marco Conceptual

El propósito que persiguen los PML-MZ es:

*Asegurar una logística eficiente,
que facilite y promueva el comercio exterior y doméstico,
para contribuir desarrollo económico de la macrozona con sostenibilidad ambiental y social.*

Para ello, su misión es identificar y proponer una cartera de iniciativas estratégicas para el mejoramiento continuo del sistema logístico macrozonal, en los cuatro ámbitos de visión de red descritos anteriormente, y que permitan dar respuesta a las brechas que hayan sido identificadas en el proceso de análisis.

Plan Maestro Logístico Macrozona Norte:

3. Lineamientos Estratégicos para el Desarrollo Logístico

Estos lineamientos apuntan al mejoramiento continuo del Sistema Logístico, entendiéndolo como el conjunto de recursos físicos, procedimientos y actores interconectados que participan del movimiento de carga interna y externa del país, para promover el desarrollo económico sustentable y la competitividad global de Chile.

Cuadro 14. Identificación de objetivos de un Plan Maestro Logístico.

A modo de ejemplo, el Plan Maestro Logístico Macrozona Norte busca el cierre de brechas esperadas para el futuro que podrían constituir cuellos de botella para el desarrollo económico del territorio, **desde el desarrollo económico** (capacidad de carga) y **la competitividad** (costos generalizados de movimiento de carga).

La identificación de brechas se realiza para los siete corredores logísticos y tipos de carga y se agrupa en 4 ámbitos, dentro de los cuales se encuentran 2 o 4 sub-ámbitos, de la forma que muestra la Figura 13.

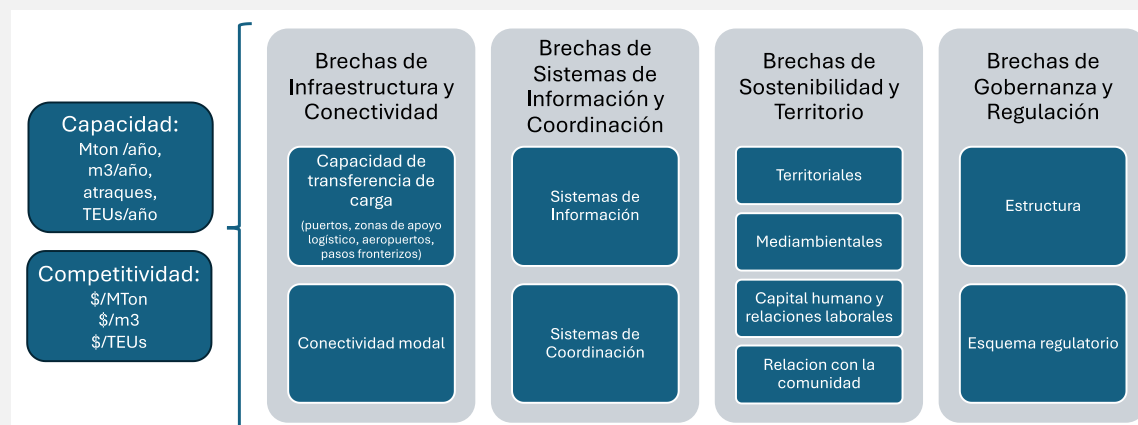


Figura 13. Agrupación de Brechas en Plan Maestro Logístico Macrozona Norte. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro Logístico Macrozona Norte.

Para el objetivo de capacidad de cada corredor logístico, habría que evaluar considerar la capacidad del corredor igual a la del componente de la cadena con menor capacidad.

Para el ámbito Infraestructura y Conectividad el Plan analiza, según corredor logístico, distintos componentes de la cadena Figura 14, identificando brechas de capacidad o competitividad.

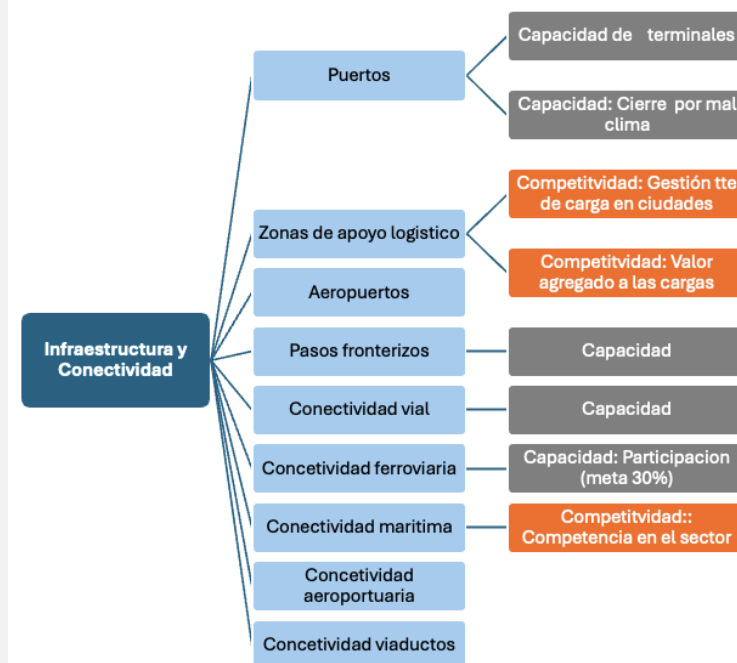


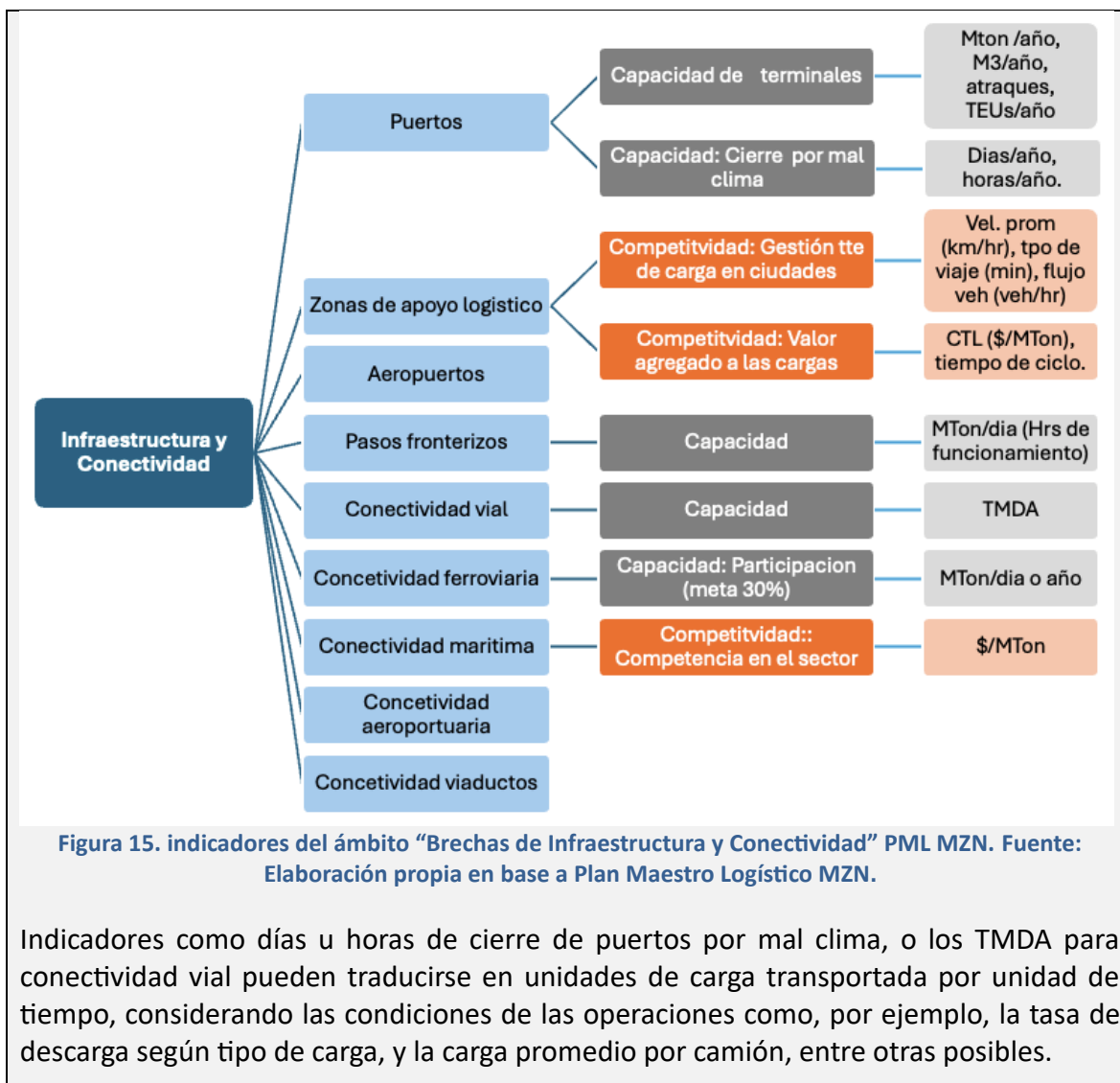
Figura 14. Brechas del ámbito “Brechas de Infraestructura y Conectividad” PML MZN. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro Logístico MZN.

Cuadro 15. Ejemplo Paso 1 en Plan Maestro Logístico Macrozona Norte

3.2.2 Paso 2. Identificar indicadores de objetivos

Para cada objetivo se identifican los indicadores que dan cuenta de su magnitud. Al ser el Plan una cartera de proyectos que responde a los problemas u oportunidades identificadas en el diagnóstico, los indicadores debiesen ser los mismos que respaldan dicho diagnóstico, en este sentido, un objetivo puede tener más de un indicador, los cuales serían complementarios, y por lo tanto, dependiendo de la naturaleza del objetivo, estos podrían ser ponderados (mediante metodología multicriterio), o considerar el mínimo o máximo de estos. En el Cuadro 16 se ejemplifica el segundo paso del PML de la Macrozona Norte.

A modo de ejemplo, el documento que da cuenta del Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte se identifican varios posibles indicadores de objetivos, en particular, para la capacidad de los corredores logísticos, las unidades de medición pueden depender del tipo de carga, los que se muestran en la Figura 15.



Cuadro 16. Ejemplo Paso 2 en Plan Maestro Logístico Macrozona Norte

Se propone la disposición de objetivos e indicadores de manera horizontal, como encabezado de tabla, de la forma que muestra el Cuadro 18 mostrado a continuación. Después del encabezado, se incorpora el valor que toman los indicadores en el escenario base optimizado, es decir, aquel escenario que, a la situación actual, se le agregan los proyectos de inversión en ejecución y aquellos con recursos asignados para su ejecución. En el Cuadro 20 se muestra un ejemplo disposición de objetivos e indicadores en el Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte.

PLAN					
Objetivo 1			Objetivo 2		Objetivo 3
Objetivo 1A		Objetivo 1B	Objetivo 2A	Objetivo 2B	Objetivo 3A
Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	Indicador 6
situacion base optimizada (valor)	Y	Y	Y	Y	Y

Cuadro 17. Disposición de objetivos e indicadores del plan. Fuente: Elaboración propia.

* La disposición completa del sistema de evaluación propuesto se muestra en el Anexo 2.

El Cuadro 18 a continuación muestra el ejemplo de la disposición de objetivos y posibles indicadores del Plan Maestro Logístico de la Macrozona Norte, para el ámbito de Infraestructura y Conectividad. Como se observa, se identifican objetivos de capacidad y de competitividad, para los cuales se identifican distintos indicadores según las posibles etapas de la cadena.

INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD							
Puertos		Zonas de apoyo logístico		Pasos fronterizos	Conec. Vial	Conec. Ferroviaria	Conec. Marítima
Capacidad	Capacidad	Competitividad	Competitividad	Capacidad	Capacidad	Capacidad	Competitividad
Capacidad Mton /año, M3/año, atraques, TEUs/año.	Días de cierre por mal clima Días/año, horas/año.	Gestión tte de carga en ciudades Velocidad prom (km/hr), tiempo de calle (min), flujo vehicular (veh/hr).	Valor agregado a las cargas CTL: Costo total de logística, tiempo de ciclo.	Horas de funcionamiento Mton/día.	Capacidad TMDA	Meta 30% carga Mton/año	Competencia en el sector \$/Mton
Brechas sin plan (valor)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Cuadro 18. Ejemplo disposición de objetivos e indicadores del PML MZN-A. Fuente: Elaboración propia.

Si para un objetivo cuenta con más de un indicador, dando cuenta de distintos aspectos del mismo objetivo, se debe evaluar su ponderación, y su disposición sería como muestra el Cuadro 19 a continuación.

INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD							
Puertos		Zonas de apoyo logístico		Pasos fronterizos	Conec. Vial	Conec. Ferroviaria	Conec. Marítima
Capacidad	Capacidad	Competitividad	Competitividad	Capacidad	Capacidad	Capacidad	Competitividad
Capacidad Mton /año, atraques, TEUs/año.	Días de cierre por mal clima Días/año, horas/año.	Gestión tte de carga en ciudades Velocidad prom (km/hr), tiempo de calle (min), flujo vehicular (veh/hr).	Valor agregado a las cargas CTL: Costo total de logística, tiempo de ciclo.	Horas de funcionamiento Mton/día.	Capacidad TMDA	Meta 30% carga Mton/año	Competencia en el sector \$/Mton
Brechas sin plan (valor)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Cuadro 19. Ejemplo disposición de objetivos e indicadores del PML MZN-B. Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 20. Ejemplos disposición de objetivos e indicadores Plan Maestro Logístico Macrozona Norte**

3.2.3 Paso 3. Evaluación social de las iniciativas.

Para asegurar el buen uso de los recursos públicos, el Sistema Nacional de Inversiones de Chile exige que, al margen de que iniciativas de inversión formen o no parte de una cartera de proyectos, cada iniciativa debe ser evaluada socialmente de manera individual, así se asegura que no se compensen proyectos con beneficios menores a sus costos, con proyectos que generan más beneficios que costos.

En el marco del análisis de rentabilidad social de cada iniciativa, corresponde el análisis de posibles complementariedades entre proyectos, ya sea en la generación de beneficios como por la disminución de costos. En un análisis de complementariedades se pueden observar cuatro casos principales. Sean A y B dos proyectos que forman parte de la cartera de inversiones:

- **Caso 1:** A y B presentan rentabilidad social negativa:

En este caso, y si se advierten posibles complementariedades entre ambos proyectos ya sea que de manera conjunta se generen mayores beneficios que por separado, o se incurran en menores costos, entonces corresponde el análisis de la rentabilidad de ambos en conjunto.

$$VAN(A) < 0 \text{ y } VAN(B) < 0$$



$$\text{¿ } VAN(A+B) < 0 \text{ ?}$$

- **Caso 2:** A y B presentan rentabilidad social positiva:

En este caso, si bien permite la ejecución de ambos proyectos, velando por el mejor uso de los recursos públicos, corresponde analizar complementariedades entre ambos proyectos ya sea que de manera conjunta se generen mayores beneficios que por separado o se incurran en menores costos.

$$VAN(A) > 0 \text{ y } VAN(B) > 0$$



$$\text{¿ } VAN(A+B) < VAN(A) + VAN(B) \text{ ?}$$

- **Caso 3:** A presenta rentabilidad social positiva y B presentan rentabilidad social negativa:

En este caso, el proyecto A se ejecuta, pero respecto del proyecto B corresponde el análisis de complementariedad para determinar si debido a la ejecución del proyecto B, mejora la rentabilidad del proyecto A, si ese es el caso, al valor del proyecto B además corresponde sumarle el aumento de valor que genera en el proyecto A.

$$VAN(A) > 0 \text{ y } VAN(B) < 0$$



$$\text{¿ } VAN(B \text{ c/A}) + [VAN(A \text{ c/B}) - VAN(A \text{ s/B})] < 0 \text{ ?}$$

A modo de resumen, la Figura 16 muestra un esquema del análisis de complementariedad pertinente para dos proyectos A y B según el resultado de la rentabilidad social de cada uno.

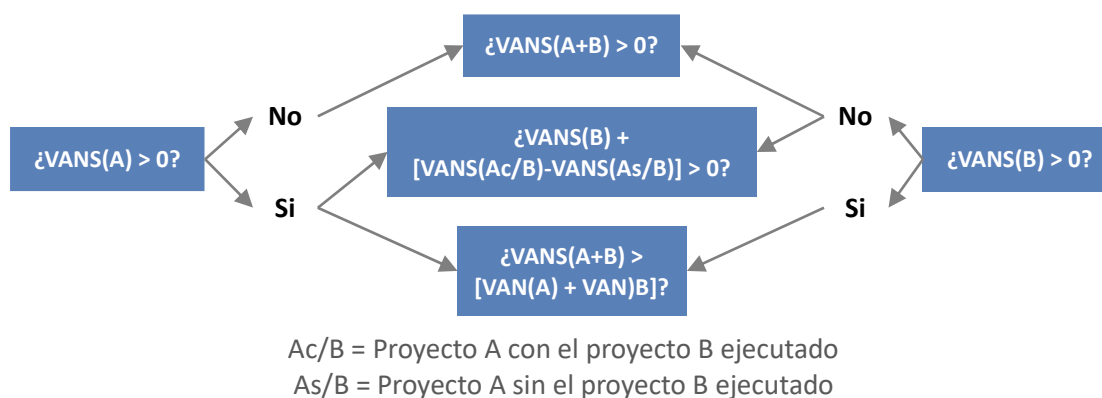


Figura 16. Esquema de Análisis de Complementariedad Pertinente para dos proyectos A y B. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Paso 4. Aporte de cada proyecto a objetivos

Para medir la efectividad de la cartera de inversiones, se propone medir el aporte que cada iniciativa hace al logro de cada uno de los objetivos del Plan, de acuerdo con los indicadores que dan cuenta del estado actual (optimizado) de los ámbitos en que el Plan busca generar cambios, disponiendo la información de la forma que muestra el Cuadro 21. Esta herramienta se ejemplifica en el Cuadro 23.

	PLAN					
	Objetivo 1		Objetivo 2		Objetivo 3	
	Objetivo 1A		Objetivo 1B	Objetivo 2A	Objetivo 2B	Objetivo 3A
	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	Indicador 6
situación base optimizada (valor)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Iniciativas						
Proyecto 1						
Proyecto 2	X					
Proyecto 3	X					
Proyecto 4	X					
...	X					
Proyecto n			X			
Aporte a los objetivos	sum(X)		sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)
Situación con Plan	Z = Y - sum(X)		Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)

Cuadro 21. Disposición de aporte de iniciativas a objetivos del plan. Fuente: Elaboración propia. *La disposición completa del sistema de evaluación propuesto se muestra en el Anexo 2.

La disposición de las iniciativas de inversión relativas a Puertos en el ámbito de Infraestructura y Conectividad que forman parte del Plan Maestro Logístico de a Macrozona Norte se muestra en el Cuadro 22 a continuación. Cabe destacar que podría ocurrir que una iniciativa aporte a más de un objetivo, caso en el cual, en el Cuadro 22 esa iniciativa tomaría valores “X” en más de una celda. Un mayor detalle sobre la disposición de objetivos, indicadores e iniciativas del PML-MZN se muestra en el Anexo 2.	Puertos	
	Capacidad	Capacidad
	Capacidad	Días de cierre por mal clima
	Mton /año, M3/año, atraques, TEUs/año.	Días/año, horas/año.
	Brechas sin plan (valor)	Y Y
Iniciativas		
Puertos		
Aumento de capacidad de red portuaria regional, bahías:		
•Tocopilla	X	
•Mejillones	X	
•Antofagasta	X	
Reconversión de los terminales que hoy transfieren carbón.	X	
Instrumentos de medición meteorológica y oceanográfica, y sistemas para mejorar la toma de decisión.		X
Aporte del Plan	sum(X)	sum(X)
Brechas con Plan	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)

Cuadro 22. Ejemplo disposición de iniciativas PML-MZN

Cuadro 23. Ejemplo disposición de iniciativas del Plan Maestro Logístico Macrozona Norte. Fuente: Elaboración propia.

Como muestra el Cuadro 21, se obtienen medidas de efectividad del Plan al estimar el valor de los indicadores en la situación con proyecto. Aplicando la posible ponderación de objetivos que se haya definido en el Paso 1 antes desarrollado.

3.2.5 Paso 5. Valoración de logro de objetivos

Finalmente se proponen medidas de eficiencia o economía complementarias a la Evaluación Social de cada iniciativa que se realiza según las normas e instrucciones del Sistema Nacional de Inversiones. En primer lugar, el costo total del plan corresponde a la suma del costo, de inversiones y el de operaciones y mantención, de todas las iniciativas consideradas, de acuerdo con su calendario de inversión.

Adicionalmente, se propone calcular el costo por unidad de objetivo alcanzado de la forma que muestra el Cuadro 24, al final de cada fila (aporte de cada iniciativa), y al final de cada columna (costo total por indicador).

PLAN								
Objetivo 1			Objetivo 2		Objetivo 3			
Objetivo 1A		Objetivo 1B	Objetivo 2A	Objetivo 2B	Objetivo 3A			
Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	Indicador 6		Costo iniciativa	Costo / unidad de objetivo
situación base optimizada (valor)								
Y	Y	Y	Y	Y	Y			
Iniciativas								
Proyecto 1			X		X			
Proyecto 2	X						\$	\$ / X
Proyecto 3		X					\$	\$ / X
Proyecto 4				X			\$	\$ / X
...	X						\$	\$ / X
Proyecto n				X		X	\$	\$ / X
Aporte a los objetivos	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)		
Situación con Plan	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)		
Costo total	\$	\$	\$	\$	\$	\$		
\$/aporte	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)		

Cuadro 24. Propuesta disposición cálculo costo por unidad de objetivo. Fuente: Elaboración propia.

*La disposición completa del sistema de evaluación propuesto se muestra en el Anexo 2.

El análisis de costo por unidad de objetivo alcanzado, ya sea como aporte de cada iniciativa o como costo total por indicador, entrega información adicional para la selección de alternativas como se indica en el Cuadro 25.

Análisis Términos de Referencia Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

De acuerdo con las bases, la actividad 10 y 11 comprende:

10. Análisis y estimación de los costos del sistema logístico del hidrógeno verde y sus derivados.

11. Análisis y evaluación de alternativas de planificación de infraestructura logística-portuaria.

Actividades para las cuales los costos por unidad de objetivo propuestos aportan información relevante a considerar.

Cuadro 25. Análisis evaluación de alternativas en los TdR de Análisis logístico para el H2V en Magallanes.

Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia Estudio: Análisis de Alternativas de Planificación del Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

4 Criterios para la Evaluación de Proyectos Privados.

El objetivo de este capítulo es proponer criterios para la evaluación de proyectos privados, aplicables como buenas prácticas de la industria o para ser incorporados en instrumentos del Estado para orientar el desarrollo de la infraestructura, como por ejemplo en licitaciones de terrenos fiscales.

Para el logro de este objetivo, en el capítulo se presenta un análisis de los criterios que están presentes y que se podrían incorporar, en el marco del análisis de rentabilidad social de proyectos de inversión, de planificación estratégica de infraestructura del Estado y de compromisos internacionales que Chile ha suscrito.

Como alcance del análisis, se establece la importancia de proponer criterios que sean consistentes con los instrumentos analizados.

4.1 Rentabilidad social de la iniciativa

El Estado cumple un rol clave en la planificación, regulación, financiamiento y ejecución del desarrollo de la infraestructura en el país.

Ley Orgánica de la Administración Financiera del Estado, establece en su artículo 19 bis inciso 4°: “los estudios preinversionales y los proyectos de inversión deberán contar, como documento interno de la Administración, con un informe del organismo de planificación nacional o regional, según sea el caso, el cual deberá estar fundamentado en una evaluación técnica-económica que analice su rentabilidad. Corresponderá al Ministerio de Hacienda impartir instrucciones y resolver al respecto”.

En este marco y en términos generales, la participación del Estado chileno en el desarrollo de la infraestructura se realiza mediante:

- **Inversión Pública:** El Estado chileno realiza inversiones directas en proyectos de infraestructura a través de diversos ministerios y agencias gubernamentales. Esto incluye la construcción y mejoramiento de carreteras, puertos, aeropuertos, sistemas de transporte, infraestructura sanitaria, entre otros.
- **Asociaciones Público-Privadas (APP):** Chile utiliza un modelo de APP para desarrollar proyectos de infraestructura. El Estado participa asociándose con empresas privadas que aportan financiamiento, tecnología y experiencia, repartiendo riesgos y beneficios.
- **Regulación y Planificación:** El Estado establece políticas, planes y regulaciones para orientar el desarrollo de la infraestructura a nivel nacional, regional y local. Esto incluye planes maestros, normativas técnicas y ambientales.

- Incentivos y Financiamiento: El gobierno ofrece diversos instrumentos de financiamiento e incentivos para atraer la inversión privada en proyectos de infraestructura, como subsidios, exenciones tributarias y garantías.
- Coordinación Interinstitucional: Diversas entidades estatales como ministerios, agencias y gobiernos locales coordinan sus esfuerzos para llevar a cabo proyectos de infraestructura de manera integrada.

Tanto para la inversión pública como las asociaciones publico privadas (APP), se exige que la **evaluación social de las iniciativas** de inversión cuente con un resultado positivo, lo que asegura el Sistema Nacional de Inversiones de Chile.

Las metodologías vigentes que el Sistema Nacional de Inversiones dispone para la evaluación social de las iniciativas de inversión se basan en el enfoque de eficiencia para determinar la variación en el bienestar social. Bajo este enfoque, la evaluación social entrega antecedentes relativos a los beneficios sociales por aumento de consumo y/o por liberación de recursos, más los efectos indirectos y externalidades, además del costo social de los costos privados de la iniciativa.

Los beneficios que corresponden dependerán del tipo de proyecto, así, por ejemplo, dentro de los beneficios por mayor consumo se identifican:

- Proyectos de energía: mayor uso de energía
- Proyectos de Minería: mayor producción valorada al precio de venta de dicha producción.
- Proyectos de riego: mayor consumo de agua potable, o mayor superficie regada, o mejor seguridad de riesgo en zonas agrícolas.

Dentro de los beneficios por liberación de recursos se identifican:

- Varios sectores: disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)- (se disminuyen costos por contaminación)
- Proyectos de transporte: menor tiempo de viaje (se libera tiempo).
- Proyectos de energía: reemplazo de fuentes de mayor costo privado y/o de mayores emisiones.

Lo anterior implica que la rentabilidad social de un proyecto entrega información respecto de la mejora en el nivel de provisión de servicios (consumo) y/o el menor costo de esta provisión, en particular los costos de emisiones de GEI.

Para la valoración de costos de producción, la evaluación social requiere corregir los costos privados a valor social, para lo cual se utilizan los factores sociales de corrección, estos factores existen porque los precios de mercado no reflejan adecuadamente el costo de oportunidad de los recursos, en particular por:

- La existencia de distorsiones de mercado, tales como: impuestos, subsidios, mercados monopólicos, bienes públicos, entre otros.
- Los agentes económicos no perciben en su función de utilidad todos los costos y beneficios que sus acciones generan (por ejemplo, externalidades, efectos secundarios e indirectos).

Dentro de los aspectos que determinan la potencial diferencia entre el valor social y valor privado de los recursos que en el marco del Sistema Nacional de Inversiones corresponde corregir, son:

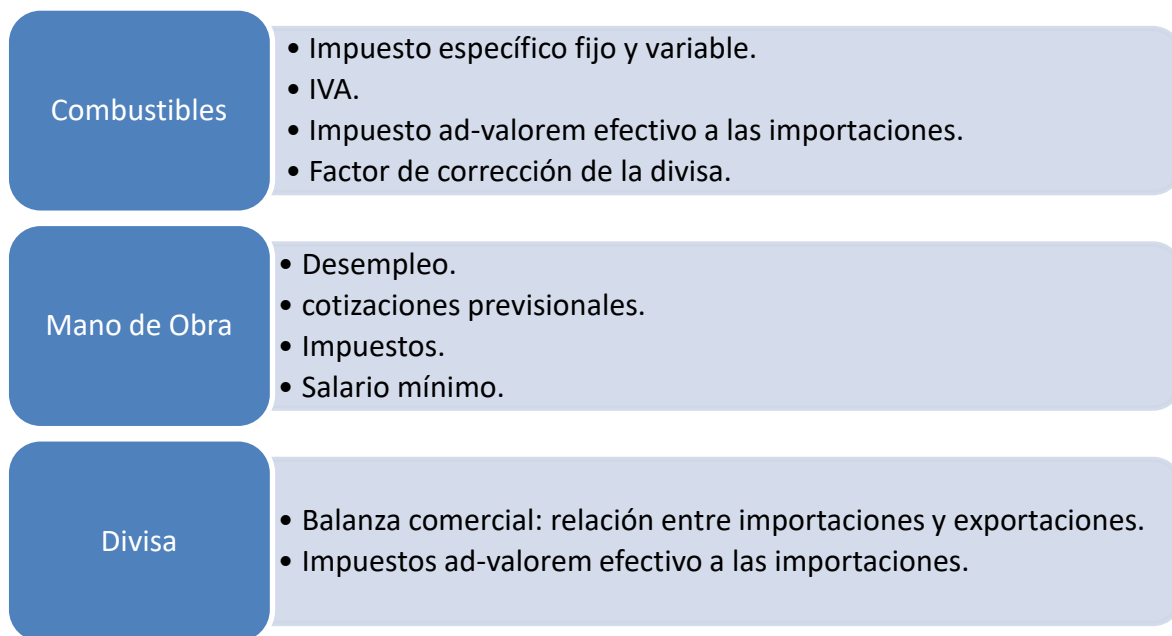


Figura 17. Esquema determinantes diferencia entre valor social y privado de factores. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, la rentabilidad social de un proyecto considera, al menos de manera parcial, beneficios sobre el mercado del trabajo.

Cuando se corrige a valor social el costo de mano de obra, cuyo valor social es menor al valor privado (factor de corrección menor a 1), se incorpora en la evaluación que parte de esa mano de obra proviene del conjunto de la población que se encuentra cesante, caso particular en el cual, los beneficios de la contratación superan los costos (beneficios netos positivos).

Sin embargo, es importante relevar que el factor de corrección de mano de obra considera el nivel de desempleo a nivel nacional, por lo que sobrevalora los costo en territorios con desempleo sobre el promedio nacional, y subvalora este costo en territorios con desempleo bajo el promedio nacional.

4.2 Planificación estratégica de infraestructura del Estado.

La planificación de infraestructura de los servicios públicos es un proceso complejo que involucra a una variedad de actores, desde el gobierno central hasta los gobiernos locales.

La figura a continuación muestra, a modo de resumen, los instrumentos de planificación de los distintos ministerios y gobiernos locales, que podrían vincularse a infraestructura relacionada con el desarrollo de la industria del H2V.

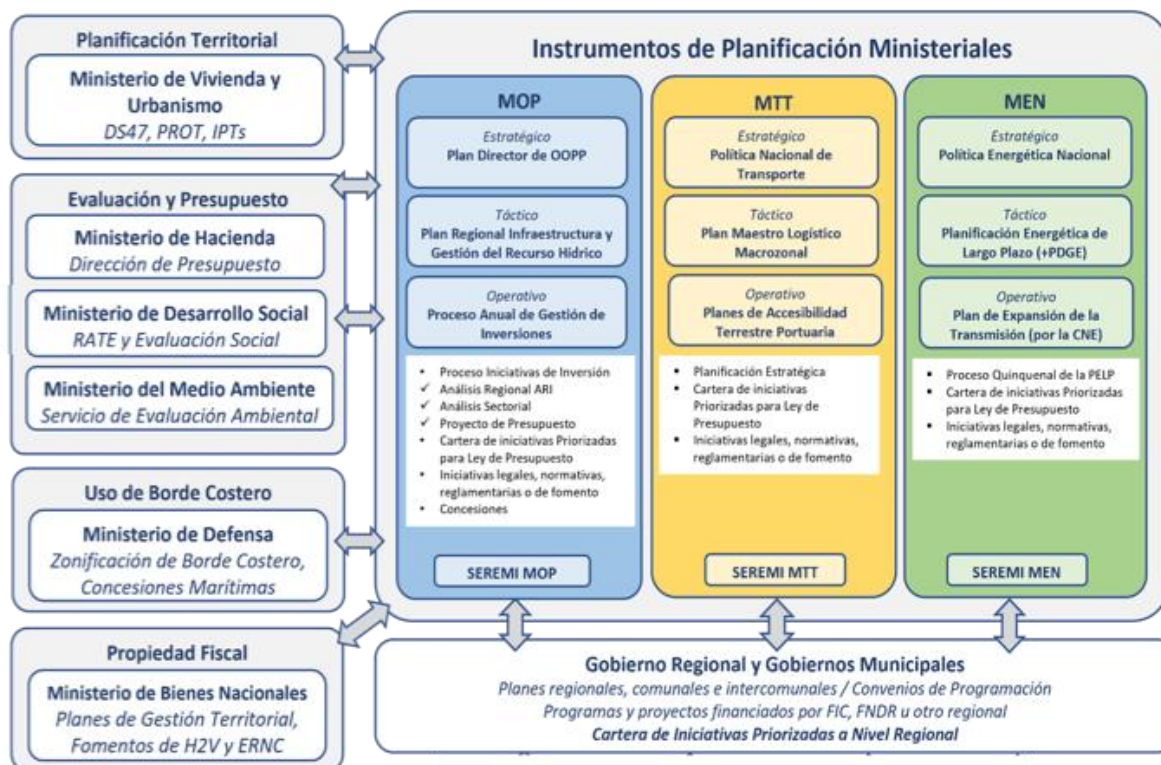


Figura 18. Esquemática de coordinación interministerial, diferenciando escalas de alcance de los diversos instrumentos. Fuente: Estudio “Planificación integrada de infraestructura asociada a la cadena de valor de la industria del hidrógeno verde”, desarrollado por el Centro de Energía de la FCFM, en el contexto del programa presupuestario Desarrollo Productivo Sostenible (DPS). Ministerio de Energía.

Cada uno de estos planes se estructuran en función de una o más de una problemática definiéndose objetivos de política pública, y por lo tanto, buscando finalmente, aumentar el nivel de bienestar social.

En este sentido, se pueden establecer criterios de evaluación para proyectos privados, relacionados con los **objetivos de estos planes**, de tal manera que aporten al cumplimiento de los objetivos de política pública.

Cabe destacar que la vinculación del proyecto privado con los objetivos del plan, deben hacerse a nivel de la problemática que busca resolver el plan y el proyecto privado, y no a nivel de la solución que proponen.

A modo de ejemplo, si se busca evaluar proyectos privados en términos de su complementariedad con los Planes Maestros Logísticos, en particular el de la Macrozona Norte (PML- MZN), se podría medir el aporte de un proyecto privado en términos de la capacidad y la competitividad de los corredores logísticos identificados en la macro zona, bajo los mismos indicadores con que se miden estos objetivos en el plan, los que para el ámbito Infraestructura y Conectividad, podrían ser:

- Capacidad:
 - Puertos: Mton /año, M3/año, cantidad de atraques, TEUs/año, días u horas de operación/año.
 - Vías: Velocidad promedio (km/hr), tiempo de viaje (min), flujo vehicular (veh/hr), TMDA.
- Competitividad:
 - Costo total de logística (CTL), tiempo de ciclo (horas/ciclo, días/ciclo), costo \$/Mton.

Respecto de la consideración de los objetivos de los instrumentos de planificación con la evaluación de proyectos privados destaca el Sistema de Concesiones.

La Dirección General de Concesiones señala en su sitio web que: *“En una primera etapa, llamada “etapa de presentación”, la iniciativa privada es revisada, por el Ministerio de Obras Públicas y los organismos del Estado competentes, con el propósito de establecer si existe, en principio, Interés Público en el proyecto presentado, o si en base a los análisis realizados, se estima que el proyecto no es viable.*

*En función de las respuestas de los organismos competentes, de la DGC, se lleva la iniciativa al Consejo de Concesiones que de acuerdo a la Ley, está integrado por el Ministro de Obras Públicas y cinco consejeros. Su función es de carácter consultivo del Ministerio de Obras Públicas (MOP), encargado de informar acerca del tipo de infraestructura que se desarrollará al amparo de la Ley de Concesiones, de los proyectos y de las modalidades de régimen concesional, **teniendo en cuenta, entre otros antecedentes, los planes regionales de desarrollo urbano y los planes reguladores comunales, intercomunales y metropolitanos, y la evaluación social aprobada por el organismo de planificación competente.**”*

En este contexto, el Anexo 1 del Formulario de Presentación y Anexos que Indica para la Postulación de una Idea de Iniciativa Privada a través del Sistema de Concesiones de Obras

Públicas¹³, señala que: “Como parte del análisis de alternativas dentro de los estudios de Proposición, el Proponente deberá construir y completar matriz multicriterio, definiendo y fundamentando los criterios de elección y su ponderación.”

A modo de ejemplo, en dicho formulario se presenta una matriz que considera los siguientes criterios:

Ámbito	Criterio
Ingeniería (a)	Criterio 1a Longitud del trazado de la alternativa.
	Criterio 2a Complejidad Constructiva.
	Criterio 3a Impactos en servicios e interferencias.
	Criterio 4a Pendientes máximas detectadas en la alternativa.
	Criterio 5a Estructuración de las pilas del trazado.
Demanda /Ev. Social (b)	Criterio 1b Demanda Estimada.
	Criterio 2b Ahorro Tiempo.
Territorio (c)	Criterio 1c Inserción y compatibilidad de las obras con las áreas pobladas por las cuales atraviesa y compatibilidad con los Instrumentos de Planificación Territorial.
	Criterio 2c Condición de accesibilidad que otorga la alternativa a los asentamientos de población y a las actividades del área de influencia.
	Criterio 3c Conectividad de la alternativa con el sistema de transporte público y vial del área de influencia.
	Criterio 4c Elementos estructurantes y/o restricciones físicas que condicionan el trazado.
	Criterio 5c Opinión técnica de las autoridades locales y de la comunidad (si es el caso) afectada por el proyecto.
Medio Ambiente (d)	Criterio 1d Interferencia con áreas protegidas (Santuarios de la naturaleza, monumentos naturales e históricos, zonas típicas, etc.).
	Criterio 2d Interferencia con áreas indígenas.
	Criterio 3d Zonas sensibles al ruido, principalmente en las cercanías a estaciones electromotrices u otras fuentes generadoras de ruido.
	Criterio 4d Estimación de familias a relocalizar.
Expropiaciones (e)	Criterio 1e Cantidad de puntos duros a expropiar.
	Criterio 2e Impacto en la inversión por expropiaciones.
	Criterio 3e Existencia de concesiones mineras en parte o cercanías del trazado.
	Criterio 4e Viviendas Afectadas.
	Criterio 5e Servidumbre de Servicio.

Cuadro 26. Criterios propuestos por el sistema de concesiones para la evaluación multicriterio. Fuente: REX 0481 DGC 17 feb 2022: Aprueba formato de Formulario de Presentación y Anexos que Indica para la Postulación de una Idea de Iniciativa Privada a través del Sistema de Concesiones de Obras Públicas.

¹³ REX 0481 DGC 17 feb 2022: Aprueba formato de Formulario de Presentación y Anexos que Indica para la Postulación de una Idea de Iniciativa Privada a través del Sistema de Concesiones de Obras Públicas.

Dentro de estos criterios desatacan:

- Criterio 1C: Inserción y compatibilidad de las obras con las áreas pobladas por las cuales atraviesa y compatibilidad con los Instrumentos de Planificación Territorial.
Destaca que el criterio hace referencia a la compatibilidad, y no necesariamente a la complementariedad.
- Criterio 2C: Condición de accesibilidad que otorga la alternativa a los asentamientos de población y a las actividades del área de influencia.
Que se podría vincular con las actividades económicas del territorio.

Además de otros criterios relacionados con ámbitos sociales, como por ejemplo:

- Criterio 1d Interferencia con áreas protegidas (Santuarios de la naturaleza, monumentos naturales e históricos, zonas típicas, etc.).
- Criterio 2d Interferencia con áreas indígenas.
- Criterio 4d Estimación de familias a relocalizar.
- Criterio 4e Viviendas Afectadas.

De manera que, el sistema de concesiones de Chile, establece criterios de evaluación para proyectos privados que se relacionan con los planes de inversiones y la afectación al medio social y ambiental.

También es interesante revisar los Criterios y Variables Ambientales y Territoriales” (CVAT), de carácter nacional, que en el marco de la Ley general de Servicios Eléctricos (artículo 87°), el Ministerio de Energía debe entregar a la Comisión Nacional de Energía (CNE) en coordinación con los organismos sectoriales correspondientes.

Estos criterios y variables se clasifican desde un criterio jurídico y normativo, analizando la dificultad que podrían representar las variables para la habilitación de un proyecto de transmisión, para luego definir la escala de valoración: Alto, Medio y Bajo. Como muestra el Cuadro 27 para el caso de variables ambientales, y el Cuadro 28 que presenta los niveles de condicionamiento de las variables territoriales, fuertemente influenciadas por los instrumentos de planificación territorial (IPT), así como por otras legislaciones relacionadas a los pueblos originarios.

Variables	Nivel de Condicionamiento		
	Alto	Medio	Bajo
Ambientales	• Reserva de Región Virgen • Parque Nacional • Monumento Natural • Parques Marinos • Humedales de importancia internacional o Sitios Ramsar • Humedales / Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad con efectos para el SEIA • Bosque Nativo de preservación o conservación • Humedales Urbanos • Monumentos históricos • Zonas típicas o pintorescas • Potencialidad Paleontológica • Sitios del patrimonio mundial • Terrenos indígenas (con derechos reconocidos)	• Reserva Nacional • Reserva Forestal • Santuario de la Naturaleza • Reservas Marinas • Áreas Marino Costera Protegida • Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Atacama • Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad con efectos para el SEIA • Bosque Nativo de uso múltiple • Suelos con capacidad agrícola de clases I a III • Área de explotación minera • Bien nacional protegido	• Sitios definidos en las Estrategias Regionales de Biodiversidad • Reservas de la Biósfera • Iniciativas de conservación privada

Cuadro 27. Variables ambientales. Extraído del informe CVAT, MEN (2023).

Variables	Nivel de Condicionamiento		
	Alto	Medio	Bajo
Territoriales	• Inmueble Conservación Histórica PRC • Zona de Conservación Histórica PRC • Espacio costero marino para pueblos originarios	• Áreas de protección de recursos de valor natural previo a modificación de artículo 2.1.18 OGUC (IPT) • Áreas de desarrollo indígena • Zonas de interés	• Plan regulador intercomunal / metropolitano • Áreas de Riesgo del PRI/PRMS • Plan regulador comunal • Áreas de Riesgo del PRC • Zonificación del borde costero • Atractivos turísticos

Cuadro 28. Variables territoriales. Extraído del informe CVAT, MEN (2023).

4.3 Compromisos internacionales

Chile tiene varios compromisos internacionales, destacando aquellos relativos a cambio climático y desarrollo sostenible. Algunos de los principales son:

1. Acuerdo de París sobre el Cambio Climático:
 - Chile ratificó el Acuerdo de París en 2016 y se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.
 - Ha presentado su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) con metas de mitigación y adaptación al cambio climático.

2. Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):
 - Chile se comprometió a implementar la Agenda 2030 y trabajar por el logro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.
 - Ha realizado informes voluntarios sobre el avance en la implementación de los ODS.
3. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC):
 - Chile es parte de la CMNUCC desde 1994 y participa activamente en las Conferencias de las Partes (COP).
 - Esta convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día, tiene una membresía casi universal, con 197 países. En este marco, Chile debe informar, de manera general, sobre las medidas que adopte tanto para hacer frente al cambio climático como para adaptarse a sus efectos, además de presentar un inventario anual de sus emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo datos para su año base (1990) y todos los años posteriores¹⁴.
4. Convención de Diversidad Biológica:
 - Chile ratificó esta Convención en 1994 y se ha comprometido a proteger y usar sosteniblemente su biodiversidad.
 - En este marco, Chile cuenta con una Estrategia Nacional de Biodiversidad que establece objetivos y acciones para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Esta estrategia se alinea con los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y busca contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
5. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación:
 - Chile es parte de este Convenio desde 1992, comprometiéndose a regular el manejo de residuos peligrosos.
6. Acuerdos comerciales internacionales:
 - Chile ha suscrito diversos acuerdos de libre comercio que incluyen capítulos ambientales y de desarrollo sostenible.

El Acuerdo de París, firmado en diciembre de 2015 y adoptado por 195 países, busca limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, idealmente a 1,5°C. Chile lo ratificó en febrero de 2017.

¹⁴ United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/es>

Chile presentó su primera contribución nacional tentativa para el Acuerdo de París en 2015, la que luego de la ratificación se convirtió en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)

La NDC de Chile de 2020¹⁵ establece como prioridad maximizar las sinergias entre los compromisos climáticos y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que busca lograr un desarrollo equilibrado e integrado en las dimensiones económica, social y ambiental.

De manera similar, en el marco de los ODS se han incorporado las acciones en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Por lo que a continuación se analizan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como posibles criterios para la evaluación de proyectos privados.

Los ODS se componen de 249 indicadores que dan cuenta de 169 metas agrupadas en 17 objetivos.



Figura 19. Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030. Fuente: Instituto Nacional de Estadística.
<https://www.ine.gob.cl/institucional/ods>

¹⁵ <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Espanol-21-julio.pdf>

Estos objetivos entregan criterios de diversa naturaleza, tales como de equidad en los ámbitos de:

- Género
- Territorial, descentralización
- Tamaño de empresas
- Discapacidad
- Vulnerabilidad social.

A modo de ejemplo, el Cuadro 29 presenta objetivos, metas e indicadores de los ODS que podrían estar relacionados de manera más directa con el desarrollo de la industria de H2V, sin embargo, también podrían evaluarse los demás indicadores ODS como posibles criterios a incorporar para evaluar proyectos privados.

Para abordar estos desafíos y contribuir al cumplimiento global de los ODS, Chile ha elaborado una estrategia nacional de implementación que consta de cinco ejes estratégicos¹⁶:

- El eje “Personas” se enfoca en los desafíos relacionados con la reducción de las distintas vulnerabilidades sociales y el fortalecimiento del sistema de protección social, para distintos tipos de sujetos o grupos sociales que han sido reconocidos como relevantes para la política social.

Objetivos prioritarios:

- Disponer de un Sistema de protección social robusto e inclusivo, que contribuya a la **reducción de la pobreza**, la desigualdad social y **enfrentar las situaciones de crisis**.
 - Acabar con las **inequidades**, discriminaciones y todo tipo de violencia que enfrentan diversos grupos poblacionales en Chile, a través de políticas con enfoque inclusivo y acciones que promuevan la igualdad y la protección de Derechos Humanos.
 - Avanzar en acceso a la salud y el bienestar de las personas de todas las edades, especialmente en ámbito de salud mental, el cuidado y **la reducción de tiempos de espera en la atención y tratamiento**.
 - Mejorar el acceso a la educación de calidad y la **formación para el desarrollo sostenible**, propiciando la reactivación educativa integral y así enfrentar los efectos de la pandemia en el ámbito educacional.
 - Mejorar las condiciones habitacionales y **acceso a servicios básicos**.
- En el eje “Planeta”, se aborda la crisis ambiental y se destaca la necesidad de transformar la relación entre los seres humanos y la naturaleza, para lograr una

¹⁶ Estrategia de Chile para la Implementación de la Agenda 2030. Gobierno de Chile.

transición socioecológica justa. Los temas ambientales se analizan en detalle en la revisión de los objetivos referidos a agua y saneamiento, ciudades sostenibles, consumo y producción sostenible, acción por el clima, vida submarina, vida terrestre y paz, justicia e institucionalidad.

Objetivos prioritarios:

- Avanzar hacia una **transición hídrica justa**, a través del análisis y diseño de reformas, coordinación interinstitucional y mejora regulatoria.
 - Promover la prevención y **descontaminación** en los ámbitos de calidad ambiental con enfoque territorial, particularmente en materia de calidad del aire en ciudades.
 - Promover acciones que impulsen patrones de **consumo y producción sustentables**, desacoplando el crecimiento y desarrollo económico del país de la degradación del medio ambiente.
 - Incorporar los principios y estrategias del modelo de la **economía circular** para la promoción del consumo y producción sostenibles y la gestión de residuos, junto a actores relevantes.
 - Profundizar la institucionalización de la política climática para cumplir metas legalmente vinculantes nacionales e internacionales.
 - Avanzar en políticas públicas de **conservación de la biodiversidad y ecosistemas marinos**.
 - Avanzar en políticas públicas de **conservación de la biodiversidad y ecosistemas terrestres**.
 - Promover el acceso a la información, participación pública y justicia en asuntos ambientales a través de la implementación efectiva del Acuerdo de Escazú.
- En el eje “Prosperidad”, los desafíos se centran en la productividad, la innovación, la infraestructura, la equidad territorial, la igualdad de género y el trabajo decente.

Objetivos prioritarios:

- Fortalecer las condiciones necesarias para que las personas dispongan de **empleos** y emprendimientos de calidad.
 - Contribuir a la generación de viviendas, barrios y ciudades sostenibles.
 - Reducir la **brecha digital** en sus distintas expresiones.
 - Avanzar hacia un modelo de **desarrollo productivo sostenible e inclusivo**.
- El eje “Paz, justicia e instituciones” destaca la importancia de fomentar sociedades pacíficas, justas e inclusivas, abordando temas como la seguridad ciudadana, la violencia y la discriminación.

Objetivos prioritarios:

- Fortalecer la seguridad ciudadana mediante la **prevención de violencias** y la promoción de una cultura de paz en todos los niveles de la sociedad.
 - Erradicar la discriminación por género, raza, edad u otro, mediante la promoción de **políticas inclusivas** y la sensibilización sobre los Derechos Humanos.
 - Fortalecer la descentralización y la participación ciudadana en la toma de decisiones, mediante la transferencia de competencias, capacitación de funcionarios y autoridades regionales, promoción de mecanismos de evaluación y rendición de cuentas y la transparencia en la gestión pública.
 - Combatir la corrupción mediante la promoción de la probidad y la transparencia en la gestión pública, y la aplicación de medidas disciplinarias a los funcionarios públicos corruptos.
 - Promover la cooperación internacional y la solidaridad en la lucha contra la violencia, la discriminación y la pobreza, y apoyar a los países en desarrollo en la consecución de los objetivos de paz, justicia e inclusión social.
 - Fomentar la **inclusión social y la promoción de la igualdad** de oportunidades para todos, independientemente de su género, raza, edad u otra condición.
- Por último, en el eje “Alianzas”, se destaca la importancia de establecer relaciones de colaboración para abordar problemas y desafíos comunes. Se abordan temáticas como el financiamiento, el acceso a tecnologías, la cohesión institucional, las alianzas de múltiples partes interesadas y la información y rendición de cuentas. También se explicitan las metas relativas a las relaciones internacionales para avanzar hacia los ODS.

De los 249 indicadores, se identifican que aquellos vinculados más directamente a infraestructura para el desarrollo de la industria de H2V corresponden al eje Prosperidad, en particular los objetivos 7, 8 y 9.

Objetivos	Metas	Indicadores
Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos		
7. Energía asequible y no contaminante	7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos	7.1.1 Proporción de la población que tiene acceso a la electricidad 7.1.2 Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnologías limpios
	7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas	7.2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía
	7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética	7.3.1 Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB
	7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo	7.b.1 Capacidad instalada de generación de energía renovable en los países en desarrollo y en los países desarrollados (en vatios per cápita)
Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos		
8. Trabajo decente y crecimiento económico	8.1 Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados	8.1.1 Tasa de crecimiento anual del PIB real per cápita
	8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra	8.2.1 Tasa de crecimiento anual del PIB real por persona empleada
	8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros	8.3.1 Proporción de empleo informal con respecto al empleo total, desglosada por sector y sexo

Objetivos	Metas	Indicadores
	8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor	8.5.2 Tasa de desempleo, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad
	8.8 Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios	8.8.1 Lesiones ocupacionales mortales y no mortales por cada 100.000 trabajadores, desglosadas por sexo y estatus migratorio
Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación		
9. Industria, innovación e infraestructura	9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	9.1.2 Volumen de transporte de pasajeros y carga, desglosado por medio de transporte
	9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	9.4.1 Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido

Cuadro 29. Objetivos, metas e indicadores ODS más directamente relacionados con el desarrollo de la industria de H2V. Fuente: Agenda 2030 en América Latina y el Caribe. Plataforma regional de conocimiento. <https://agenda2030lac.org/>

5 Conclusiones

5.1 Acerca de la metodología para la Evaluación de Proyectos de H2V.

Las metodologías de evaluación social de inversiones vigentes del sector energía, si bien no hacen referencia a proyectos de generación de combustibles o de fuentes de energía, consistentemente con la metodología general, para la evaluación social de proyectos de este sector se consideran la valoración de beneficios y costos asociados a la liberación de recursos y al mayor consumo.

Aplicando esto a un proyecto de H2V, que reduzca el costo generalizado de combustibles o fuentes de energía, se identifican como posibles beneficios:

- La disminución de los costos privados, valorados a precios sociales.
- La disminución de las emisiones de GEI.
- Aumento de consumo, interno o externo (exportación)

Las técnicas que se pueden aplicar para la valoración social de estos beneficios se encuentran claramente explicadas en la guía general y las diversas guías sectoriales.

De esta manera, el desafío fue incorporar además, los efectos indirectos y externalidades que un proyecto de esta naturaleza podría generar. La propuesta entonces fue incorporar los efectos inflacionarios que podría generar, considerando el impacto de estos productos en la economía, y el efecto de potenciar o favorecer el desarrollo económico de la industria, usando simulación dinámica.

Las inversiones de infraestructura anexa se deben evaluar socialmente según la tipología de acuerdo a las metodologías vigentes en el SNI, incorporando, además de la demanda actual, la nueva demanda que generaría el proyecto de H2V.

5.2 Acerca de la metodología de Evaluación Social de Planes de Inversiones.

La metodología propuesta por el equipo consultor tiene como objetivo determinar el grado de eficacia del plan de inversiones en análisis, entregando además información importante sobre la eficiencia del plan.

En el marco normativo y organizacional de Chile, la eficiencia del plan se asegura a través de la evaluación proyecto por proyecto que exige el Sistema Nacional de Inversiones. De esta manera, se evita el desarrollo de iniciativas no rentables desde el punto de vista social, las cuales podrían estar ocultas entre un conjunto de proyectos con rentabilidad social positiva.

La metodología propuesta permite evaluar un plan de inversiones de manera individual, así como también la evaluación de planes alternativos, con el fin de seleccionar el mejor plan de inversión. Esto es fundamental, ya que permite comparar diferentes alternativas y elegir aquella que genere el mayor beneficio social.

Además, la metodología propuesta es aplicable a diversos tipos de planes de inversión, incluyendo aquellos asociados a proyectos de hidrógeno verde. Como ejemplo, se menciona el "Plan de Sistema Logístico-Portuario para el Desafío del Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena", el cual también puede ser evaluado utilizando esta metodología.

En resumen, la metodología propuesta busca determinar la eficacia y eficiencia de los planes de inversión, permitiendo la comparación de alternativas y la selección de la mejor opción, en el marco del Sistema Nacional de Inversiones de Chile. Esto es crucial para asegurar que los recursos públicos se destinen a proyectos que generen el mayor beneficio social.

5.3 Acerca de los Criterios para evaluación de Proyectos Públicos.

Se analizaron posibles criterios para la evaluación de proyectos privados, en términos de como estos se coordinan con o complementan los intereses del país, desde tres enfoques: (i) la evaluación social de proyectos, (ii) la planificación estratégica, y (iii) compromisos internacionales a los que Chile ha suscrito.

Respecto de la evaluación social de las iniciativas de inversión, cabe señalar que las metodologías vigentes valoran las iniciativas en cuanto esta:

- Mejora en el nivel de provisión de bienes o servicios (consumo), y/o
- Disminuir el costo de esta provisión de bienes o servicios,
- en particular, disminuir los costos de emisiones de GEI en la provisión de bienes o servicios.
- Disminución del desempleo.

Por lo que es posible concluir, que en la medida que la iniciativa privada sea evaluada socialmente bajo las metodologías vigentes, los criterios antes señalados ya se encuentran incorporados, con la salvedad que respecto del desempleo, el criterio aplicaría a nivel nacional o no a nivel local.

Respecto a la planificación estratégica, en términos generales se releva la complementariedad de estos proyectos con objetivos de planes estratégicos de infraestructura, a nivel nacional, sectorial o local.

Sin embargo, al analizar el sistema de concesiones en particular, se advierte que los procesos y condiciones actuales del sistema, incorporan los siguientes criterios:

- Inserción y compatibilidad de las obras con las áreas pobladas por las cuales atraviesa y compatibilidad con los Instrumentos de Planificación Territorial
- Condición de accesibilidad que otorga el proyecto a los asentamientos de población y a las actividades del área de influencia.
- Criterios de afectación al medio social y ambiental:
 - Interferencia con áreas protegidas (Santuarios de la naturaleza, monumentos naturales e históricos, zonas típicas, etc.).
 - Interferencia con áreas indígenas.
 - Estimación de familias a relocalizar.
 - Viviendas Afectadas.

De esta manera, si bien el sistema de concesiones lo incorpora en cierto grado, se recomienda avanzar o profundizar en el análisis de complementariedad de la inversiones con los instrumentos de planificación.

Finalmente, relativo a los compromisos internacionales, se advierte que las acciones del Chile para el cumplimiento de los principales compromisos se han estructurado y alineado con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, por lo que el análisis de los ODS, dan cuenta en gran medida de los principales compromisos.

Los ODS entregan criterios de diversa naturaleza, tales como de equidad en los ámbitos de:

- Género,
- Territorial, descentralización
- Tamaño de empresas
- Discapacidad
- Vulnerabilidad social.

Para estos objetivos, se indican indicadores que se estiman regularmente por la Secretaría Técnica de Chile para los ODS, por lo que su consideración no genera nuevas necesidades de información.

En términos de la Estrategia Nacional de Implementación de los ODS, de los 249 indicadores de la agenda, se identifican que aquellos que se vinculan más directamente a infraestructura asociada a la industria de H2V, corresponden al eje Prosperidad, en particular los objetivos 7, 8 y 9, que se presentan con mayor detalle en el Cuadro 29.

La recomendación es considerar los ODS como criterios para la evaluación de proyectos privados, estos por dos principales razones: (i) estos criterios son cuantificables con fuentes de información confiables, levantadas y publicadas con regularidad, y (ii) los ODS se han ido convirtiendo en ejes orientadores de instrumentos de planificación así como de las acciones

para el cumplimiento de compromisos internacionales, por lo que es un instrumento que ya se encuentra bastante bien coordinado con otros instrumentos a nivel nacional.

6 Anexos

6.1 Anexo 1. Manual de Uso de la Herramienta de Cálculo.

En esta Manual explicamos la forma de usar correctamente la Herramienta de Cálculo desarrollada. Para un correcto desempeño, prefiera almacenar los archivos de forma local en su computador en lugar de servicios como OneDrive y SharePoint.

El archivo “MetH2Vj.xlsx” contiene 4 pestañas, en orden de aparición son “ACB”, “Inflacion”, “Desarrollo Industria”, y “Resultados Finales”. Considere que las casillas con fondo de color amarillo son cálculos que se hacen con base en la información que el usuario ingresa en las otras casillas y, por ende, a priori, no debiera modificarlas.

6.1.1 Análisis de Costo Beneficio

En la pestaña “ACB” se realiza el análisis de costo beneficio del “Proyecto de Hidrógeno Verde” versus el “Proyecto Combustible”. Cabe notar que el “Proyecto de Hidrógeno Verde” tiene como objeto reemplazar el uso de combustibles fósiles, mientras que el “Proyecto Combustible” puede representar un proyecto ya operando y que se puede o no ampliar, o bien un nuevo proyecto que se quiere evaluar su ejecución.

Además, se debe destacar que los números que debe ingresar el usuario en la planilla deben ser determinados previamente en un estudio de preingeniería o ingeniería, siendo los números que aparecen un ejemplo que demuestra el funcionamiento de la planilla y no valores que deban ser utilizados en una evaluación real, excepto por aquellos que son calculados (resaltados con fondo amarillo) y aquellos que se explicitan y provienen desde fuentes oficiales externas (lo que se indica).

6.1.1.1 Calculadora de Energía para la Producción de Hidrógeno Verde

El primer paso de la pestaña “ACB” es el “1. CALCULADORA ENERGÍA PARA H2V”, donde el usuario debe añadir su meta de producción anual de hidrógeno verde, en toneladas al año, y la eficiencia de su equipo electrolizador, en kilowatt-hora por kilogramo de hidrógeno producido. Esto le indica al usuario la cantidad de energía al año que requiere, en Megawatt-hora, para lograr su meta de producción anual de hidrógeno.

1. CALCULADORA ENERGÍA PARA H2V

	Valor	Unidad
Producción Anual de H2V	200	ton/año
Eficiencia Electrólisis	55	kWh/kg H2
Energía Requerida	11'000	MWh/año

6.1.1.2 Calculadora de Proyecto de Hidrógeno Verde

El segundo paso de la pestaña “ACB” es “2. CALCULADORA HIDRÓGENO”, en donde se ingresan los costos involucrados para la alternativa de desarrollo de proyecto de hidrógeno verde.

2. CALCULADORA HIDRÓGENO												
		Costo Inversión Etapa 1 (USD)	Costo O&M anual Etapa 1 (USD/año)	Costo Inversión Etapa 2 (USD)	Costo O&M anual Etapa 2 (USD/año)	Costo de reinversión (USD)	Año de re- inversión	Valor residual en el año 20 (USD)	Costo Variable Anual (USD/año)	Energía Anual (MWh/año)	Energía Anual Total (MWh/año)	
a) FUENTE DE ENERGÍA	P. Fotovoltaica	1'800'000	180'000	1'800'000	360'000	400'001	15	400'000		4'914	10'996	Emisiones (tCO2eq/año)
	P. Eólica	1'950'000	19'500	1'950'000	39'000	400'002	15	20'000		3'432		Costo Emisiones (USD/año)
	Sistema Eléctric	500'000				400'003	15	15'000	160'000	2'650		
b) PRODUCCIÓN		2'750'000	27'500		30'000	400'004	15	15'000				
c) ACONDICIONAMIENTO		50'000	500		1'000	400'005	15	15'000				
d) ALMACENAMIENTO		100'000	1'000		2'000	400'006	15	15'000				
e) DISTRIBUCIÓN		20'000	500		1'000	400'007	16	15'000				
f) APLICACIÓN FINAL		1'000'000	1'000		2'000	400'008	17	15'000				
COSTOS TOTALES		8'170'000	230'000	3'750'000	435'000	3'200'036		510'000	160'000			12'732

Los costos permiten incorporar hasta dos etapas de ejecución del proyecto, además de reinversiones en caso de que uno o más equipos deban ser cambiados total o parcialmente antes del fin de la vida útil del proyecto. Es posible desglosar los costos y otra información que el usuario debe en los siguientes elementos de la cadena de valor del hidrógeno:

- Fuente de energía: Costos de inversión y O&M en planta fotovoltaica y/o eólica dedicada. Además de costo variable por compra de energía a la red, con su respectivo costo de inversión y O&M para la infraestructura de conexión.
- Producción de hidrógeno: Costos de Inversión y O&M del dispositivo de producción de hidrógeno, como un electrolizador PEM o alcalino. En este ítem se puede añadir además los costos de agua.
- Acondicionamiento de hidrógeno: Costos de Inversión y O&M del dispositivo de acondicionamiento de hidrógeno, como un sistema de compresión o de licuefacción.
- Almacenamiento de hidrógeno: Costos de Inversión y O&M del dispositivo de almacenamiento de hidrógeno, como un sistema de tanques presurizados.
- Distribución de hidrógeno: Costos de Inversión y O&M del sistema de distribución de hidrógeno, como un sistema de tuberías, válvulas, etcétera.
- Aplicación final del hidrógeno producido: Costos de Inversión y O&M del sistema o de los dispositivos que harán uso final del hidrógeno, como grúas horquillas, buses, o celdas de combustible estacionarias.

Es importante destacar que, si bien se hace este desglose que se acaba de describir, el usuario puede perfectamente agrupar ítems como acondicionamiento, almacenamiento y distribución en uno solo de ellos, dejando los demás ítems con costo cero.

Para cada ítem, los costos que se pueden ingresar son:

- Costo de Inversión de Etapa 1, en USD.
- Costo de O&M de Etapa 1, en USD por año
- Costo de Inversión de Etapa 2, en USD.
- Costo de O&M de Etapa 2, en USD por año
- Costo de reinversión, en USD (también el respectivo año de reinversión).
- Valor residual al finalizar el horizonte de evaluación, en USD.
- Costo Variable Anual (costo de compra de energía de la red u otros), en USD.
- Energía Anual Generada, en Megawatt-hora por año disponible (de las plantas de generación dedicadas y adquirida de la red), cuya suma debe coincidir con la calculada en el paso 1.

Se incluye además un cálculo para gases de efecto invernadero. Para ello, el usuario puede ingresar las emisiones de carbono equivalente que haya determinado para cada etapa de la cadena de valor del hidrógeno. En el caso de la energía comprada desde la red, se calculan sus emisiones asociadas con base en el Factor de Emisiones del Sistema Eléctrico Nacional que se detalla más adelante y la cantidad de energía adquirida desde la red. El costo social de las emisiones, en USD al año, se calcula como el producto de las emisiones de carbono y el precio social del carbono, el cual se define más adelante.

6.1.1.3 Calculadora de Proyecto de Combustible Tradicional

El tercer paso de la pestaña “ACB” es “3. CALCULADORA COMBUSTIBLE CONVENCIONAL”, en donde se ingresan los costos involucrados para el desarrollo de proyecto basado en combustibles fósiles tradicionales.

3. CALCULADORA COMBUSTIBLE CONVENCIONAL												
	Costo Inversión Etapa 1 (USD)	Costo O&M anual Etapa 1 (USD/año)	Costo Inversión Etapa 2 (USD)	Costo O&M anual Etapa 2 (USD/año)	Costo de reinversión (USD)	Año de re-inversión	Valor residual en el año 20 (USD)	Cantidad Importada (ton/año)	Factor de Emisiones (tCO ₂ eq/tcomb)	Costo Variable Anual (USD/año)	Emisiones (tCO ₂ eq/año)	Costo Emisiones (USD/año)
a) COMBUSTIBLE Petróleo Crudo	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	300	3.15	360'000	945	18'895
b) IMPORTACIÓN	1'500'000	15'000	10'000	30'000	400'001	15	15'000					
c) ACONDICIONAMIENTO	100'000	1'000		2'000	400'002	15	15'000					
d) ALMACENAMIENTO	100'000	1'000		2'000	400'003	16	15'000					
e) DISTRIBUCIÓN	100'000	1'000		2'000	400'004	17	15'000					
f) APLICACIÓN FINAL	1'000'000	1'000		2'000	400'005	18	15'000					
COSTOS TOTALES	2'800'000	19'000	10'000	38'000	2'000'015		75'000			360'000		18'895

Los costos permiten incorporar hasta dos etapas de ejecución del proyecto, además de reinversiones en caso de que uno o más equipos deban ser cambiados total o parcialmente antes del fin de la vida útil del proyecto. Es posible desglosar los costos y otra información

que el usuario debe ingresar en los siguientes elementos de la cadena de valor de los combustibles fósiles:

- a) Combustible: Casilla desplegable para la selección del combustible a reemplazar desde una lista predefinida, cantidad de combustible importado, y el factor de emisiones de carbono del combustible, el cual se incorpora automáticamente según el combustible escogido por el usuario. Además, el Costo Variable Anual derivado de la compra del combustible escogido, en USD al año.
- b) Importación de combustible: Costos de Inversión y O&M de la infraestructura de importación de combustible, como un muelle de descarga.
- c) Acondicionamiento de combustible: Costos de Inversión y O&M del sistema de acondicionamiento de combustible.
- d) Almacenamiento de combustible: Costos de Inversión y O&M del dispositivo de almacenamiento de combustible.
- e) Distribución de combustible: Costos de Inversión y O&M del sistema de distribución de combustible.
- f) Aplicación final del combustible adquirido: Costos de Inversión y O&M del sistema o de los dispositivos que harán uso final del combustible, considerando equipos para un proyecto nuevo o renovación de flotas, por ejemplo.

Es importante destacar que, si bien se hace este desglose que se acaba de describir, el usuario puede perfectamente agrupar ítems como acondicionamiento, almacenamiento y distribución en uno solo de ellos, dejando los demás ítems con costo cero.

Para cada ítem, los costos que se pueden ingresar son:

- Costo de Inversión de Etapa 1, en USD.
- Costo de O&M de Etapa 1, en USD por año
- Costo de Inversión de Etapa 2, en USD.
- Costo de O&M de Etapa 2, en USD por año
- Costo de reinversión, en USD (también el respectivo año de reinversión).
- Valor residual al finalizar el horizonte de evaluación, en USD.

Se incluye además un cálculo para gases de efecto invernadero. Para ello, el usuario puede ingresar las emisiones de carbono equivalente que haya determinado para cada etapa de la cadena de valor del carbono. En el caso combustible en sí mismo, se realiza el cálculo de las emisiones de carbono, en toneladas de carbono por año, con base en la cantidad importada y el factor de emisiones de carbono para el tipo de combustible seleccionado por el usuario. El costo de las emisiones, en USD al año, se calcula como el producto de las emisiones de carbono y el precio social del carbono, el cual se define más adelante.

6.1.1.4 Estructura de las Inversiones

El cuarto paso de la pestaña “ACB” es “4. ESTRUCTURA INVERSIONES”, en donde se describe cómo se ejecutan las inversiones en el ciclo de vida de ambos proyectos, de hidrógeno verde y combustible tradicional.

4. ESTRUCTURA INVERSIONES										
a) Proyecto Hidrógeno Verde						b) Proyecto Combustible				
	Inversión Etapa 1		Inversión Etapa 2		Reinversión	Año	Inversión Etapa 1		Inversión Etapa 2	
	Porcentaje Ejecución	Costo (USD)	Porcentaje Ejecución	Costo (USD)	Costo (USD)		Porcentaje Ejecución	Costo (USD)	Porcentaje Ejecución	Costo (USD)
0	45%	-3'676'500		0	0	0	45%	-1'260'000		0
1	30%	-2'451'000		0	0	1	30%	-840'000		0
2	15%	-1'225'500		0	0	2	15%	-420'000		0
3	8%	-653'600		0	0	3	8%	-224'000		0
4	2%	-163'400		0	0	4	2%	-56'000		0
5		0		0	0	5		0		0
6		0		0	0	6		0		0
7		0	45%	-1'687'500	0	7		0	45%	-4'500
8		0	30%	-1'125'000	0	8		0	30%	-3'000
9		0	15%	-562'500	0	9		0	15%	-1'500
10		0	8%	-300'000	0	10		0	8%	-800
11		0	2%	-75'000	0	11		0	2%	-200
12		0		0	0	12		0		0
13		0		0	0	13		0		0
14		0		0	0	14		0		0
15		0		0	-2'400'021	15		0		-800'003
16		0		0	-400'007	16		0		-400'003
17		0		0	-400'008	17		0		-400'004
18		0		0	0	18		0		-400'005
19		0		0	0	19		0		0
20		0		0	0	20		0		0
	100%		100%				100%		100%	

Tanto para el a) proyecto de hidrógeno verde y el b) proyecto de combustible tradicional se realiza un desglose de todas las etapas de inversión según su año de ejecución. Se considera un horizonte de evaluación del proyecto de 20 años.

- En la segunda columna de cada tabla se debe indicar el porcentaje de ejecución del Costo Total de Inversión Etapa 1 en el respectivo año. Los porcentajes ingresados en esta columna deben ser tales que su suma sea 100%.
- En la tercera columna se calcula el monto de ejecución de la inversión etapa 1 en el respectivo año con base en el Costo Total de Inversión Etapa 1 (que se calcula como la suma de los costos de inversión etapa 2 del paso 2 para la primera tabla del proyecto de hidrógeno y del paso 3 para la segunda tabla del proyecto de combustible) y el porcentaje indicado en la columna anterior.
- En la cuarta columna de cada tabla se debe indicar el porcentaje de ejecución del Costo Total de Inversión Etapa 2 en el respectivo año. Los porcentajes ingresados en esta columna deben ser tales que su suma sea 100%.
- En la quinta columna se calcula el monto de ejecución de la inversión etapa 2 en el respectivo año con base en el Costo Total de Inversión Etapa 2 (que se calcula como la suma de los costos de inversión etapa 2 del paso 2 para la primera tabla del

proyecto de hidrógeno y del paso 3 para la segunda tabla del proyecto de combustible) y el porcentaje indicado en la columna anterior.

- En la sexta columna aparece el monto de reinversión que se ejecuta en el respectivo año, que se determina con base en los costos y años de reinversión indicados para cada elemento de la cadena de valor del proyecto de hidrógeno verde y del proyecto de combustible tradicional.

6.1.1.5 Flujo de Caja

El quinto paso de la pestaña “ACB” es “5. FLUJO DE CAJA”, en donde se calculan los factores de corrección social de la inversión y el flujo de caja y valor neto actual de los proyectos de hidrógeno verde y combustible.

5. FLUJO DE CAJA				
a) DATOS PARA EL FLUJO				
		Valor	Unidad	
	Vida Útil Proyecto	20	años	
	Tasa de Descuento	6%	-	
Proyecto Hidrógeno Verde	Año Inicio Operación Etapa 1	4	año	
	Año Inicio Operación Etapa 2	12	año	
Proyecto Combustible	Año Inicio Operación Etapa 1	3	año	
	Año Inicio Operación Etapa 2	9	año	
b) FACTORES DE CORRECCIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN				
Participación				
	Situación con Proyecto		Situación sin Proyecto	
	Inversión	Variable	Inversión	Variable
IVA = 19%				
Impuesto adicional	0%	3%	7%	30%
Inversión s/ impuesto	84%	82%	79%	65%
Distribución de la Mano de Obra				
	Proyecto H2V		Proyecto Combustible	
	Inversión	O&M	Inversión	O&M
Calificada	30.0%	30.0%	10.0%	10.0%
Semicalificada	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%
No calificada	40.0%	40.0%	60.0%	60.0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%
Distribución del Costo de Inversión				
	Inversión	O&M	Inversión	O&M
Mano de Obra	13.8%	13.8%	30.0%	30.0%
Combustible	2.0%	2.0%	5.0%	5.0%
Bienes Importables	84.2%	84.2%	65.0%	65.0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%
Factores de Corrección				
	Proyecto H2V		Proyecto Combustible	
	Inversión	O&M	Inversión	O&M
Mano de Obra	0.82	0.82	0.75	0.75
Factor de Corrección c/ Impuesto	0.98	0.98	0.92	0.92
Factor de Corrección s/ Impuesto	0.82	0.80	0.72	0.59

En primer lugar, en a) “DATOS PARA EL FLUJO” se debe ingresar la tasa social de descuento (aconsejamos dejarla en 6% según metodologías MDSF). Debe además ingresarse el año de inicio de operación Etapa 1 y Etapa 2 para cada uno de los proyectos. Este parámetro indica al cálculo del flujo de caja a partir de qué año debe empezar a considerar los costos totales

de O&M para cada etapa de cada proyecto, determinador como las sumas de los costos de O&M y variables de cada etapa de la cadena de valor de cada proyecto indicados en las etapas 2 y 3.

En B) “FACTORES DE CORRECCIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN” se debe especificar si existe algún impuesto adicional al IVA que aplique para los costos de inversión y O&M para cada proyecto (como el impuesto específico a los combustibles en caso de que aplique).

Se debe indicar además cómo se distribuye, en porcentajes, el total de costo en mano de obra involucrados en la etapa de inversión y en la etapa de O&M de cada uno de los proyectos, según si mano de obra calificada, semicalificada, o no calificada.

A modo de recomendación, y en base a juicio experto¹⁷ se propone la siguiente distribución para proyectos de H2V:

	Proyecto H2V	
	Inversión	O&M
Calificada	30,0%	30,0%
Semicalificada	30,0%	30,0%
No calificada	40,0%	40,0%
TOTAL	100%	100%

Los factores de corrección a valor social de la mano de obra, según nivel de calificación, son estimados y publicados regularmente por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

También se debe indicar cómo se distribuye, en porcentajes, el monto total de la inversión de cada uno de los proyectos, según si corresponde a mano de obra, combustibles¹⁸, o bienes importados. De manera análoga, a modo de recomendación y en base a juicio experto se propone la siguiente distribución para proyectos de H2V:

	Proyecto H2V	
	Inversión	O&M
Mano de Obra	13,8%	13,8%
Combustible	2,0%	2,0%
Bienes Importables	84,2%	84,2%
TOTAL	100%	100%

En esta subetapa se calcula el factor de corrección social sin impuestos para la inversión y para la O&M de cada uno de los proyectos.

¹⁷ El juicio experto se basa en la estructura de costos de tecnologías tales como sistemas de generación de energía solar, eólica y térmica, en comparación con los sistemas de producción de H2V.

¹⁸ Si bien el principal consumo energético es el eléctrico, la operación de una planta requiere un pequeño consumo de otros combustibles, por ejemplo por el movimiento de personas e insumos mediante transporte vial, entre otros posibles.

Finalmente, con base en toda la información aportada, en c) “VALORES NETOS ACTUALES” se calculan los flujos de caja para el proyecto de hidrógeno verde y de combustible tradicional.

c) VALORES NETOS ACTUALES																
Año	Proyecto Hidrógeno Verde					Año	Proyecto Combustible					Año	Delta			
	Inversión	Re-inversión	Variable	GEI			Inversión	Re-inversión	O&M	GEI			Inversión	Re-inversión	O&M	GEI
0	-3'025'556	0	0	0		0	-1'036'910	0	0	0		0	-1'988'645	0	0	0
1	-2'017'037	0	0	0		1	-691'273	0	0	0		1	-1'325'764	0	0	0
2	-1'008'519	0	0	0		2	-345'637	0	0	0		2	-662'882	0	0	0
3	-537'877	0	0	0		3	-184'340	0	-302'812	-16'496		3	-353'537	0	302'812	16'496
4	-134'469	0	-311'600	-12'732		4	-46'085	0	-302'812	-16'496		4	-88'384	0	-8'789	3'764
5	0	0	-311'600	-12'732		5	0	0	-302'812	-16'496		5	0	0	-8'789	3'764
6	0	0	-311'600	-12'732		6	0	0	-302'812	-16'496		6	0	0	-8'789	3'764
7	-1'388'719	0	-311'600	-12'732		7	-3'703	0	-302'812	-16'496		7	-1'385'016	0	-8'789	3'764
8	-925'813	0	-311'600	-12'732		8	-2'469	0	-302'812	-16'496		8	-923'344	0	-8'789	3'764
9	-462'906	0	-311'600	-12'732		9	-1'234	0	-317'992	-16'496		9	-461'672	0	6'392	3'764
10	-246'883	0	-311'600	-12'732		10	-658	0	-317'992	-16'496		10	-246'225	0	6'392	3'764
11	-61'721	0	-311'600	-12'732		11	-165	0	-317'992	-16'496		11	-61'556	0	6'392	3'764
12	0	0	-475'390	-12'732		12	0	0	-317'992	-16'496		12	0	0	-157'398	3'764
13	0	0	-475'390	-12'732		13	0	0	-317'992	-16'496		13	0	0	-157'398	3'764
14	0	0	-475'390	-12'732		14	0	0	-317'992	-16'496		14	0	0	-157'398	3'764
15	0	-1'975'084	-475'390	-12'732		15	0	-658'358	-317'992	-16'496		15	0	-1'316'726	-157'398	3'764
16	0	-329'184	-475'390	-12'732		16	0	-329'180	-317'992	-16'496		16	0	-3	-157'398	3'764
17	0	-329'184	-475'390	-12'732		17	0	-329'181	-317'992	-16'496		17	0	-3	-157'398	3'764
18	0	0	-475'390	-12'732		18	0	-329'182	-317'992	-16'496		18	0	329'182	-157'398	3'764
19	0	0	-475'390	-12'732		19	0	0	-317'992	-16'496		19	0	0	-157'398	3'764
N=20	0	0	-475'390	-12'732		N=20	0	0	-317'992	-16'496		N=20	0	0	-157'398	3'764
Valor Residual					510'000	Valor Residual					75'000	Valor Residual				
VNA TOTAL	-12'848'884					VNA TOTAL	-5'991'877					VNA TOTAL	-6'857'007			
Valor Neto Act.	-8'332'932	-1'075'963	-3'327'987	-112'002		Valor Neto Act.	-2'193'146	-641'863	-2'997'904	-158'963		Valor Neto Act.	-6'139'786	-434'099	-330'083	46'961
Participación en VAN Total	65%	8%	26%	1%		Participación en VAN Total	37%	11%	50%	3%						

En cada flujo de realiza, para cada año, un desglose de los montos involucrados según se indica:

- Columna 2 “Inversión”: considera inversión de etapa 1 y etapa 2 según el desglose hecho en el cuarto paso. Se usa factor de corrección social sin impuestos de la inversión.
- Columna 3 “Re-inversión”: considera la reinversión de equipos para cada etapa del ciclo de vida del proyecto según se indica en las etapas 2 y 3, y según el monto y año de ejecución. Se usa factor de corrección social sin impuestos de la inversión.
- Columna 4 “Variable”: considera los costos de O&M para cada año según los años de inicio de la operación de la etapa 1 y etapa 2 indicados anteriormente y los costos totales de O&M. Se usa factor de corrección social sin impuestos de la O&M.
- Columna 5 “GEI”: considera los costos asociados a las emisiones totales de GEI (gases de efecto invernadero) o carbono equivalente para cada uno de los proyectos. Este costo NO usa factor de corrección social sin impuestos.

Finalmente, se calcula el VNA (valor neto actual) total de cada uno de los proyectos desglosado también, en valor absoluto y porcentaje, según a que elemento corresponde (inversión, reinversión, O&M, y GEI).

6.1.2 Inflación

En la pestaña “Inflacion” se realiza el cálculo y análisis del efecto del proyecto en la inflación, y por lo tanto, en el consumo de los hogares. Para estimar este efecto se debe ingresar la siguiente información:

- a) La variación anual del precio de los combustibles, el de H2V, y el de aquel que será reemplazado.

Variacion anual del precio a usuario final de:	
H2V	0,65%
GNL	7,41%
Combustibles	
H2 gris	
H2 azul	

Si bien puede recurrir a fuente de información propias del evaluador, se recomienda el Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicada regularmente por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE): <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/indices-de-precio-e-inflacion/indice-de-precios-al-consumidor> / Cuadros estadísticos, Series de tiempo, IPC Referencial Base 2023 XLS

- b) Proporción de uso de los combustibles en análisis, de H2V y aquel que será reemplazado, tanto para la situación sin proyecto como para la situación con proyecto, para el uso final esperado para el H2V del proyecto.

Cambio porporcion de uso entre los sustitos	Sin proyecto	Con proyecto
H2V	0,000%	0,013%
GNL	100,000%	99,987%
Combustibles		
H2 gris		
H2 aul		
Total	100%	100%

Para la situación con y sin proyecto, la herramienta valida que la suma de la proporción de los diferentes combustibles sea de un 100%.

Con esta información, la herramienta estima la diferencia de la variación ponderada que genera la incorporación del H2V en el precio que debe pagar el consumidor final, entre la situación con y sin proyecto.

Variación ponderada del precio	Sin proyecto	Con proyecto	Diferencia
Variación ponderada del precio	7,4122%	7,4113%	-0,0009%

c) Consumo interno bruto de las familias.

Consumo interno bruto	173.832.877	MM\$CL
-----------------------	-------------	--------

Información que el Banco Central de Chile publica regularmente, en la sección de cuentas nacionales:

https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_G1/637801108004606163?cbFechaInicio=2013&cbFechaTermino=2023&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase= /Consumo de hogares e IPSFL

d) Participación de los combustibles en análisis, en la canasta básica del índice de Precios al Consumidor.

Participación de sustituto en canasta de hogares (Dic 2023)	
GAS POR RED	0,617260
Listado:	
Gas licuado	1,376030
Gas por red	0,617260
Gasolina	3,390020
Otros combustibles de uso doméstico	0,312900
Parafina	0,194040
Petróleo diésel	0,495020
Suministro de electricidad	2,209590

Información que el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) publica regularmente en la sección Índice de Precios al Consumidor (IPC): <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/indices-de-precio-e-inflacion/indice-de-precios-al-consumidor> / Cuadros estadísticos, Series de tiempo, IPC Referencial Base 2023 XLS

Entonces, la herramienta estima el efecto anual del proyecto en la inflación, en términos privados, y en términos sociales al corregir el valor por el uso de divisas, considerando el factor de corrección de la divisa que estima y publica el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Efecto sobre la inflación		
Beneficios privados anuales	9.528.946	\$CL
Beneficios privados anuales	9.529	USD
Factor de corrección social para divisa	1,01	
Beneficios sociales anuales	9.624.235	\$CL
Beneficios sociales anuales	9.624	USD
Beneficios sociales unitarios anuales	48	USD/Ton H2

Además, estima el efecto en la inflación por unidad de H2V que producirá el proyecto, que es información que requiere la estimación del impacto en el desarrollo de la industria.

También se calcula el VAN social del efecto del proyecto en la inflación, para la tasa social de descuento y el horizonte de evaluación que considera el proyecto.

	Valor	Unidad
Tasa Social de Descuento	6%	-
Vida Útil Proyecto	20	años
VAN Social	110.389.223	\$CL
VAN Social	110.389	USD

6.1.3 Impacto del proyecto en el desarrollo de la industria.

Como se menciona en la metodología, para estimar el impacto del proyecto en el desarrollo de la industria, se realiza una simulación de Montecarlo. Para esto, la herramienta consta de tres archivos:

- Meth2Vj.xlsx: archivo que aloja la metodología
- Control_Simulaciones.xlsm: archivo que permite realizar la simulación de Montecarlo para estimar el impacto del proyecto en el desarrollo de la industria.
- calculadora_hidrogeno.exe: programa en lenguaje Python que ejecuta la simulación de Montecarlo.

La simulación requiere que el archivo Meth2Vj.xlsx se encuentre al momento de presionar el botón que ejecuta la simulación. Entonces, se abre el archivo Control_Simulaciones.xlsm y se ingresan los parámetros de entrada de la simulación.

a) Ingreso de parámetros de entrada de la simulación

Se debe ingresar:

- Nombre de la simulación, lo que permite identificar a que simulación corresponde cada uno de los archivos de salida, cuando se realiza más una simulación.

- Cantidad de simulaciones: se recomienda un mínimo de 1.000 simulaciones. Es posible realizar un número mayor de simulaciones, pero considerando que las 1.000 simulaciones demoran en torno a los 40 segundos (dependiendo del procesador del computador que aloje la herramientas), un mayor número de iteraciones hará que la simulación demore más tiempo.
- Año de inicio: corresponde al periodo anterior al primer año de operación esperada para el proyecto, es decir, el periodo previo al inicio de producción de H2V del proyecto
- Año Fin: corresponde al último periodo del horizonte de evaluación del proyecto.
- LCOH Inicial: corresponde al Costo Nivelado del Hidrógeno Verde (LCOH) a nivel mundial. Valor que publica la Energy Information Administration (EIA).
- Producción inicial: Corresponde a la cantidad total de H2V que se estará produciendo en Chile previo el inicio esperado de la producción del proyecto.
- Producción del proyecto: Corresponde a la cantidad de H2V que producirá el proyecto en régimen operacional.
- Imprimir todas las simulaciones (V o F): la herramientas entrega la opción de que el programa genere archivos con el detalle de los valores que se generan en todas las simulaciones, para lo cual se debe ingresar la letra “V”, en caso de que no requiera ese nivel de detalle, entonces se ingresa la letra “F”.

Nombre simulacion	Sim_1	
N° Simulaciones	1000	(tiempo aprox 40 seg/1000 sim)
Año Inicio	2024	
Año Fin	2050	
LCOH_Inicial	2,10	USD/Kg H2V
Produccion inicial	157,68	Ton H2V
Produccion proyecto	200,00	Ton H2V
Imprimir todas las simulaciones (V o F)	F	

Además, la herramienta considera parámetros de entrada que podrían no ser constantes en el horizonte de evaluación:

- Tendencia: Corresponde a la tasa de disminución promedio anual esperada para el costo nivelado del H2V.
- Volatilidad: Corresponde a la variabilidad de la tasa de disminución promedio anual esperada del LCOH.
- Elasticidad: Corresponde a la elasticidad producción precio (LCOH) del H2V.

- b) Una vez ingresados los parámetros de entrada, se debe guardar los cambios realizados.



Año	Tendencia	Volatilidad	Elasticidad
2025	-6,51%	0,5	-6,58
2026	-6,51%	0,5	-6,58
2027	-6,51%	0,5	-6,58
2028	-6,51%	0,5	-6,58
2029	-6,51%	0,5	-6,58
2030	-3,32%	0,5	-6,52
2031	-3,32%	0,5	-6,52
2032	-3,32%	0,5	-6,52
2033	-3,32%	0,5	-6,52
2034	-3,32%	0,5	-6,52
2035	-2,20%	0,5	-3,42
2036	-2,20%	0,5	-3,42
2037	-2,20%	0,5	-3,42
2038	-2,20%	0,5	-3,42
2039	-2,20%	0,5	-3,42
2040	-1,21%	0,5	-2,70
2041	-1,21%	0,5	-2,70
2042	-1,21%	0,5	-2,70
2043	-1,21%	0,5	-2,70
2044	-1,21%	0,5	-2,70
2045	-1,95%	0,5	-2,10
2046	-1,95%	0,5	-2,10
2047	-1,95%	0,5	-2,10
2048	-1,95%	0,5	-2,10
2049	-1,95%	0,5	-2,10
2050	-1,95%	0,5	-2,10

- c) Entonces, se ejecuta la simulación haciendo click en el botón: “Ejecutar”.

Ejecutar

- d) Una vez que termine la ejecución se cierra el archivo Control_Simulaciones.xlsm, y se abre el archivo Meth2Vj.xlsx, el que contiene la hoja “Desarrollo Industria”, que recoge los principales resultados de la simulación.

- e) Entonces se deben ingresar nuevos parámetros de entrada:

- Precio promedio ponderado combustibles alternativos: Corresponde a un ponderado del precio de combustibles fósiles alternativos al H2V. Considerando información publicada por la Energy Information Administration (EIA), se ha ingresado el valor de 1,96 USD/Kg que pondera el costo nivelado del gas y del carbón en proporciones de 3 a 1 respectivamente.
- Costo de capital del sector energía a nivel internacional: Para cuya estimación se propone la metodología CAPM.
- Tasa sustitución H2 vs combustibles fósiles alternativos: Corresponde a cuantas unidades de J2V se requiere para sustituir 1 unidad de una combinación ponderada de combustibles fósiles tradicionales a ser sustituidos.

Parámetros de Entrada		
Valor del dólar	1000	\$/USD
Variación unitaria de emisiones	234,8029	MMCL\$/año
Precio Promedio Ponderado combustibles alternativos	1,96	USD/Kg
Precio Promedio Ponderado combustibles alternativos	1795,0	CL\$/Kg
Costo capital sector energia (CAPM)	0,15	
Tasa sustitución H2 vs combustibles fosiles alternativos	4	kg H2/Kg Otros combustibles

Con esta información, la herramienta proyecta el precio promedio ponderado combustibles alternativos, en base a la proyección del Índice de Combustibles Fósiles (Fossil Fuel Price Index) de la Energy Information Administration (EIA).

Entonces, la herramienta estima el diferencial entre la situación con y sin proyecto, del costo del uso de H2V y los combustibles fósiles alternativos, eliminando el costo de capital del costo nivelado, y considerando la tasa de sustitución.

Costo nivelado sin costo de capital	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
LCOH_b [USD/Kg]	-1,8	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,3	-1,2
LCO alternativas_b [USD/Kg]	-1,7	-1,9	-2,1	-2,3	-2,5	-2,7	-2,9	-3,1
DIF LCO [USD/kg]	-5,6	-5,1	-4,2	-3,6	-3,1	-2,5	-2,3	-1,8
DIF LCO [USD/Ton]	-5.600	-5.054	-4.161	-3.616	-3.070	-2.525	-2.327	-1.781

Estima la diferencia en el desarrollo de la industria entre la situación con y sin proyecto.

Impacto en el desarrollo de la industria	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
H2V adicional total [Ton]	0	200	285	407	580	826	1.006	1.222

Y, considerando además:

- El valor unitario (es decir, por unidad de producción), de la variación de emisiones de gases de efecto invernadero que genera el proyecto, que se estima en la sección de efectos directos del proyecto.
- El valor unitario del efecto del proyecto en la inflación.

La herramienta estima la variación que genera el proyecto en el valor de la industria de H2V.

Calculo beneficios sociales unitarios	2024	2025	2026	2027	2028
Variación GEI unitario [USD/Ton H2]	235				
Variación inflación unitario [USD/Ton H2]	48				
Variación costo total unitario [USD/TonH2]	-5.317	-4.772	-3.878	-3.333	-2.787
Variación costos total [USD]	0	-954.315	-1.106.076	-1.355.094	-1.616.322

Finalmente, estima índices de rentabilidad social, para la tasa social de descuento y el horizonte de evaluación que considera el proyecto.

Indicadores economicos	
Tasa social de descuento [%]	6%
VANS Des.Industria [MMUSD]	23.257.242

6.1.4 Resultados finales

Finalmente, la herramienta sintetiza los resultados en la Hoja “Resultados Finales”. Donde, según sea efectos directos, Efectos sobre la inflación, o efectos sobre el desarrollo de la industria, se presenta:

- Van Social: Corresponde al valor actual de los flujos futuro que genera el proyecto durante el horizonte de evaluación, descontados a la tasa social de descuento.
- CAUE (Costo Anual Uniforme Equivalente): Corresponde a la anualización del VAN Social.
- Beneficios unitarios: corresponde a los beneficios (o costos) anuales por unidad de producción.

Resultados Finales

1 Efectos directos		
VAN Social variación de costos	-6.857.007	USD
CAUE Social variación de costos	-597.825	USD
CAUE Social unitario variación de costos	-2.989	USD/Ton H2V
2. Efectos en inflación		
VAN Social efecto inflación	110.389	USD
Beneficios Sociales anuales	9.624	USD
Benef inflación anuales unit	48	USD/Ton H2V
3. Efectos Desarrollo Industria		
VAN Social desarrollo de la Industria	23.257.242	USD
TOTAL		
VAN Social total del proyecto	16.510.624	USD
VAN Social total del proyecto	16.511	MMCL\$

6.2 Anexo 2. Metodología Multicriterio para ponderación de objetivos.

6.2.1 Proceso de decisión.

Un proceso de decisión implica, necesariamente, la comparación entre alternativas, lo que se traduce en la necesidad de realizar mediciones que permitan aplicar los criterios de comparación de modo de establecer preferencias entre ellos. Los elementos que participan en un proceso de decisión por lo general se miden en escalas diferentes (peso, distancia o tiempo por ejemplo), por lo que se requiere transformar estas unidades en una unidad abstracta que sea válida para todas las escalas. Por otro lado, podrían además participar también en el proceso, muchas variables intangibles imposibles de cuantificar en medidas tradicionales, tales como, aspectos políticos, sociales y ambientales por ejemplo, los que también deben verse representados por una escala común. ¿Cómo se determina la importancia de estos factores y se sintetiza toda esta información, para la toma de la mejor decisión? Este es un típico problema de toma de decisiones.

Lo que interesa es medir cuánto más preferible es una alternativa sobre otra. Para compararlas se necesita una escala de evaluación común. Dicha escala de evaluación permite caracterizar los elementos bajo un mismo patrón de comparación pudiendo de esta manera establecer relaciones de preferencia e intensidad entre ellas.

6.2.2 ¿Por qué una metodología multicriterio?

Su justificación se debe a que es necesario establecer una metodología que logre combinar las distintas dimensiones, objetivos, actores y escalas que están presentes en el proceso de toma de decisiones, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y participación de los distintos actores involucrados en dicho proceso, para la obtención de los resultados.

Una de las principales características de las metodologías multicriterio es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. La particularidad de cada metodología multicriterio está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, de modo de poder comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad.

6.2.3 ¿Dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?

Se pueden identificar aplicaciones interesantes de estos métodos, al menos en las siguientes etapas del ciclo de vida de los proyectos:

- A. Identificación de ideas

Dados ciertos objetivos, con métodos multicriterio se puede analizar de manera estructurada las formas de alcanzarlos, identificando acciones, algunas de las cuales eventualmente se traducirán en proyectos de inversión.

- B. Análisis de alternativas

En aquellos proyectos en que sea necesario evaluar muchas alternativas, es posible abordar dicha evaluación con métodos multicriterio.

Esta aplicación se debería hacer con la participación tanto de las unidades encargadas de la administración de los proyectos, como de las unidades encargadas de la asesoría y otros involucrados, disminuyendo así posibles conflictos en la selección de alternativas.

- C. Priorización de carteras

Enfrentados a una cartera de proyectos rentables, con restricción de presupuesto, el análisis tradicional de optimización del VAN conjunto, o de uso del IVAN, puede ser complementado con una jerarquización multicriterio, que tome en cuenta variables como la contribución a la estrategia general de la organización, aspectos ambientales y redistributivos.

- D. Para evaluar propuestas en procesos de licitaciones

En los procesos de licitación en Latinoamérica se suele ponderar la experiencia de la empresa proponente, del equipo, el plan de trabajo propuesto, los costos, etc. Sólo que la determinación de las ponderaciones en la mayor parte se hace en forma arbitraria, o sea, no se utilizan métodos para definir con alguna rigurosidad los ponderadores.

- E. Para programas de inversión en el sector público

Dentro del sector público ha alcanzado gran difusión la metodología de marco lógico. Esta herramienta para la formulación y seguimiento de programas, guarda relación con los enfoques multicriterio. En efecto, un método como la Evaluación Multicriterio, permite agregar resultados, con una agregación de actividades, componentes y propósitos, de manera de obtener una métrica única de contribución al fin.

- F. Para la construcción de indicadores de desempeño del personal a cargo de los proyectos

Esta es una aplicación relevante para las etapas de ejecución y operación del proyecto, posterior a la evaluación ex ante. Se puede generalizar dicha aplicación a la construcción de indicadores de control de gestión durante la implementación del proyecto.

En todos los casos anteriores se necesita agregar varios criterios para llegar a un solo índice que permita tomar la decisión.

6.2.4 Proceso analítico jerárquico (AHP)

El proceso analítico jerárquico (AHP), es una metodología de Análisis Multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty. Este proceso, está orientado a facilitar la toma de decisiones eficientes en situaciones complejas, representa una manera efectiva para explicitar y simplificar el proceso que naturalmente ocurre en la mente de quienes toman las decisiones.

En términos generales el AHP es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estas componentes o variables en una estructura jerárquica. Además, asigna valores numéricos para los juicios (subjetivos) de la importancia relativa de cada componente y finalmente sintetiza estos juicios para determinar cuál de las variables tiene la más alta prioridad.

La confección de la jerarquía es un proceso interactivo que realiza el equipo de trabajo, donde se requiere la participación de distintos profesionales (focus group Multidisciplinario), para alcanzar un consenso entre varios juicios que representan diversas experiencias.

6.2.4.1 Procedimiento

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), requiere la realización de un conjunto secuencial de pasos, que para efectos de la presente metodología se han agrupado en las etapas de: i) Formulación del modelo jerárquico y ii) Evaluación Multicriterio.

6.2.4.1.1 Etapa de Formulación del Modelo Jerárquico.

Esta etapa tiene los siguientes pasos:

- a. Definición de actores decisores: Los participantes involucrados en el proceso de decisión, deben ser cuidadosamente seleccionados, ya que de éstos depende la representatividad del resultado del modelo de priorización. En este sentido, los actores decisores pueden ser un grupo de expertos, o representantes de los principales agentes involucrados en los procesos de toma de decisiones de inversión.
- b. Definición de Criterios de Evaluación: Consistentemente con los objetivos globales de la Dirección y el Ministerio, deben quedar definidos los criterios, subcriterios e indicadores con los cuales se priorizará, criterios de los ámbitos económicos, sociales y ambientales.

- c. Construcción Modelo Jerárquico: Durante la formulación se deben además definir el modelo jerarquía entre criterios, subcriterios e indicadores.

6.2.4.1.2 Etapa de Evaluación Multicriterio

En esta etapa se deben calcular los ponderadores, asignar valores (o comparaciones de a pares) a los proyectos en cada uno de los criterios y subcriterios (construcción de matriz de compensaciones), y calcular el índice que sintetiza los indicadores de cada uno de los criterios y sus ponderaciones (cálculo de prioridades). Esto implica multiplicar cada indicador normalizado por su correspondiente ponderador, lo cual se debe realizar para cada uno de los proyectos.

En términos de la aplicación de la metodología, es en este punto en el que corresponde aplicar los pasos que se describen esquemáticamente en la Figura 20 a continuación y que se presentan en mayor detalle posteriormente.

A continuación se desarrolla en mayor detalle, para cada uno de estos pasos asociados a la etapa de evaluación multicriterio.

a) Construcción Matriz de Compensaciones.

El cálculo de la prioridad se realiza en función de comparaciones de a pares con respecto a un criterio dado. Para comparar los elementos se forma una matriz y se pregunta: ¿Cuánto supera este criterio (o actividad) al elemento con el cual se está comparando? El establecimiento de prioridades se hace entre los elementos de la jerarquía (ya construida en la etapa de formulación).

Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición (que es reflejo de la experiencia), etc. Los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores (Figura 20).

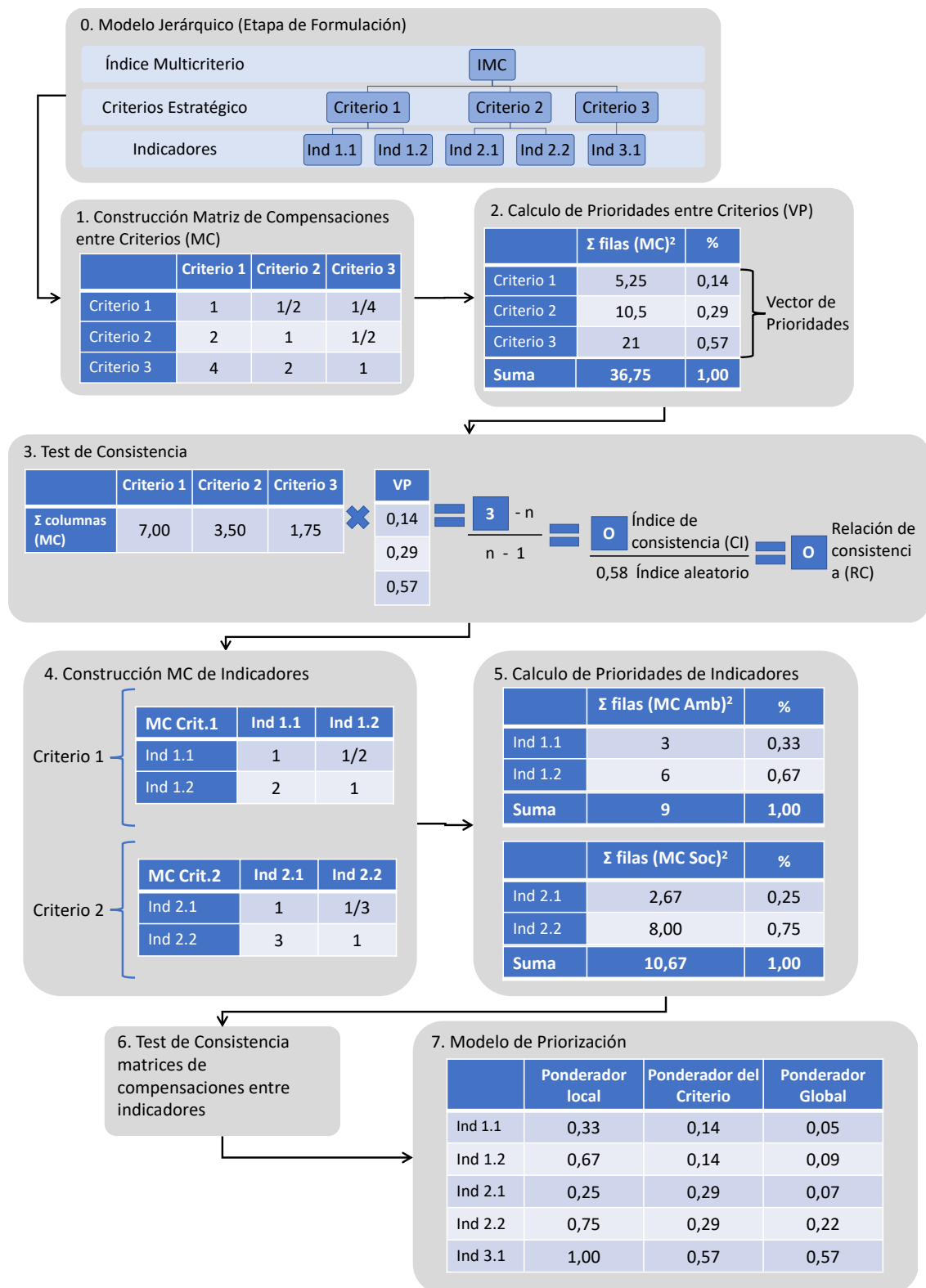


Figura 20. Esquema Metodología para la Evaluación Multicriterio. Fuente: Elaboración propia.

Basado en evidencia empírica que muestra los límites de los seres humanos para discriminar grados en las comparaciones de a pares, Saaty propone la escala siguiente de 1 a 10. No obstante, desde luego es posible, y en la práctica se ha hecho, trabajar con escalas menores de 1 a 7 (Cuadro 30).

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	Dos actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su predominancia se demostró en la práctica
9	Externa	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las pares entre valores adyacentes.
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Cuadro 30. Escala de Saaty. Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Tipos de Comparaciones Pareadas:

- (1) Importancia: Apropiado cuando se comparan criterios entre sí.
- (2) Preferencia: Apropiado cuando se comparan alternativas.
- (3) Más probable: Usado cuando se compara la probabilidad de los resultados, ya sea con criterios o alternativas.

Se crea entonces una matriz para cada criterio o subcriterio de la jerarquía que permita determinar la prioridad P_{ij} , de los elementos de su nivel inmediatamente inferior. Comparar de a pares estos elementos del nivel inferior, usando una escala de proporciones. (Escala de Saaty u otra)

Es deseable que el establecimiento de prioridades, cuando hay más de un experto involucrado, se logre a través del consenso entre ellos. Sin embargo, en ocasiones no es posible sostener una serie de entrevistas junto con todos los involucrados. Saaty resolvió este inconveniente integrando los juicios a través de la media geométrica, de la forma:

$$A_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a^n_{ij}} \quad 6.2.1$$

Donde:

A_{ij} = es el resultado de la integración de los juicios para el par de criterios i, j .

a^n_{ij} = es el juicio del involucrado n para el par de criterios i, j .

n = 1,..., n . Corresponde al número de involucrados que expresan sus juicios sobre los criterios.

A modo de ejemplo para la determinación de la importancia relativa de los criterios: Para solucionar un problema se ha propuesto un determinado objetivo (foco), para este se definieron los siguientes criterios: Impacto Macroeconómico (representa el impacto en variables macroeconómicas como la productividad de factores, el empleo, etc.), Social (representa cómo se verán afectadas las costumbres del grupo social afectado) y Ambiental (representa el impacto en el medio ambiente).

Luego, se estableció la importancia relativa para cada criterio. En el Cuadro 31 se puede observar que el criterio ambiental es cuatro veces más importante que el criterio macroeconómico (segunda columna y cuarta fila), de igual modo se podría decir que el criterio de impacto macroeconómico posee un cuarto de la importancia del criterio ambiental (cuarta columna y segunda fila).

	Económico	Social	Ambiental
Macroeconómico	1	1\2	1\4
Social	2	1	1\2
Ambiental	4	2	1

Cuadro 31. Ejemplo matriz de compensación. Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

De acuerdo a lo establecido anteriormente sobre el proceso analítico jerárquico, una vez que se ha construido el modelo jerárquico, en donde se incorporen los diferentes criterios relevantes para el proceso de decisión en cuestión y se han ingresado los juicios correspondientes a la comparaciones de a pares entre los diferentes elementos del modelo, el problema se reduce al cálculo de valores y vectores propios los que representarán las prioridades y el índice de consistencia del proceso respectivamente.

b) Cálculo de Prioridades

Una vez completada la Matriz para cada nivel del modelo jerárquico, el problema se transforma en un problema de Vectores y Valores propios, de la forma:

$$A \cdot w = \lambda \cdot w$$

6.2.2

Donde

- A = Matriz recíproca de comparaciones a pares (Juicios de importancia/ preferencia de un criterio sobre otro)
- w = Vector propio que representa la prioridad del criterio
- λ = Máximo valor propio que representa una medida de la consistencia de los juicios

Es decir, el Vector Propio W nos indica los ponderadores de cada criterio o subcriterio. El cálculo exacto de estos ponderadores se puede hacer con un software ad-hoc, como el Expert Choice. Sin embargo existe un método aproximado alternativo que se presenta a continuación, continuando con el ejemplo anterior.

- En primer lugar se debe simplificar la matriz de comparaciones, transformando las fracciones en números decimales, con el fin de simplificar el desarrollo.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.25 \\ 2 & 1 & 0.5 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- Luego, se calcula el cuadrado de la matriz simplificada (la que contiene números decimales) y se suman los elementos para cada fila.

$$\begin{pmatrix} 3 & 1.5 & 0.75 \\ 6 & 3 & 1.5 \\ 12 & 6 & 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{array}{r} 5.25 \\ 10.5 \\ \underline{21} \end{array}$$

- Los valores obtenidos para cada fila se suman ($5.25+10.5+21=36.75$). Posteriormente, cada uno de estos valores es dividido por la suma resultante. Para así obtener el vector propio, que representa el vector de prioridades para cada criterio.

$$\begin{array}{r} 5.25/36.75 \\ 10.5/36.75 \\ 21/36.75 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{array} \Rightarrow \begin{pmatrix} \text{Amb} \\ \text{Social} \\ \text{Politico} \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{pmatrix}$$

- Este procedimiento se repite (obtener la matriz cuadrada, sumar los elementos de cada fila, dividir esos resultados por la suma de estos y obtener los vectores propios) hasta que la diferencia entre los vectores propios de dos procesos consecutivos sea

muy pequeña o cero. En este caso, si se repite el proceso, se obtendrá el mismo vector propio.

De esta forma hemos establecido el orden de las prioridades o ponderación de las variables. En primer lugar se encuentra el criterio económico, le sigue el social y finalmente el ambiental.

c) **Test de Consistencia**

Los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean consistentes – es decir, que se relacionen bien entre sí y sus relaciones muestren congruencia. En este sentido consistencia implica dos cosas: transitividad y proporcionalidad.

La escala a que se hace referencia existe en el inconsciente, no está explícita y sus valores no son números exactos, lo que existe en el cerebro es un ordenamiento jerárquico para los elementos. Dada la ausencia de valores exactos para esta escala la mente humana no está preparada para emitir juicios 100% consistentes (que cumplan las relaciones de transitividad y proporcionalidad). Se espera que se viole la proporcionalidad de manera tal que no signifique violaciones a la transitividad.

La consistencia tiene relación con el grado de dispersión de los juicios del actor. Los juicios consistentes imponen 2 propiedades en forma simultánea:

- a) Transitividad de las preferencias: Si C1 es mejor que C2 y C2 es mejor que C3 entonces se espera que C1 sea mejor que C3.
- b) Proporcionalidad de las preferencias: Si C1 es 3 veces mejor que C2 y C2 es 2 veces mejor que C3 entonces se espera que C1 sea 6 veces mejor que C3

Por supuesto, es necesario, cierto grado de consistencia en la fijación de prioridades para los elementos o actividades con respecto de algún criterio para obtener resultados válidos en el mundo real.

El AHP mide la inconsistencia global de los juicios mediante la Proporción de Consistencia, que es el resultado de la relación entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio. El Índice de Consistencia es una medida de la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones a pares y el Índice Aleatorio es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala.

El valor de esta proporción de consistencia no debe superar el 10%, para que sea evidencia de un juicio informado. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares.

Se sigue con el mismo ejemplo que se ha expuesto. En un principio se había definido el problema como: $A \cdot w = \lambda \cdot w$. Sin embargo resolver la ecuación anterior es bastante complejo. Saaty definió una nueva relación que ofrece cálculos mucho más sencillos.

$$\lambda_{Max} = V \cdot B \quad 6.2.3$$

Donde

λ_{Max} = es el máximo valor propio de la matriz de comparaciones a pares.

V = es el vector de prioridades o vectores propios, que ya obtuvimos, de la matriz de comparaciones.

B = es una matriz fila, correspondiente a la suma de los elementos de cada columna de la matriz de comparaciones a pares. Es una matriz de $m \times 1$, donde m es el número de columnas de la matriz de comparaciones.

$$B = (7 \quad 3.5 \quad 1.7)$$

Reemplazando por los valores en la relación definida y resolviendo, resulta:

$$\lambda_{Max} = (7 \quad 3.5 \quad 1.7) \cdot \begin{pmatrix} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{pmatrix} \quad 6.2.4$$

$$\lambda_{Max} = 3$$

En este caso el máximo valor propio es igual al rango de la matriz de comparaciones. En caso donde pueda existir inconsistencia en los juicios el valor propio tiende a ser mayor.

Con este resultado se puede calcular el Índice de Consistencia.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} = \frac{3 - 3}{2} = 0 \quad 6.2.5$$

Para finalmente obtener la Relación de Consistencia, se necesita el Índice Aleatorio. Para este existe una tabla elaborada por Saaty que muestra los Índices de Consistencia para una serie de matrices aleatorias con recíprocos forzados como se muestra en el Cuadro 32 a continuación:

Tamaño de la Matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Cuadro 32. Índices aleatorios por tamaño de matriz. Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Entonces se define y resuelve la Relación de Consistencia como:

$$RC = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0.58} = 0 \quad 6.2.6$$

Es evidencia de un juicio informado una Relación de Consistencia menor a 0.1, por lo tanto no es necesario reevaluar los juicios expresados en la matriz de compensaciones. En caso contrario, si la Relación de Consistencia fuera mayor, se haría necesario reevaluar los juicios. Esto significaría que se vuelva a consultar a los expertos.

d) Construcción MC de Indicadores

Una vez que se cuenta con los vectores de prioridad para cada criterio y/o subcriterio, se construye el ponderador global de cada indicador, como la multiplicación entre el ponderador local, es decir, su prioridad en el nivel inferior del modelo jerárquico, y los ponderadores de los subcriterios y criterios de los niveles superiores a los cuales pertenece.

De esta manera, se tendrá un vector $n \times 1$, donde n es la cantidad de indicadores definidos en la etapa de formulación para la evaluación del Plan, con la importancia relativa de cada indicador en la valoración total del plan o de cada proyecto.

e) Cálculo de Prioridades

Finalmente, se calcula el valor que toma cada uno de los indicadores definidos en la etapa de formulación para cada uno de los objetivos evaluados, o dentro de un plan, para cada uno de los proyectos que considera.

Si un indicador es de carácter cualitativo, siendo posible escalarlo por ejemplo en: Muy bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy Malo. Los actores relevantes definidos en la etapa de formulación deben construir una matriz de compensaciones para el indicador, asignando importancia relativa para los posibles niveles que tome el indicador.

El valor de cada indicador se multiplica por la importancia relativa del indicador, definida en el modelo de priorización. De esta manera a cada proyecto se asigna un puntaje con el cual es posible compararlos entre sí.

6.2.4.2 Implementación.

Una vez realizado el Análisis Multicriterio se obtiene una cartera de proyectos o alternativas de planes jerarquizados en base a la síntesis del modelo, el cual contiene los criterios considerados por los actores que forman parte del proceso de toma de decisión.

Es relevante mencionar que a dichos resultados se les puede realizar un análisis de sensibilidad, permitiendo descubrir el comportamiento del proyecto con respecto a cada criterio, lo cual contribuirá a identificar aquellas falencias de un proyecto determinado y en una próxima etapa intentar mejorar estas falencias si el proyecto lo permite.

6.3 Anexo 3. Planilla de evaluación PML – MZN.

INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD									
Puertos		Zonas de apoyo logístico		Pasos fronterizos	Conec. Vial	Conec. Ferroviaria	Conec. Marítima		
Capacidad	Capacidad	Competitividad	Competitividad	Capacidad	Capacidad	Capacidad	Competitividad		
Capacidad	Días de cierre por mal clima	Gestión tte de carga en ciudades	Valor agregado a las cargas	Horas de funcionamiento	Capacidad	Meta 30% carga	Competencia en el sector		
Mton /año, M3/año, atraques, TEUs/año.	Días/año, horas/año.	Velocidad prom (km/hr), tiempo de caje (min), flujo vehicular (veh/hr).	CTL: Costo total de logística, tiempo de ciclo.	MTon/día.	TMDA	Mton/año	\$/Mton	Costo iniciativa	Costo / unidad de brecha
Brechas sin plan (valor)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Iniciativas									
Puertos									
Aumento de capacidad de red portuaria regional, bahías:									
•Tocopilla	X							\$	\$/X
•Mejillones	X							\$	\$/X
•Antofagasta	X							\$	\$/X
Reconversión de los terminales que hoy transfieren carbón.	X							\$	\$/X
Instrumentos de medición meteorológica y oceanográfica, y sistemas para mejorar la toma de decisión.		X						\$	\$/X
Zonas de Apoyo Logístico									
Puerto terrestre Internacional de antofagasta (PTIRA, concesiones MOP)		X	X					\$	\$/X
Plataforma logística B-400 (Gore Antofagasta)		X	X					\$	\$/X
Zona de desarrollo logístico La Negra (Emp. Portuaria Antofagasta)		X	X					\$	\$/X
Antepuerto Portezuelo (EPA)		X	X					\$	\$/X
Parque Logístico Majillones (Prop. CPM)		X	X					\$	\$/X
Parque industrial y Logístico Moctezuma (Corfo)		X	X					\$	\$/X
Pasos fronterizos									
Mejoramiento de vías de acceso a pasos:									
•San Francisco: pavimento				X				\$	\$/X
•Pircas Negras: pavimento				X				\$	\$/X
conexión de internet				X				\$	\$/X
Conectividad Vial									
Ruta 11-CH, entre Ruta 5 y ruta A-143, superará el umbral de 5.000 de TMDA al año 2019.					X			\$	\$/X
Ruta 5, tramo Arica – Iquique, superará el umbral de 5.000 de TMDA al 2037.					X			\$	\$/X
Ruta 5, tramo Iquique – Antofagasta, superará el umbral de 5.000 TMDA al 2039. Hay Iniciativa privada de concesión para la ampliación de este tramo a doble calzada (declarada de interés ago 2017, se espera licitar el 2021).					X			\$	\$/X
Ruta 1, tramo Aeropuerto Iquique – Patache, superará el umbral de 5.000 TMDA, requerido para estudiar doble calzada, al 2041.					X			\$	\$/X
Ruta B-272, acceso sur a Mejillones, superará al 2024 el umbral de 5.000 TMDA, para estudiar doble calzada.					X			\$	\$/X
Ruta 5, tramo Antofagasta – Caldera, superará el umbral de 5.000 TMDA al 2031. Hay Iniciativa privada de concesión para la ampliación de este tramo a doble calzada (declarada de interés ago 2017, se espera licitar el 2021).					X			\$	\$/X
Ruta C-46, Vallenar – Huasco, superará los 5.000 de TMDA al 2020.					X			\$	\$/X
Proyectos de accesibilidad vial: infra y de gestión de tráfico (PNAVP 2018)					X			\$	\$/X
Mejoramiento y reposición de carpeta de vialidad MOP					X			\$	\$/X
Conectividad ferroviaria									
Mejoras operacionales y material rodante (PNAFP 2019)						X		\$	\$/X
Conectividad Marítima									
MTT: Cambios normativos para disminuir y flexibilizar las barreras al cabotaje marítimo de carga (slo banderas chilenas).							X	\$	\$/X
Estudio de diagnóstico que analice las restricciones físicas, administrativas y económicas (propuesta)							X	\$	\$/X
Aporte del Plan	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)	sum(X)		
Brechas con Plan	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)	Z = Y - sum(X)		
Costo total	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		
\$/margen	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)	\$/sum(X)		

Cuadro 33. Planilla de ejemplo para evaluación PML-MZN. Fuente: Elaboración propia.

6.4 Anexo 4. Actividad 1: Metodologías vigentes del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, aplicables al hidrógeno verde y su cadena de valor.

6.4.1 Metodologías vigentes en el Sistema Nacional de Inversiones.

En el marco del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) de Chile, la preparación y evaluación ex ante de iniciativas de inversión (conocidas como IDI) se lleva a cabo mediante el empleo de diversas metodologías específicas que deben aplicarse de acuerdo con el sector al que pertenezca cada uno.

Actualmente, el SNI cuenta con un total de 44 metodologías, desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) en coordinación con los ministerios sectoriales correspondientes.

De las 44 metodologías:

- 2 componen la metodología general: Metodología general, y Metodología para reemplazo de equipos,
- 38 son específicas a un sector, y
- metodologías transversales: Tres orientadas al análisis de carteras de proyectos (Metodología para el Plan Marco de Desarrollo Territorial -PMDT- y Guía Metodológica para la Formulación de Programas – General y específicamente para Asistencia Técnica a Municipios), y una para el Análisis Complementario para la Reducción de Riesgo de Desastres.

Además, el SNI cuenta con 55 guías o herramientas complementarias para la aplicación de diversas metodologías.

Metodologías	Cantidad	Tipo de análisis	
		Costo-beneficio	Costo-eficiencia
General	2		
Sectoriales	40	20	25
Comunicaciones	1		1
Deportes	1	1	1
Edificación pública	1	1	1
Educación, cultura y patrimonio	2	2	1
Energía	4	3	2
Justicia	3	1	3
Pesca	1	1	
Recursos hídricos	5	3	3
Recursos Naturales y Medio Ambiente	1		1
Salud	3		3

Metodologías	Cantidad	Tipo de análisis	
		Costo-beneficio	Costo-eficiencia
Seguridad pública	4		4
Transporte	10	8	3
Turismo y Comercio	2		2
Vivienda y Desarrollo Urbano	2		2
Transversales	4		
Desarrollo Territorial (PMDT)	1		
Guías Metodológica para la Formulación de Programas	1		
Guía Metodológica para la formulación de Programas de asistencia técnica a municipios	1		
Reducción de Riesgo de Desastres	1		

Cuadro 34. Metodologías y dimensiones consideradas en el SNI¹⁹.

6.4.2 Enfoques aplicados en las metodologías de evaluación.

Las metodologías actuales coinciden en contener dos fases fundamentales: (a) Formulación y (b) Evaluación socioeconómica. La fase de formulación se centra en la elaboración de un diagnóstico que tiene como objetivo reconocer una dificultad, requerimiento o posibilidad, con miras a la posterior identificación de posibles soluciones. Para esta etapa, se recomienda el uso de la metodología conocida como "árbol de problema".

En la fase de evaluación socioeconómica, se utiliza el enfoque teórico de la Eficiencia Económica basado en la teoría del bienestar. Este enfoque se centra en lograr el bienestar social máximo a través de una asignación óptima de los recursos disponibles.

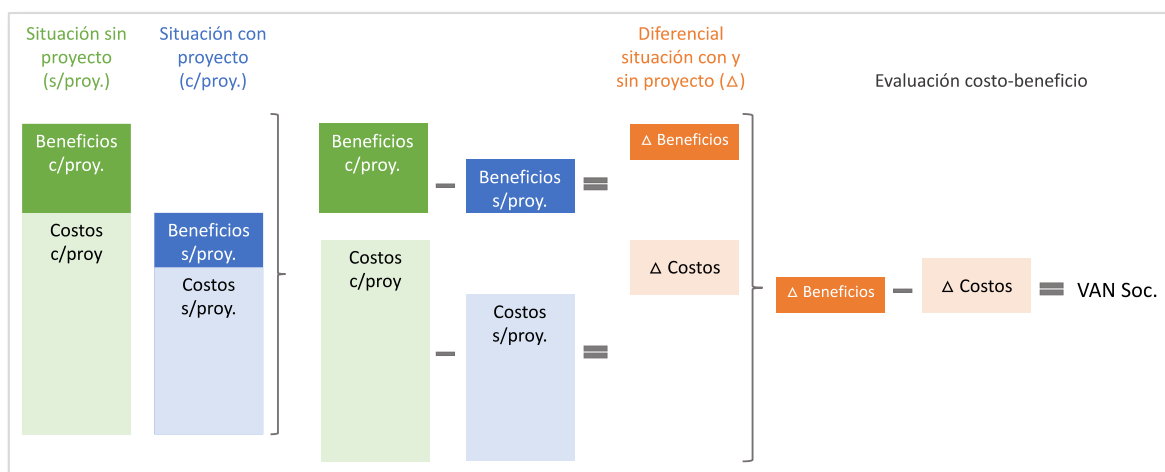


Figura 21: Esquema análisis diferencial para evaluación de proyectos. Fuente: Elaboración propia.

¹⁹ Fuente: Elaboración propia en base a Metodologías de evaluación ex-ante en el Sistema Nacional de Inversiones de Chile. Informe final. Asistencia Técnica CEPAL - Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile. Santiago, 26 de enero 2023.

La evaluación social consiste en comparar la situación con proyecto respecto de la situación sin proyecto, determinando el diferencial de costos y beneficios sociales entre ambas situaciones, de tal manera que, si el agregado de estos diferenciales es positivo, quiere decir que la situación con proyecto presenta beneficios netos superiores a la situación sin proyecto y, por lo tanto, es conveniente, o rentable socialmente, y se recomienda ejecutar el proyecto.

De acuerdo con las características de cada proyecto, la evaluación socioeconómica se realiza bajo el enfoque de análisis costo-eficiencia o el enfoque de costo-beneficio, donde cada metodología sectorial define cuál de estos dos enfoques corresponde aplicar. El análisis costo-eficiencia consiste en identificar aquella alternativa que como solución presenta el mínimo costo de implementación para los mismos beneficios y/o beneficiarios. El análisis costo-beneficio consiste en medir la relación entre los costos y los beneficios totales que otorga un proyecto durante su vida útil.

El Cuadro 35 indica el tipo de análisis que se aplica en cada una de las metodologías vigentes del SNI. Si bien no es una denominación oficial, es socialmente acordado que los proyectos de aquellos sectores asociados a problemáticas (u oportunidades) de naturaleza social, se evalúan con análisis costo-eficiencia, y los proyectos de aquellos sectores asociados a problemáticas (u oportunidades) de naturaleza productivas, se evalúan con análisis costo-beneficio.

Como se señala en CEPAL (2023), las metodologías con análisis costo-eficiencia utilizan principalmente indicadores socioeconómicos como el Valor Actual de los Costos Sociales (VACS) o el Costo Anual Equivalente Social (CAES), y sus variantes como el Costo Anual Equivalente Social por unidad (beneficiario, atención, m², km, etc.). Por su parte, para el análisis costo-beneficio utilizan el Valor Actual Neto Social (VANS) y la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS).

De las 44 metodologías vigentes, el 32,5% utiliza solo el análisis costo-beneficio mientras que el 50,0% utiliza solo análisis costo-eficiencia. El 17,5% restante considera ambos tipos de análisis entregando criterios para aplicar uno u otro según las características particulares del proyecto.

6.4.3 Metodologías aplicables a proyectos de H2V

6.4.3.1 Sector Energía

Considerando que el H2V cuenta entre sus posibles usos la generación de energía (electricidad, calor), y la producción de combustibles, el sector más pertinente corresponde

al sector energía. Las metodologías vigentes en el SNI para este sector son los mostrados en el Cuadro 35.

Metodología	Año	Análisis	Aplicación y Características	Beneficios sociales considerados
Metodología de formulación y evaluación de proyectos de electrificación rural	2022	Costo-Eficiencia	Aplica a proyectos de extensión de una red eléctrica existente en la zona rural, instalación de un sistema de autogeneración nuevo, reemplazo de un sistema de autogeneración existente de funcionamiento parcial por otro que permita alcanzar el estándar mínimo de consumo. Considera evaluación privada.	-
Metodología para la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de reemplazo de alumbrado en la vía pública	2014	Costo-Beneficio Costo-Eficiencia	Aplica a proyectos de reposición de alumbrado público, con énfasis en aquellos que implican la renovación total o parcial de luminarias en uso, sin cambios en la capacidad y calidad de los servicios de iluminación. La metodología indica análisis costo- eficiencia cuando el proyecto responde al término de vida útil y déficit de servicio de iluminación, e indica costo-beneficio cuando el proyecto responde a un reemplazo antes de tiempo por eficiencia energética.	Ahorro de costos (CAE) respecto del CAE de la tecnología en uso.
Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos	2022	Costo-Beneficio	Aplica a proyectos de instalación de sistema solar térmico para proveer agua caliente sanitaria en establecimientos públicos como jardines infantiles, escuelas, liceos, internados, recintos penitenciarios, consultorios, entre otros similares.	Ahorros de consumo de combustible o energía eléctrica del sistema energético a instalar respecto del sistema actual existente. En caso de no contar actualmente con un sistema ACS, los ahorros se considerarán respecto de la base de un sistema de calefón a gas “virtual” que podría satisfacer completamente la demanda
Metodología de formulación y evaluación social de proyectos agua caliente sanitaria domiciliaria	2022	Costo-Beneficio	Aplica a proyectos de construcción Sistema Solar Térmico para Agua Caliente Sanitaria en Viviendas Existentes.	Ahorro de costos en comparación a calentamiento de agua con calefón a gas licuado de petróleo. Reducción de CO2 equivalente por unidad de gas no utilizada

Cuadro 35. Metodologías vigentes en el SNI del sector energía.

En general, estas metodologías aplican el enfoque costo-eficiencia, es decir, la evaluación corresponde a determinar aquella alternativa de menor costo que sea capaz de entregar los beneficios que se requieren. Sin embargo, en algunos casos se debe aplicar el enfoque

de costo-beneficio, caso en el cual, la principal fuente de beneficio radica en la liberación de recursos, en particular, el beneficio por menor costo de provisión del servicio (ahorro de costos).

Considerando los seis macro componentes de la cadena de valor de proyectos de H2 (capítulo 2), el ahorro de costos podría darse en todos o algunos de estos componentes, dependiendo de las características tecnológicas de la “situación base o sin proyecto” y de la “situación con proyecto” para cada componente.

Si en este ahorro de costos, se considera el costo social generalizado, es decir, no solo el costo privado corregido a valor social, sino que además se consideran las emisiones de carbono equivalente, es posible advertir que las metodologías vigentes efectivamente incorporan estos primeros resultados esperados de un proyecto de H2V.

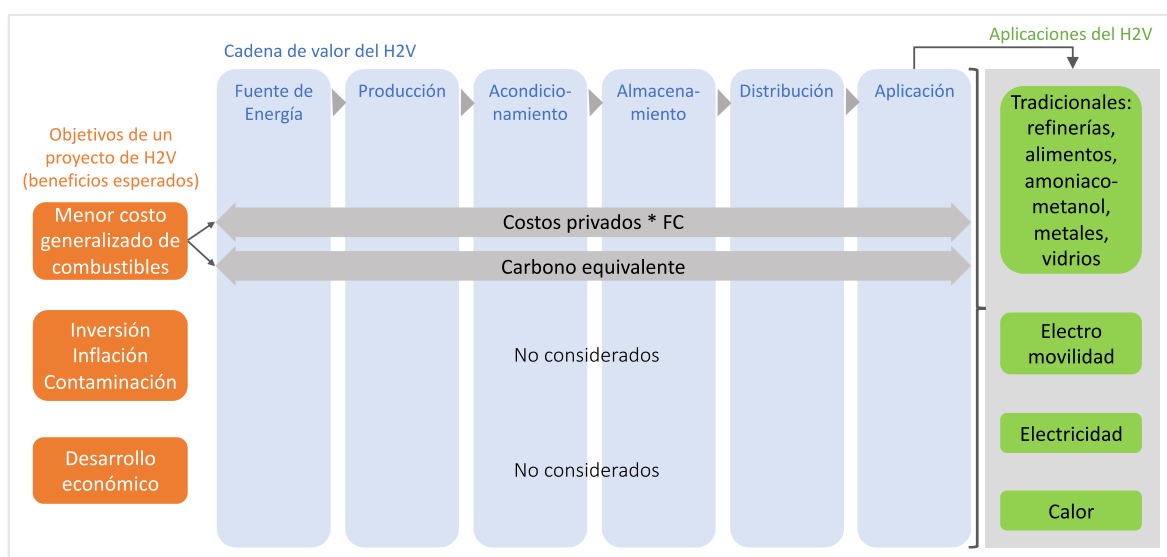


Figura 22: Esquema brechas de beneficios sociales en metodologías vigentes. Fuente: elaboración propia.

No así, los demás resultados esperados que fueron identificados en las secciones anteriores de este documento: inflación, inversión y contaminación. Estos beneficios no son incorporados en las metodologías vigentes para el sector energía.

Considerando las siguientes definiciones de beneficios directos, indirectos y externalidades (Ministerio de Desarrollo Social, n.d.):

- **beneficios directos:** Son los efectos que tiene el proyecto en el mercado del proyecto y de sus insumos.
- **beneficios indirectos:** Son los efectos que tiene el proyecto sobre otros mercados relacionados (sustitutos, complementarios, encadenamientos).

- externalidades: Efectos positivos o negativos que produce el proyecto sobre otros agentes económicos, en mercado no relacionados al mercado del proyecto.

Es posible advertir, los beneficios sociales esperados que no se incorporan en las metodologías vigentes para el sector energía corresponden a efectos indirectos y externalidades.

6.4.3.2 Otros sectores y proyectos de H2V

Considerando la infraestructura que es necesaria para el desarrollo de la industria de H2V en Chile, a continuación se revisan las metodologías vigentes para la evaluación social de proyectos de otros sectores del Sistema Nacional de Inversiones.

6.4.3.2.1 Transporte Interurbano

Metodología de análisis costo beneficio vigente desde el año 2017. Aplica a proyectos de ampliación, mejoramiento del trazado, mejoramiento o reposición de la carpeta, o construcción de caminos nuevos, en rutas y caminos interurbanos.

De acuerdo con esta guía, los beneficios considerados son:

- Reducción de Costos Operacionales por Vehículo: Al mejorar la calidad de la carpeta de rodadura de la vía, se producen una mejora en el rendimiento de los lubricantes, aumenta la vida útil de los neumáticos y del vehículo mismo (disminuye su deterioro en el tiempo). En relación con el uso de combustible, éste puede aumentar o disminuir, dependiendo del cambio en el aumento de la velocidad.
- Reducción de Tiempos de Viaje por vehículo: Al contar con caminos que mejoran sus condiciones, siendo más directos, de mejor estándar de carpeta, o más amplios y por tanto menos sensibles a la congestión, los tiempos de viaje se ven reducidos. Estos tiempos pueden reducirse por un aumento en las velocidades de circulación o por una disminución de las distancias del tramo a evaluar. Estos ahorros se deben considerar tanto en el tramo en análisis, como en rutas alternativas en caso de esperarse tránsito transferido o desviado.
- Aumento de Excedente de Consumidor por Tránsito Generado: Cuando un proyecto genera mejoramientos a un tramo particular, disminuirán los costos de viajar entre los puntos que son conectados gracias a ese camino, mejorando las condiciones de accesibilidad, que genera un aumento en la demanda conocida como “Tráfico Generado”
- Cambios en costos de conservación y mantenimiento vial.

- Cambios en las tasas de accidentes de tránsito: Un proyecto de mejoramiento vial en Transporte Interurbano, generalmente tiene asociado como beneficio la reducción de accidentes estadísticamente esperados en el tramo de análisis. De acuerdo con la tasa de accidentabilidad, y el tipo de accidentes, se cuenta con estimaciones del costo social de cada uno.
- Reducción de Emisiones de Impacto Climático (CO₂), para lo que se cuenta con un precio social del carbono vigente.

De esta manera, se concluye que esta metodología determina la rentabilidad social en base a la estimación y proyección de: (i) ahorro de costos generalizado de viaje (tiempo y operacionales), (ii) el ahorro de carbono equivalente, y (iii) ahorro de costos sociales por accidentes, además de posibles variaciones en los costos de mantención y operación de la vía y aumento de demanda por tráfico generado.

Para fines de un proyecto de producción de H₂V, en la evaluación del transporte vía terrestre vial, corresponde su evaluación en relación a la alternativa de ferrocarril.

Para evaluar la construcción o mejoramiento de una vía existente para el transporte de H₂V, corresponde incorporar el volumen de H₂V a ser transportado en la estimación de demanda de la vía, considerándolos para la estimación y proyección de los beneficios que considera la metodología de este sector.

6.4.3.2.2 Transporte Ferroviario

Metodología de análisis costo beneficio vigentes desde el año 2016. Aplica a proyectos de construcción, rehabilitación o mejoramiento de tramos de transporte ferroviario de pasajeros, carga o mixto. Propone un análisis de externalidades y acciones sobre ellas considerando accidentes, cambio climático, naturaleza y paisaje, áreas sensibles y dependencia energética. Aun cuando la decisión se toma en base a indicadores socioeconómicos, sugiere la construcción de una tabla multicriterio con factores económicos, ambientales, de seguridad, tecnológicos, de grupos y otros, que sirva de apoyo al tomador de decisiones.

Desde el punto de vista metodológico de la modelación y evaluación del proyecto, la clasificación de los proyectos ferroviarios depende de su impacto sobre el sistema de transportes y sobre el sistema de actividades en su área de influencia. Se distinguen tres tipos de impactos:

- Proyectos con efectos en la generación-atracción y distribución de los viajes
- Proyectos con efectos en la partición modal
- Proyectos con efecto en la asignación a la red.

Si bien, todo cambio en la oferta de infraestructura o servicios ferroviarios podría afectar al sistema de transporte y de actividades, en muchos casos, su efecto será tan pequeño que su consideración no afectará los resultados de la evaluación dentro de los rangos de precisión con que se esté trabajando, por lo que podrá despreciarse. La decisión de si un impacto es relevante o no, recae principalmente en el juicio del analista, apoyado por estimaciones del orden de magnitud de la variación de ciertas variables producto del proyecto, tales como tiempo de viaje, costos de transporte, distancia de viaje, etc., cuando ello resulte aconsejable. A partir de las combinaciones de impactos señalados, han sido definidos 3 tipos de proyectos ferroviarios, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Tipo de Proyecto	Impacto significativo sobre		
	Generación/atracción Distribución	Partición Modal	Asignación
I	No	No	No
II	No	Si	Si / No
III	Si	Si	Si / No

Cuadro 36. Clasificación de Proyectos Ferroviarios según Impacto en la demanda²⁰.

Los proyectos tipo I corresponden a una situación en que se espera que los flujos en cada arco de la red ferroviaria (número de pasajeros, toneladas de carga) no cambien como consecuencia del proyecto, lo cual en otras metodologías sería definido como proyectos de impacto o ámbito local. Esto no significa que los flujos permanecen constantes en el tiempo, sino que su evolución futura en el modo será la misma tanto si el proyecto de ejecuta como si no se realiza. En términos generales, se tratará de proyectos que afectan sólo a algún tramo específico de la red, lo que coincide con el caso de un proyecto de H2V.

Tanto la estructura de costos del ferrocarril, como los altos niveles de inversión requeridos en infraestructura y equipos, limitan su participación a proyectos de largo plazo y de grandes volúmenes, que aseguren la rentabilidad de las inversiones. De esta manera, la guía metodológica indica que los proyectos ferroviarios de carga se originan con base en un requerimiento específico de transporte para un producto masivo y permanente en el largo plazo, sobre el cual puedan sustentarse las inversiones en infraestructura y equipos. Ello implica que tanto la demanda objetivo como su proyección en el futuro son conocidas y se asocian directamente al proyecto productivo, capacidad instalada y eventuales proyectos de ampliación. Su estimación debe hacerse a través de entrevistas directas con la empresa que desarrolla el proyecto productivo.

²⁰ Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario. 2016. Ministerio de Desarrollo Social. División de Evaluación Social de Inversiones

La guía señala que los beneficios del proyecto se estiman aplicando el enfoque de "evaluación por beneficio a usuarios", basado en el excedente del consumidor Marshalliano, que considera como beneficio la variación de este excedente entre la situación CP y SP. De esta manera, los beneficios provienen de tres fuentes:

- Beneficios por ahorro en el consumo de recursos:
 - Tiempo de viaje
 - Costos de operación
 - Tamaños de flota requeridos, como reducción de una flota alternativa "ficticia" al transporte ferroviario.
 - Costos de mantenimiento de la infraestructura
 - Accidentes: de acuerdo a la tasa de accidentabilidad, y el tipo de accidentes, se cuenta con estimaciones del costo social de cada uno.
- Beneficios por mejoramiento de la calidad de servicio (beneficio a usuarios): la guía señala "Esta valoración de atributos no cuantificables a través de la metodología tradicional de evaluación, implica que existe una fuente importante de beneficios sociales que no están siendo recogidos en la evaluación y debieran ser estudiados para cuantificar de manera apropiada los impactos del servicio ferroviario."
- Externalidades: la guía identifica 9 posibles externalidades de un proyecto ferroviario²¹, sin embargo, entrega lineamientos para la incorporación de 4, indicando que algunos son de impacto muy reducido, y para otros, no se cuenta con desarrollos metodológicos que permitan su inclusión. De esta manera, propone el análisis de las siguientes externalidades mediante multicriterio:

Externalidad	Tratamiento propuesto
Costos por naturaleza y paisaje	Ante a) la falta de metodologías aceptadas para estimación de este ítem y su valoración; y, b) el supuesto que el diseño del proyecto considera la mitigación de los eventuales impactos por daños a los hábitats, se recomienda considerar este ítem sólo en la medida que haya diferencias importantes entre alternativas.
Costos externos en áreas sensibles	Incorporar la mayor sensibilidad de dichas áreas en el análisis de la externalidad correspondiente.
Costos de dependencia energética	Se recomienda que la metodología de evaluación haga explícito el consumo energético en unidades físicas asociado a los ahorros de cada alternativa de proyecto a través de la Tabla de Impactos.

Cuadro 37. Proposición para el tratamiento de costos externos, Metodología Transporte Ferroviario, SNI.

²¹ Además de los 9, señala externalidades por congestión, que se incluyen explícitamente en los proyectos tipo I y II, accidentes, para lo cual se propone una metodología de valorización, y contaminación del aire, para lo cual se encuentra el precio social del carbono equivalente vigente.

De esta manera, se concluye que esta metodología determina la rentabilidad social en base a la estimación y proyección de: (i) ahorro de costos de operación y mantención, (ii) el ahorro de carbono equivalente, y (iii) ahorro de costos sociales por accidentes.

Para fines de un proyecto de producción de H2V, en la evaluación del transporte vía ferrocarril, corresponde su evaluación en relación a la alternativa vial.

Para evaluar la construcción o mejoramiento de una vía férrea existente para el transporte de H2V, corresponde incorporar el volumen de H2V a ser transportado en la estimación de demanda de la vía, considerándolos para la estimación y proyección de los beneficios por ahorro en el consumo de recursos.

6.4.3.2.3 Transporte Portuario

No existe una metodología vigente asociada al transporte marítimo, por lo que corresponde aplicar la Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos vigente desde el año 2013. Esta guía señala que: "para la evaluación de un proyecto se puede adoptar un enfoque costo-beneficio o un enfoque costo eficiencia, dependiendo si es posible cuantificar y/o valorar los beneficios del proyecto".

Los beneficios sociales tienen dos posibles fuentes: Beneficios por aumento de consumo, y Beneficios por liberación de recursos.

Aplicando esto a infraestructura portuaria, a priori es posible identificar como posibles beneficios:

- Menores costos de transporte: Proyectos que mejoren la eficiencia, como por ejemplo disminuyendo los tiempos de espera, además de disminuir los costos privados, disminuye las emisiones de carbono equivalente por carga transportada.
- Mayor carga movilizada: Proyectos que aumenten la capacidad de un puerto permite aumentar los ingresos por carga movilizada.

De esta manera, para evaluar un proyecto de infraestructura portuaria para incorporar el transporte de H2V corresponde incorporar el volumen de H2V a ser transportado en la estimación de demanda, y por lo tanto, en los beneficios esperados del proyecto portuario.

6.5 Anexo 5. Actividad 2: Definir tipologías de proyectos de hidrógeno y su cadena de valor como objeto de evaluación.

En cuanto las tipologías de proyectos de hidrógeno y su cadena de valor, con base en los proyectos anunciados para Chile y a la revisión de la literatura, se definen 4 tipologías generales de proyectos de hidrógeno:

- Proyectos de producción y exportación de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno.
- Proyectos de producción y autoconsumo de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno para el reemplazo de combustibles fósiles.
- Proyectos de producción y autoconsumo de hidrógeno verde.
- Proyectos de producción de hidrógeno verde para inyección en redes de gas natural.

Los proyectos de producción y exportación de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno son el mayor tipo de proyectos en desarrollo. En esta tipología, representada en la Figura 23, tiene por objetivo la producción de portadores de energía carbono neutrales, como amoníaco o metanol, para su venta y exportación a polos industriales globales. Estos proyectos poseen una planta fotovoltaica o eólica como fuente energética primaria, pueden estar o no conectados al sistema eléctrico interconectado, producen hidrógeno a partir de electrólisis de agua, que principalmente puede venir del mar. Luego, tienen plantas químicas de síntesis y etapas de almacenamiento, distribución y carga en puertos para su exportación.

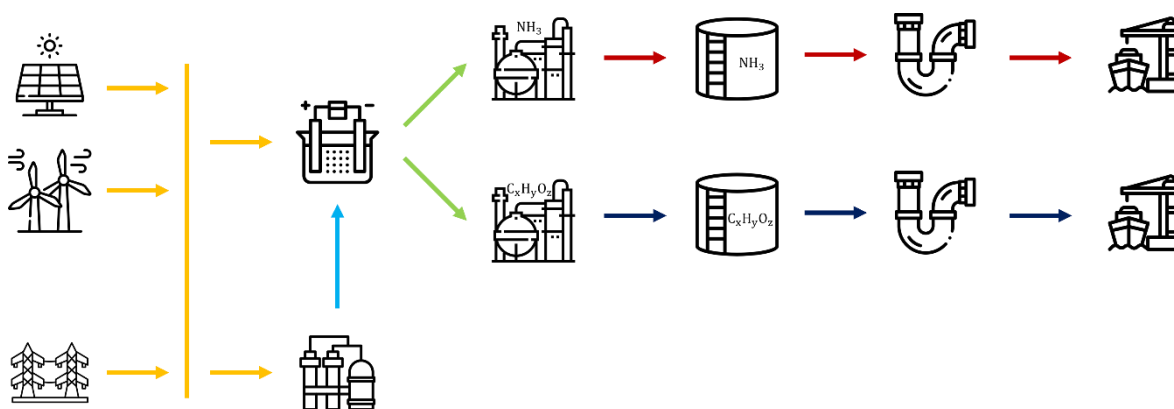


Figura 23: Tipología de proyectos de producción y exportación de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno.

Los proyectos de producción y autoconsumo de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno para el reemplazo de combustibles fósiles, representados en la Figura 24, tienen por objetivo la producción de portadores de energía carbono neutrales, como amoníaco o metanol, para reemplazar la adquisición y uso de combustibles fósiles. Estos proyectos poseen una planta fotovoltaica o eólica como fuente energética primaria, pueden estar o no conectados al sistema eléctrico interconectado. Producen hidrógeno verde a partir de electrólisis de agua, que principalmente puede venir del mar o de fuentes continentales. Luego, tienen plantas químicas de síntesis de combustibles derivados e infraestructura para su almacenamiento y uso en el mismo lugar de producción.

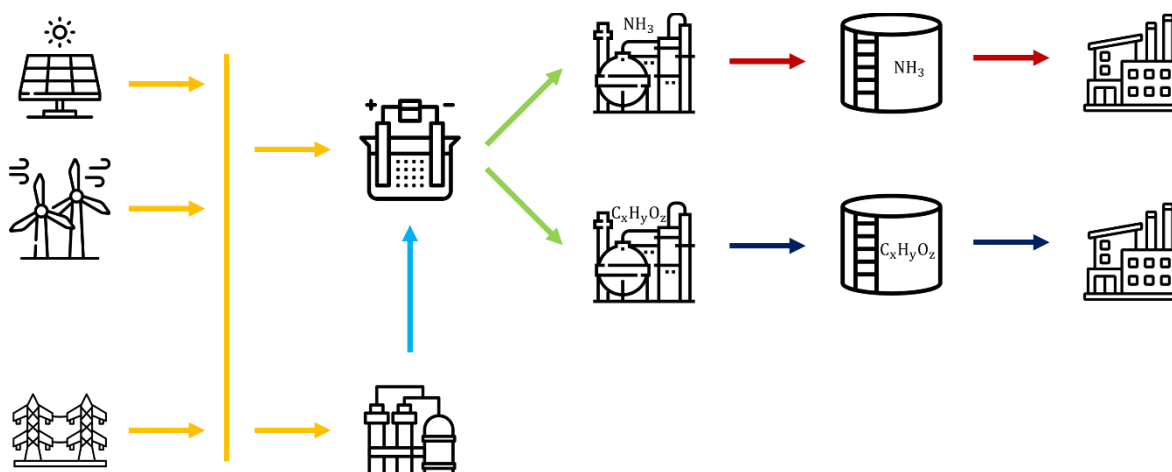


Figura 24: Tipología de proyectos de producción y autoconsumo de combustibles sintéticos derivados a partir de hidrógeno para el reemplazo de combustibles fósiles.

Los proyectos de producción y autoconsumo de hidrógeno verde, representados en la Figura 25, tienen por objetivo la producción de hidrógeno verde para la descarbonización de procesos industriales, o para la electrificación del transporte donde el hidrógeno presente ventajas frente a las baterías. En ambos casos se reemplaza la adquisición y uso de combustibles fósiles. Estos proyectos pueden poseer una planta fotovoltaica o eólica como fuente energética primaria, o bien pueden estar conectados al sistema eléctrico interconectado. Producen hidrógeno verde a partir de electrólisis de agua, que principalmente puede venir del mar o de fuentes continentales. Luego, tienen etapas de almacenamiento comprimido, para su posterior uso estacionario o en estaciones de abastecimiento para vehículos a hidrógeno.

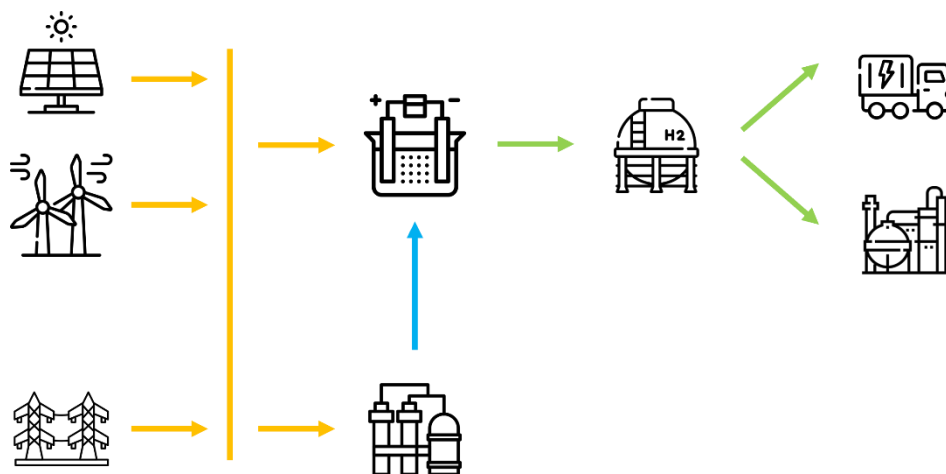


Figura 25: Tipología de proyectos de producción y autoconsumo de hidrógeno verde.

Los proyectos de producción de hidrógeno verde para inyección en redes de gas natural, representados en la Figura 26, tienen por objetivo la producción de hidrógeno verde para

ser inyectado en una red de gas natural en concentraciones de hasta un 20%. Esto con el propósito de disminuir las emisiones de carbono y la cantidad de gas natural que se importa. Estos proyectos pueden poseer una planta fotovoltaica o eólica como fuente energética primaria, o bien pueden estar conectados al sistema eléctrico interconectado. Producen hidrógeno verde a partir de electrólisis de agua, que principalmente puede venir del mar o de fuentes continentales. Luego, tienen etapas de compresión e inyección en las redes de transporte y distribución de gas natural.

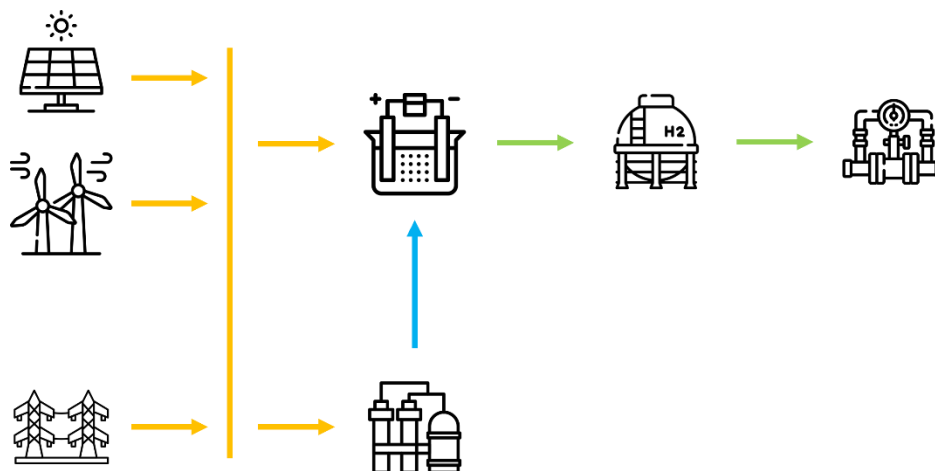


Figura 26: Tipología de proyectos de producción de hidrógeno verde para inyección en redes de gas natural.

6.6 Anexo 6. Actividad 3: Identificar brechas y espacios de mejora en las metodologías vigentes para dar respuesta a los desafíos de los proyectos de hidrógeno y su cadena de valor.

Las metodologías vigentes del sector energía, si bien no hacen referencia a proyecto de generación de combustibles o de fuentes de energía, consistentemente con la metodología general, para la evaluación social de proyectos de este sector se consideran la valoración de beneficios y costos directos e indirectos, asociados a la liberación de recursos y al mayor consumo.

Aplicando esto a un proyecto de H2V, que reduzca el costo generalizado de combustibles o fuentes de energía, se identifican como posibles beneficios:

- La disminución de los costos privados, valorados a precios sociales.
- La disminución de las emisiones de GEI.

Las técnicas que se pueden aplicar para la valoración social de estos beneficios se encuentran claramente explicadas en la guía general y las diversas guías sectoriales.

De esta manera, el desafío es poder incorporar además, los efectos indirectos y externalidades que un proyecto de esta naturaleza podría generar. Para esto se distinguen dos tipos de proyectos: (a) proyecto de generación o de consumo de H2V, (b) proyecto de infraestructura pública anexa a la industria de H2V.

a) Evaluación de proyectos de generación de H2V

Este es el caso de proyectos de generación de H2V que se desarrollen total o parcialmente con recursos públicos, mediante empresas públicas o mediante la asociación público-privada. Un proyecto de esta naturaleza podría incorporar uno o varios de los componentes de la cadena de valor del H2V, además de la construcción o mejoramiento de infraestructura pública anexa al proyecto, como puertos, desaladoras multipropósito, gasoductos, infraestructura compartida para transporte/almacenamiento de compuestos químicos a granel (amoníaco, metanol, etc.), entre otros.

Para la infraestructura pública anexa, se identifican dos casos:

- a.i) cuando la infraestructura anexa es condición necesaria para desarrollo del proyecto, de tal manera que si no se construye o se mejora esta infraestructura pública, el proyecto no es factible.

En este caso, esta infraestructura anexa forma parte del proyecto, por lo que se deben integrar los beneficios y los costos sociales que genera la infraestructura anexa, a los beneficios y costos sociales que genera el proyecto de H2V.

De acuerdo con la revisión de metodologías vigentes, para infraestructura de transporte interurbano, ferroviario e infraestructura portuaria, corresponden los beneficios directos que muestra el Cuadro 38.

Transporte interurbano	Transporte ferroviario	Infraestructura portuaria
- Reducción de costos operacionales de vehículos - Reducción de tiempo de viaje - Aumento de excedente de consumidor por tránsito generado - Cambios en costos de conservación y mantenimiento vial - Cambios en las tasas de accidentes de tránsito	- Ahorro de recursos por: ○ Tiempo de viaje ○ Costos de operación ○ flota alternativa “ficticia” al transporte ferroviario. ○ Costos de mantenimiento ○ Accidentes - Mejor de la calidad de servicio	- Menores costos de transporte. - Mayor carga movilizada.

Cuadro 38. Beneficios directos para infraestructura pública anexa.

Cabe señalar que, si bien en este caso la infraestructura anexa forma parte del proyecto, los beneficios de cada proyecto podrían considerar otros usuarios, distintos a los asociados únicamente al proyecto.

- a.ii) Cuando la infraestructura anexa mejora o potencia los beneficios netos del proyecto de H2V.

En este caso, se deben evaluar socialmente, el o los proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura anexa y el proyecto de H2V por separado. Para la evaluación del proyecto de H2V se deben considerar las condiciones iniciales de la infraestructura anexa, y para la evaluación de proyectos de infraestructura anexa se debe considerar además la variación (aumento) de beneficios netos que genera en el proyecto de H2V (Figura 27).

Para la evaluación del proyecto de generación o consumo de H2V, corresponde identificar, medir y valorar los beneficios directos, indirectos y externalidades, para cada componente de la cadena de valor del H2V.

Los beneficios y costos directos e indirectos se valoran según las metodologías vigentes. La propuesta es además considerar los efectos inflacionarios que podría generar, considerando el impacto de estos productos en la economía, y el efecto de potenciar o favorecer el desarrollo económico de la industria, usando simulación dinámica. De esta manera, las fuentes de beneficios serían las que muestran en la Figura 28.

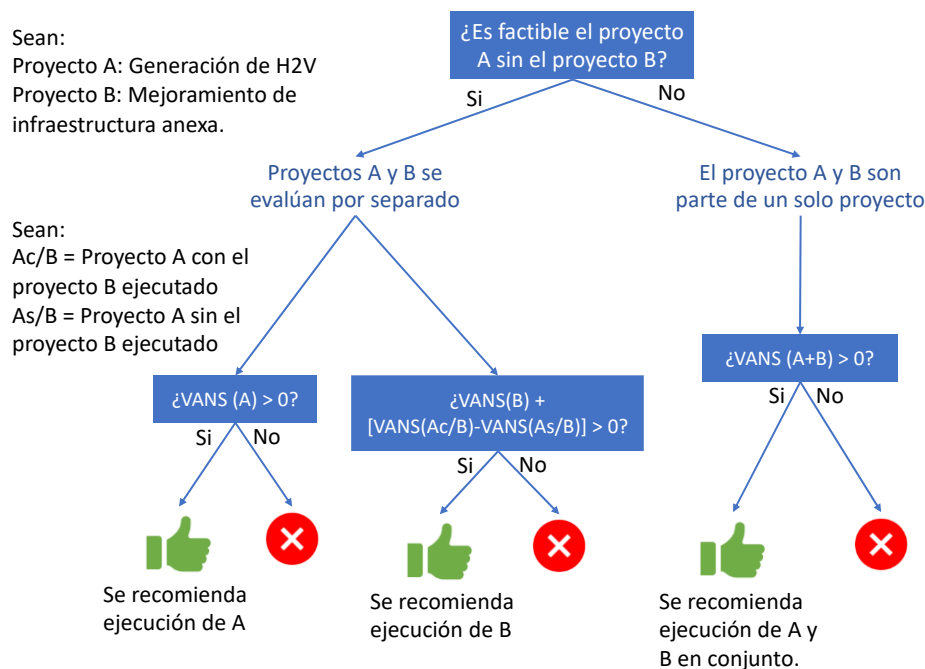


Figura 27. Esquema análisis de complementariedad de proyectos de H2V y obras anexas. Fuente: Elaboración propia.

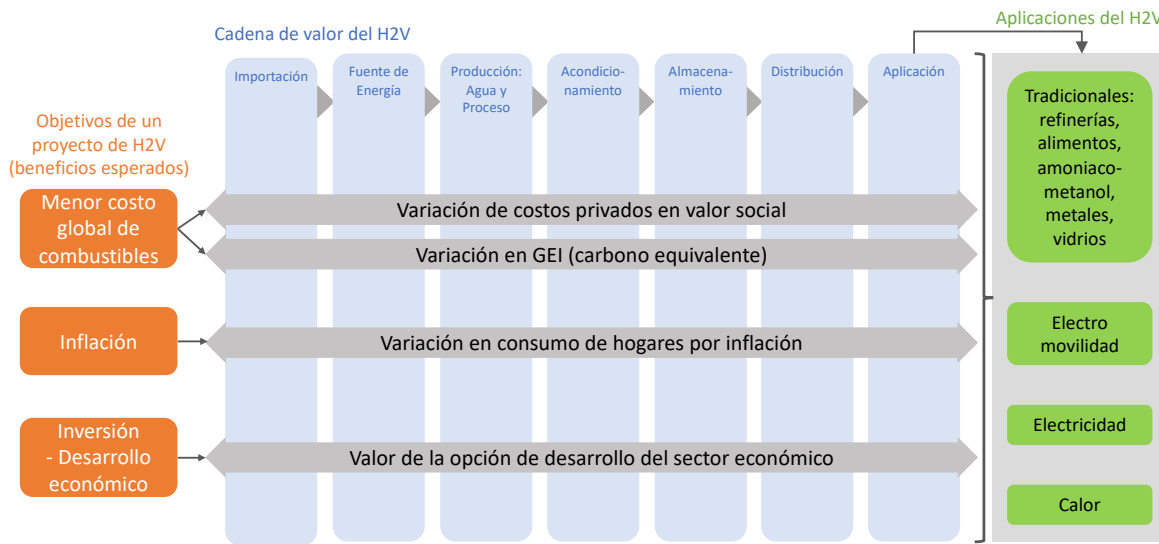


Figura 28. Esquema valoración de beneficios para proyectos de H2V. Fuente: Elaboración propia.

- Beneficios directos por variación de costos privados: Corresponde a la variación (disminución) del precio que generaría el reemplazar combustibles u otros productos que hoy se importan, por un sustituto de producción nacional.
- Beneficios por variación (disminución) de la emisión de gases de efectos invernaderos (GEI): Variación que deriva de reemplazar fuentes contaminantes por fuentes limpias, cuya valoración se obtiene usando el precio social del carbono vigente.
- Beneficios por variación de consumo de los hogares por efectos inflacionarios: corresponde a los beneficios que se perciben por reemplazar productos importados, cuyos precios y disponibilidad se ven afectados fuertemente por sucesos exógenos al país, por sustitutos de producción nacional, cuyos precios serán sensibles a otras fuentes de riesgo. De esta manera, se diversifican los riesgos y se estabilizan los precios.

La estimación busca recoger como la variación del precio de combustibles afecta de manera importante el nivel de precios general de la economía, ya que corresponde a un insumo presente en la gran mayoría de cadenas de producción (energía y transporte).

Cabe destacar que la variación del IPC agrega muchos efectos, algunos que lo empujan al alza y otros que lo empujan a la baja. La metodología propuesta solo permite estimar el efecto de la variación del precio de combustibles, tales como la gasolina o el gas natural, en el IPC, no en el valor neto de la variación del IPC.

- Beneficios por opción de desarrollo económico: el objetivo es incorporar el beneficio que genera para el país, que el desarrollo de un proyecto de H2V estimularía el

desarrollo de esta industria, objetivo presente en los planes de gobierno y una de las estrategias para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS).

Para esto se propone usar simulación dinámica, que valora económicamente la flexibilidad de un proyecto. Para aplicarlo a la evaluación ex ante de un proyecto de H2V, se considera el desarrollo de la industria de H2V a nivel nacional como el activo subyacente, de tal manera que su crecimiento o no es una incerteza sujeta al comportamiento de variables macroeconómicas. La ejecución de un proyecto de H2V modifica el escenario inicial de la industria en el corto plazo, lo que impacta en los valores esperados de largo plazo. La diferencia del valor de la opción de desarrollo de la industria con y sin la ejecución del proyecto en evaluación es el impulso que el proyecto en análisis entrega al desarrollo de la industria.

b) Evaluación de proyectos de obras anexas a un proyecto de H2V.

En este caso, se deben evaluar socialmente cada uno de los proyectos de construcción o mejoramiento de infraestructura anexa de acuerdo a las metodologías vigentes en el SNI, incorporando, además de la demanda actual, la nueva demanda que generaría el proyecto de H2V.

6.7 Anexo 7. Actividad 4: Identificación de planes de Infraestructura del Estado que pueden ser candidatos a una evaluación social involucrando la cadena de valor del hidrógeno.

6.7.1 Ministerio de Energía

6.7.1.1 Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)

La Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) es un proceso que se realiza cada 5 años y tiene por objetivo proyectar la demanda y oferta energética del país para distintos escenarios futuros, en un horizonte de al menos 30 años. Para ello se considera la identificación de polos de desarrollo de renovables, generación distribuida, intercambios internacionales de energía, políticas medioambientales que tengan incidencia y objetivos de eficiencia energética (MEN).

No obstante, si bien la PELP se define para toda la matriz energética, en la práctica sus resultados están relacionados con el sector eléctrico. Esto se condice con el hecho de que la PELP está definida dentro de la Ley General de Servicios Eléctricos. Así, en la PELP no se

realiza una planificación para el sector combustibles, ni polos de generación de vectores energéticos ni desarrollo de infraestructuras. En Chile todos los avances en materia de combustibles se desarrollan de forma desintegrada acorde a las necesidades del mercado.

La PELP es el principal insumo que utilizan las instituciones involucradas en la expansión y el desarrollo de la transmisión eléctrica. También sirve como insumo para la nueva generación eléctrica, dado que en la PELP se planifican, mediante el crecimiento específico de la transmisión en ciertas zonas, Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica. Este crecimiento también incidirá en la ubicación de los futuros proyectos de producción de hidrógeno verde y derivados. La Figura a continuación muestra las distintas fases del proceso de refuerzo, ampliación y nueva infraestructura de la red eléctrica, con las respectivas instituciones involucradas (MEN).

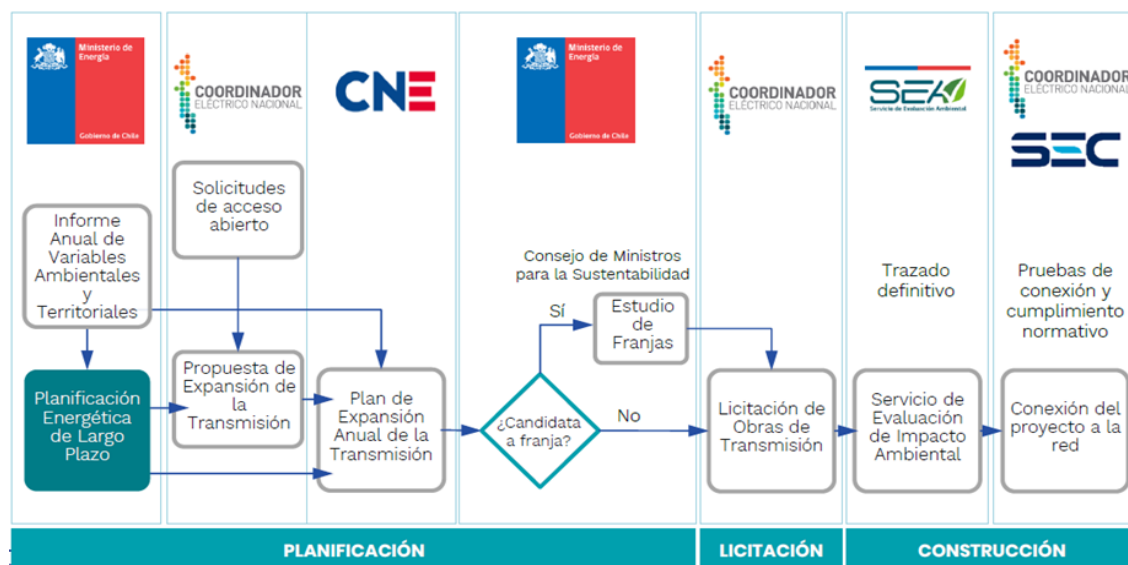


Figura 29. Fases del proceso de planificación de la red eléctrica. Fuente: MEN, 2021.

• Estudio de Franjas

Los Estudios de Franjas buscan planificar las franjas de territorio en las que se construirán los principales proyectos de transmisión. Esto permite fortalecer el sistema de transmisión de una manera sustentable. Por eso, el estudio incorpora una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y una temprana participación ciudadana e indígena. Los estudios de franjas tienen dos objetivos principales, vinculados entre sí. Por una parte, dotar al necesario sistema de transmisión de una mirada de sostenibilidad ambiental que permita una intervención más estratégica en el territorio. Por otra, a través del diálogo temprano, dotar de aceptabilidad social a los trazados

asociados a proyectos de transmisión, reduciendo riesgos e impactos en su ejecución. En la Figura a continuación se esquematiza el proceso del Estudio de Franjas.



Figura 30. Fases del proceso de refuerzos, ampliaciones y nueva infraestructura de la red eléctrica. Fuente: MEN, 2021.

- **Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica**

Los Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica (PDGE) son zonas territorialmente identificables en el país, ubicadas en las regiones en las que se emplaza el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), donde existen recursos para la producción de energía eléctrica proveniente de energías renovables. Estos potenciales polos tienen varios fines:

- No limitar el desarrollo de energías renovables por falta de puntos o capacidad de conexión al SEN.
- Promover mayores niveles de competencia en el segmento de generación eléctrica.
- Definir el emplazamiento eficiente y equilibrado en el territorio para conectar recursos renovables en una misma zona geográfica con los sistemas de transmisión del SEN.
- Alinear y coordinar estrategias de desarrollo e inversión energética en el territorio.
- Habilitar la aplicación de herramientas regulatorias que promuevan un único sistema de transmisión, eficiente y sustentable, que permita desarrollar energías renovables y conectarlas a las instalaciones de transmisión del SEN.
- Evitar la saturación temprana de subestaciones e infraestructura de transmisión eléctrica existente

En el caso de los PELP, estos sin cuentan con medidas cuantitativas respecto al logro de los objetivos del plan, toda vez que se identifican las obras de manera que la oferta sea la

suficiente para la demanda proyectada, es decir, su construcción sigue la lógica del cierre de brechas.

6.7.1.2 Planes Estratégicos de Energía Regionales (PEER)

Los Planes Energéticos Regionales (PEER) son instrumentos de planificación territorial con un enfoque en energía. Se crean a partir de las metas y acciones definidas en la Agenda de Política Energética Nacional 2050. En ellos se plasma la visión energética de la región y se establecen las condicionantes territoriales para su desarrollo, en concordancia con las Estrategias Regionales de Desarrollo.

Estos planes buscan orientar a los tomadores de decisión y a los equipos técnicos que inicien procesos de ordenamiento territorial energético regional. Además, identifican de manera clara la aptitud de zonas para la instalación de proyectos para cada tipo de tecnología, bajo estrictas normas y estándares ambientales. Las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo serán las primeras del país en contar con Planes Energéticos Regionales.

Actualmente estos instrumentos regionales se encuentran en etapa de identificación de iniciativas, en particular en el llamado a participar de la consulta ciudadana.

En la guía para la elaboración de Planes energéticos regionales del Ministerio de Energía, se propone en la primeras etapas de la metodología, una etapa de Diagnóstico energético prospectivos, que considera un diagnóstico de los sistemas eléctricos, de combustibles, el balance energéticos regional y la identificación de iniciativas que estén presentes en distintos instrumentos nacionales, de fuente pública o privada. En base a este diagnóstico, se propone un análisis de escenarios energéticos territoriales, desde los cuales se identifican las iniciativas de inversión. En este contexto, se advierte que la metodología de construcción propuesta corresponde al de cierre de brechas, de manera similar a los PELP.

6.7.1.3 Plan de Expansión de la Transmisión de la CNE (PET)

La Comisión Nacional de Energía (CNE) anualmente lleva a cabo un proceso de planificación de la transmisión, en el que se debe considerar, al menos, un horizonte de 20 años. Dicha planificación debe abarcar las obras de expansión necesarias del Sistema de Transmisión Nacional, de los sistemas de transmisión para polos de desarrollo, de los sistemas de transmisión zonal y de los sistemas de transmisión dedicados utilizados por concesionarias de servicio público de distribución.

En este proceso la CNE debe considerar también la PELP y los objetivos de eficiencia económica, competencia, seguridad y diversificación que establece la Ley para el Sistema Eléctrico. El Plan de Expansión de la Transmisión de la CNE se basa fuertemente en la propuesta de expansión de la transmisión elaborada por el Coordinador. Para la elaboración del Informe Técnico Final del Plan de Expansión de la Transmisión, la CNE considera además las propuestas presentadas por los promotores privados de proyectos de expansión de la transmisión. Una vez definido el Plan de Expansión de la Transmisión, le corresponde al CEN llevar a cabo el proceso de licitación correspondiente, desde la elaboración de las bases hasta el proceso de adjudicación, recepción y puesta en servicio de las respectivas obras.

Estas propuestas preliminares se basan en los criterios dispuestos en el artículo 87° de la LGSE, y profundizados en el Reglamento, los cuales consideran la minimización de riesgos de abastecimiento, la creación de condiciones que promuevan la oferta y faciliten la competencia, la necesidad y eficiencia económica para los escenarios energéticos definidos por el Ministerio de Energía y la posible modificación de instalaciones de transmisión existentes para la expansión eficiente del sistema eléctrico. Si bien los criterios de expansión están definidos en el Reglamento, el Coordinador ha estimado pertinente complementar los criterios mencionados mediante sus propios desarrollos metodológicos y que incluye junto con las recomendaciones previas.

De esta manera, tal como los PELP y los PEER, estos planes siguen la lógica del cierre de brechas, lo que facilita la evaluación de resultados.

6.7.1.4 Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030

El Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030 tiene por objetivo principal definir una hoja de ruta entre el 2023 y 2030 que permita el despliegue de una industria sostenible del hidrógeno verde y sus derivados, a través de acciones coordinadas entre las distintas carteras de Gobierno y organismos relacionados, en concordancia con las iniciativas regionales y locales. En ese sentido, el instrumento permite identificar y establecer vínculos estratégicos para focalizar y priorizar acciones desde las distintas competencias de los distintos organismos involucrados en el desarrollo del hidrógeno y sus derivados.

Tanto la Política Energética Nacional como la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde entregan un marco estratégico e imprimen la ambición que está estimulando la creación de la industria del hidrógeno verde en nuestro país. Para materializarlo, se está elaborando este Plan de Acción para el período 2023-2030, puesto que la estrategia original traía un plan de acción hasta el año 2023. El plan permitirá focalizar y priorizar las acciones y medidas que deben desarrollarse en esta década para garantizar el despliegue sustentable del hidrógeno verde.

En el marco de su proceso de construcción el documento presentado para la audiencia pública de inicio (2023) da cuenta de un diagnóstico con índices relativos a la descarbonización energética bajo el tema “Aún tenemos dependencia de combustibles fósiles”, en particular:

- Porcentaje del consumo energético final que es en base a combustibles fósiles
- Porcentaje de la generación eléctrica que es en base a carbón y gas natural, entre otros
- Porcentaje de los hidrocarburos del país que son importados.
- Porcentaje de las emisiones de gases efecto invernadero que son provenientes del sector energía.

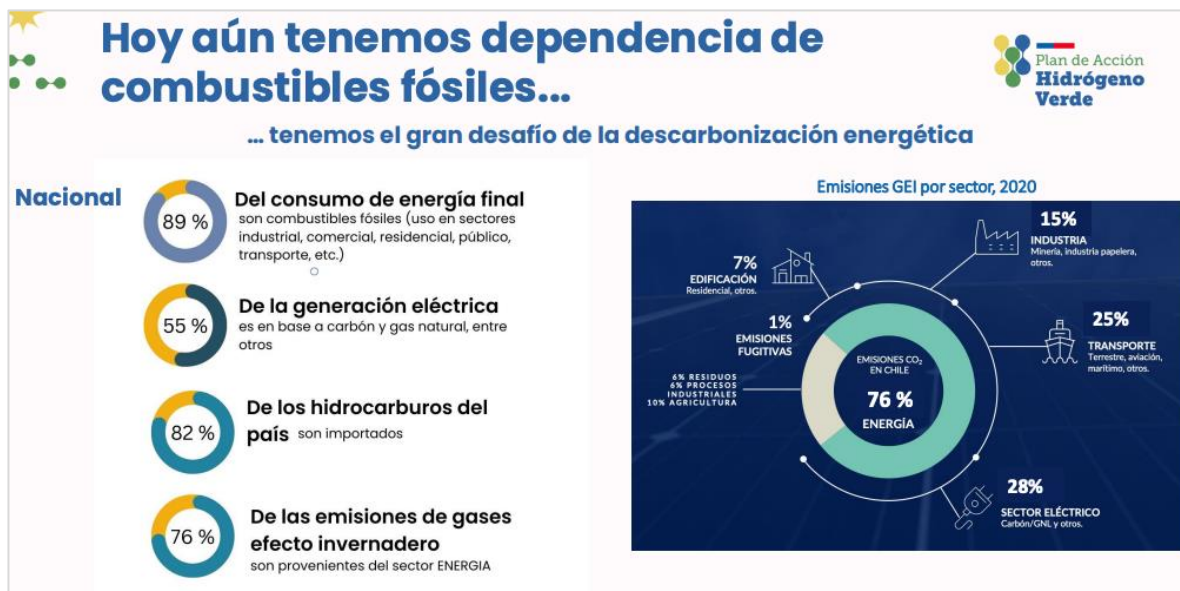


Figura 31. Indicadores en diagnóstico Plan de Acción H2V. Fuente: Audiencia Pública de Inicio Antofagasta Plan de Acción H2V 2023-2030, 04 de abril de 2023.

En este mismo documento, se indican metas con horizontes 2030 y 2050.



Figura 32. Metas en diagnóstico Plan de Acción H2V. Fuente: Audiencia Pública de Inicio Antofagasta Plan de Acción H2V 2023-2030, 04 de abril de 2023.

Adicionalmente, para identificar elementos de evaluación del plan, cabe mencionar el marco en que se desarrolla el plan, respecto de la estrategia nacional del H2V, y criterios de diseño que se consideraron en su construcción.

Estrategia y Plan de Acción Vigente

Atendiendo a este gran desafío en torno al hidrógeno verde y sus derivados, y la oportunidad que podría traer para Chile, es que el Ministerio de Energía lanzó a fines del año 2020 la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde que definió las primeras directrices para el impulso de esta industria en el país, estableciendo la definición de ambiciosas metas de mediano y largo plazo. La estrategia se basa en seis pilares para impulsar esta nueva industria sostenible de hidrógeno verde y derivados y estableció un primer plan de acción para el periodo 2020-2023.

Tanto la Política Energética como la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde entregan un marco estratégico e imprimen la ambición que está estimulando la creación de la industria del hidrógeno verde en nuestro país. Para materializarlo, hoy se hace necesario contar con un Plan de Acción que focalice y priorice las acciones y medidas que deben desarrollarse en esta década para garantizar el despliegue sustentable del hidrógeno verde, que permita cumplir con los objetivos de descarbonizar nuestra economía nacional, abrir oportunidades de comercio internacional y que fomente el crecimiento país en torno a una nueva industria sostenible para las siguientes décadas.

6.7.2 Ministerio de Obras Públicas (MOP)

Proceso de planificación de proyectos de inversión pública en infraestructura del MOP.

El proceso de planificación observado en la figura anterior se puede explicar mediante la composición de tres etapas. La primera etapa denominada Planificación, se compone de instrumentos con temporalidad de largo, mediano plazo y corto plazo, asociados al Plan director de infraestructura (largo plazo), Plan regional de infraestructura y gestión de recursos hídricos (mediano plazo) y el Proceso anual de gestión de inversiones (corto plazo). Ellos constituyen los pilares esenciales para sustentar la gestión de planificar, coordinar y ejecutar políticas públicas en materia de infraestructura habilitante.

Además, podemos agregar los planes especiales, toda vez que son respuestas a necesidades de infraestructura de un territorio que involucra a una o más regiones, o de aspectos temáticos específicos asociado a una o más áreas de provisión de servicios de infraestructura del MOP (MOP; 2024, unidad de planeamiento, planes especiales <https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/especiales/Paginas/default.aspx>)

La segunda etapa, de Levantamiento, se realiza el proceso de obtención de información por las unidades del MOP, con el propósito de levantar iniciativas de inversión en colaboración con entidades regionales bajo la coordinación del Director de planeamiento regional, realizándose los análisis regionales, lo que conlleva a una cartera de proyectos priorizados.

En la tercera etapa, llamada Procesos de inversión, evaluación y construcción, se analiza el financiamiento de los proyectos de acuerdo a los requerimientos del territorio, seleccionando aquellos que resulten priorizados en términos sectoriales, conformando éstos, los insumos para la confección del presupuesto anual del MOP para inversión pública. Estas iniciativas deben ser evaluadas por el sistema de evaluación ambiental y aquellos aceptados conforman una cartera de proyectos para ser ejecutados, con la condicionante de contar con el presupuesto aprobado por el Congreso Nacional.

A la cartera de proyectos priorizados se pueden agregar iniciativas de inversión de infraestructura y planificación de su financiamiento por intermedio del sistema de concesiones de iniciativa privada o ser ejecutadas mediante empresas privadas bajo el sistema de concesiones públicas. Para la ejecución de las obras, es primordial obtener la calificación de recomendado satisfactoriamente (RS) por el SEIA, al igual que en la evaluación en los sistemas del Ministerio de Desarrollo Social. Durante la ejecución de las obras de infraestructura, el MOP realiza un monitoreo y seguimiento de ellas, para asegurar su buen término. Por último, cabe mencionar la existencia de la alternativa de cofinanciamiento de proyectos de inversión en infraestructura, entre los Ministerio de Obras Públicas y los Gobierno Regionales, pudiéndose convenir además, otras entidades.

Este sistema denominado convenios de programación, permite potenciar y acelerar los programas de inversión en los territorios regionales.

6.7.2.1 Plan Director de Infraestructura

El Plan Director de Infraestructura, de acuerdo al documento “Guía para la elaboración de planes. Ministerio de Obras Públicas (2011)” es un instrumento estratégico a nivel nacional con un horizonte de 20 años. Es el instrumento de coordinación de las políticas sectoriales en materia de servicios de infraestructura para la conectividad, la protección del territorio y las personas, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos, cuyos objetivos y previsiones se adecúan a las directrices y requerimientos derivados de la política de ordenación del territorio nacional, de las políticas nacionales, de las leyes y de los tratados internacionales entre otros.

El Plan Director es elaborado por la Dirección de Planeamiento en conjunto con los Servicios MOP y en coordinación con otros agentes públicos y privados.

El propósito del Plan Director es identificar y definir a través de un sistema de objetivos y políticas sectoriales, las líneas de acción en materia de los servicios de infraestructura que el Ministerio provee.

El Plan Director 2017 señala que su objetivo general es contribuir al aumento de la competitividad del país y a la mejoría de la calidad de vida de la población, concentrando la inversión pública en sectores y territorios donde la rentabilidad social es más alta, pero con la debida equidad social y territorial. Sin embargo no presenta un diagnóstico ni metas relativas a competitividad ni a calidad de vida, que permita determinar la pertinencia del plan con su objetivo.

Indica también que el plan busca establecer un conjunto de obras tendientes a contribuir de manera relevante a alcanzar el potencial de desarrollo del territorio, o superar deficiencias de infraestructura, y a establecer conjuntos de proyectos e iniciativas consistentes entre sí, que permitan configurar actuaciones sinérgicas relevantes en el territorio. Lo que va en la dirección de la planificación para el cierre de brechas, sin embargo, tampoco se refiere respecto de cuáles y como son dichas brechas.

Además, indica como “nuevos desafíos” que el plan considera:

- Cambio climático
- Escasez recursos hídricos
- Diversificación de a matriz energética
- Requerimientos de integración territorial y complementariedad de los urbano con lo rural

- Innovación y tecnología
- A lo que se agrega con principal prioridad la reconstrucción de las regiones afectadas por el terremoto del 27 de febrero de 2010.

Lamentablemente, el documento no indica como se plasmaron estos nuevos desafíos en el diseño del plan.

En la identificación de inversiones en infraestructura, se dividieron en:

- Inversión en cartera (tendencial o base).
- Inversiones para superar déficit o brechas de infraestructura.
- Inversiones para contribuir a alcanzar el potencial de desarrollo del territorio.

Luego, los proyectos de inversión fueron clasificados en:

- Modelados, analizados en el modelo TRANUS de localización de actividades y Transporte.
- No modelados, proyectos que no se incorporaron el análisis con modelos de Localización de Actividades y de Transporte.

Los modelos no modelados incluyeron:

- Conectividad a zonas aisladas (equidad territorial)
- Accesos urbanos a puertos
- By-pass
- Rutas turísticas (tramos no modelados)
- Caletas pesqueras e instalaciones para el borde costero
- Vialidad no estructurante (secundaria) no incorporada en la modelación TRANUS
- Infraestructura hídrica (embalses, riego, defensas fluviales, APR, saneamiento rural)
- Aeropuertos y aeródromos
- Arquitectura de edificios públicos.

6.7.2.2 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico (PRIGRH)

Los Planes Regionales de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico son instrumentos orientados a la planificación de las intervenciones del Ministerio de Obras Públicas en las regiones del país al año 2021. Se compone mediante la inclusión de los ámbitos de los servicios de infraestructura y de la Dirección General de Aguas vinculado a la gestión de los recursos hídricos.

Los planes regionales de infraestructura identifican una cartera de inversión a corto y mediano plazo y se complementan con los lineamientos estratégicos ministeriales cuya finalidad es contribuir a los ejes e imagen objetivo que cada región ha definido en su Estrategia Regional de Desarrollo. Estos planes, elaborados de manera participativa con actores públicos y privados de cada región, definen la carta de navegación deseable para que la infraestructura pública sea un habilitador del desarrollo de cada territorio regional y son el primer esfuerzo del Ministerio por trabajar planes integrales en la escala regional.

Este instrumento de planificación sectorial territorializado y vinculante para los servicios MOP, posee un horizonte de 10 años, y se orienta al marco regulatorio dado por el Plan Director.

En el levantamiento de iniciativas participan los Servicios Regionales del MOP en forma coordinada con sus niveles centrales, levantando requerimientos de iniciativas en conjunto con las autoridades comunales, provinciales, regionales y actores públicos, políticos, privados y de la comunidad.

Este plan permite espacializar las líneas de acción definidas en el Plan Director del Ministerio y las políticas públicas nacionales, así como las políticas y estrategias regionales de infraestructura y gestión de los recursos hídricos, orientando y promoviendo las actividades públicas y privadas asociadas a la infraestructura y a las materias que regula la Dirección General de Aguas para el desarrollo regional.

Los resultados generados por el Plan Regional de Infraestructura corresponden a:

- Un programa de acción en la región alineado al Plan Director, a las iniciativas identificadas por el Comité de infraestructuras del Gabinete Regional, por el sector privado y en la Estrategia Regional de Desarrollo.
- Una cartera priorizada de proyectos acorde al Plan Regional, con cronograma, costos y unidades físicas asociadas a las metas definidas.
- Una propuesta para el financiamiento de la cartera de iniciativas de inversión.
- Identificación de sinergias producto de las acciones u objetivos específicos regionales con otras iniciativas públicas y privadas.
- Coordinación con otras entidades en el territorio (MTT, MINVU, División de Planificación y Desarrollo Regional del Gobierno Regional, entre otros).
- Identificar sinergias con proyectos que están en regiones vecinas y que afectan al desarrollo del territorio en análisis.

Como se trata de instrumentos territorio, cada plan regional tiene su propio objetivo general por ejemplo, el de Arica y Parinacota es: Disponer de servicios de infraestructura pública de calidad, promoviendo el uso eficiente del recurso hídrico para mejorar la

competitividad de los sectores productivos y su integración en los mercados internacionales, de forma sustentable, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y todo ello en un marco de preservación, conservación y desarrollo de su patrimonio natural y multicultural.

Sin embargo, no se indican elementos de diagnóstico que permitan establecer objetivos de manera más explícita (cuantificables) relativos a la calidad de la infraestructura, el uso eficiente de recursos hídricos, la competitividad de sectores productivos, el nivel de integración de dichos sectores productivos con los mercados internacionales, su sustentabilidad, y calidad de vida, entre otros aspectos.

El PRIGRH de Arica y Parinacota indica como objetivos específicos:

- Elevar el estándar de servicio de la infraestructura de conectividad vial, aérea y marítima regional.
- Aumentar la cobertura, eficiencia, eficacia de los servicios de infraestructura que contribuyen al desarrollo del turismo, servicios logísticos, agricultura, minería y pesca.
- Mejorar el manejo y gestión del recurso hídrico para el abastecimiento del consumo humano y de las actividades productivas.
- Promover la conservación y mejoramiento continuo de los servicios de infraestructura que mejoren la calidad de vida en los territorios urbanos y rurales.

Como es posible advertir, los objetivos específicos van en la dirección de Plan para el cierre de brechas, sin embargo, no se cuenta con información cuantitativa relativa a dichas brechas.

En el documento se indica que el seguimiento y monitoreo del Plan se realizará mediante indicadores de ejecución física, de gestión y financieros. Respecto de la Evaluación de resultados, el documento indica sin señalar como, que “La Evaluación ex ante es una herramienta que permite a priori emitir un juicio sobre la conveniencia y confiabilidad de materializar un Plan. Dado que el Ministerio aún no cuenta con una metodología de evaluación de planes validada, se ha elaborado una matriz de Consistencia Estratégica del Plan, donde se muestra la relación entre los objetivos del Plan (general y específicos) y los lineamientos estratégicos con las acciones y la especialización de las intervenciones propuestas, según se observa en cuadro a continuación.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Lineamientos Estratégicos	Acciones	Espacialización
Disponer de servicios de infraestructura pública de calidad, promoviendo el uso eficiente del recurso hídrico para mejorar la competitividad de los sectores productivos y su integración en los mercados internacionales, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y todo ello en un marco de preservación, conservación y desarrollo de su patrimonio natural y multicultural.	Eleva el estándar de servicio de la infraestructura de conectividad vial, aérea y marítima regional.	Recuperar y mejorar el estándar de la red vial internacional e interregional.	Reposición y mejoramiento de las rutas internacionales y/o estructurantes de la red vial regional.	Rutas Internacionales: Ruta 5 y Ruta 11 CH; y Rutas estructurantes: Ruta Altiplánica; Circuito Arica - Codpa - Putre.
		Mejorar el estándar de la red intercomunal y caminos básicos.	Mejoramiento de los caminos de la red provincial primaria y secundaria.	Provincias de la región.
		Mejorar el nivel de servicios de la infraestructura aeroportuaria y marítima regional.	Mejoramiento de las obras portuarias y balnearios de la región.	Caletas de Arica y Camarones. Balnearios El Laucho, La Lisera, Corazones.
			Mejoramiento de la red aeroportuaria y el desarrollo de helipuertos.	Aeropuertos Chacalluta; aeródromos Zapahuira y El Buitre; y emplazamiento de helipuertos por definir.
	Aumentar la cobertura, eficiencia, eficacia de los servicios de infraestructura que contribuyen al desarrollo del turismo, servicios logísticos, agricultura, minería, y pesca.	Aumentar la cobertura de servicios de infraestructura de obras portuarias.	Mejoramiento de la red de infraestructura portuaria y desarrollo de nuevas obras en el borde costero y lagos interiores por definir.	Borde costero y lagos de la región.
		Mejorar la accesibilidad a los centros ligados a la plataforma logística regional.	Mejoramiento del acceso al Puerto y al Aeropuerto regional.	Puerto de Arica y Aeropuerto de Chacalluta.
		Promover el adecuado uso de los recursos hídricos y su disponibilidad para las distintas actividades productivas.	Avanzar en el conocimiento de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico de la región, así como su manejo y fiscalización.	Cuencas y subcuencas regionales.
		Ampliar la seguridad de riego para la agricultura.	Desarrollo y mejoramiento de infraestructura de riego: embalses y canales.	Embalse: Chironta y Umirpa. Canal Azapa.
		Poner en valor el patrimonio cultural regional para el desarrollo del turismo de intereses especiales.	Restauración y desarrollo de la edificación patrimonial.	Iglesias del altiplano, monumentos nacionales, edificios patrimoniales de Arica.
		Contribuir con infraestructura vial para dar conectividad a la actividad turística regional.	Ampliación y mejoramiento de la red vial asociada a rutas turísticas de la región.	Ruta Altiplánica; Circuito Arica - Codpa - Surire - PN. Lauca.
	Mejorar el manejo y gestión del recurso hídrico para el abastecimiento del consumo humano y de las actividades productivas.	Desarrollar un manejo estratégico del recurso hídrico de manera de controlar las crecidas y aprovechar el recurso para actividades productivas.	Construcción de sistemas de acumulación y control de crecidas.	Embalse Livilcar, Chironta y Umirpa.
		Aumentar la cobertura de los servicios de Agua Potable Rural (APR).	Mejoramiento y aumento de la cobertura de los APR y su administración.	Localidades rurales con déficit en el servicio de APR y sin APR.
		Mejorar la administración y gestión del recurso hídrico.	Perfeccionamiento de los procedimientos administrativos y de información de los derechos de agua.	Organizaciones de usuarios de agua.
	Promover la conservación y mejoramiento continuo de los servicios de infraestructura que mejoren la calidad de vida en los territorios urbanos y rurales.	Definir estándares regionales de servicios de infraestructura.	Proponer estándares de servicios de infraestructura para la región con pertinencia territorial y étnica.	Preferentemente en el Área de Desarrollo Indígena (ADI).
		Aumentar la dotación de edificación pública regional.	Atender las solicitudes en materia de edificación pública.	Área urbana y rural de la región.
		Conservar el patrimonio de la infraestructura MOP en la región.	Elaborar un plan de conservación de infraestructura por servicio MOP.	Programa de conservación vial, portuaria, obras hidráulicas, APR, aeroportuaria y de edificaciones públicas MOP.

Figura 33. Matriz de consistencia estratégica PRIGRH Arica y Parinacota 2011. Fuente: PRIGRH Arica. Dirección de Planeamiento Arica y Parinacota. 2011

6.7.3 Ministerio de Transporte

El MTT tiene un mandato legal amplio en cuanto al desarrollo de una política nacional de transportes y a la planificación integrada de sistemas de transporte (DFL 88 y D.L. N° 557), además de cuatro ámbitos principales aplicables al transporte de carga, como son el sector portuario estatal (Ley N° 19.542 de 1997), Marina mercante (DL N° 2.222 de 1978), Ferroviario (D. N° 1.157 de 1931 y DFL 1 de 1991), Camionero, (Ley N° 18.290 de 1984), entre otros.

El MTT utiliza varios instrumentos de planificación para gestionar y desarrollar la infraestructura de transporte y telecomunicaciones en el país. Algunos de los principales instrumentos de planificación son la Política Nacional de Transporte (PNT), los Planes Maestros Logísticos Macrozonales (PML - MZ), la Política Nacional Logística Portuaria, los Planes Maestros de Transporte Urbano y la Comisión Nacional para el Desarrollo Logístico (CONALOG)²².

A continuación se desarrolla los Planes Maestros Logísticos Macrozonales (PML - MZ), ya que los Plan Maestros de Transporte Urbano tienen como objetivo la movilidad urbana, asociados a vías de circulación de transporte privado y público por vías al interior de ciudades, y por lo tanto no abarcan necesidades de infraestructura para el desarrollo del H2V.

Respecto del transporte marítimo, el año 2010 se crea el Programa Marítimo-Portuario, que posteriormente amplía su mandato para abordar todos los medios de transporte pasándose a llamar Programa de Desarrollo Logístico (PDL), división bajo la cual se han desarrollado varios planes modales como el Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNDP) y el Plan de Impulso a la Carga Ferroviaria (PICAF), que planteaba un portafolio de proyectos de infraestructura tendientes a duplicar al año 2020 la carga transportada, en ese momento, sobre la red EFE, además del establecimiento de una Unidad de Transporte por Camión. Estos planes ya cerraron su horizonte y no han sido actualizados.

6.7.3.1 Plan Maestro Logístico (PML)

Chile ha definido una estrategia de desarrollo en la que el comercio exterior constituye un eje central. Por lo tanto, dependemos de la competitividad de nuestras cadenas de suministro para asegurar un crecimiento económico robusto y sostenible, lo cual trae consigo la necesidad de contar con sistemas logísticos del más alto nivel.

En este sentido, el Programa de Desarrollo Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) –al alero de la Comisión Nacional para el Desarrollo Logístico (CONALOG) que preside– ha desarrollado 14 lineamientos estratégicos que apuntan a un mejoramiento continuo del sistema logístico nacional. Esto es, el conjunto de recursos físicos, procedimientos, información, métodos y actores interconectados que participan del movimiento de carga interna y externa del país, para promover el desarrollo económico

²² Si bien la Comisión Nacional para el Desarrollo Logístico (CONALOG) no es un instrumento de planificación propiamente tal, es una comisión asesora del Presidente de la República para la generación de, entre otras líneas de trabajo, los planes del sector logístico.

sustentable y la competitividad global de Chile. Dichos lineamientos se expresan en ámbitos muy diversos, abarcando desde condiciones para el desarrollo de nuevos proyectos a necesidades de incorporación de requerimientos del sistema logístico en planificación del territorio, infraestructura y desarrollo económico.

En el caso de la planificación logística, una de las principales herramientas que impulsa el MTT son los Planes Maestros Logísticos (PML). Estos instrumentos persiguen generar una cartera de iniciativas coherentes para las distintas componentes del sistema logístico: infraestructura y conectividad física, sistemas de información y coordinación, sostenibilidad y territorio, y gobernanza y regulación.



Figura 34. Componentes Plan Maestro Logístico. Fuente: Plan Maestro Logístico Macrozona Norte. 2019

Más allá de las divisiones –principalmente administrativas– que constituyen sus 16 regiones, nuestro país presenta grandes porciones de territorio con similares vocaciones productivas, patrones de población y dotaciones de infraestructura, que para efectos de los PML se denominan macrozonas: Norte (Arica a Atacama), Centro (Coquimbo a Maule), Sur (Ñuble a Los Ríos) y Sur Austral (Los Lagos a Magallanes).

Actualmente se encuentra publicado el primer Plan Maestro Logístico, correspondiente a la Macrozona Norte (MZN), el cual conjugó en su desarrollo tanto análisis de información pública disponible como la obtenida desde los actores clave del sistema logístico macrozonal, con el fin de confeccionar de forma colaborativa una cartera de 53 iniciativas estratégicas, coherentes con los anhelos regionales y con una visión de red macrozonal de mejora continua al sistema logístico.

En los próximos años se desarrollarán Planes Maestros Logísticos para el resto de las macrozonas del país, contribuyendo de esta manera a poner a Chile en marcha hacia un sistema logístico de excelencia que permita llevar al país al desarrollo.

Para la construcción de los Planes Maestros Logísticos Macrozonales (PML-MZ) el MTT tiene una metodología que permite “generar una cartera de iniciativas coherentes para las

distintas componentes del sistema logístico: infraestructura y conectividad física, sistemas de información y coordinación, sostenibilidad y territorio, regulación y gobernanza. El principal valor de los Planes Maestros es la consolidación de las iniciativas de cada uno en un único documento actualizado, con la identificación de objetivos, responsables y sus cronogramas de implementación” (Planes Maestros Logísticos, MTT, 2024a). Para la confección de estos planes, el MTT dispone de una Guía metodológica para la realización y actualización de Planes Maestros Logísticos Macrozonales disponible en su sitio web (<https://logistica.mtt.cl/planes-maestros-logisticos/>).

Asimismo, el año 2010, mediante el DS N° 298 de MTT (Diario Oficial de 15 de julio de 2011), se crea la Comisión asesora del Presidente de la República, denominada Comisión Nacional para el Desarrollo Logístico (CONALOG), de carácter interministerial, y que tiene como objeto proponer al Presidente de la República una política de desarrollo logístico y que entre sus atribuciones está la de “Proponer un plan de inversiones en infraestructura para el desarrollo logístico, teniendo en cuenta los escenarios futuros de crecimiento y sustentabilidad del comercio exterior chileno” (DS 298). Esta comisión cuenta con un consejo consultivo y una secretaría técnica.

La metodología de elaboración se basa en el cierre de brechas que se identifican en la situación actual respecto de las proyecciones.



Figura 35. Componentes Plan Maestro Logístico. Fuente: Plan Maestro Logístico Macrozona Norte. 2019

6.7.4 Gobiernos Regionales

Los Gobiernos Regionales tienen como función ejercer la administración superior de la región en los ámbitos del desarrollo social, cultural y económico, en forma armónica y equitativa en sus territorios. Para ello, disponen de varios instrumentos, entre ellos los más relevantes son: (a) la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD); (b) la Estrategia Regional de Innovación (ERI); c) el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), (c) el Plan Regional de Infraestructura Urbana y Territorial (PRIUT), (d) la Zonificación de Uso del Borde Costero (ZUBC) y (d) otros instrumentos regionales sectoriales.

De los mencionados, el Plan Regional de Ordenamiento Territorial podría comprender acciones pertinentes al desarrollo de la industria del H2V en Chile.

6.7.4.1 Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)

El Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) es un instrumento que orienta la utilización del territorio de la región para lograr su desarrollo sustentable a través de lineamientos estratégicos y una macro zonificación de dicho territorio (Ley 21074, artículo 17). Este plan establece, con carácter vinculante, condiciones de localización para la disposición de los distintos tipos de residuos y sus sistemas de tratamientos y condiciones para la localización de las infraestructuras y actividades productivas en zonas no comprendidas en la planificación urbanística, junto con la identificación de las áreas para su localización preferente. El plan regional de ordenamiento territorial es de cumplimiento obligatorio para los ministerios y servicios públicos que operen en la región y no pueden regular materias que tengan un ámbito de influencia u operación mayor al territorio de la región, ni tampoco pueden abordar áreas que estén sometidas a planificación urbanística. Este plan debe evaluarse y actualizarse en ciclos que no superen períodos de diez años.

La elaboración del plan regional de ordenamiento territorial se inicia con un diagnóstico de las características, tendencias, restricciones y potencialidades del territorio regional. El plan es sometido a un procedimiento de consulta pública que comprende la imagen objetivo de la región y los principales elementos y alternativas de estructuración del territorio regional que considere el gobierno regional.

De esta manera, cada PROT establece sus propios objetivos, a modo de ejemplo, el PROT de la Región de Atacama se plantea como objetivo general: Elaborar el Plan Regional de Ordenamiento Territorial para la Región de Atacama consensuado, con un plazo de vigencia de 10 años, el cual deberá consignar las características, potencialidades, vocaciones y recomendaciones para orientar la planificación y decisiones que impacten en los territorios urbanos, rurales, costeros y el sistema de cuencas hidrográficas, considerando los riesgos

asociados a amenazas naturales así como los principios de sustentabilidad, integración social, participación y descentralización, basándose en los objetivos o lineamientos estratégicos de la Estrategia Regional de Desarrollo 2007–2017.

La metodología aplicada para el diseño del Plan es Matriz de Marco Lógico, por lo que la evaluación es principalmente a nivel de consistencia. A modo de ejemplo se presenta el caso del PROT de Atacama.

MATRIZ DE MARCO LÓGICO PARA EL PLAN DE ACCIÓN			
VARIABLE TERRITORIAL	OBJETIVO ESTRATÉGICO	OBJETIVO TERRITORIAL	RESULTADO ESPERADO
1. MANEJO Y GESTIÓN EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO	Mejorar el manejo y la gestión del recurso hídrico a través del Desarrollo de una estrategia regional integral de cuencas	Definir un modelo de administración regional para la gestión del recurso hídrico, además de coordinar a los actores locales involucrados.	Un modelo implementado de gestión y manejo del recurso hídrico
		Zonificar las cuencas regionales en función de los acuíferos presentes y desarrollar un modelo de flujo de utilización del agua	Mapa de zonificación regional Modelo de circulación y utilización del agua
		Desarrollar una estrategia regional de manejo integrado de cuencas	Documento Estrategia Regional de manejo integrado de cuencas.
2. DESARROLLO SUSTENTABLE Y MEDIOAMBIENTE	Establecer un sistema productivo que interiorice las externalidades negativas producidas por la actividad industrial, tendiente al equilibrio entre el medio ambiente y los impactos.	Definir las zonas con alta vulnerabilidad medioambiental.	Mapa regional de vulnerabilidad ambiental
		Establecer un sistema de gestión integral de residuos.	Documento sistema integral de residuos.
		Priorizar inversiones en industria que permitan equilibrar impactos y compensaciones.	Cartera de proyectos aprobados bajo criterios de sustentabilidad ambiental
3. ENERGÍA	Ser un productor de ERNC que haga un aporte sustancial a los SIC y SING, con ello lograr determinar grados de independencia energética respecto a la oferta nacional.	Generación de un acuerdo productivo en el cual se dé prioridad a la generación de energías renovables como complemento a la actividad minera en zonas de alto potencial energético no convencional	Microzonificación territorial que dé cuenta de alianzas productivas entre minería y generación energética.
		Establecer una red regional de transmisión eléctrica con el fin de reducir costos a los usuarios locales.	Mapa de localidades insertas en la red de transmisión
		Desarrollar la autogeneración eléctrica (ERNC) como nuevo nicho industrial de la región.	Estudio de mercado que incluya las modificaciones legales, para verificar el nicho de negocios
4. ORDENAMIENTO E INFRAESTRUCTURA TERRITORIAL	Establecer un modelo de desarrollo urbano sustentable, donde la optimización de usos de recursos principalmente energéticos e hídricos sea la prioridad para definir una mejora en la calidad de vida de sus habitantes.	Definir estrategias normativas e indicativas que permitan el desarrollo de modelos de ciudades compactas.	Documento modelos de desarrollo de ciudades compactas región de Atacama.
		Gestionar superficie para el desarrollo de espacio público y sistemas de infraestructura urbana de mejor calidad	Seminario bi-anual de espacio público e infraestructura urbana, que dé cuenta de las acciones regionales tomadas
		Propuesta de Desarrollo Urbano Sustentable, basado en el crecimiento de ciudades compactas, de densidad media, con superficies de Áreas verdes por habitante que permitan organizar desde sistemas de Infraestructura verde (asociada a cauces preferentemente).	Política de Desarrollo Urbano, Planes Reguladores Intercomunales y Comunales.
5. DESARROLLO HUMANO Y SERVICIOS SOCIALES	Fomentar el desarrollo comunitario territorial integral, asumiendo los servicios sociales como herramienta de integración.	Definir redes territoriales estratégicas de prestación de servicios.	Mapeo permanente de coberturas básicas en las comunas de la región
		Fomentar el desarrollo comunitario, a través de vínculos entre actores público-privados.	Plan de acción de desarrollo comunitario.
		Fomentar el desarrollo de asentamientos interculturales	Dos asentamientos interculturales en la región
6. IDENTIDAD, CULTURA Y PATRIMONIO	Establecer el patrimonio como eje de explotación turística, posicionando la marca "Chile se funda en Atacama".	Establecer redes turísticas como elementos de integración en comunidades aisladas.	Mapa de rutas turísticas.
		Determinar las áreas patrimoniales con potencial turístico y planificar el desarrollo de la actividad.	PLADETUR ATACAMA
		Realizar encadenamientos productivos entre el turismo y otras actividades locales, tales como agricultura, artesanía, etc.	Realización de 9 ejemplos de encadenamiento en las comunas de la región
7. SOPORTE PARA LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	Ser una región pionera a escala nacional en investigación e innovación en áreas de desarrollo sustentable, eficiencia energética y desarrollo de ERNC.	Potenciar los centros de investigación regionales y crear nuevos centros según sean las funciones regionales que requieran un desarrollo científico técnico asociado	Documento de análisis, funciones regionales con necesidad de investigación
		Vínculo entre agentes públicos y centros de estudio para desarrollo de líneas de I+D+i.	Nueve líneas de I+D+i regionales.
8. DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL	Lograr una diversificación económica regional estable.	Desarrollo de sistemas de encadenamiento productivo para mejorar el desarrollo de productos locales.	Realización de ferias rurales con énfasis en el encadenamiento productivo
		Identificar productos locales con valor agregado y desarrollar estrategias de marketing	Estrategia de marketing de productos locales
		Determinar nuevas formas de distribuir la inversión pública de manera tal de fomentar la diversidad productiva.	Documento indicativo de fomento a la inversión regional no tradicional.
		Distribución de inversión pública social acorde a parámetros de equidad y no sólo de densidad poblacional	Estrategia de financiamiento de proyectos con alta rentabilidad social

Cuadro 39. Plan de Acción del PROT atacama, marzo 2014. Fuente: Plan Regional de Ordenamiento Territorial, Región de Atacama. Gobierno Regional de Atacama, División de Planificación y Desarrollo. marzo 2014.